

Sistema de reabilitação fisioterapêutica dos membros superiores para idosos

Title: Upper limb physical therapy rehabilitation system for older adults

Luisa Nogueira Campos Silva Souza¹, Rosilane Ribeiro da Mota²

¹Ciência da Computação – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)
Incassouza1246@gmail.com - Belo Horizonte – MG – Brasil

²Ciência da Computação – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG)
rosilanerm@gmail.com - Belo Horizonte – MG – Brasil

Abstract. Introduction: This paper presents the development of a Virtual Reality (VR) environment using the Unity platform, integrated with the Myo Armband motion sensor, designed to support upper-limb physiotherapy for older adults. **Objective:** The objective is to provide an exploratory immersive experience with playful elements to support motor and functional of upper-limb skills throughout the physiotherapeutic rehabilitation process. **Methodology:** The system was implemented within an interactive domestic virtual environment that simulates Activities of Daily Living (ADLs), utilizing wearable technology and addressing aspects of usability, user interaction, and clinical functional assessment. **Results:** Preliminary results suggest initial system acceptance, a positive perception of immersion, and the potential of the proposed solution to facilitate functional training and improve patient engagement during physiotherapy sessions.

Keywords Virtual reality, Rehabilitation, Myo arm band, Physiotherapy, Unity

Resumo. Introdução: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual na plataforma Unity, integrado ao sensor de movimentos Myo Armband, voltado ao apoio da fisioterapia de membros superiores em pessoas idosas. **Objetivo:** Proporcionar uma experiência imersiva explorativa com elementos lúdicos que auxilie no desenvolvimento das habilidades motoras e funcionais de superiores durante o processo de reabilitação fisioterapêutica. **Metodologia:** O sistema foi implementado em um ambiente virtual doméstico interativo com simulação de atividades de vida diária, utilizando dispositivos vestíveis e considerando aspectos de usabilidade, interação e avaliação funcional dos usuários. **Resultados:** Os resultados preliminares sugerem boa aceitação do sistema, percepção positiva de imersão e potencial da solução para auxiliar no treino funcional e aumentar o engajamento dos idosos durante a fisioterapia.

Palavras-Chave Realidade virtual, Reabilitação, Myo arm band, Fisioterapia, Unity.

1. Introdução

O envelhecimento é um processo biológico inevitável, caracterizado por declínios fisiológicos e funcionais que aumentam o risco de dores e quedas. A prática regular

de atividade física é fundamental para preservar a massa magra, o condicionamento cardiorrespiratório e a flexibilidade, garantindo maior autonomia e qualidade de vida na terceira idade [Castro et al. 2023].

A fisioterapia atua tanto na prevenção quanto na reabilitação, sendo uma estratégia crucial para o bem-estar do idoso. Ao promover o fortalecimento e o monitoramento contínuo, a prática reduz a incidência de quedas, protege o sistema musculoesquelético e favorece a independência funcional e a participação social do paciente [Lima et al. 2025].

Nesse sentido, as intervenções fisioterapêuticas [Lima et al. 2025] focam no fortalecimento, treino de equilíbrio, coordenação e marcha. A reabilitação tradicional inclui abordagens como a mobilização e amplitude de movimento (ADM), o fortalecimento e a resistência muscular, assim como a terapia por contenção induzida (CIMT). A prática é orientada a tarefas, com repetições e variabilidade controlada que estimulam a *neuroplasticidade*¹.

A Realidade Virtual (RV) tem se mostrado eficaz na reabilitação [Percy et al. 2023], proporcionando ambientes digitais imersivos que aumentam o engajamento dos pacientes, ampliam a prática terapêutica e fornecem *feedback* imediato. Evidências [Baragash et al. 2022] indicam ganhos em função motora, equilíbrio e cognição, além de favorecer a prática segura de Atividades da Vida Diária (AVDs), fundamentais para a recuperação funcional e manutenção da autonomia. Estudos [Wenjing 2025] também apontam uma relação entre a incapacidade de realizar tarefas cotidianas e o surgimento de sintomas depressivos em idosos, reforçando a importância de abordagens terapêuticas voltadas à funcionalidade.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um ambiente imersivo de reabilitação, utilizando modelagem 3D (*Unity*) e o sensor de movimentos *MYO Armband*. O foco é a função motora dos membros superiores, visando aumentar a frequência da prática fisioterapêutica, estimular a neuroplasticidade e tornar o tratamento mais motivador para ampliar a autonomia dos pacientes, principalmente na execução de AVDs.

