

Desenvolvimento de um *Exergame* para incentivo à atividade física em pessoas idosas utilizando cicloergômetro

Development of an exergame to promote physical activity in older adults using a cycle ergometer

Rafaela Freitas Gomes^{1,2}, Sara Del Vecchio¹, Silvana Terezinha Faceroli¹, Tales Pulinho Ramos¹, Thiago Rodrigues Oliveira^{1,3}

¹IF Sudeste MG - Campus Juiz de Fora
Juiz de Fora – MG – Brasil

²Discente bolsista do grupo PET Conexões Mecatrônica/BS.K.

³Tutor do Grupo PET Conexões Mecatrônica/BSI

rafaelaafgomes@yahoo.com.br,
{sara.vecchio, silvana.faceroli}@ifsudestemg.edu.br
{tales.ramos, thiago.oliveira}@ifsudestemg.edu.br

Abstract. Introduction: Population aging increases the need for strategies that improve the quality of life of older adults, especially through regular physical activity. In this context, exergames emerge as an alternative by integrating physical exercise and digital games. **Objective:** This project aims to develop an exergame called Pedal Espacial, focused on encouraging physical activity among older adults, using a cycle ergometer as the main interaction interface. **Methodology or Steps:** This is an applied research with a qualitative approach. The game was developed in Python/Pygame. The architecture integrates a cycle ergometer with a Hall effect sensor and an ESP32-C3 Mini. **Expected Results:** As a work in progress, it is expected that the exergame will increase motivation and adherence to physical activity among older adults, providing an interactive and safe experience, validating the hardware-game integration.

Keywords: Exergame, Serious Games, Cycle Ergometer, Physical Activity, Older Adults.

Resumo. Introdução: O envelhecimento populacional aumenta a necessidade de estratégias que promovam a qualidade de vida da população idosa por meio de atividades físicas. Nesse contexto, os exergames surgem como alternativa ao integrar exercício e jogos digitais. **Objetivo:** Este projeto visa desenvolver um exergame denominado Pedal Espacial, voltado ao incentivo da prática de atividades físicas em pessoas idosas, utilizando um cicloergômetro como interface principal. **Metodologia ou Etapas:** Trata-se de uma pesquisa aplicada com abordagem qualitativa. O jogo foi desenvolvido em Python/Pygame. A arquitetura integra um cicloergômetro com sensor de efeito Hall e um microcontrolador ESP32-C3 Mini. **Resultados Esperados:** Por tratar-se de um trabalho em andamento, espera-se que o exergame aumente a motivação e adesão à prática de exercícios, oferecendo uma experiência interativa e segura, além de validar a integração hardware-software.

Palavras-chave: Exergame, Jogos sérios, Cicloergômetro, Atividade física, Pessoas idosas.

1. Introdução

O aumento da expectativa de vida tem provocado mudanças no perfil demográfico mundial, resultando no crescimento da população idosa e ampliando a atenção voltada à sua qualidade de vida. [United Nations 2024]. Nesse contexto, a prática regular de atividades físicas destaca-se como um fator essencial para a manutenção da capacidade funcional, da saúde e do bem-estar durante o envelhecimento [World Health Organization 2020]. Por outro lado, níveis insuficientes de atividade física estão associados ao aumento do risco de quedas, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e outras condições crônicas, comprometendo a autonomia e a qualidade de vida da população idosa [World Health Organization 2020].

Apesar dos benefícios amplamente reconhecidos, a adesão à atividade física por parte da população idosa ainda enfrenta diversas barreiras, que envolvem fatores interpessoais, limitações físicas, condições ambientais e aspectos relacionados à motivação e à percepção individual [Socoloski et al. 2021]. Diante dessas dificuldades, os *exergames* apresentam-se como uma alternativa promissora. Esses jogos combinam elementos de videogames com a prática de atividade física, exigindo movimentos corporais do usuário como forma de interação e progressão durante a atividade [Oh e Yang 2010]. Ao integrarem exercício físico e entretenimento em um ambiente lúdico, favorecem maior engajamento e adesão dos usuários à prática de atividades físicas [Vaghetti e Botelho 2010, Cavalli et al. 2014].

