
Desenvolvimento de um ambiente virtual para o treinamento do equilíbrio postural de idosos

Development of a virtual environment for the postural balance training of the elderly

Desarrollo de un entorno virtual para el entrenamiento del equilibrio postural de las personas mayores

Higor Barreto Campos ¹		
Terigi Augusto Scardovrlli ¹		
Luan de Almeida Moura ¹		
Mariana da Palma Valério ¹		
Caique Silva Pereira ¹		
Silvia Cristina Martini ¹		
Silvia Regina Matos da Silva Boschi ¹		
Tabajara de Oliveira Gonzalez ¹		
Alessandro Pereira da Silva ¹		

Tipo de Publicação: Artigo Completo

Área do Conhecimento: Área Exatas e Tecnologias

¹Laboratório de Ambientes Virtuais e Tecnologia Assistiva (LAVITA), Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Desenvolver um sistema de treinamento de equilíbrio em realidade virtual, com integração de uma plataforma de força. **Métodos:** No desenvolvimento do jogo, foi empregado a utilização de diagramas de casos de uso para identificar as operações essenciais do software, a Linguagem de Modelagem Unificada (UML) para representação visual e documentação do software, e diagramas de classes e objetos para mostrar a estrutura e instância das classes do jogo. Além disso, testes de requisitos funcionais foram conduzidos para garantir que o jogo atendesse aos critérios de design. **Resultados:** Os resultados do jogo incluem a criação de um ambiente imersivo em realidade virtual, onde os jogadores usam uma plataforma de força para controlar o equilíbrio. Os dados do jogador são coletados, incluindo nome, idade e sexo, gerando um arquivo de log com informações sobre o desempenho, como tempo de treinamento e pontuações nos alvos. No entanto, são necessárias pesquisas futuras para confirmar a eficácia dessa abordagem com a população idosa. Com isso o jogo torna-se uma base promissora para desenvolvimentos futuros no treinamento de equilíbrio postural. **Conclusão:** O estudo revelou que o uso de jogos em ambientes de realidade virtual pode melhorar o equilíbrio em idosos.

Palavras-chave: Equilíbrio em idosos, Gameterapia, Plataforma de força, Realidade Virtual.

ABSTRACT

Objective: To develop a virtual reality balance training system with the integration of a force platform. **Methods:** In the game development, the use of use case diagrams was employed to identify the essential operations of the software, the Unified Modeling Language (UML) for visual representation and documentation of the software, and class and object diagrams to show the structure and instance of the game classes. In addition, functional requirements tests were conducted to ensure that the game met design criteria. **Results:** The game results include the creation of an immersive virtual reality environment where players use a force platform to control balance. Player data, including name, age, and gender, are collected, generating a log file with information about performance, such as training time and scores on targets. However, future research is needed to confirm the effectiveness of this approach with the elderly population. Thus, the game becomes a promising foundation for future developments in postural balance training. **Conclusion:** The study revealed that the use of games in virtual reality environments can improve balance in the elderly.

Keywords: Elderly balance, Gametherapy, Force platform, Virtual Reality.

RESUMEN

Objetivo: Desarrollar un sistema de entrenamiento de equilibrio en realidad virtual con la integración de una plataforma de fuerza. **Métodos:** Se utilizaron diagramas de casos de uso para identificar las operaciones esenciales del software, el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) para la representación visual y documentación del software, y diagramas de clases y objetos para mostrar la estructura e instancia de las clases del juego. Además, se realizaron pruebas de requisitos funcionales para garantizar que el juego cumpliera con los criterios de diseño. **Resultados:** Los resultados del juego incluyen la creación de un entorno inmersivo en realidad virtual, donde los jugadores utilizan una plataforma de fuerza para controlar el equilibrio. Se recopilan datos del jugador, incluyendo nombre, edad y género, generando un archivo de registro con información sobre el rendimiento, como el tiempo de entrenamiento y las puntuaciones en los objetivos. Sin embargo, se requieren investigaciones futuras para confirmar la eficacia con la población de personas mayores. De esta manera, el juego se convierte en una base prometedora para futuros desarrollos en el

entrenamiento del equilibrio postural. **Conclusión:** El estudio reveló que el uso de juegos en entornos de realidad virtual puede mejorar el equilibrio en las personas mayores.

