




MEDTIME: UM SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORAMENTO E GESTÃO DE MEDICAÇÃO PARA IDOSOS - INTEGRAÇÃO DE IOT, APLICATIVO MÓVEL E ACESSIBILIDADE PARA APOIAR PACIENTES E CUIDADORES

MEDTIME: AN INTELLIGENT MEDICATION MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM FOR THE ELDERLY - INTEGRATING IOT, MOBILE APPLICATION, AND ACCESSIBILITY TO SUPPORT PATIENTS AND CAREGIVERS

MEDTIME: UN SISTEMA INTELIGENTE DE MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE MEDICAMENTOS PARA PERSONAS MAYORES, QUE INTEGRA IoT, APLICACIONES MÓVILES Y ACCESIBILIDAD PARA BRINDAR APOYO A PACIENTES Y CUIDADORES

 <https://doi.org/10.56238/levv17n61-019>

Data de submissão: 02/05/2026

Data de publicação: 02/06/2026

Alexandre Pinto Marques Tinôco
Graduando em Engenharia de Software
Instituição: Instituto de Ensino Superior (Icev)
E-mail: alexpmt2004@gmail.com

Francisco Luciani de Miranda Vieira

RESUMO

O envelhecimento populacional e o crescimento das doenças crônicas têm ampliado a dependência de medicamentos contínuos entre idosos, tornando a adesão terapêutica um dos principais desafios de saúde pública. Estudos recentes demonstram que mais de 50% dos pacientes não seguem adequadamente seus tratamentos, sendo os idosos mais suscetíveis a falhas como esquecimento, duplicidade de doses e hospitalizações relacionadas ao uso incorreto de fármacos. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento do MedTime, um protótipo voltado à gestão e ao monitoramento do uso de medicamentos, integrando tecnologias de Internet das Coisas (IoT), aplicativo móvel e princípios de acessibilidade digital. A proposta busca apoiar o controle terapêutico de idosos e oferecer suporte aos cuidadores, possibilitando o acompanhamento de horários, doses e registros de uso por meio de notificações inteligentes e monitoramento remoto. O protótipo inclui uma caixa de medicação conectada ao microcontrolador ESP32, capaz de detectar a abertura do compartimento e registrar eventos de acesso, além de um aplicativo móvel desenvolvido em React Native, com lembretes personalizados, interface acessível e painel de monitoramento. A concepção da solução considerou diretrizes de acessibilidade digital, em especial as WCAG 2.2, que orientam o desenvolvimento de interfaces perceptíveis, operáveis e compreensíveis para usuários com limitações visuais, motoras e cognitivas. O desenvolvimento seguiu uma metodologia ágil e centrada no usuário, estruturada em etapas de levantamento de requisitos, definição da arquitetura, implementação incremental do protótipo e testes funcionais. Os resultados obtidos indicam que a integração entre IoT e mHealth apresenta potencial para oferecer um acompanhamento mais automatizado e acessível, configurando-se como uma alternativa promissora para apoiar a adesão medicamentosa e contribuir para a melhoria da qualidade de vida de idosos, bem como para o trabalho de cuidadores e profissionais de saúde.

Palavras-chave: IoT. Adesão Medicamentosa. Acessibilidade Digital. ESP32. React Native.

ABSTRACT

Population aging and the growth of chronic diseases have increased the reliance on continuous medication among older adults, making therapeutic adherence one of the main public health challenges. Recent studies indicate that more than 50% of patients do not properly follow their prescribed treatments, with older adults being more susceptible to issues such as forgetfulness, dose duplication, and hospitalizations related to incorrect medication use. In this context, this study presents the development of MedTime, a prototype designed for medication management and monitoring, integrating Internet of Things (IoT) technologies, a mobile application, and digital accessibility principles. The proposed solution aims to support therapeutic control for older adults and assist caregivers by enabling the monitoring of schedules, dosages, and usage records through intelligent notifications and remote monitoring. The prototype includes a medication box connected to an ESP32 microcontroller, capable of detecting compartment openings and recording access events, as well as a mobile application developed using React Native, featuring personalized reminders, an accessible interface, and a monitoring dashboard. The system design followed digital accessibility guidelines, particularly WCAG 2.2, which emphasize the development of interfaces that are perceivable, operable, and understandable for users with visual, motor, and cognitive limitations. The development process adopted an agile and user-centered methodology, structured into stages of requirements analysis, architectural definition, incremental prototype implementation, and functional testing. The results indicate that the integration of IoT and mHealth solutions has the potential to provide more automated and accessible monitoring, representing a promising alternative to support medication adherence and improve the quality of life of older adults, as well as the work of caregivers and healthcare professionals.

Keywords: IoT. Medication Adherence. Digital Accessibility. ESP32. React Native.

RESUMEN

El envejecimiento de la población y el aumento de las enfermedades crónicas han incrementado la dependencia de la medicación continua entre las personas mayores, convirtiendo la adherencia terapéutica en uno de los principales retos de salud pública. Estudios recientes muestran que más del 50 % de los pacientes no siguen adecuadamente sus tratamientos, siendo las personas mayores más susceptibles a fallos como el olvido, la sobredosificación y las hospitalizaciones relacionadas con el uso incorrecto de medicamentos. En este contexto, este trabajo presenta el desarrollo de MedTime, un prototipo destinado a la gestión y monitorización del uso de medicamentos, que integra tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), una aplicación móvil y principios de accesibilidad digital. La propuesta busca apoyar el control terapéutico de las personas mayores y ofrecer asistencia a los cuidadores, permitiendo la monitorización de horarios, dosis y registros de uso mediante notificaciones inteligentes y monitorización remota. El prototipo incluye un pastillero conectado al microcontrolador ESP32, capaz de detectar la apertura del compartimento y registrar los accesos, así como una aplicación móvil desarrollada en React Native, con recordatorios personalizados, una interfaz accesible y un panel de monitorización. El diseño de la solución consideró las directrices de accesibilidad digital, especialmente WCAG 2.2, que guían el desarrollo de interfaces perceptibles, operables y comprensibles para usuarios con limitaciones visuales, motoras y cognitivas. El desarrollo siguió una metodología ágil y centrada en el usuario, estructurada en etapas de recopilación de requisitos, definición de arquitectura, implementación incremental de prototipos y pruebas funcionales. Los resultados obtenidos indican que la integración entre IoT y mHealth tiene el potencial de ofrecer una monitorización más automatizada y accesible, configurándose como una alternativa prometedora para apoyar la adherencia a la medicación y contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas mayores, así como el trabajo de los cuidadores y profesionales de la salud.

Palabras clave: IoT. Adherencia a la Medicación. Accesibilidad Digital. ESP32. React Native.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional, combinado ao aumento das doenças crônicas, têm provocado transformações significativas no cenário da saúde pública nas últimas décadas, afetando diretamente o uso de medicamentos contínuos entre idosos. Pesquisas recentes indicam que a adesão a tratamentos medicamentosos em populações idosas permanece como um desafio global, com variações expressivas entre diferentes contextos clínicos e demográficos (Front. Pharmacol., 2025; Patel, 2025). Estudos apontam que fatores como regime terapêutico complexo, efeitos adversos e limitações relacionadas ao envelhecimento contribuem para essa baixa adesão, evidenciando a necessidade de estratégias que melhorem o manejo terapêutico nessa faixa etária.