Como contribuição, o estudo propõe a integração de tecnologias de baixo custo (*Unity*, *Google Cardboard*, *Myo*) em um ambiente doméstico virtual voltado para idosos. Diferentemente de trabalhos que usam jogos comerciais ou sistemas de alto custo, esta proposta oferece solução acessível e configurável. A avaliação exploratória realizada fornece indícios preliminares de viabilidade, empregando os índices de *Katz* [Duarte et al. 2007] e *Lawton* [Freitas e Py 2021] para caracterização funcional dos participantes.

2. Trabalhos relacionados

O diagnóstico da *sarcopenia*² manifesta-se nos idosos através da instabilidade, lentidão e perda de autonomia. Nesse contexto, a reabilitação fisioterapêutica baseada em treinamento resistido é o pilar para o tratamento terapêutico [Corrêa et al. 2024]. A prática regular (duas vezes por semana) promove hipertrofia, ganhos de força muscular e

¹Capacidade do cérebro de se reestruturar e se reorganizar ao longo da vida, formando novas conexões neuronais ou fortalecendo as existentes.

²Perda progressiva e generalizada da massa, força e função muscular.

melhora do equilíbrio. Estudos [Oliveira e Vieira 2021] relatam aumentos expressivos de força, do ganho de autonomia e melhora da qualidade de vida, como também da redução da depressão e da ansiedade.

A Realidade Virtual (RV) tem se consolidado como uma intervenção complementar promissora aos métodos tradicionais de reabilitação. Estudos utilizando jogos comerciais, *Nintendo Wii*, e ambientes interativos relatam melhorias em funções motoras, cognitivas, equilíbrio e qualidade de vida [Leal et al. 2023] [Aramaki 2019]. Além disso, revisões recentes [Santos et al. 2024] indicam que ambientes virtuais estimulam a neuroplasticidade por meio de treinamentos intensivos e *feedback* em tempo real. Embora desafios relacionados ao custo de *hardware* e à padronização dos protocolos ainda existam, plataformas como a *Unity* possibilitam o desenvolvimento de soluções acessíveis, configuráveis e adequadas ao contexto clínico.

No mesmo sentido, o uso de tecnologias vestíveis, incluindo órteses acionadas por *eletromiografia*³ (EMG) e da braçadeira *Myo*, possibilita a realização de tarefas funcionais domiciliares [Chang et al. 2024]. Projetos como o *Hand Therapist* [Fernandes et al. 2017] ilustram como essa combinação de baixo custo torna a reabilitação de pacientes pós-AVC mais lúdica e motivacional para o paciente.

Plataformas como a *VReAbility* [Ferreira 2023] propõem uma arquitetura de baixo custo para reabilitação remota, integrando a estimativa de pose humana. Essa solução viabiliza o monitoramento contínuo, o ajuste de dificuldades e o suporte ao envelhecimento ativo para pacientes em situação de fragilidade.

Diante desse cenário, este presente estudo retoma alguns dos princípios abordados pelo [Ferreira 2023] na proposta do *VReAbility*, de modo a priorizar os recursos acessíveis e configuráveis, adaptado para o contexto da reabilitação. Contudo, explora interfaces vestíveis baseadas em EMG como alternativa promissora para personalizar a terapia e aumentar o engajamento na reabilitação.

3. Metodologia

Este projeto desenvolveu um ambiente de Realidade Virtual de baixo custo para a reabilitação de membros superiores em idosos. O sistema simula tarefas funcionais domésticas de alcançar, preensão, transporte e liberação de objetos e utiliza o sensor *Myo Arm Band*, combinado com interações de *gaze* (olhar) e *dwell* (tempo de foco), para o reconhecimento de gestos e controle da experiência.