Palabras clave: Equilibrio en personas mayores, Gameterapia, Plataforma de fuerza, Realidad Virtual.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população tem gerado uma crescente preocupação com a saúde e o bem-estar dos idosos.¹ Entre os desafios enfrentados por essa faixa etária, as quedas emergem como um problema relevante, sendo responsáveis por lesões tanto fatais, quanto não fatais, em indivíduos com mais de 65 anos.² Estatísticas indicam que mais de 90% das fraturas de quadril estão diretamente relacionadas a quedas, agravando ainda mais esse fenômeno, nesse sentido, a prevenção de quedas torna-se importante para promover a qualidade de vida e a autonomia dos idosos.³

A cada ano uma em três pessoas com 65 anos ou mais sofre quedas, resultando em um problema de saúde pública de magnitude significativa.⁴ Dentro desse grupo etário, as quedas despontam como a principal causa de lesões, sendo responsáveis por um número considerável de internações por trauma e até mesmo óbitos.⁵ Mesmo quedas que não resultam em lesões físicas diretas podem acarretar traumas psicológicos, contribuindo para a diminuição da atividade, funcionalidade e qualidade de vida dos idosos.⁶

O declínio no equilíbrio, juntamente com a deterioração do tempo de reação e do controle postural, emergem como fatores cruciais relacionados às quedas em idosos.¹ A falta de atividade física e a ausência de exercícios regulares estão intrinsecamente associadas à perda de equilíbrio observada nessa faixa etária.⁷ No entanto, superar os obstáculos à prática regular de atividades físicas, como a repetição de exercícios e a falta de motivação, tem sido um desafio persistente.⁸

A crescente capacidade de processamento computacional tem possibilitado o desenvolvimento de simuladores baseados em realidade virtual (RV) que oferecem ambientes imersivos e responsivos para o treinamento de usuários em diversos campos, incluindo a saúde.⁹ A integração de jogos em ambientes de realidade virtual apresenta-se como uma abordagem promissora para enfrentar os desafios relacionados à prevenção de quedas em idosos, tornando as sessões de treinamento mais envolventes e motivadoras.¹⁰ A aplicação da realidade virtual em pesquisas médicas, especialmente para a redução do risco de quedas e o aprimoramento do bem-estar dos idosos, tem sido cada vez mais evidente.^{11,12}

Apesar das inovações, a maioria dos estudos emprega dispositivos comerciais, como o Wii e o Kinect, os quais, embora proporcionem entretenimento, não são projetados especificamente para o aprimoramento do equilíbrio.¹² Ademais, os jogos desenvolvidos para esses dispositivos não atendem às necessidades particulares da população idosa, que requer considerações especiais no desenvolvimento de intervenções, a fim de que sejam apropriadas e eficazes.¹³ Surge, portanto, a necessidade de um jogo que avalie o equilíbrio em um ambiente de imersão total em RV, com atenção às especificidades da população idosa, incluindo a interatividade do jogo e a presença de um avatar amigável para orientar o jogador durante o treinamento.¹⁴