No contexto brasileiro, a baixa adesão medicamentosa entre idosos configura um problema relevante para o sistema público de saúde. Dados do Ministério da Saúde e registros do Sistema Único de Saúde (SUS) indicam que eventos adversos relacionados ao uso inadequado de medicamentos estão entre as causas frequentes de internações evitáveis na população idosa, especialmente em situações de polifarmácia e multimorbidade (BRASIL, 2023). Informações consolidadas pelo DATASUS evidenciam que falhas no tratamento medicamentoso contribuem significativamente para a sobrecarga dos serviços de saúde, refletindo impactos clínicos e econômicos. Estudos nacionais recentes reforçam que fatores como esquecimento, complexidade dos esquemas terapêuticos, limitações cognitivas e ausência de suporte familiar estão diretamente associados à má adesão ao tratamento entre idosos brasileiros, demonstrando o caráter multifatorial do problema (PEREIRA, 2024).

Diante desse cenário, o uso de tecnologias digitais tem se destacado como uma estratégia complementar para apoiar a adesão medicamentosa aos pacientes idosos, especialmente em contextos de cuidado contínuo. Estudos recentes indicam que a integração de dispositivos baseados em Internet das Coisas (IoT) e aplicações móveis possibilita o monitoramento de eventos relacionados ao uso de medicamentos, o envio de lembretes e o acompanhamento remoto por cuidadores, contribuindo para a redução de falhas no tratamento (Frontiers in Pharmacology, 2025; Patel, 2025). No contexto brasileiro, pesquisas apontam que soluções tecnológicas podem auxiliar no enfrentamento de dificuldades recorrentes entre idosos, como esquecimento e complexidade terapêutica, desde que associadas a princípios de usabilidade e acessibilidade adequados ao público-alvo (Pereira, 2024).

Somado a isso, aplicativos móveis de saúde (mHealth) têm sido amplamente utilizados como ferramentas de apoio à adesão terapêutica, especialmente entre pacientes com doenças crônicas. Soluções desse tipo incluem aplicativos voltados ao lembrete de horários de medicação, organização do regime terapêutico e acompanhamento do uso de medicamentos, conforme descrito em estudos recentes. Evidências indicam que o uso desses aplicativos pode contribuir para a melhoria da adesão e do controle clínico, apresentando impacto positivo em desfechos como controle pressórico e glicêmico (BMJ OPEN, 2020; JMIR, 2025). No entanto, apesar do potencial dessas tecnologias, ainda são

observadas limitações relacionadas à usabilidade para o público idoso, como dificuldade de navegação, baixa visibilidade e interfaces pouco intuitivas, o que pode comprometer a efetividade dessas soluções (SCIENTIFIC DIRECT, 2021; UFAL, 2020).

Diante das limitações identificadas no uso de tecnologias digitais por idosos, torna-se essencial que soluções voltadas à adesão medicamentosa incorporem princípios de acessibilidade digital desde sua concepção. As Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.2), publicadas pelo W3C, estabelecem que sistemas digitais devem ser perceptíveis, operáveis, compreensíveis e robustos, visando atender usuários com diferentes limitações sensoriais, motoras e cognitivas (W3C, 2023). No contexto do MedTime, esses princípios orientam decisões como o uso de interfaces simples, alto contraste visual, elementos interativos ampliados e fluxos de navegação reduzidos, favorecendo a usabilidade por pacientes idosos e seus cuidadores.

Paralelamente, a aplicação da Internet das Coisas (IoT) mostra-se pertinente para o apoio à adesão medicamentosa ao possibilitar o monitoramento de eventos relacionados ao uso dos medicamentos, o envio automatizado de lembretes e o acompanhamento remoto do tratamento. Estudos recentes demonstram que soluções baseadas em IoT e mHealth podem auxiliar na redução de esquecimentos e na organização do regime terapêutico, contribuindo para maior segurança e continuidade do tratamento, especialmente em populações idosas com doenças crônicas (Frontiers in Pharmacology, 2025; Patel, 2025). Assim, a combinação entre acessibilidade digital e tecnologias IoT configura-se como um elemento fundamental para o desenvolvimento de protótipos capazes de apoiar, de forma realista e ética, a adesão medicamentosa.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho surge de uma vivência pessoal direta com os desafios da adesão medicamentosa. No contexto familiar do autor, idosos fazem uso contínuo de múltiplos medicamentos e enfrentam dificuldades recorrentes para seguir corretamente os tratamentos prescritos, como esquecimento de doses, confusão de horários e duplicidade na administração. A convivência com essa realidade, aliada à formação em Engenharia de Software, despertou o interesse em desenvolver uma solução tecnológica acessível e funcional, voltada a apoiar idosos e cuidadores no manejo cotidiano da medicação, promovendo maior segurança e qualidade de vida.

Diante desse contexto, aplicativos móveis de saúde (mHealth) têm sido utilizados como apoio à adesão medicamentosa, incluindo soluções como Medisafe, MyTherapy e Mango Health, que oferecem lembretes personalizados e registro do uso de medicamentos. Estudos indicam que essas funcionalidades contribuem para a organização do tratamento e para a redução de esquecimentos, especialmente em pacientes com doenças crônicas (Journal of Medical Internet Research, 2023; JMIR mHealth and uHealth, 2024). Entretanto, idosos ainda enfrentam desafios relevantes de usabilidade, como dificuldade de navegação, baixa legibilidade e interfaces complexas. Diante dessas limitações, este trabalho apresenta o MedTime, um protótipo que integra IoT e aplicativo móvel, desenvolvido

com foco em acessibilidade e usabilidade para apoiar idosos e cuidadores no gerenciamento da medicação.

2 INTRODUÇÃO

2.1 ADESÃO MEDICAMENTOSA EM IDOSOS: PANORAMA E FATORES DETERMINANTES

A adesão medicamentosa em idosos caracteriza-se como um fenômeno complexo e multifatorial, resultante da interação entre fatores sociais, cognitivos e estruturais. Aspectos sociais, como baixa escolaridade em saúde, ausência de suporte familiar e dificuldades socioeconômicas, podem comprometer a compreensão e a continuidade do tratamento. Do ponto de vista cognitivo, alterações de memória, atenção e capacidade de interpretação das prescrições são comuns no envelhecimento e impactam diretamente a administração correta dos medicamentos. Já os fatores estruturais envolvem o acesso aos serviços de saúde, a disponibilidade de medicamentos, a organização do sistema de cuidado e a clareza das orientações fornecidas aos pacientes. A combinação desses elementos evidencia que a não adesão não decorre de um único fator isolado, mas de um conjunto de condições que se influenciam mutuamente, exigindo abordagens integradas para o manejo terapêutico da população idosa.

Diversas pesquisas apontam que grande parte da não adesão entre idosos decorre de fatores fisiológicos associados ao envelhecimento, tais como piora da memória operacional, diminuição da capacidade visual e comprometimento da coordenação motora fina. Além disso, condições crônicas simultâneas — como hipertensão, diabetes, doenças cardiovasculares e osteoartrite — ampliam a necessidade de fármacos, tornando os esquemas terapêuticos mais complexos. Em muitos casos, o paciente utiliza múltiplos medicamentos ao longo do dia, com horários distintos, doses variadas e orientações específicas, o que aumenta a probabilidade de erros e esquecimentos.