3.1. Coleta de dados

O levantamento de dados ocorreu em duas etapas: definição dos requisitos funcionais, não funcionais e de segurança necessários para a fisioterapia no ambiente imersivo e mapear as necessidades e dificuldades de acessibilidade dos idosos em suas atividades diárias. Os requisitos funcionais levantados foram:

- **RF01:** Realizar o rastreamento de cabeça com base na IMU do smartphone.
- **RF02:** Permitir que a preensão do objeto seja acionada pelo EMG do *Myo*.
- **RF03:** Permitir a liberação do objeto durante o gesto de relaxamento.

³Atividade elétrica dos músculos e nervos.

- **RF04:** Transportar o objeto por um *proxy* frontal a uma distância à frente da câmera.
- **RF05:** Fornecer um tutorial interativo que assegure a compreensão do usuário.
- **RF06:** Integrar com o sensor mioelétrico de movimentos: *Myo*.

E não-funcionais:

- **RNF01:** Operar de maneira estável por no mínimo 30 minutos.
- **RNF02:** Tolerar a desconexão e reconexão do *Myo*.
- **RNF03:** Fluxo operável com olhar mais o gesto.
- **RNF04:** Limitar o tempo mediante a sintomas severos.
- **RNF05:** Suportar a variação de pele e a posição do *Myo*.
- **RNF06:** Garantir a compatibilidade da *Unity 2022 LTS*, *OpenXR* e *XR Interaction Toolkit*

A capacidade funcional dos participantes foi avaliada por meio do Índice de Katz [Duarte et al. 2007] e da Escala de Lawton [Freitas e Py 2021], utilizados para analisar o nível de independência nas Atividades da Vida Diária (AVDs) e Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVDs), incluindo tarefas de autocuidado, uso de transporte, preparo de refeições e administração de medicamentos [Duarte et al. 2007, Freitas e Py 2021]. Esses instrumentos permitiram estabelecer a linha de base funcional e os critérios de elegibilidade clínica dos participantes, além de garantir validade científica à pesquisa e possibilitar a personalização das tarefas e o acompanhamento da evolução funcional durante o uso do ambiente virtual

O formulário utilizado para a obtenção dos dados foi estruturado por quatro blocos principais:

- (1) Dados pessoais e clínicos;
- (2) Avaliação funcional em AVDs;
- (3) Avaliação funcional em AIVDs;
- (4) Avaliação pós-simulação de usabilidade, experiência e *feedbacks*.

Esse instrumento acompanhou todas as etapas da pesquisa e serviu para caracterizar a amostra, definir critérios de segurança, analisar a autonomia funcional e avaliar a experiência do usuário no ambiente de RV integrado ao sensor *Myo*.

A pesquisa foi conduzida em conformidade com os princípios éticos estabelecidos para estudos envolvendo seres humanos. Todos os participantes receberam informações detalhadas sobre os objetivos, procedimentos, potenciais riscos e benefícios do estudo, manifestando sua concordância por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.2. Desenvolvimento

Após a definição dos requisitos e tecnologias empregadas, foi realizada a configuração do ambiente de desenvolvimento, incluindo versão da *Unity*, o SDK do *Myo*, o *XR Interaction Toolkit* e o *Google Cardboard*. Em sequência, foi criado um cenário doméstico virtual contendo objetos relacionados às atividades de vida diária, além da configuração das mãos virtuais e dos componentes *XR* necessários para a interação.

A integração do *Myo* permitiu mapear os gestos *Fist*, *Fingers Spread*, *WaveIn* e *WaveOut* para ações como agarrar, soltar e movimentar objetos. As interações foram implementadas por *scripts* responsáveis pelo controle das mãos virtuais, reconhecimento de gestos e registro de métricas de uso. Antes da aplicação prática, foram definidos os critérios experimentais, realizados testes de funcionamento e estabelecidos os procedimentos de segurança e coleta de *feedback* dos participantes.