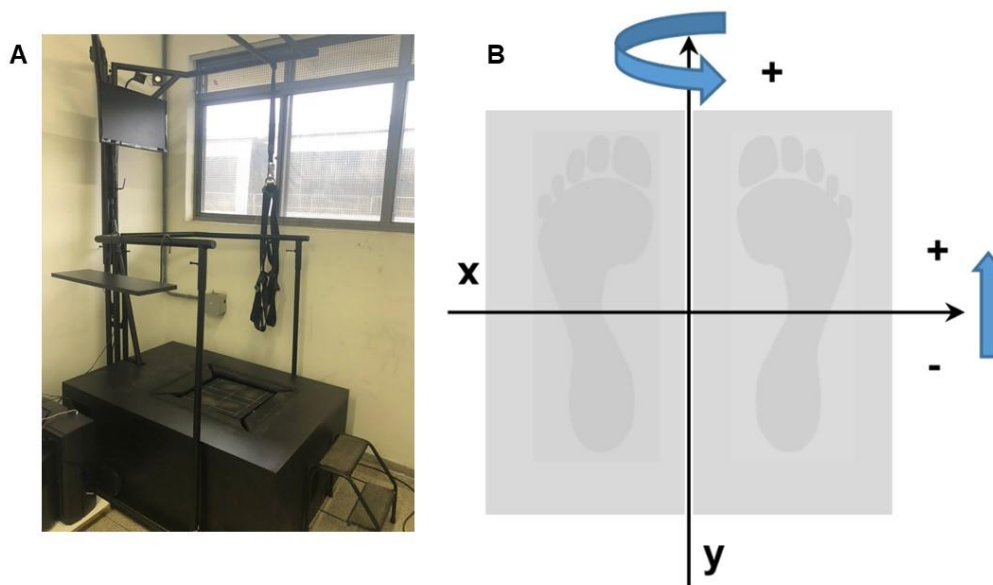
Dessa forma, o objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema computadorizado que ofereça treinamento de equilíbrio por meio de um ambiente de realidade virtual imersiva, integrado a uma plataforma de força, com o intuito de mensurar o equilíbrio e proporcionar um ambiente seguro para o treinamento de idosos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foi desenvolvido um jogo baseado em realidade virtual que utiliza o desenvolvimento de jogos Unity 3D. O jogo foi ambientado em uma vila medieval, onde o jogador é um arqueiro em treinamento. Ele deve interagir com o avatar (NPC), denominado como “estudante de engenharia biomédica”, esse avatar irá auxiliar o jogador por todo o jogo, dando dicas e apontando os caminhos e tarefas a serem realizadas. O objetivo do jogo é chegar até a área de treinamentos com ajuda do avatar e após isso utilizar o arco e flecha para atingir um dos quatro alvos disponíveis, esses alvos possuem três níveis de pontuação acertando o círculo vermelho do alvo, o jogador ganha 100 pontos, o verde claro 50 pontos e o azul escuro 10 pontos.

Para a interface de controle do personagem (Avatar), foi empregado um *joystick* e uma plataforma de força com rotação biaxial já desenvolvida.¹⁵ O *joystick* exerce a função de clique e interação com balões de fala e os disparos do arco e flecha. Já a plataforma possui uma superfície composta por duas chapas de aço. Na chapa inferior, foram fixados oito sensores de deformação, posicionados para registrar os movimentos de cada membro inferior do usuário. Na chapa superior, foram colocados pinos de atuação que concentram toda a massa exercida sobre a chapa nos sensores, resultando em uma deformação proporcional à massa aplicada (Figura 1A). A chapa superior foi dividida em duas partes, permitindo que as medidas de cada membro inferior fossem isoladas. Utilizando a diferença na deformação registrada pelos sensores, a plataforma é capaz de determinar a localização do centro de pressão em um plano ortogonal durante a realização de exercícios de equilíbrio. Para integração do jogo com a plataforma de força para compor o sistema, os micro controladores do dispositivo estabelecem uma comunicação Serial com o computador, permitindo a transmissão de dados. Com isso é possível realizar a movimentação do avatar através da pressão empregada pelo jogador sobre o dispositivo, isso se dá através de movimentos médio laterais e ântero posteriores (Figura 1B).