Estudos recentes reforçam essa tendência ao explorarem *exergames* para suporte a protocolos de cinesioterapia [da Silva et al. 2025] e sistemas de telerreabilitação domiciliar que integram cicloergômetros a plataformas digitais [Souza et al. 2020]. O cicloergômetro é um equipamento de exercício físico semelhante a uma bicicleta ergométrica estacionária, amplamente utilizado em avaliações físicas, treinamento aeróbico e programas de reabilitação. O dispositivo permite a realização de exercícios por meio da pedalada em ambiente controlado, possibilitando o monitoramento de parâmetros relacionados ao esforço físico e, em alguns modelos, o ajuste da carga de resistência conforme as necessidades do usuário [Carvalho et al. 2024].

Outras abordagens utilizam tecnologias imersivas de realidade virtual para elevar os níveis de imersão durante a reabilitação motora [Vergouwen et al. 2020]. Entretanto, observa-se que muitas dessas soluções dependem de tecnologias de alto custo ou interfaces mais complexas, o que pode representar uma barreira para idosos com pouca familiaridade digital. Em conjunto, esses estudos demonstram o potencial dos *exergames* na reabilitação física.

Diante desse cenário, o presente artigo propõe o desenvolvimento de um *exergame* denominado *Pedal Espacial*, que utiliza um cicloergômetro como interface principal de interação e controle. O sistema caracteriza-se como um jogo sério voltado à promoção da saúde e ao incentivo à prática de atividade física, adotando uma arquitetura de baixo custo, interface simples e foco na usabilidade, de modo a oferecer uma solução acessível ao público idoso, sem a necessidade de tecnologias imersivas ou equipamentos de alta complexidade. Como mecanismo de interação, o jogo utiliza uma mecânica baseada na progressão da missão em função da distância percorrida durante a pedalada e

permite a personalização das zonas de velocidade de acordo com as características de cada usuário, a manutenção da prática em níveis adequados.

2. Etapas do Desenvolvimento

O projeto é uma pesquisa aplicada dividida em planejamento, prototipação, implementação e testes. O software é desenvolvido em Python com a biblioteca Pygame, utilizando um microcontrolador ESP32-C3 Mini para processar sinais de um sensor de efeito Hall acoplado ao cicloergômetro. A Figura 1 representa o fluxograma do sistema proposto.

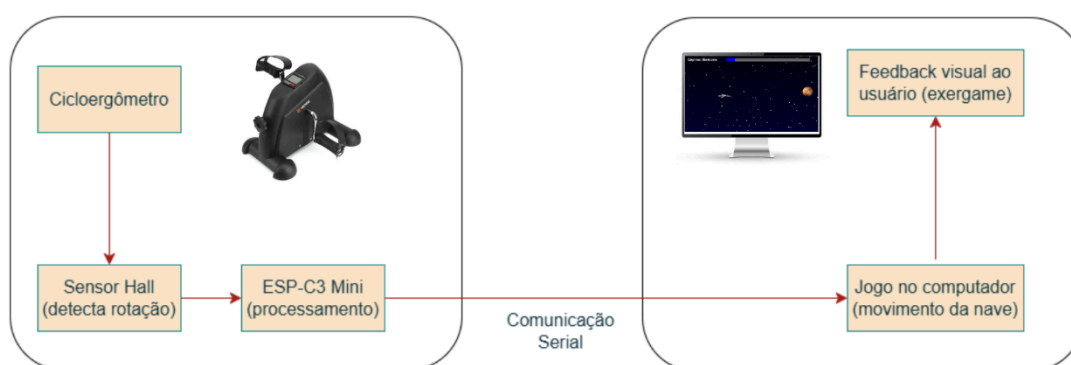


Figura 1. Fluxograma do sistema proposto.

Inicialmente, foi definida a arquitetura do sistema e a mecânica principal do jogo, baseada na utilização da velocidade da pedalada como forma de interação com o ambiente virtual. Para representar o progresso do usuário, foi adotada uma temática espacial, na qual o deslocamento da nave é determinado pelo desempenho do usuário durante o exercício. Também foram estabelecidas zonas de velocidade mínima, ideal e máxima, utilizadas para orientar a intensidade da atividade física conforme os limites definidos pelo profissional responsável.

Na etapa seguinte, foram desenvolvidas as interfaces gráficas do sistema. O Menu Principal (Figura 2a) oferece uma interface simplificada para iniciar o exercício ou configurar o sistema. Já a Tela de Configurações (Figura 2b) permite o ajuste personalizado de zonas de velocidade (mínima, ideal e máxima) e a escolha de missões espaciais, garantindo que o jogo seja ajustado para os limites físicos de cada usuário.