O ambiente virtual foi desenvolvido para simular atividades básicas de vida diária em um cenário doméstico simplificado. Entre as tarefas propostas estavam alcançar utensílios, segurar e transportar objetos, organizá-los em locais específicos e manipular itens como um controle remoto. Os elementos lúdicos incorporados incluem tarefas com objetivos claros e interação por gestos que tornam a experiência mais envolvente do que exercícios repetitivos tradicionais.

O sistema foi inicialmente testado em *Play Mode* para validar a resposta da mão virtual aos gestos realizados no *armband*. Também foram adicionados *logs* para registrar sessões, tempo de execução das tarefas e possíveis falhas de conexão, permitindo avaliar o desempenho do usuário e a estabilidade do sistema.

Paralelamente, foi estruturada a etapa experimental, definindo o tipo de estudo, o número e a duração das sessões, além de pausas para evitar fadiga. Também foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão dos participantes idosos e selecionados instrumentos de avaliação funcional, como o Índice de *Katz* e a escala de *Lawton*.

Após essas etapas, o projeto foi aplicado na prática. Antes de cada sessão, eram verificadas a bateria e o funcionamento do *Myo*, além da *build* do *Unity*. Durante as sessões, os participantes realizavam as tarefas no ambiente virtual sob supervisão do pesquisador, que monitorava a execução dos movimentos e possíveis sinais de desconforto. Ao final, foi aplicado um questionário de usabilidade e conforto para coleta de *feedback*.

Por fim, os *feedbacks* obtidos foram utilizados para refinar o projeto, ajustando a dificuldade das tarefas, o posicionamento dos objetos e aspectos relacionados à conexão do *Myo*. Todo o processo foi então documentado, registrando o planejamento, as implementações, os testes realizados, as limitações encontradas e as sugestões para trabalhos futuros.

O diagrama de casos de uso (Figura 1) ilustra a operação do sistema de RV integrado ao dispositivo *Myo*. O paciente executa tarefas funcionais manipulando objetos virtuais por meio de gestos mapeados, enquanto gerencia suas sessões. O sistema, por sua vez, registra o desempenho e fornece *feedbacks* visuais imediatos durante as interações.

3.3. Tecnologias Implementadas

O ambiente virtual foi desenvolvido na *Unity 2022.3 LTS* utilizando *Universal Render Pipeline* (URP), *OpenXR*, *XR Interaction Toolkit* e *XR Hands*, com execução em *smartphones* Android por meio do *Google Cardboard XR Plugin* [Huang 2020]. Apesar de testes preliminares em dispositivos autônomos, a coleta de dados foi realizada exclusivamente com *Google Cardboard*. O sistema utilizou *XR Rig*, câmeras estéreo e rastreamento de cabeça via IMU, permitindo interações por *gaze* em ambiente renderizado em estereoscopia.

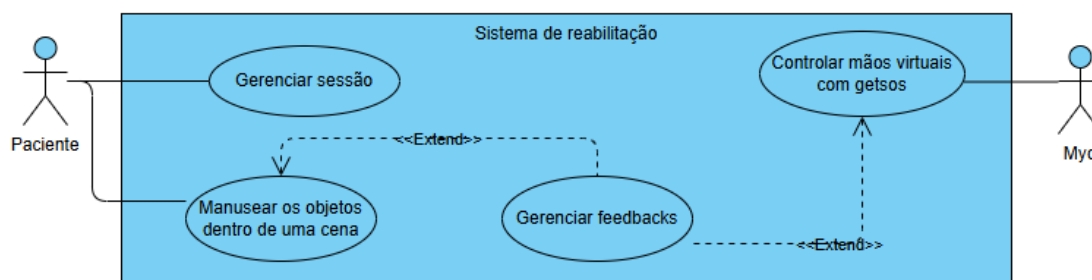


Figura 1. Diagrama de casos de uso.



Figura 2. Visualização do usuário na realidade virtual.

A interação do usuário foi integrada à pulseira *Myo*, responsável pela captura de sinais eletromiográficos (EMG) e dados inerciais do antebraço, podendo ser utilizada em ambos os braços para adaptação ao membro dominante ou comprometido. Gestos como *Fist*, *Fingers Spread*, *WaveIn* e *WaveOut* foram associados às ações de pegar, soltar, puxar e empurrar objetos, enquanto falhas na conexão *Bluetooth* eram compensadas pelo retorno automático ao modo de interação por *gaze* e toque na tela.