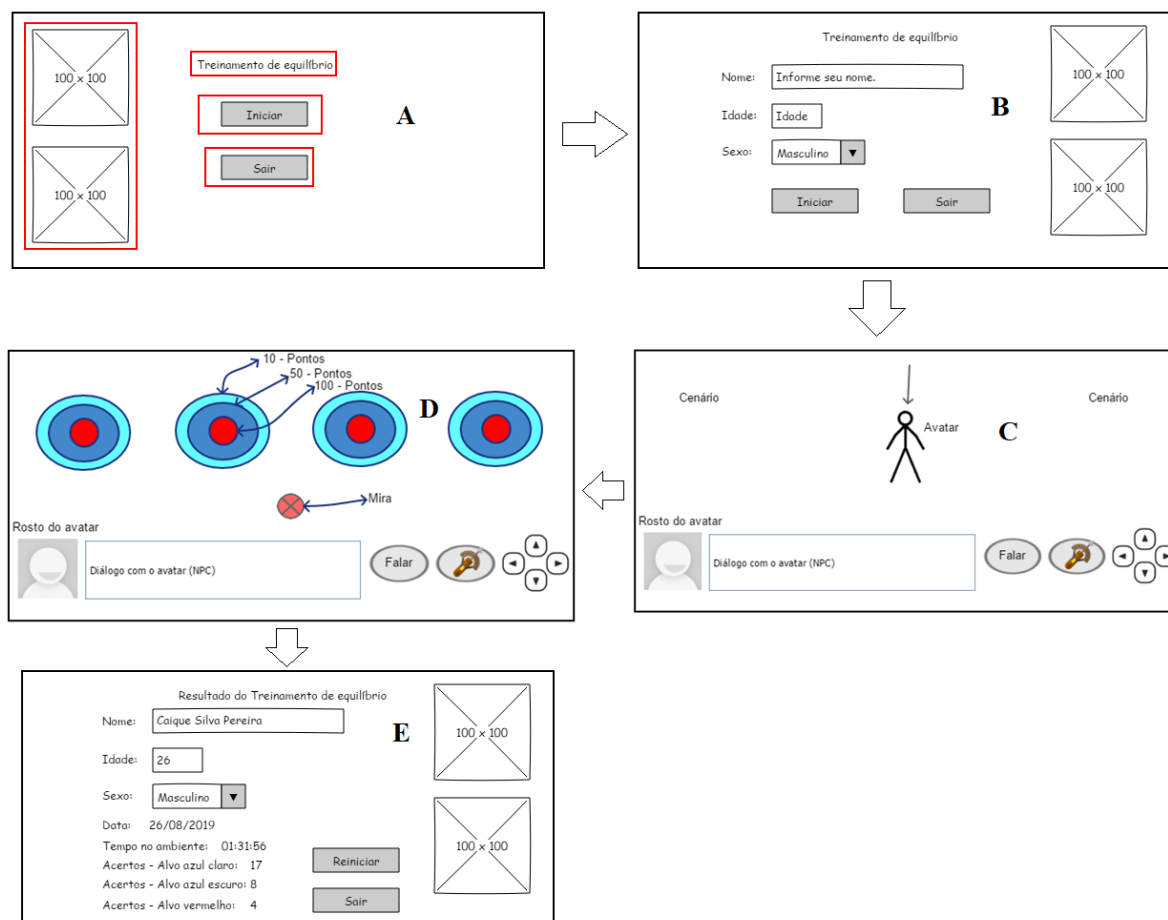
FIGURA 1. A) Plataforma de força; B) Eixos de rotação da plataforma de força.



Fonte: Campos *et al.* 2023.

A tela inicial do jogo conta com uma tela de apresentação do jogo, obtendo o título do jogo, um botão para iniciar, e um botão de sair (Figura 2A). Após pressionar o botão para iniciação do jogo, o usuário será direcionado para outra tela (Figura 2B), onde o examinador pode preencher um formulário com as informações solicitadas para iniciar o jogo como o como, idade e sexo. Em seguida ao iniciar, o jogador será direcionado a tela de início do jogo, podendo observar o cenário e movimentar o avatar, permitindo a interação do usuário com o jogo (Figura 2C). Nesta etapa o jogador deve se dirigir até o local específico, onde começará o treinamento do equilíbrio postural. Neste treinamento o jogador tem a possibilidade de controlar o alvo utilizando da pressão aplicada sobre o dispositivo, a fim de acertar os alvos, alcançando a maior pontuação possível (Figura 2D). Após terminar o jogo, ele será redirecionado a tela inicial, porém, nela será mostrado os resultados obtidos pelo jogador como tempo, acertos de alvo azul claro, escuro e vermelho (Figura 2E).

FIGURA 2. Transição de telas; A) Tela inicial; B) Tela para preenchimento dos dados do paciente; C) Cenário de interação com jogador; D) local específico para o treinamento do equilíbrio postural; E) Tela com os resultados obtidos pelo jogador.



Fonte: Campos *et al.* 2023.

Além da plataforma de força, o jogo também foi integrado a um óculos de realidade virtual da marca Sensics modelo zSight. No qual, foi preciso ajustar as lentes conforme a necessidade do usuário, para melhorar a nitidez de cada imagem, pois cada lente gera uma imagem diferente.

Durante o desenvolvimento do jogo foi criado um diagrama de caso de uso, para que fosse possível estabelecer a comunicação entre a plataforma e as ações do jogo. Este método não exige um diagrama com detalhamentos extensos, sendo mais objetivo, proporcionando uma representação abrangente de todas as fases envolvidas.¹⁶ A Linguagem de Modelagem Unificada (UML) pode ser definida como um modelo UML fornece uma representação visual do software ou jogo em desenvolvimento.¹⁶

Além disso, foi realizado o diagrama de classes, com ele pode-se mostrar a coleção de classes utilizadas para desenvolvimento do jogo. Outro método utilizado foi o diagrama de objetos, observando a simulação de um novo objeto sendo instanciado através da classe. Por fim, foi realizado um teste de requisitos funcionais, a fim de assegurar qualidade do jogo, esse sistema deve garantir que o jogo contenha todos os requisitos contidos em um Game Design implementados corretamente.¹⁷

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do jogo é um ambiente virtual imersivo (AVI) em RV, onde o jogador tem liberdade para se locomover pelo cenário, toda essa movimentação é feita através do estímulo de seu equilíbrio em uma plataforma de força (Figura 3). O jogador também conta com um *joystick*, utilizado para ativar e avançar diálogos com o avatar interativo e efetuar disparos com o arco e flecha.