Posteriormente, foi implementada a Interface Principal do jogo, ilustrada na Figura 3, exibe uma nave espacial no qual é controlada pela velocidade da pedalada, avançando apenas quando o usuário permanece dentro da zona de velocidade ideal previamente configurada. A missão é concluída à medida que a distância até o planeta de destino é reduzida. Elementos informativos como velocidade atual, barra de distância e pontuação fornecem feedback em tempo real. O sistema concede bônus de pontuação quando o usuário mantém a velocidade dentro da faixa ideal durante a atividade. Nos instantes finais da missão, a faixa de velocidade ideal é ajustada gradualmente para valores mais baixos, incentivando uma desaceleração progressiva e contribuindo para um encerramento seguro do exercício.

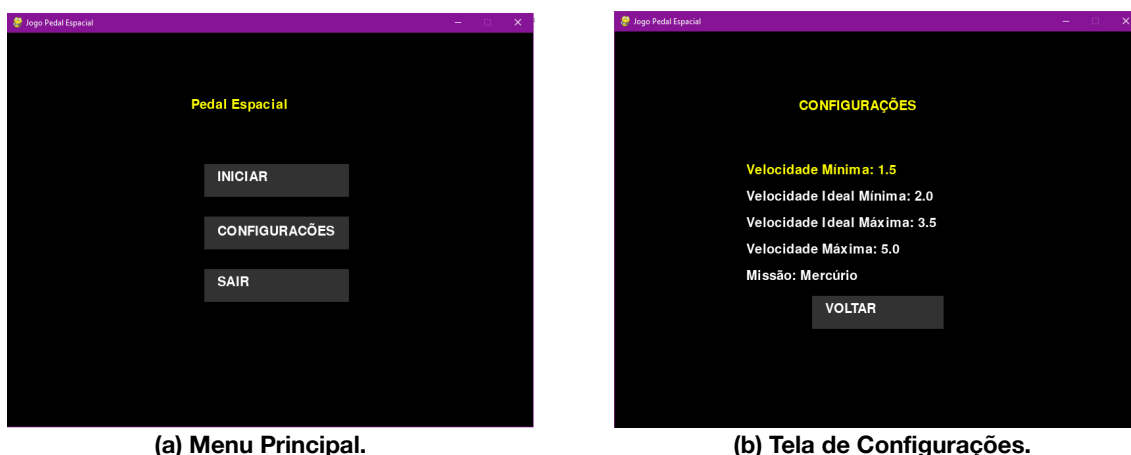


Figura 2. Interfaces de navegação e ajuste de parâmetros do jogo.



Figura 3. Interface de jogabilidade.

Por tratar-se de um protótipo funcional em evolução, algumas etapas estão em andamento:

- Mecânicas de dinamismo: inclusão de obstáculos no percurso para aumentar o engajamento sem comprometer a segurança.
- Controle e relatórios: implementação de pausas e uma tela de conclusão com resumo de desempenho.
- Módulo de ciência de dados: desenvolvimento de um módulo para armazenamento e análise de dados (velocidade média e tempo de atividade) para geração de relatórios de evolução.
- Integração final: a captura automática via hardware está em fase de refinamento para testes em condições reais.

Em conformidade com o Código de Conduta para Autores em Publicações da SBC, declara-se que as ferramentas de IA Generativa Gemini 3 Flash e ChatGPT foram utilizadas como suporte na revisão textual, organização de ideias e formatação das referências. Os autores revisaram e validam todo o conteúdo.

3. Resultados Esperados

Por tratar-se de um projeto em estágio de protótipo funcional, os resultados esperados focam na validação da arquitetura proposta e na experiência do usuário idoso. Primeiramente, espera-se que a integração entre o sensor de efeito Hall, o microcontrolador ESP32-C3 Mini e o software em Python apresente baixa latência, garantindo que o esforço físico no cicloergômetro seja refletido instantaneamente na velocidade da nave. Essa sincronia é crucial para evitar a quebra da imersão e garantir o *feedback* motor adequado.

