

GIMM: Grupo de Informática Médica e Microeletrônica

Julio Saraçol Domingues Júnior¹, Érico Marcelo Hoff do Amaral¹

¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)
Bagé – RS – Brasil

{juliiodomingues,ericoamaral}@unipampa.edu.br

Abstract. *The Medical Informatics and Microelectronics Group (GIMM) at the Federal University of Pampa operates at the intersection of computing, microelectronics, and healthcare. Founded in 2016, the group is composed of faculty, students, and collaborators who develop technological solutions to support healthcare, with an emphasis on embedded systems, serious games, and physiological sensing. This work presents the group's history, infrastructure, ongoing projects, and future perspectives, highlighting systems aimed at the physical rehabilitation of amputee patients and respiratory physiotherapy through gamification technologies and low-cost devices.*

Keywords *Embedded Systems, Serious Games, Physical Rehabilitation, Medical Informatics*

Resumo. *O Grupo de Informática Médica e Microeletrônica (GIMM) da Universidade Federal do Pampa atua na interface entre computação, microeletrônica e saúde. Fundado em 2016, o grupo é composto por docentes, discentes e colaboradores que desenvolvem soluções tecnológicas para apoio à saúde, com ênfase em sistemas embarcados, jogos sérios e sensoriamento fisiológico. Este trabalho apresenta o histórico do grupo, sua infraestrutura, projetos em andamento e perspectivas futuras, com destaque para sistemas voltados à reabilitação física de pacientes amputados e fisioterapia respiratória, por meio de tecnologias de gamificação e dispositivos de baixo custo.*

Palavras-Chave *Sistemas Embarcados, Jogos Sérios, Reabilitação Física, Informática Médica*

1. Introdução

O Grupo de Informática Médica e Microeletrônica (GIMM) é um grupo de pesquisa multidisciplinar sediado na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – campus Bagé, vinculado ao curso de Engenharia de Computação e o Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCAP). Desde sua fundação, o grupo se dedica a desenvolver soluções de impacto social utilizando tecnologias acessíveis, aplicadas principalmente na área da saúde.

A missão do grupo é atuar na fronteira entre hardware e software, levando inovação para contextos como fisioterapia, reabilitação física e monitoramento clínico. Considerando o contexto dos Grandes Desafios em Pesquisa de Jogos e Entretenimento Digital no Brasil (GranDGamesBR) [Rodrigo Pereira dos Santos 2023], é possível elencar questões centrais, as quais são utilizadas como material de pesquisa da área de

Jogos. Entre os desafios, aqueles relacionados a avaliação da interação e da experiência de jogadores, ao balanceamento da dificuldade e da emoção em jogos, a ética em jogos, e aos jogos imersivos e de realidade estendida, além de equilibrar pedagogia, emoções e *design* de jogos no desenvolvimento de jogos sérios. A partir da colaboração com fisioterapeutas, o grupo tem avançado no desenvolvimento de dispositivos que aliam análise sensorial em tempo real com interfaces digitais gamificadas, pretendendo promover maior aderência dos pacientes aos tratamentos, e o maior controle dos profissionais sobre a evolução terapêutica. O grupo tem despendido esforços nos últimos anos principalmente na pesquisa e desenvolvimento de aplicações gamificadas e de jogos sérios aplicados na área da saúde, tendo como objeto de estudos o jogo sério e suas potencialidades no processo de reabilitação física, especialmente no contexto de pacientes com amputação.

2. Histórico e Infraestrutura

O GIMM iniciou formalmente suas atividades em 2016, a partir de esforços dos seus líderes na criação de uma frente de pesquisa em computação aplicada dentro do curso de Engenharia de Computação na UNIPAMPA. Inicialmente, os primeiros trabalhos foram de conclusão de curso, os quais se tornaram frentes de pesquisa com a aproximação de *stakeholders* qualificados, que viabilizaram parcerias importantes com instituições municipais da cidade de Bagé-RS. Nesse sentido, as parcerias com o Serviço de Reabilitação Física (SRF) e Oficina Ortopédica da cidade de Bagé, são essenciais, visto que disponibilizam uma visão e conhecimento técnico-clínico da área de fisioterapia, além de serem os demandantes das soluções a serem desenvolvidas. Além disso, é possível citar algumas parcerias com empresas do setor privado, as quais participaram com diferentes papéis ao longo do tempo, hora como patrocinadores, hora como solicitantes de demandas técnicas.

Atualmente, o GIMM conta com o espaço no laboratório de fabricação da Engenharia de Computação (FabLabEC) para o desenvolvimento de suas soluções, com infraestrutura composta por estações de trabalho para desenvolvimento, sistemas embarcados, sensores, kits de prototipagem, placas NodeMCU ESP32, Arduino e dispositivos *single boards*, além de uma impressora 3D e CNC *router* para as prototipações das soluções. A estrutura física é fortalecida por uma rede de parcerias, incluindo as unidades de saúde e os serviços de reabilitação previamente mencionados, o que viabiliza a validação dos sistemas desenvolvidos em contextos reais de aplicação. O GIMM possui atualmente na sua equipe quatro docentes das áreas de computação e microeletrônica, e dois colaboradores da área de fisioterapia. No que se refere à participação discente, contabiliza-se a atuação de pelo menos doze estudantes do curso de Engenharia de Computação, sendo quatro vinculados a trabalhos de conclusão de curso, ao menos oito envolvidos em projetos de iniciação científica, além de um aluno de mestrado. A atuação do grupo se baseia em projetos integradores e orientação colaborativa, promovendo a cultura de pesquisa aplicada desde os primeiros semestres da graduação.