FIGURA 3. O controle do ambiente virtual através da pressão colocada sobre a plataforma de força realizada pelo jogador.



Fonte: Campos *et al.* 2023.

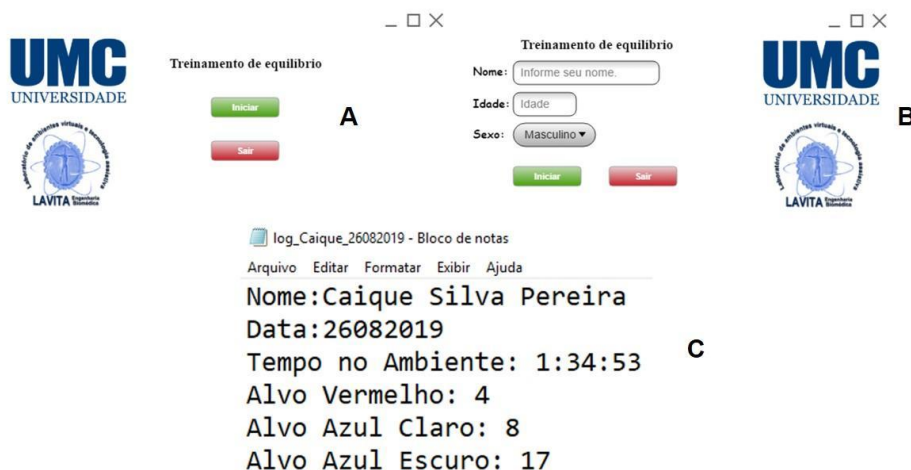
Todo o jogo foi projetado para a população de idosos, portanto, houve a preocupação de deixar os tamanhos das fontes dentro do jogo tratadas com em um tamanho adequado para fácil visualização, além disso a movimentação foi toda feita de forma suave, para que não ocorra cinetose dentro do ambiente. A cinetose é qualquer distúrbio causado por um movimento não habitual do corpo, como o enjoo que experimenta quem viaja de navio, avião etc. Por conta disso, na realidade virtual é muito comum as pessoas

sentirem desconforto quando não estão habituadas e quando o jogo faz movimentos repentinos e sem suavidade para a movimentação da câmera.¹⁴

Ao iniciar o jogo, é apresentado a tela inicial, nela são apresentados o botão para iniciar o jogo e o Botão para sair do jogo (Figura 4A), Após pressionar o botão “iniciar”, o jogador será direcionado para um formulário, através desse formulário o jogador deverá fornecer as informações solicitadas para iniciar o jogo, como: nome, idade e sexo (Figura 4B). As informações fornecidas serão salvas junto com seu desempenho no treinamento em um arquivo de log.

Ao final da atividade será gerado um arquivo de texto, que será o log de informações com o resumo da atuação do idoso dentro do jogo (Figura 4C). Esse arquivo tem sua nomenclatura composta por log, primeiro nome do jogador e data do treinamento, exemplo: log_Caique_26082019. No log trazemos informações como nome, data de treinamento, tempo de treinamento, acertos nos alvos das cores vermelha, azul claro e azul escuro. Os dados apresentados nos logs de informações poderão ser analisados gradualmente a cada nova sessão de treinamento, acompanhando assim a evolução individual e melhora no equilíbrio de cada idoso.

FIGURA 4. A) Tela inicial do jogo; B) Tela para preenchimento com os dados do paciente; C) Dados salvos do paciente com suas informações e desempenho no jogo.