“Os efeitos da baixa adesão são significativos, levando a complicações evitáveis, hospitalizações frequentes e um aumento da carga de morbidade e mortalidade. Estratégias para melhorar a adesão ao tratamento farmacológico, intervenções educacionais, simplificação dos regimes de medicação, uso de lembretes, apoio social e acompanhamento regular por profissionais de saúde são recomendados. Uma revisão sistemática com metanálise de estudos observacionais, que avaliou os danos por medicamentos, demonstrou que a prevalência de hospitalizações por não adesão ao tratamento medicamentoso é de 2,5% (IC 95% 1,7 – 3,8%). Estes dados evidenciam a importância do acompanhamento efetivo do tratamento para minimizar desfechos negativos associados à baixa adesão.” (BVS, 2023).

A segurança e a adequação das prescrições medicamentosas exercem papel fundamental no uso correto de medicamentos por idosos, sobretudo quando são utilizados fármacos potencialmente inapropriados para essa faixa etária. Nesse contexto, o Critério de Beers, desenvolvido pela American Geriatrics Society, constitui um dos principais referenciais clínicos para a identificação de medicamentos que apresentam maior risco de efeitos adversos em idosos, em função de alterações

farmacocinéticas, farmacodinâmicas e da maior suscetibilidade a interações medicamentosas. A utilização desses fármacos pode resultar em eventos adversos, desconforto e piora clínica, fatores que frequentemente levam à interrupção ou ao uso inadequado do tratamento. Dessa forma, a aplicação do Critério de Beers contribui para a promoção de prescrições mais seguras e para a redução de riscos associados ao tratamento medicamentoso, favorecendo indiretamente a adesão terapêutica aos idosos.

A polifarmácia — geralmente definida como o uso concomitante de cinco ou mais medicamentos — possui elevada prevalência entre idosos e constitui um dos maiores desafios observados na literatura contemporânea. Pesquisas baseadas em populações brasileiras e internacionais revelam prevalências que ultrapassam 50% entre idosos atendidos em serviços ambulatoriais, podendo chegar a 70% em indivíduos com multimorbidades. A presença simultânea de múltiplas doenças crônicas é um fator determinante para esse cenário, já que exige terapias contínuas, combinadas e muitas vezes ajustadas ao longo do tempo.

“Na pesquisa realizada no Brasil com 227 pessoas idosas, a prevalência da polifarmácia foi de 57,7%. Essas prevalências da polifarmácia geram impacto direto na qualidade de vida e nos gastos relacionados à saúde, pois levam a uma maior predisposição a reações adversas a medicamentos (RAM) e interações medicamentosas (IM). A polimedicação apresenta-se como condição frequente entre as pessoas idosas, além de estar associada a maiores riscos de quedas, fragilidade, declínio funcional, aumento da dependência, hospitalização e mortes, contribuindo para expansão dos gastos em saúde, um exemplo disso se dá através da redução dos medicamentos disponíveis de forma gratuita, ocasionando um custo mensal de grande parte do salário mínimo da população com mais de 60 anos.” (RBGG, 2020).

A associação entre polifarmácia e efeitos adversos é amplamente documentada. A utilização de vários medicamentos aumenta exponencialmente o risco de interações medicamentosas, reações adversas, duplicidade terapêutica e erros de administração. A literatura aponta, ainda, que idosos polimedicados apresentam maior probabilidade de quedas, delírio, deterioração cognitiva, hospitalizações recorrentes e perda gradual da autonomia para realizar atividades da vida diária. Esses riscos tornam evidente que a gestão farmacoterapêutica inadequada pode gerar consequências severas, incluindo maior mortalidade.

Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de ferramentas que auxiliem no gerenciamento da polifarmácia de forma mais organizada e segura. A utilização de soluções tecnológicas pode contribuir para a organização dos esquemas terapêuticos, o acompanhamento de horários, a redução de esquecimentos e a visualização integrada do uso de múltiplos medicamentos. Assim, o MedTime apresenta-se como um protótipo com potencial para apoiar a gestão da polifarmácia, ao oferecer suporte ao controle do regime medicamentoso, favorecendo maior segurança no uso dos fármacos e auxiliando idosos e cuidadores no manejo cotidiano do tratamento.

Assim, a polifarmácia não é apenas um reflexo da complexidade clínica do idoso, mas também um indicador de falhas sistêmicas, como ausência de revisão periódica de medicamentos, comunicação

insuficiente entre profissionais e baixa integração dos serviços de saúde. Esses elementos reforçam a necessidade de soluções mais eficazes e inteligentes — como sistemas tecnológicos de apoio — que auxiliem no gerenciamento do regime terapêutico.

2.2 ERROS DE MEDICAÇÃO E HOSPITALIZAÇÕES EVITÁVEIS NA POPULAÇÃO IDOSA

Os erros de medicação entre idosos resultam de um conjunto de fatores interligados, que envolvem aspectos cognitivos, organizacionais e informacionais. Alterações cognitivas comuns ao envelhecimento, como déficits de memória, atenção e compreensão, podem dificultar o seguimento correto das prescrições. Soma-se a isso a complexidade dos esquemas terapêuticos, frequentemente compostos por múltiplos medicamentos, diferentes dosagens e horários variados, o que aumenta a probabilidade de confusão e falhas na administração. Além disso, fatores organizacionais, como prescrições pouco claras, orientações inadequadas e ausência de acompanhamento contínuo por profissionais de saúde, contribuem significativamente para a ocorrência de erros, evidenciando que tais eventos não decorrem apenas de falhas individuais, mas de um contexto assistencial mais amplo.

Um dado amplamente discutido na literatura é que idosos têm risco entre quatro e sete vezes maior de hospitalização por eventos adversos quando comparados a adultos mais jovens. Entre os medicamentos mais frequentemente associados a eventos adversos graves destacam-se anticoagulantes, antibióticos, antipsicóticos, opioides e insulina — todos amplamente utilizados em populações idosas com multimorbidades. Outro aspecto crítico é que cerca de 70% dessas hospitalizações são consideradas evitáveis, o que reforça a importância de estratégias de monitoramento, revisão contínua das prescrições e educação em saúde.

Diante desse cenário, a educação em saúde assume papel central na prevenção de erros de medicação entre idosos. A orientação adequada sobre o uso correto dos medicamentos, incluindo nome, finalidade, dose e horário, favorece maior compreensão do tratamento e reduz a ocorrência de falhas na administração. Estratégias educativas contínuas, adaptadas às limitações cognitivas e sensoriais da população idosa, contribuem para o fortalecimento da autonomia do paciente e para o envolvimento ativo de cuidadores no processo terapêutico. Dessa forma, a educação em saúde configura-se como uma ferramenta fundamental para a promoção do uso seguro de medicamentos e para a redução de eventos adversos e hospitalizações evitáveis.

2.3 DESAFIOS COGNITIVOS, FUNCIONAIS E SOCIAIS NA ADESÃO MEDICAMENTOSA

O envelhecimento está associado a alterações cognitivas que impactam diretamente a adesão medicamentosa entre idosos. Déficit de memória podem levar ao esquecimento de doses ou à repetição indevida da medicação, enquanto dificuldades de atenção e compreensão comprometem a interpretação correta das prescrições médicas. Além disso, a dificuldade em aprender novas rotinas

terapêuticas pode dificultar a adaptação a mudanças no tratamento, aumentando o risco de erros e interrupções involuntárias no uso dos medicamentos.