A integração do *Myo armband* foi realizada por meio do SDK oficial da *Thalmic Labs* para *Unity*, utilizando componentes como *ThalmicMyo*, *ThalmicHub* e *Myo.NET*. Foram desenvolvidos *scripts* para reconhecimento de gestos, controle das mãos virtuais, gerenciamento das interações e registro das sessões, permitindo maior estabilidade e precisão durante as tarefas (Figura 3). Em conjunto com o *HandAnimatorController* e os *scripts HandsActions* e *Grip*, *Pull* e *Push*, os gestos reconhecidos foram associados às animações e interações físicas com os objetos do ambiente virtual.

A construção do ambiente principal consistiu em um cenário doméstico desenvolvido com o suporte de diversos *assets* ⁴ 3D organizados. Cada cômodo foi implementado como um *prefab* contendo piso, paredes, portas e janelas, todos configurados com *Box Colliders* para garantir colisão física e delimitação da navegação.

O ambiente inclui modelos em *.blend* e *.fbx* representando móveis e objetos típicos de uma residência, como armários, geladeira, mesas e cadeiras, além de materiais otimizados para ambientes internos. Esse *pipeline* de modelagem possibilitou a criação de um ambiente doméstico mais realista e detalhado, adequado ao treinamento de tarefas funcionais como alcançar, pegar, transportar e posicionar objetos em atividades

⁴Disponibilizados via drive pela aluna Bárbara Miranda do curso de graduação em Cinema de Animação e Artes Digitais da UFMG

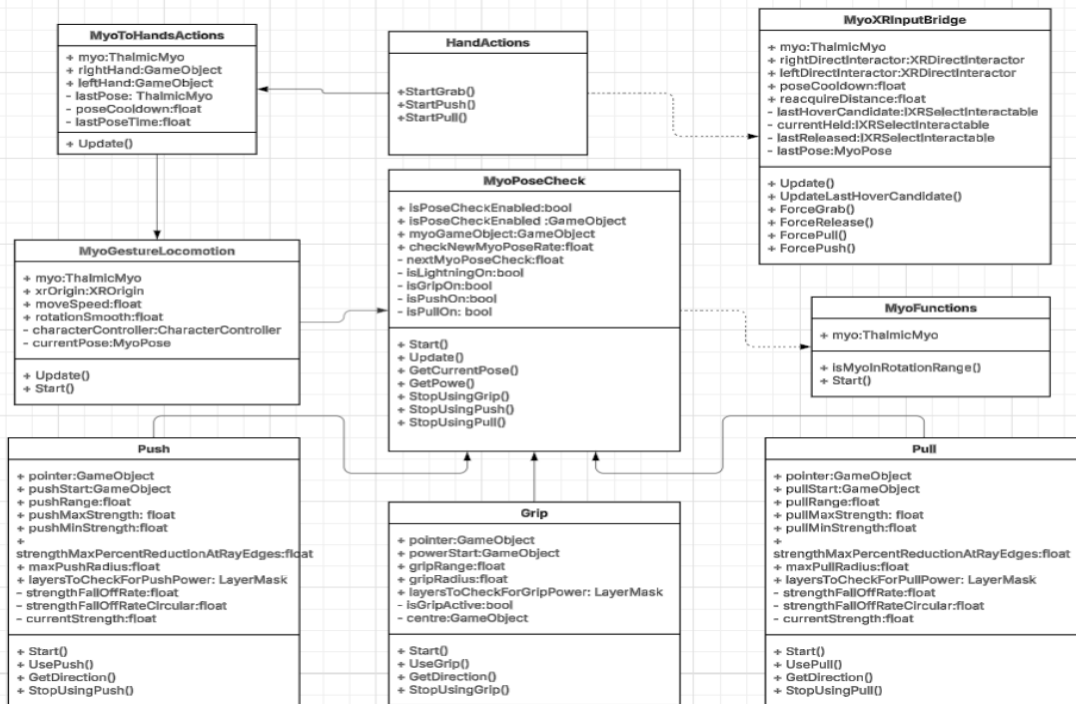


Figura 3. Diagrama de classes UML.

semelhantes às da vida diária.