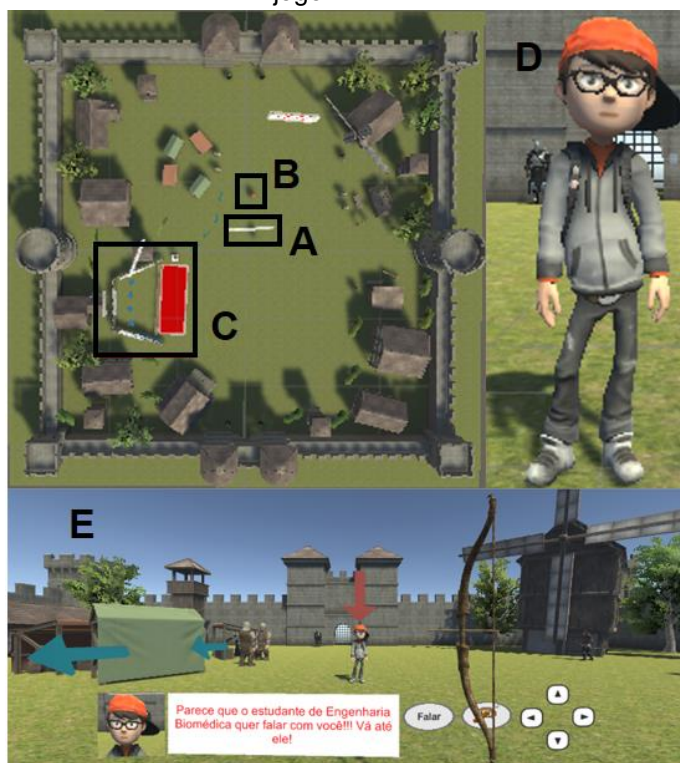
Fonte: Campos *et al.* 2023.

No desenvolvimento do jogo, pode-se observar o como ficou o mapa de jogo, que em toda sua extensão possui 70 x 70 m². Este mapa é composto pela posição inicial do jogador (Figura 5A), a posição do avatar interativo que irá auxiliar e passar informações sobre o jogo (Figura 5B) e a área de treinamentos (Figura 5C).

O jogador terá o suporte de um avatar que irá lhe auxiliar em todo processo dentro do jogo (Figura 5D), ele é um personagem amigável, baseado na figura de um estudante de engenharia biomédica que estará sempre disposto a auxiliar durante todo o treinamento imersivo. O avatar se comunica como o jogador através

de um HUD (do inglês: *heads-up display* - tela de alerta) de informações que fica fixo em sua tela, assim ele recebe todas informações das ações que devem ser executadas dentro do jogo (Figura 5E).

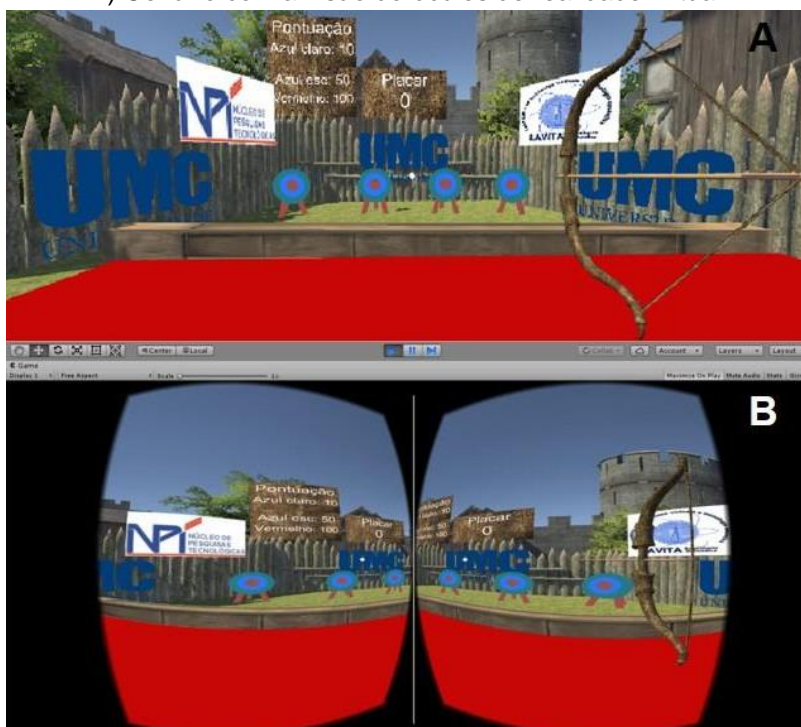
FIGURA 5. Cenário do jogo; A) Posição Inicial do jogador; B) Posição do Avatar interativo; C) Área de treinamentos; D) Avatar interativo; E) HUD informações das ações que devem ser executadas dentro do jogo.