As limitações físicas e funcionais também exercem influência significativa sobre a adesão medicamentosa. Dificuldades motoras, como tremores, artrite e redução da força manual, podem impedir o manuseio adequado de embalagens, frascos e cartelas. Somam-se a isso limitações visuais, que dificultam a leitura de rótulos, a identificação correta dos comprimidos e a distinção entre medicamentos semelhantes, favorecendo erros de administração e abandono do tratamento.

No âmbito social, a ausência de suporte familiar ou de cuidadores configura-se como um fator crítico para a não adesão medicamentosa. Idosos que vivem sozinhos tendem a apresentar maior dificuldade para organizar o tratamento, lembrar horários e buscar esclarecimentos sobre o uso dos medicamentos. O suporte familiar desempenha papel fundamental ao auxiliar na organização do regime terapêutico, no monitoramento das tomadas e no acompanhamento junto aos serviços de saúde, contribuindo para a redução de erros e para a continuidade do tratamento.

Esses desafios evidenciam que a adesão medicamentosa entre idosos é influenciada por limitações cognitivas, funcionais e sociais que frequentemente coexistem. Nesse sentido, estratégias de cuidado e soluções tecnológicas destinadas a essa população devem considerar tais fatores de forma integrada, contemplando não apenas o paciente, mas também o envolvimento de familiares e cuidadores no processo terapêutico.

2.4 ESTRATÉGIAS TRADICIONAIS PARA ADESÃO: LIMITAÇÕES E CRÍTICAS

Estratégias tradicionais de apoio à adesão medicamentosa incluem orientações presenciais, uso de caixas organizadoras de medicamentos, lembretes manuais e acompanhamento por cuidadores ou profissionais de saúde. Essas abordagens desempenham papel importante na educação do paciente e na organização inicial do tratamento, especialmente em contextos de cuidado presencial e acompanhamento contínuo.

Apesar de sua relevância, tais estratégias apresentam limitações significativas quando aplicadas a tratamentos complexos e de longo prazo. A dependência exclusiva da memória do paciente ou do cuidador, a ausência de monitoramento em tempo real e a dificuldade de adaptação às rotinas individuais reduzem a efetividade dessas abordagens, sobretudo entre idosos com múltiplos medicamentos e menor autonomia funcional.

Em contraste, abordagens tecnológicas oferecem recursos que ampliam as capacidades das estratégias tradicionais, como automação de lembretes, registro de eventos, monitoramento remoto e personalização do acompanhamento. Soluções baseadas em aplicativos móveis e dispositivos IoT possibilitam maior controle sobre o regime terapêutico, além de facilitar a identificação de falhas no uso dos medicamentos, contribuindo para intervenções mais oportunas.

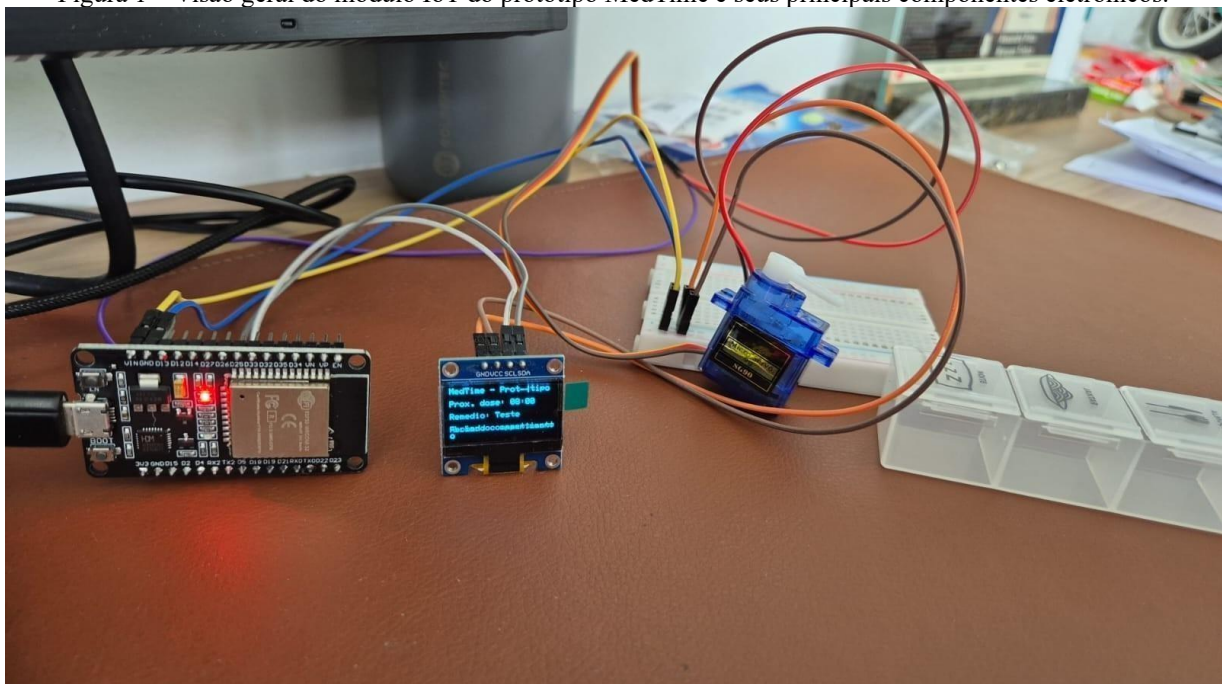
Diante dessas diferenças, a escolha por uma solução tecnológica como o MedTime justifica-se pela capacidade de integrar organização, automação e acompanhamento contínuo, aspectos pouco explorados pelas estratégias tradicionais de forma isolada. Ao complementar o cuidado humano com recursos tecnológicos acessíveis, o protótipo busca superar limitações relacionadas ao esquecimento, à complexidade terapêutica e à ausência de monitoramento, oferecendo um suporte mais adequado às necessidades de idosos e cuidadores no manejo da medicação.

2.5 DISPOSITIVOS IOT APLICADOS À ADESÃO MEDICAMENTOSA

A Internet das Coisas (IoT) tem se consolidado como uma tecnologia relevante no apoio à adesão medicamentosa, especialmente no cuidado de pessoas idosas. A integração entre dispositivos físicos, sensores e sistemas de comunicação possibilita o monitoramento de eventos relacionados ao uso de medicamentos, o registro automático de informações e o envio de alertas em tempo real, favorecendo maior controle, organização do tratamento e suporte a pacientes e cuidadores.

No contexto deste trabalho, o MedTime utiliza um módulo IoT desenvolvido para auxiliar no gerenciamento do uso de medicamentos por idosos. O sistema é baseado em um microcontrolador ESP32, responsável pelo controle do dispositivo, pela execução das rotinas de funcionamento e pela comunicação com o aplicativo móvel. O módulo integra atuadores e componentes eletrônicos responsáveis pela abertura controlada do compartimento de medicação e pelo registro de eventos associados ao uso do medicamento, permitindo o acompanhamento do tratamento de forma automatizada.

Figura 1 – Visão geral do módulo IoT do protótipo MedTime e seus principais componentes eletrônicos.



Fonte: Autores.

Os principais componentes físicos do módulo IoT do MedTime estão ilustrados na Figura 1, evidenciando a integração entre o microcontrolador, atuadores e a estrutura do dispensador de medicamentos.