O projeto incorpora uma *stack XR* baseada em *OpenXR* e no *XR Interaction Toolkit*, pacote da *Unity* que fornece componentes de alto nível para o desenvolvimento de aplicações de realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA) e realidade mista (RM). Entre seus recursos, destaca-se o subsistema *XR Hands*, utilizado para o rastreamento e interação das mãos em ambientes virtuais.

Os *Samples* do *XR Interaction Toolkit* e *XR Hands* oferecem cenas e *prefabs* de exemplo para interação com mãos e simulação de dispositivos. Esses recursos servem tanto como base conceitual para o desenho das interações quanto como apoio prático nos testes, o que permitiu reutilizar componentes de *raycasting*⁵, camadas de interação e *affordances* visuais típicas de projetos XR mais avançados.

Em termos de viabilidade, a solução apresenta custos acessíveis: *smartphone Android* compatível, *Google Cardboard* (R\$30-100) e *Myo Armband* (R\$800-1500 em mercado secundário). A infraestrutura necessária é mínima sendo *bluetooth*, espaço seguro e supervisão profissional.

Embora o *Myo Armband* tenha sido descontinuado comercialmente, sua utilização neste trabalho foi motivada pela possibilidade de aquisição em mercado secundário a baixo custo. Além disso, o dispositivo oferece integração simultânea de sinais eletromiográficos (EMG) e dados inerciais (IMU), permitindo a implementação de interações baseadas em gestos sem a necessidade de equipamentos adicionais.

⁵Função do sistema de física que projeta um raio invisível (laser) de um ponto no espaço em uma direção específica para detectar se ele colide com algum objeto na cena.

3.4. Limitações

O estudo apresenta limitações metodológicas importantes. A amostra reduzida ($n=6$) e a ausência de grupo controle limitam a generalização dos resultados e a atribuição de efeitos causais. A avaliação possui caráter exploratório, não permitindo conclusões definitivas sobre efetividade clínica da solução proposta.

A avaliação de experiência foi conduzida por questionário próprio, baseado em autorrelatos. Não foram utilizados instrumentos padronizados como SUS ou UEQ, limitando a comparabilidade com outros estudos. Não houve comparação com outras abordagens de reabilitação. Os *logs* coletados (tempo por tarefa, falhas, tentativas) não foram analisados em profundidade, constituindo oportunidade para análises futuras.

3.5. Testes

Antes dos testes com voluntários, foram realizadas validações do ambiente virtual para verificar usabilidade, funcionalidade e segurança. Os principais problemas encontrados envolveram falhas na conexão *Bluetooth* e no reconhecimento de gestos pelo *Myo*, além de dificuldades na coordenação dos movimentos, levando a ajustes no sistema para melhorar a interação.

Em relação ao conforto, observou-se cansaço após uso prolongado do ambiente virtual, definindo sessões de cerca de 30 minutos para evitar desconfortos. Os testes foram realizados com um *smartphone* acoplado ao *Google Cardboard* e o sensor *Myo* no antebraço (Figura 4), permitindo avaliar a estabilidade e a experiência de uso do sistema.



Figura 4. Visualização da simulação do ambiente com o sensor.

Os testes foram realizados com idosos acima de 60 anos, com ou sem comprometimento nos membros superiores, excluindo participantes com condições que pudessem comprometer a segurança durante as sessões. As atividades ocorreram com os voluntários sentados e com pausas entre as simulações para reduzir fadiga e desconforto [Paulon 2024].

Para melhorar o uso do sensor *Myo*, inicialmente foi utilizada uma luva de malha, mas devido a interferências no reconhecimento dos movimentos, optou-se pelo uso de meia-calça. As sessões incluíram calibração do sensor, o dispositivo era posicionado aproximadamente na região média do antebraço dominante do participante, ajustando-se a tensão da pulseira para garantir contato adequado dos eletrodos com a pele, atividades em realidade virtual com o *Google Cardboard*, pausas programadas para reduzir possíveis efeitos de fadiga muscular e aplicação de questionários de usabilidade e *feedbacks* ao final.