Fonte: Campos *et al.* 2023.

Após interagir com o avatar (NPC), o jogador será direcionado a área de treinamentos onde ele terá que controlar a mira de um arco e flecha através de seu equilíbrio, nessa área ele terá quatro alvos para acertar e em cada alvo três níveis de pontuação (Figura 6A). Quando a flecha acerta o alvo, aparece um efeito em partículas que mostra o total pontuado e esse total é atualizado no placar ao fundo. Para o jogador, ele deve realizar o teste com óculos de realidade virtual (Figura 6B). Estudos relatam a importância do desenvolvimento de uma área de treinamento, uma vez que sem este componente no jogo seria necessário algum pesquisador para dar um treinamento completo através do jogo.¹⁸

FIGURA 6. A) Cenário para treinamento do equilíbrio, onde o objetivo é acertar os alvos e acumular pontos; B) Cenário com a visão do óculos de realidade virtual.



Fonte: Campos *et al.* 2023

O estudo proposto observou uma escassez de ambientes imersivos simples, intuitivos, que usassem realidade virtual e tivessem um dispositivo próprio para coleta dos dados, como a plataforma de força. A plataforma pode trazer mais assertividade no treinamento de melhoria de equilíbrio seja eficaz e seguro para a população de idosos.¹⁵

Por utilizar um jogo original e uma plataforma personalizada, permitiu-se mais liberdade para reajustar de acordo com a necessidade de treinamento do paciente, diferente de um dispositivo pronto como o Wii Fit e o Kinect, em que os treinamentos devem ser adaptados ao funcionamento do dispositivo. Além disso, é importante o jogo ter tutoriais simples e intuitivo dentro da plataforma para auxiliar na imersão do usuário durante o tutorial e jogo.¹⁸

Os logs gerados pelo jogo podem facilmente ser convertidos em um sistema de gerenciamento de banco de dados, tendo assim uma comparação facilitada da evolução do paciente ao longo do treinamento de melhoria de equilíbrio para prevenção de quedas, essa implementação de um banco de dados relacional pode ser discutida em trabalhos futuros. Estudos relatam a necessidade e importância de logs personalizados, já que no desenvolvimento desses logs houve a falta de tutoriais interativos que acompanhassem o jogador durante o treinamento.¹⁹

O que torna a experiência do usuário melhor. Outro ponto positivo do estudo proposto é a utilização do motor gráfico Unity 3D, que nos fornece gráficos de última geração e que são adaptados aos mais diversos tipos de dispositivos.²⁰

O jogo desenvolvido operou com consistência, além de possivelmente servir como base para a criação de futuros jogos. Originado da realidade virtual, uma tecnologia que ganha crescente notoriedade diariamente, o jogo demonstra potencial para conquistar diversos domínios ao redor do globo, incluindo áreas como entretenimento, educação, medicina e pesquisa. Devido ao sistema desenvolvido neste estudo não ter sido aplicado ao público idoso, são necessários estudos para confirmar a eficácia da proposta.

4. CONCLUSÃO

De acordo com a proposta inicial, conduziu-se uma pesquisa com o objetivo de desenvolver um jogo em um ambiente imersivo que utilize a realidade virtual, para proporcionar treinamento de equilíbrio a idosos, visando assim prevenir o risco de quedas nesta faixa etária. Os resultados da pesquisa apontam que um jogo em um ambiente imersivo pode auxiliar na melhora do equilíbrio de idosos. Os treinamentos baseados em ambientes imersivos podem ter resultados superiores ou equivalentes aos treinamentos convencionais na prevenção de quedas e melhora do equilíbrio de idosos.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Este trabalho foi apoiado financeiramente pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 88887.627768/2021-00, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, #2017/16292-1) e pela UMC.