O módulo IoT do protótipo MedTime é composto por diferentes componentes eletrônicos e físicos que atuam de forma integrada no apoio à adesão medicamentosa. O microcontrolador ESP32 desempenha o papel central do sistema, sendo responsável pelo controle das operações do dispositivo, processamento dos dados e comunicação com o aplicativo móvel. O display OLED é utilizado como interface visual, exibindo informações básicas ao usuário, como alertas e mensagens de status, de maneira simples e acessível. O servo motor possibilita o acionamento mecânico do compartimento de medicação, permitindo a abertura controlada no momento programado para o uso do medicamento. Por fim, a caixa organizadora de medicamentos constitui a estrutura física do protótipo, permitindo o armazenamento compartimentado das doses e auxiliando na organização do tratamento ao longo do dia.

A utilização do módulo IoT no MedTime possibilita a automatização de lembretes, a organização dos horários de medicação e o registro de eventos relacionados ao uso do medicamento. Essas funcionalidades reduzem a dependência exclusiva da memória do paciente e permitem maior envolvimento de cuidadores e familiares no acompanhamento do tratamento, favorecendo maior segurança e regularidade no uso dos medicamentos.

Apesar dos benefícios apresentados, a adoção de dispositivos IoT na saúde do idoso enfrenta desafios relevantes, como resistência ao uso de novas tecnologias, limitações cognitivas e sensoriais, dificuldades de usabilidade e barreiras socioeconômicas. Dessa forma, o desenvolvimento de soluções IoT voltadas a essa população deve priorizar interfaces simples, acessibilidade, suporte familiar e estratégias educativas, garantindo que a tecnologia atue como facilitadora do cuidado, e não como um fator adicional de complexidade.

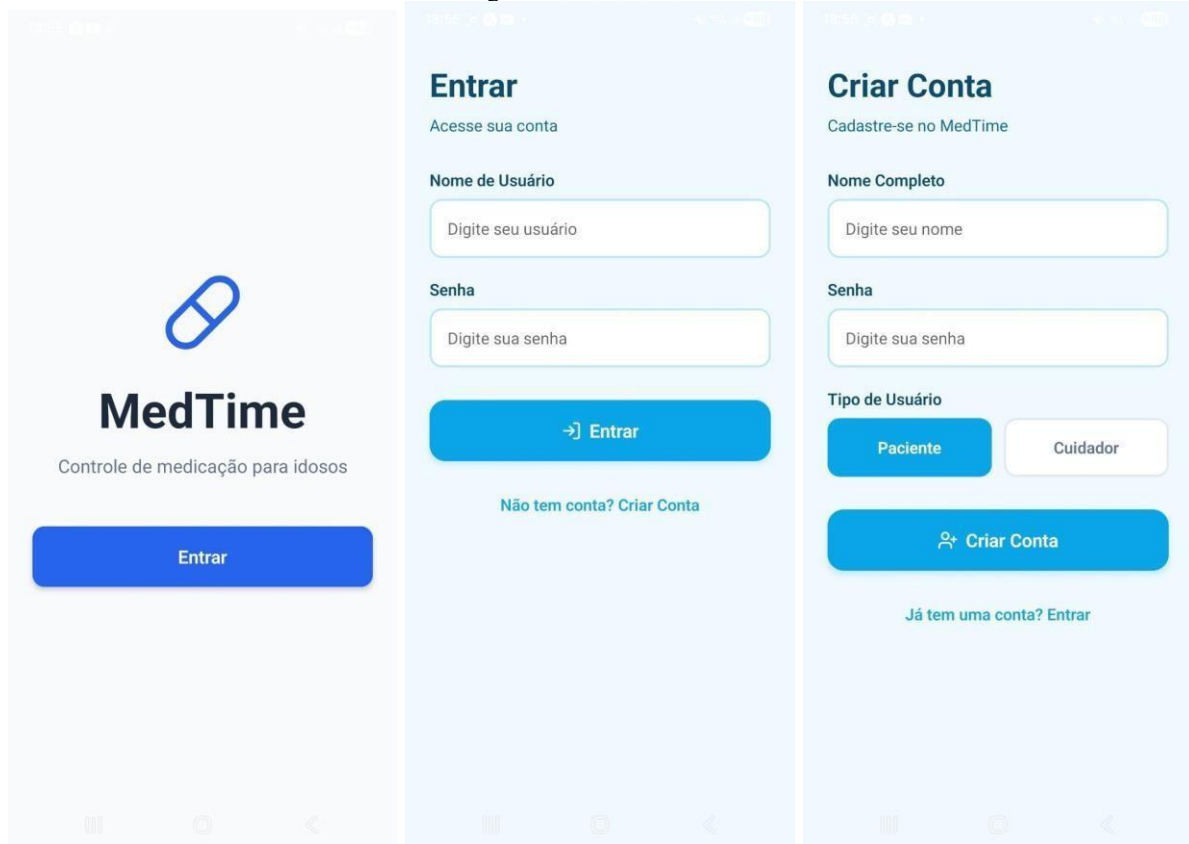
2.6 APLICATIVOS MÓVEIS (MHEALTH) E SUA EFICÁCIA NA ADESÃO MEDICAMENTOSA

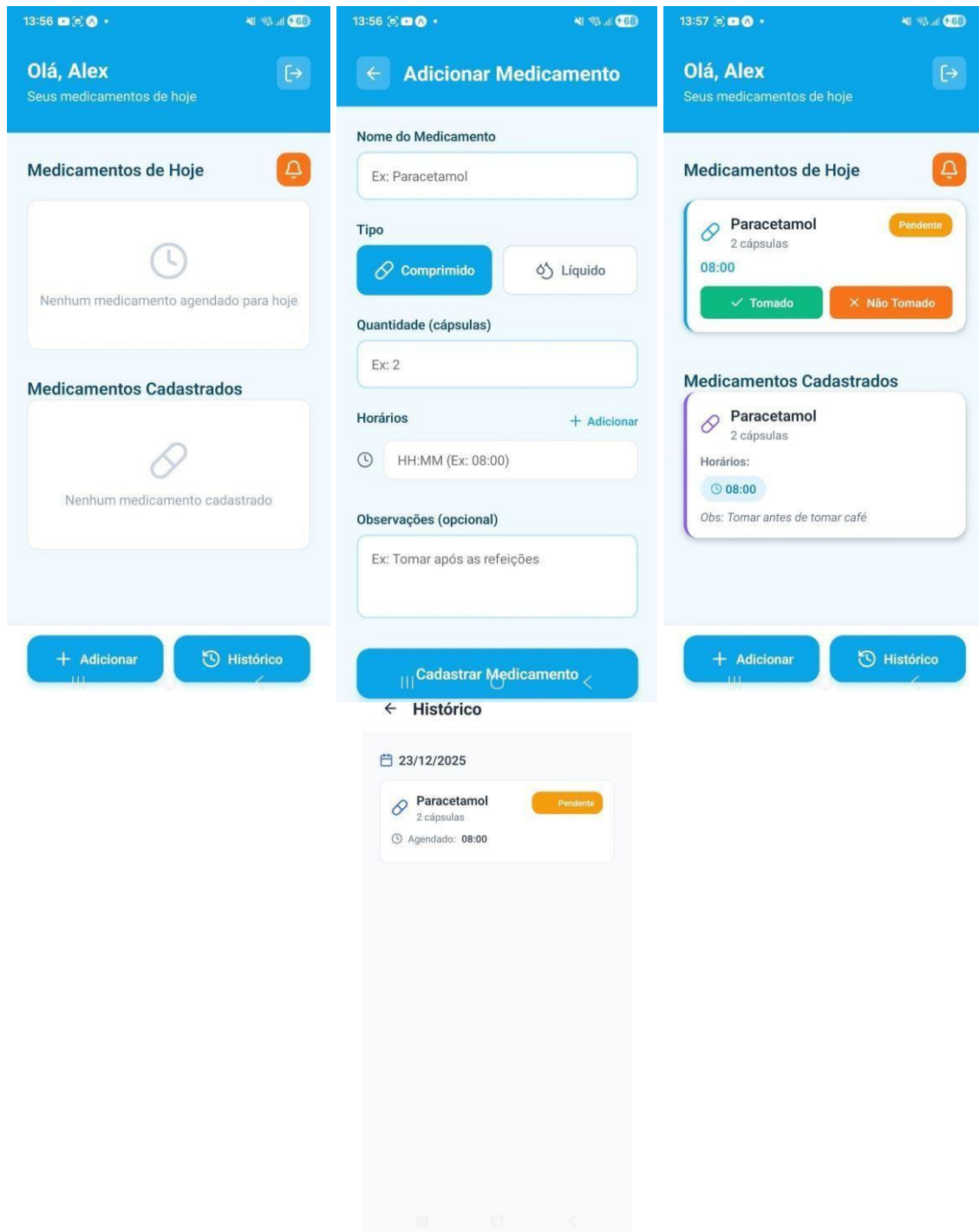
O aplicativo móvel do MedTime constitui o principal elo entre o usuário, o cuidador e o módulo IoT do sistema, atuando como ferramenta de organização, acompanhamento e registro do uso de medicamentos. Inserido no contexto das soluções mHealth, o aplicativo foi projetado para oferecer suporte contínuo à adesão medicamentosa, por meio de uma interface simples, acessível e adequada às necessidades da população idosa.