Nos participantes acima de 80 anos, a autora auxiliou no preenchimento do questionário e na calibração do sensor. Já os participantes próximos dos 60 anos realizaram o preenchimento do formulário de forma independente, enquanto a autora acompanhava as simulações.

4. Resultados e Análises

Tabela 1. Caracterização da amostra de participantes.

ID	Idade	Sexo	Mão Dominante	Faz fisioterapia?
P1	83	Feminino	Direita	Não
P2	86	Masculino	Direita	Sim
P3	84	Feminino	Direita	Sim
P4	87	Masculino	Direita	Sim
P5	60	Masculino	Direita	Sim
P6	67	Masculino	Direita	Sim

4.1. Desempenho funcional nas AVDs e AIVDs

Tabela 2. Pontuações individuais nas escalas de Katz

ID	Katz(6-30)	Classificação Katz
P1	30	Independente
P2	28	Parcialmente dependente
P3	30	Independente
P4	30	Independente
P5	30	Independente
P6	30	Independente

A amostra foi composta principalmente por idosos acima de 80 anos, sendo quatro homens e duas mulheres, todos utilizando o braço dominante direito nos testes. A maioria não apresentava condições que dificultassem o uso do simulador e realizava fisioterapia regularmente (Tabela 1).

Os resultados do Índice de *Katz* mostraram boa independência nas atividades básicas de vida diária, enquanto a Escala de *Lawton* indicou preservação significativa da autonomia nas atividades instrumentais. As menores pontuações ocorreram em tarefas mais complexas, destacando a importância do treinamento funcional com realidade virtual (Tabela 2 e 3).

Além dos questionários, o sistema registrou automaticamente métricas por meio de logs como tempo de execução, tentativas e falhas de interação. Em função do caráter exploratório do estudo e do tamanho reduzido da amostra, esses dados foram utilizados principalmente para monitoramento do funcionamento do sistema.

4.2. Usabilidade e experiência no ambiente de RV

Após os testes, os participantes responderam a um formulário de avaliação da experiência com o ambiente de RV. Como o instrumento não corresponde a escalas padronizadas

Tabela 3. Pontuações individuais nas escalas de Lawton.

ID	Lawton(9-27)	Classificação Lawton
P1	26	Independente
P2	14	Dependente para parte das AIVDs
P3	26	Independente
P4	18	Parcialmente dependente
P5	27	Independente
P6	27	Independente

(como SUS ou UEQ), os resultados devem ser interpretados como indicadores exploratórios. De forma geral, observou-se boa aceitação do sistema. Participantes acima de 80 anos apresentaram maior dificuldade na visualização do ambiente, necessidade mais frequente de auxílio técnico e menor familiaridade com tecnologias de RV. Também foram relatados episódios de cansaço ao manter o braço elevado por períodos prolongados, reforçando a importância de pausas durante as sessões.

O reconhecimento dos gestos pelo sensor *Myo* e o *feedback* visual foram considerados satisfatórios, enquanto os principais pontos positivos destacados envolveram a experiência imersiva e o caráter lúdico das atividades.

5. Conclusão

Este estudo exploratório analisou a integração do sensor *Myo* com um ambiente de RV para treino de atividades diárias em idosos. Os resultados preliminares sugerem aceitação inicial e potencial para aumentar o engajamento por meio de exercícios interativos. Dado o caráter exploratório, com amostra reduzida e ausência de grupo controle, não é possível estabelecer conclusões definitivas sobre efetividade clínica.

A utilização da *Unity*, do *Google Cardboard* e da *stack XR* baseada em *OpenXR* demonstrou potencial como solução de baixo custo para aplicações clínicas e domiciliares. A principal contribuição reside na integração de tecnologias acessíveis em ambiente doméstico virtual para idosos, combinando EMG com gaze/dwell. Os elementos lúdicos visam aumentar a motivação, embora não constituam gamificação completa. Apesar de limitações, os participantes relataram percepção positiva de imersão.