Adicionalmente, prevê-se que o sistema de zonas de velocidade (baixa, ideal e alta) atue como um regulador eficaz da intensidade do exercício. Ao fornecer estímulos visuais e bônus de pontuação para a permanência na zona ideal, o jogo deve incentivar a manutenção de um ritmo constante, potencializando os benefícios cardiovasculares da atividade física. Em termos de usabilidade, a expectativa é que a interface de alto contraste e navegação simplificada reduza a carga cognitiva, permitindo que idosos com diferentes níveis de literacia digital utilizem o sistema de forma autônoma. Por fim, o módulo de análise de dados em desenvolvimento deverá permitir a geração de relatórios de desempenho, fundamentais para que o usuário e eventuais supervisores acompanhem a evolução física ao longo do tempo.

4. Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um *exergame* projetado especificamente para incentivar a prática de atividades físicas em pessoas idosas utilizando um cicloergômetro. A proposta integra elementos de gamificação e hardware de baixo custo para criar uma solução acessível que possa ser utilizada no ambiente domiciliar. As etapas de prototipação demonstraram que a lógica do jogo e o sistema de parametrização de dificuldade são viáveis e adaptáveis às necessidades individuais do público-alvo.

Como próximos passos, o projeto seguirá para a fase implementação do módulo de ciência de dados para garantir o armazenamento, processamento e disponibilização dos dados obtidos em sessões de exercício. Conclui-se que o jogo *Pedal Espacial* possui potencial para mitigar as barreiras de adesão ao exercício físico na terceira idade, oferecendo uma alternativa lúdica, segura e tecnologicamente acessível para a promoção do envelhecimento ativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais — *Campus* Juiz de Fora pelo apoio institucional e infraestrutura laboratorial cedida para a realização desta pesquisa.

Este trabalho foi desenvolvido com o suporte do Programa de Educação Tutorial (PET), através da Pró-Reitoria de Ensino e do Ministério da Educação (MEC), cujas bolsas e recursos foram fundamentais para o fomento das atividades de pesquisa e extensão aqui apresentadas.

Agradecemos também aos demais membros do grupo PET Conexões Mecatrônica/BSI pela colaboração nas discussões técnicas e revisões que contribuíram para o amadurecimento do protótipo e do software de treinamento assistivo.

Referências

- Carvalho, T., Freitas, O. G. A., Chalela, W. A., Hossri, C. A. C., Milani, M., Buglia, S., et al. (2024). Diretriz brasileira de ergometria em população adulta– 2024. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 121(3).
- Cavalli, A. S., Rota, P. A., Ribeiro, J. A. B., Costa, C. P., Magalhães, A. B., Vaghetti, C. A., e Cavalli, M. O. (2014). Motivação e interesse de idosos em jogar exergames relacionados à atividade física. In *Proceedings of SBGames 2014*, pages 679–682, Porto Alegre, Brasil.
- da Silva, F. B., Perez, F. M. P., Marchi, A. C. B. D., e Rieder, R. (2025). Fisio virtual 2.0: aperfeiçoamentos em um exergame para suporte a protocolos de cinesioterapia. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 2257–2266, Salvador, Brasil. SBC.
- Oh, Y., Yang, S. (2010). Defining Exergames & Exergaming. *Proceedings of Meaningful Play 2010*.
- Socoloski, T. S., Rech, C. R., Correa Junior, J. A., Lopes, R. M., Hino, A. A. F., e Guerra, P. H. (2021). Barreiras para a prática de atividade física em idosos: revisão de escopo de estudos brasileiros. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 26:1–8.
- Souza, C., Battisti, D., Berretta, L., e Carvalho, S. (2020). Exergame com cicloergômetro para a reabilitação de pacientes em tempos de covid-19. In *Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde (SBCAS)*, pages 308–319, Porto Alegre, Brasil. SBC.
- United Nations (2024). World population prospects 2024: Summary of results. Technical Report UN DESA/POP/2024/TR/NO. 9, United Nations, New York.
- Vaghetti, C. A. O. e Botelho, S. S. C. (2010). Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de exergames. *Ciências & Cognição*, 15(1):76–88.
- Vergouwen, J. M., de Quadros, N. E., Júnior, R. V., Pellin, A. C., Trombetta, M., Henrique, P. P. B., e Rieder, R. (2020). Motion rehab 3d ave v2: um novo vr-exergame para fisioterapia motora. In *Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (SVR)*, pages 15–19. SBC.
- World Health Organization (2020). *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. World Health Organization, Geneva