As funcionalidades centrais do aplicativo incluem autenticação de usuários, cadastro e gerenciamento de medicamentos, definição de horários, exibição do status das tomadas e acesso ao histórico de uso. Essas funções permitem acompanhar, de forma clara e estruturada, quais medicamentos devem ser utilizados ao longo do dia e se a administração ocorreu conforme o planejado.

As principais telas do aplicativo, que ilustram essas funcionalidades, são apresentadas nas Figuras 2 a 8, evidenciando os fluxos de uso e a organização das informações.

Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8





Fonte: Autores.

Um aspecto fundamental do MedTime é a personalização do aplicativo, permitindo que o sistema se adapte às necessidades individuais dos usuários. O aplicativo possibilita a definição de perfis distintos, como paciente e cuidador, além da configuração personalizada de medicamentos, horários, quantidades e observações específicas. Essa flexibilidade contribui para adequar o sistema a diferentes rotinas terapêuticas, níveis de autonomia e limitações cognitivas ou funcionais dos idosos.

Além disso, o aplicativo foi concebido com foco em usabilidade e acessibilidade, adotando elementos visuais simples, botões de fácil identificação e organização clara das informações. Essas características visam reduzir a sobrecarga cognitiva, facilitar a compreensão das tarefas e minimizar

erros durante o uso, fatores essenciais para a efetividade de soluções mHealth voltadas à população idosa.

Por fim, a integração entre o aplicativo móvel e o módulo IoT amplia o potencial do MedTime ao permitir o registro de eventos, o acompanhamento remoto e o envolvimento ativo de cuidadores no processo terapêutico. Dessa forma, o aplicativo não atua apenas como um lembrete, mas como uma ferramenta de apoio ao cuidado contínuo, promovendo maior segurança, organização e adesão ao tratamento medicamentoso.

2.7 ACESSIBILIDADE DIGITAL E USABILIDADE PARA IDOSOS: DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES

Para que tecnologias voltadas à saúde sejam efetivamente utilizadas por idosos, é indispensável que os sistemas considerem princípios de acessibilidade digital e usabilidade. Alterações visuais, cognitivas e motoras comuns ao envelhecimento podem comprometer a interação com aplicativos e dispositivos quando estes não são adequadamente projetados, o que impacta diretamente a segurança do tratamento e a adesão medicamentosa.

Nesse contexto, as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG 2.2), propostas pelo W3C, constituem um conjunto de recomendações amplamente adotadas para o desenvolvimento de interfaces mais inclusivas. As diretrizes estão organizadas em quatro princípios fundamentais: perceptível, operável, compreensível e robusto, os quais orientam a criação de sistemas acessíveis a diferentes perfis de usuários, incluindo a população idosa.

No desenvolvimento do MedTime, os princípios das WCAG foram considerados de forma prática, orientando decisões de design e interação. O aplicativo prioriza elementos perceptíveis, como textos legíveis, alto contraste e ícones claros; aspectos operáveis, com botões de tamanho adequado e navegação simples, sem exigir gestos complexos; e características compreensíveis, por meio de linguagem objetiva, organização visual clara e feedback imediato das ações realizadas. Essas escolhas visam reduzir a carga cognitiva e facilitar o uso por idosos com diferentes níveis de familiaridade tecnológica.

Estudos indicam que interfaces adaptadas ao público idoso contribuem para maior eficiência na execução de tarefas, redução de erros e aumento da satisfação do usuário. Estratégias como navegação linear, ausência de excesso de informações visuais, uso de padrões consistentes e feedback visual ou textual são apontadas como fatores determinantes para melhorar a usabilidade e promover maior autonomia no uso de sistemas digitais.

No contexto da adesão medicamentosa, a aplicação desses princípios torna-se ainda mais relevante, uma vez que dificuldades de interação podem resultar em falhas no acompanhamento do tratamento. Assim, ao adotar diretrizes de acessibilidade e usabilidade no desenvolvimento do

MedTime, o sistema busca minimizar barreiras tecnológicas, favorecer o uso contínuo por idosos e contribuir para um manejo mais seguro e eficaz da medicação.

2.8 LIMITAÇÕES, DESAFIOS E CRÍTICAS ÀS ABORDAGENS TECNOLÓGICAS

Embora IoT e mHealth representem alternativas eficientes para o suporte à adesão terapêutica, a literatura especializada apresenta uma série de críticas e limitações que devem ser consideradas durante o desenvolvimento e a implementação dessas tecnologias.

Entre as limitações técnicas mais comuns destacam-se:

- dependência de conectividade estável (Wi-Fi, Bluetooth, dados móveis);
- autonomia limitada de bateria em dispositivos IoT e wearables;
- heterogeneidade de plataformas, dificultando integração com sistemas clínicos;
- falta de padronização no armazenamento e transmissão de dados de saúde.

Para mitigar essas limitações, a literatura recomenda a adoção de arquiteturas mais robustas e tolerantes a falhas, com mecanismos de registro local, sincronização posterior dos dados e uso eficiente de recursos energéticos. Estratégias de padronização e integração entre sistemas também contribuem para ampliar a estabilidade das soluções e favorecer sua aplicação em diferentes contextos assistenciais.

Sob a perspectiva social e cognitiva, uma das principais críticas refere-se à expectativa de que o idoso adotará a tecnologia de forma autônoma. Evidências indicam que insegurança, baixa familiaridade digital e receio de falhas podem reduzir significativamente o engajamento com sistemas tecnológicos, mesmo quando estes são desenvolvidos com finalidades assistenciais.