A solução proposta também apresenta potencial de aplicação prática em clínicas e serviços de fisioterapia, podendo atuar como ferramenta complementar ao tratamento convencional. Entretanto, sua adoção exige capacitação profissional, infraestrutura adequada e adaptação gradual dos idosos ao uso das tecnologias de realidade virtual.

5.1. Trabalhos Futuros

Como continuidade do projeto, propõe-se ampliar a amostra para análises estatísticas, incluir um grupo controle, adotar instrumentos padronizados (SUS, UEQ), adaptar para diferentes públicos e explorar de forma mais avançada os sinais EMG do *Myo*. Também destaca-se a possibilidade de portar a solução para dispositivos autônomos de realidade virtual com *hand tracking*, visando melhorar a qualidade e o conforto da experiência.

Referências

- Aramaki, A. L. (2019). Virtual reality in the rehabilitation of patients with stroke: an integrative review. *Scielo Brasil*.
- Baragash, R. S., Aldowah, H., e Ghazal, S. (2022). Virtual and augmented reality applications to improve older adults' quality of life: A systematic mapping review and future directions. *Sage Journals*.
- Castro, A. L. R., Soares, A. B. S., e Carvalho, L. R. d. M. S. (2023). Estilo de vida ativo e indicadores da saúde e qualidade de vida em idosos. *RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR*.
- Chang, S., Hofland, N., e Chen, Z. (2024). Myoelectric orthosis assists functional activities in individuals with upper limb impairment post-stroke: 3-month home outcomes. *ScienceDirect*.
- Corrêa, L. L., Pereira, P. d. S., Marinho, M. d. C. F., e Sousa, E. R. O. (2024). Reabilitação fisioterapêutica: sarcopenia na terceira idade. *Brazilian Journal of implantology and health sciences*.
- Duarte, Y. A. d. O., Andrade, C. L. d., e Lebrão, M. L. (2007). O Índice de katz na avaliação da funcionalidade dos idosos. *Artigo de Revisão*.
- Fernandes, F. G., Cardosos, A., e Lopes, R. d. A. (2017). O uso do dispositivo vestível myo em jogos para reabilitação de crianças com deficiência física nos membros superiores. *Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde*.
- Ferreira, F. C. d. C. (2023). Vreability plataforma vr para realização de exercício físico e reabilitação à distância. *UNIVERSIDADE DE TRAS-OS-MONTES E ALTO DOURO*.
- Freitas, E. V. d. e Py, L. (2021). Índice de lawton, uma avaliação de seguridade. *Sanar*.
- Huang, P. (2020). Google cardboard xr plugin for unity. *Git Hub*.
- Leal, A. M., Borges, A. S., Furtado, B. d. F. P., Junior, M. P. V., Araújo, V. C. d., e Bordiak, F. C. (2023). Realidade virtual como recurso de reabilitação no acidente vascular encefálico. *Journal of Healthcare Engineering*.
- Lima, J. C. T., Conrado, V. G. d. S., Oliveira, H. M. L. d., e Santana, C. C. (2025). Fisioterapia preventiva: Promovendo qualidade de vida e autonomia na terceira idade, uma revisão literária. *LUMEN ET VIRTUS*.
- Oliveira, V. A. d. e Vieira, K. V. S. (2021). Benefícios do fortalecimento muscular em idosos com sarcopenia: Revisão bibliográfica. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE*.
- Paulon, M. M. (2024). Realidade virtual: Uma análise dos impactos do uso prolongado e seus efeitos. *Comunidades e Coleções*.
- Percy, D., Phillips, T., Torres, F., Chaleunphonh, M., e Sung, P. (2023). Effectiveness of virtual reality-based balance and gait in older adults with fear of movement: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Research International*.
- Santos, L. M. d., Neto, E. M. S., Barreto, G. C. P., Oliveira, M. C. A. d., e Cavalcanti, P. A. B. (2024). A eficácia da realidade virtual na reabilitação pós-avc: uma revisão sistemática da literatura. *Contribuicones a las ciencias sociales*.

Wenjing, Y. (2025). Bidirectional association between adl disability and depressive symptoms among older adults: longitudinal evidence from charls.