REFERÊNCIAS

1. Morrison, S., Simmons, R., Colberg, S., & Parson, H. Supervised Balance Training and Wii Fit–Based Exercises Lower Falls Risk in Older Adults with Type 2 Diabetes. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2018 Feb;19(2), 185.e7–185.e13, <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.11.004>.
2. Vieira, A. A. U., Aprile, M. R., & Paulino, C. A. Exercício físico, envelhecimento e quedas em idosos: revisão narrativa. *Revista Equilíbrio Corporal e Saúde*. 2014;6(1).
3. Ayed, I., Ghazel, A., Jaume-I-Capó, A., Moya-Alcover, G., Varona, J., & Martínez-Bueso, P. Feasibility of Kinect-based games for balance rehabilitation: a case study. *Journal of healthcare engineering*. 2018;8.
4. O'Sullivan, S.B., Schmitz, T.J., & Fulk, G. *Physical rehabilitation*. FA Davis. 2019.
5. Li, Z., Wang, X., Liang, Y., & Chen, S. Effects of the Visual-Feedback-Based Force Platform Training with Functional Electric Stimulation on the Balance and Prevention of Falls in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *PeerJ*. 2018 Jan;6, e4244, <https://doi.org/10.7717/peerj.4244>.
6. Šarabon, N., Kozinc, Z., Lofler, S., & Hofer, C. Resistance Exercise, Electrical Muscle Stimulation, and Whole-Body Vibration in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Clinical Medicine*. 2020 Sept;9(9), 2902, <https://doi.org/10.3390/jcm9092902>.
7. Yarmohammadi, S., Mozafar, H., Ghaffari, M., & Ramezankhani, A. A Systematic Review of Barriers and Motivators to Physical Activity in Aged Adults in Iran and Worldwide. *Epidemiology and Health*. 2019 Nov;41, e2019049, <https://doi.org/10.4178/epih.e2019049>.
8. Holuša, V., Vanek, M., Benes, F., & Svub, J. Virtual Reality as a Tool for Sustainable Training and Education of Employees in Industrial Enterprises. *Sustainability*. 2023 Jan;15(17), 12886, <https://doi.org/10.3390/su151712886>.
9. Goumopoulos, C., Drakakis, E., & Gklavakis, D. Feasibility and Acceptance of Augmented and Virtual Reality Exergames to Train Motor and Cognitive Skills of Elderly. *Computers*. 2023 Feb;12(3), 52, <https://doi.org/10.3390/computers12030052>.
10. Shah, S. H., Karlsen, A., Solberg, M., & Hameed, I. A Social VR-Based Collaborative Exergame for Rehabilitation: Codesign, Development and User Study. *Virtual Reality*. 2022 Nov; <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00721-8>.
11. Gao, Z., Lee, J., McDonough, D., & Albers, C. Virtual Reality Exercise as a Coping Strategy for Health and Wellness Promotion in Older Adults during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Clinical Medicine*. 2020 June;9(6), 1986, <https://doi.org/10.3390/jcm9061986>.
12. Yang, C., Han, X., Jin, M., & Xu, J. The Effect of Video Game–Based Interventions on Performance and Cognitive Function in Older Adults: Bayesian Network Meta-Analysis. *JMIR Serious Games*. 2021 Dec;9(4), e27058, <https://doi.org/10.2196/27058>.
13. Campelo, A. M., Hashim, J. A., & Katz, L. Using Nintendo Wii Fit U to Engage Balance Control of Community-dwelling Seniors. 2019 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR). 2019.
14. Kappen, D. L., Mirza-Babaei, P., Nacke, L. E. Older adults' physical activity and exergames: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2019.
15. Ishizaki, M. T., Silva, A. R. F., Moura, L. A., Lazzareschi, L., & Silva, A. P. Development of a dynamic balance analysis and training system through posturography in a bipodal force platform with biaxial rotation. *Research on Biomedical Engineering*. 2020;38(3), 839-855.

-
16. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional, 9 ed. McGraw Hill Education. 2021.
 17. Fernandes, D., & Maciel, R. Towards a Test Case Generation Tool Based on Functional Requirements. In Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2020; 386-391
 18. Van Diest, M., Stegenga, J., Wortche, H. J., & Verkerke, G. Exergames for Unsupervised Balance Training at Home: A Pilot Study in Healthy Older Adults. *Gait & Posture*. 2016 Feb;44, 161–167, <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.11.019>.
 19. Yeşilyaprak, S. S., Yildirim, M., Tomruk, M., & Ertekin, O. Comparison of the Effects of Virtual Reality-Based Balance Exercises and Conventional Exercises on Balance and Fall Risk in Older Adults Living in Nursing Homes in Turkey. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2016 Apr;32(3), 191–201, <https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1138009>.
 20. Garcia, J. A. A Virtual Reality Game-Like Tool for Assessing the Risk of Falling in the Elderly. 2019;0, 0–6.