Nesse cenário, o suporte humano assume papel fundamental como elemento complementar à tecnologia. O acompanhamento de cuidadores, familiares e profissionais de saúde contribui para orientar o uso adequado dos sistemas, reforçar rotinas terapêuticas e promover intervenções oportunas diante de falhas ou sinais de não adesão, ampliando a confiança e a efetividade da solução.

Outro ponto relevante diz respeito às abordagens que atribuem exclusivamente ao paciente a responsabilidade pela adesão. A literatura contemporânea reforça que a adesão medicamentosa é um fenômeno multifatorial e que soluções tecnológicas devem ser integradas a modelos de cuidado que incluem acompanhamento profissional e suporte contínuo.

Assim, embora desempenhem papel relevante no apoio à adesão terapêutica, as tecnologias não substituem o cuidado humano. Seu uso deve ocorrer de forma complementar às práticas clínicas, educativas e assistenciais, fortalecendo o cuidado integrado e a segurança do paciente idoso.

2.9 CONVERGÊNCIA ENTRE IOT, MHEALTH E NECESSIDADES DO PÚBLICO IDOSO

No contexto deste trabalho, a convergência entre IoT, mHealth e acessibilidade materializa-se no MedTime por meio da integração entre um dispositivo físico de monitoramento, um aplicativo móvel e interfaces adaptadas às necessidades do público idoso. O sistema utiliza um módulo IoT para registrar eventos relacionados à medicação, enquanto o aplicativo móvel organiza horários, envia notificações e permite o acompanhamento remoto. Paralelamente, princípios de acessibilidade digital são aplicados para garantir que o idoso consiga interagir com a solução de forma simples, segura e compreensível.

Essa integração possibilita a atuação conjunta de três elementos centrais:

- registro automatizado de informações por meio de dispositivos IoT;
- fornecimento de lembretes, orientações e acompanhamento via aplicativo móvel;
- garantia de usabilidade por meio de interfaces acessíveis, adequadas às limitações cognitivas, visuais e motoras do envelhecimento;

A convergência tecnológica apresenta benefícios diretos para diferentes atores envolvidos no cuidado. Para o idoso, reduz o risco de esquecimento, erros de administração e sobrecarga cognitiva, promovendo maior autonomia e segurança. Para o cuidador, possibilita acompanhamento remoto, identificação precoce de falhas e melhor organização do cuidado diário. Já para o sistema de saúde, contribui para a redução de eventos adversos evitáveis, hospitalizações desnecessárias e custos associados à baixa adesão medicamentosa.

Dessa forma, a integração entre IoT, mHealth e acessibilidade permite o desenvolvimento de soluções mais completas e alinhadas às demandas reais do envelhecimento. Ao articular tecnologia, usabilidade e suporte ao cuidado, sistemas como o MedTime demonstram potencial para fortalecer o acompanhamento terapêutico, ampliar a adesão medicamentosa e apoiar práticas de cuidado mais eficientes e humanizadas.

2.10 SÍNTESE E RELAÇÃO COM O PROJETO DESENVOLVIDO

Com base na fundamentação teórica apresentada, observa-se que a problemática da adesão medicamentosa em idosos é multifatorial e exige soluções robustas, tecnológicas e centradas no usuário. O projeto desenvolvido neste TCC se alinha a esse cenário ao propor um sistema inteligente que integra:

- um módulo IoT (utilizando ESP32) para monitoramento e envio de alertas;
- um aplicativo móvel desenvolvido em React Native para notificações e registro;
- princípios de acessibilidade digital para garantir usabilidade pelo público idoso;

- funcionalidades voltadas ao suporte ao cuidador, que é peça fundamental no cuidado contemporâneo do idoso.

Como diferencial em relação a outras soluções descritas na literatura, o MedTime adota uma abordagem integrada que combina automação, acessibilidade e suporte humano em um único sistema. Diferentemente de aplicações baseadas apenas em lembretes manuais, o sistema propõe o registro automatizado de eventos, interfaces adaptadas ao público idoso e a possibilidade de acompanhamento remoto por cuidadores, reduzindo a dependência exclusiva da ação do usuário e ampliando a segurança do processo terapêutico.

Embora funcional dentro do escopo proposto, o sistema apresenta possibilidades de aprimoramento. Entre as melhorias potenciais destacam-se a ampliação de mecanismos de detecção de uso, o refinamento das notificações inteligentes, a inclusão de relatórios analíticos de adesão e a realização de testes com usuários reais para ajustes de usabilidade. Essas evoluções podem contribuir para aumentar a precisão do monitoramento e a efetividade do sistema em contextos reais de cuidado.

Dessa forma, o MedTime busca preencher lacunas identificadas na literatura, oferecendo uma solução prática, acessível e fundamentada cientificamente para apoiar a adesão medicamentosa entre idosos ou pessoas com enfermidades cognitivas, mantendo-se alinhado às necessidades reais do usuário e às limitações discutidas ao longo do trabalho.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática central que orientou este estudo — a baixa adesão medicamentosa entre idosos, especialmente aqueles submetidos à polifarmácia e à presença de múltiplas condições crônicas — demonstrou-se um desafio complexo e multifatorial, com repercussões diretas sobre a autonomia, a segurança e a qualidade de vida dessa população. Desde o início, o objetivo da pesquisa foi compreender esse cenário e propor caminhos tecnológicos capazes de mitigar seus efeitos, integrando recursos inteligentes que auxiliem tanto os pacientes quanto seus cuidadores no manejo diário dos medicamentos. Ao longo do trabalho, esses objetivos foram progressivamente alcançados, permitindo articular um panorama sólido que evidencia tanto a gravidade do problema quanto o potencial transformador de soluções digitais e dispositivos conectados.

A análise conduzida confirmou que as hipóteses levantadas inicialmente eram plausíveis e coerentes com a literatura e com a realidade prática: a adesão medicamentosa entre idosos é prejudicada por variáveis como esquecimento, complexidade terapêutica, limitações cognitivas e ausência de suporte contínuo — fatores que não podem ser resolvidos apenas com intervenções tradicionais. Também ficou evidente que tecnologias emergentes, como dispositivos IoT e aplicativos móveis voltados para a saúde, apresentam capacidade concreta de melhorar esse cenário quando

aplicadas de maneira acessível, integrada e centrada no usuário. As discussões desenvolvidas ao longo do estudo reforçaram que tais soluções não substituem o cuidado profissional, mas atuam como ferramentas complementares que ampliam a capacidade de monitoramento, registro e acompanhamento do tratamento.

Como perspectiva futura, destaca-se a ampliação das estratégias de monitoramento da adesão medicamentosa, por meio da incorporação de mecanismos mais precisos de detecção do uso, análise longitudinal dos dados e geração de indicadores de adesão. A realização de estudos com usuários reais, em contextos domiciliares e assistenciais, também se apresenta como etapa fundamental para avaliar a efetividade do sistema, identificar falhas operacionais e aprimorar funcionalidades de acordo com as necessidades concretas dos idosos e cuidadores.

Além disso, ressalta-se que o impacto das tecnologias emergentes no cuidado ao idoso depende de sua integração com práticas assistenciais já consolidadas. A articulação entre sistemas tecnológicos, acompanhamento profissional, educação em saúde e suporte familiar é essencial para garantir que soluções digitais não atuem de forma isolada, mas como parte de um modelo de cuidado ampliado, contínuo e humanizado, alinhado às rotinas e às estruturas existentes no sistema de saúde.

De forma integrada, os conceitos trabalhados — adesão, polifarmácia, IoT, mHealth e acessibilidade digital — permitiram construir uma compreensão abrangente sobre os desafios enfrentados por idosos e cuidadores, assim como sobre o potencial de tecnologias inteligentes para minimizar riscos, reduzir erros e apoiar a autonomia. A fundamentação teórica discutida demonstrou que a relação entre envelhecimento, complexidade terapêutica e limitações cognitivas exige abordagens interdisciplinares e recursos que facilitem a execução do tratamento no cotidiano. A discussão dos dispositivos IoT destacou sua aplicabilidade no monitoramento e confirmação do uso correto dos medicamentos, enquanto os avanços em aplicativos móveis reforçaram a importância de lembretes inteligentes, interfaces acessíveis e integração com familiares ou profissionais de saúde. Por fim, a reflexão sobre acessibilidade digital evidenciou que qualquer solução voltada para idosos deve considerar limitações sensoriais, motoras e cognitivas, respeitando padrões de usabilidade e inclusão.

Reconhece-se, contudo, que o trabalho apresenta limitações inerentes ao recorte adotado e à natureza exploratória da pesquisa. A ausência de testes empíricos com usuários reais e as restrições decorrentes do escopo do estudo impedem conclusões definitivas sobre a efetividade prática das soluções discutidas. Ainda assim, essas limitações não comprometem a relevância da análise realizada; pelo contrário, destacam a necessidade de futuras investigações aplicadas e validações experimentais para que as propostas aqui debatidas possam ser aprimoradas e ampliadas.

Além dessas considerações, é importante destacar que o conjunto das análises realizadas ao longo do trabalho evidencia a necessidade de ampliar a integração entre tecnologias emergentes e práticas de cuidado já consolidadas. Embora as discussões tenham demonstrado o potencial das

soluções IoT e dos aplicativos de saúde para melhorar a adesão medicamentosa, sua implementação efetiva depende de processos estruturados, capacitação de profissionais e políticas de saúde que favoreçam a inovação de forma responsável. A reflexão construída aponta que a adoção de tecnologias deve ocorrer de maneira gradual, orientada por critérios de acessibilidade, usabilidade e segurança, respeitando as particularidades do envelhecimento e os contextos sociais em que os idosos estão inseridos. Dessa forma, reforça-se que avanços tecnológicos somente gerarão impacto significativo quando forem acompanhados por estratégias multidisciplinares e por um ecossistema de cuidado que valorize tanto os recursos digitais quanto o suporte humano.

Além disso, é importante destacar que o percurso desenvolvido ao longo desta pesquisa permitiu refletir sobre a necessidade de ampliar o diálogo entre tecnologia, envelhecimento e cuidado em saúde, reforçando que soluções digitais só alcançam sua efetividade quando articuladas a práticas educativas, acompanhamento contínuo e estratégias de apoio adaptadas às limitações e necessidades reais da população idosa. A discussão apresentada ao longo do trabalho evidencia que a integração entre fatores humanos e recursos tecnológicos é indispensável para que intervenções voltadas à adesão medicamentosa sejam sustentáveis e produzam impactos positivos no cotidiano dos usuários.

Outro ponto relevante observado ao longo da pesquisa refere-se à importância de que soluções tecnológicas voltadas à adesão medicamentosa sejam desenvolvidas com foco na experiência do usuário idoso. Os achados discutidos evidenciaram que, mesmo diante de dispositivos e aplicativos avançados, a adoção somente ocorre quando a tecnologia se mostra intuitiva, acessível e capaz de reduzir, e não ampliar, a carga cognitiva sobre o indivíduo. Assim, os resultados reforçam que a usabilidade não é um elemento complementar, mas sim um componente central na eficácia de qualquer intervenção tecnológica aplicada ao contexto do envelhecimento.

Por fim, a reflexão apresentada evidencia que o futuro da adesão medicamentosa entre idosos tende a ser moldado por soluções cada vez mais integradas, conectadas e personalizadas. Dispositivos inteligentes, sistemas baseados em dados e interfaces adaptáveis têm o potencial de transformar o cotidiano dos usuários, oferecendo recursos que dialoguem com suas limitações e capacidades. Assim, reafirma-se que a continuidade de pesquisas e o avanço no desenvolvimento de tecnologias centradas no idoso são fundamentais para construir práticas de cuidado mais eficazes, inclusivas e compatíveis com as demandas de uma população em constante envelhecimento.

Além disso, a análise construída ao longo do estudo demonstra que o enfrentamento da baixa adesão medicamentosa exige uma visão ampliada do cuidado, que considere o idoso em sua totalidade. Fatores emocionais, sociais e ambientais influenciam direta ou indiretamente o comportamento terapêutico, revelando que a combinação entre suporte tecnológico e apoio humano é fundamental. O trabalho reforça, portanto, que iniciativas intersetoriais, envolvendo familiares, cuidadores,



profissionais e sistemas digitais, representam o caminho mais promissor para garantir resultados sustentáveis no acompanhamento terapêutico.

Em síntese, o trabalho cumpriu seu propósito ao discutir um problema de grande relevância social e sanitária, ao analisar criticamente as causas da baixa adesão medicamentosa em idosos e ao apresentar caminhos tecnológicos que podem contribuir para a mitigação desse cenário. A integração entre dispositivos IoT, aplicativos de saúde e padrões de acessibilidade demonstra potencial real para transformar o acompanhamento terapêutico, promover maior autonomia e reduzir riscos associados ao uso inadequado de medicamentos. Assim, conclui-se que o investimento em soluções tecnológicas centradas no idoso representa uma estratégia promissora para melhorar a adesão medicamentosa e fortalecer o cuidado em saúde, reafirmando a importância de desenvolver sistemas cada vez mais inteligentes, humanizados e inclusivos.



REFERÊNCIAS

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Adherence to long-term therapies: evidence for action. Geneva: WHO, 2003. Disponível em: https://www.who.int/chp/knowledge/publications/adherence_report/en/.

BRASIL. Ministério da Saúde. Síntese de evidências para políticas públicas: tratamento medicamentoso. Brasília: MS, 2023. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sintese_evidencias_politicas_tratamento_medico_amentoso.pdf.

SOUZA, L. R. et al. Medication adherence and preventable drug-related hospitalizations in older adults. *Frontiers in Public Health*, v. 11, p. 1–12, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2023.1194919/full>. Acesso em: 20 nov. 2025.

MORAES, E. N.; DURAN, J. C. Polifarmácia em idosos: prevalência e riscos associados. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbagg/a/ZgQhrGBTwsWcZVHhrsLVYBm/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

HASSANALIERAGH, M. et al. Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing. *IEEE International Conference on Services Computing*, 2015. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9328062/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LIMA, A.; SHAH, J. Smart medication adherence systems for older adults: a review. *Journal of Medical Internet Research*, 2024. Disponível em: <https://humanfactors.jmir.org/2024/1/e57652>. Acesso em: 20 nov. 2025.

ZHANG, Y. et al. Mobile health apps and medication adherence in chronic disease patients. *Journal of Medical Internet Research*, 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10391210/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>. Acesso em: 20 nov. 2025.

HURIX DIGITAL. Creating accessibility design for seniors considering WCAG guidelines. 2023. Disponível em: <https://www.hurix.com/blogs/creating-an-accessibility-design-for-seniors-considering-wcag-guidelines/>.

NIELSEN NORMAN GROUP. Usability for senior citizens: barriers and recommendations. 2022. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-for-senior-citizens/>.