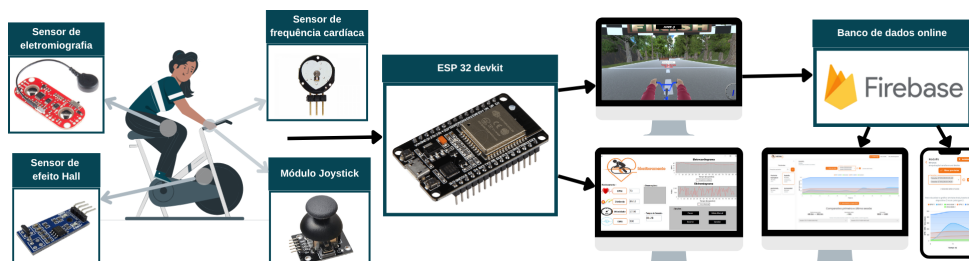
3. Projetos em Destaque

O grupo desenvolve atualmente uma linha de pesquisa centrada em jogos sérios para reabilitação física de pacientes amputados, além de tecnologias assistivas para fisioterapia respiratória. Entre os projetos desenvolvidos destacam-se:

Victus Exergame é um sistema interativo de reabilitação física desenvolvido a partir de uma bicicleta ergométrica equipada com sensores integrados, incluindo monitoramento de frequência cardíaca, sensores de efeito Hall para detecção de velocidade e rotação, além de módulos de medição de força muscular. Este conjunto transforma sessões de fisioterapia em experiências lúdicas e motivadoras, utilizando jogos sérios que incentivam o engajamento ativo do paciente durante os exercícios.

A ferramenta coleta dados em tempo real para análise do desempenho do paciente, permitindo ao fisioterapeuta o acompanhamento do progresso de forma individualizada. Sua interface visual é baseada em um WebApp responsivo, facilitando o uso em diferentes dispositivos, garantindo acessibilidade e mobilidade no ambiente clínico ou domiciliar. O Victus Exergame também possibilita o armazenamento e a exportação de relatórios de sessões, contribuindo para um monitoramento longitudinal e para a avaliação da eficácia das intervenções. A Figura 1(a) apresenta a arquitetura da solução proposta, assim como a Figura 1(b) apresenta o ambiente de jogo desenvolvido. O jogo desenvolvido na *game engine* Unity utiliza os dados dos sensores como controles, tornando as sessões mais interativas. Assim, o jogo não apenas serve como uma ferramenta de entretenimento, mas também como um meio de motivar o paciente a seguir com o tratamento fisioterapêutico.

O projeto teve reconhecimento em diferentes eventos acadêmicos e científicos, com apresentações e publicações em [Arrieira et al. 2018] e [Melo et al. 2023], além de ter recebido menção honrosa em 2023 na trilha de saúde do SBGAMES. Posteriormente, foi convidado a estender uma versão para publicação em periódico especializado [Luz Melo et al. 2025], consolidando-se como uma solução promissora no uso de exergames para reabilitação de pacientes amputados e com mobilidade reduzida. A Figura 1(c) apresenta os experimentos iniciais da solução no ambiente do SRF.



(a) Arquitetura Victus Exergame



(b) Tela Principal Victus Exergame



(c) Experimentos

Figura 1. Victus Exergames

Physio Games é um sistema de jogo digital interativo com sensores de movimento, desenvolvido para auxiliar pacientes amputados de membros inferiores ou superiores na manutenção da regularidade e engajamento em exercícios motores durante sessões de fisioterapia. A versão inicial do sistema foi projetada utilizando um microcontrolador com módulo Bluetooth para recepção de dados e um *smartphone* como *joystick*, responsável pela captura dos movimentos dos pacientes durante os jogos. Como aplicação prática, foi desenvolvido um jogo de tênis de mesa em Unity, visando promover a motivação e o envolvimento ativo dos usuários no processo de reabilitação, com resultados apresentados em [Pinheiro et al. 2021], trabalho que recebeu convite para publicação estendida em periódico especializado [Pinheiro et al. 2022].

Após avaliações preliminares, identificaram-se pontos de melhoria relacionados ao desempenho e ao potencial de escalabilidade do sistema, resultando em uma nova versão do Physio Games. Essa versão implementou um nó sensor baseado em NodeMCU ESP32, acoplado a sensores inerciais (giroscópio/acelerômetro), aumentando a precisão na captura dos dados de movimento e reduzindo o tempo de latência na comunicação. Além disso, foram incorporados indicadores de desempenho quantitativos, permitindo melhor mensuração do engajamento dos pacientes durante as sessões e possibilitando a inferência do estado de *flow*, contribuindo para a redução da subjetividade nas avaliações fisioterapêuticas. A Figura 2(a) apresenta a arquitetura da solução proposta, assim como a Figuras 2(c) e 2(d) apresentam o ambiente de jogo desenvolvido.

O sistema foi expandido para integrar uma base de dados e um WebApp responsivo, facilitando o acompanhamento longitudinal do progresso dos pacientes pelos profissionais de saúde e possibilitando o uso remoto ou em ambiente clínico. Visando flexibilidade e sustentabilidade, a *engine* de desenvolvimento foi migrada para a Godot, de código aberto, e novos mecanismos de jogos foram implementados, buscando otimizar a jogabilidade e fomentar o estado de *flow* dos usuários durante as sessões. A Figura 2(b) ilustra os experimentos de validação com os *stakeholders* do projeto.

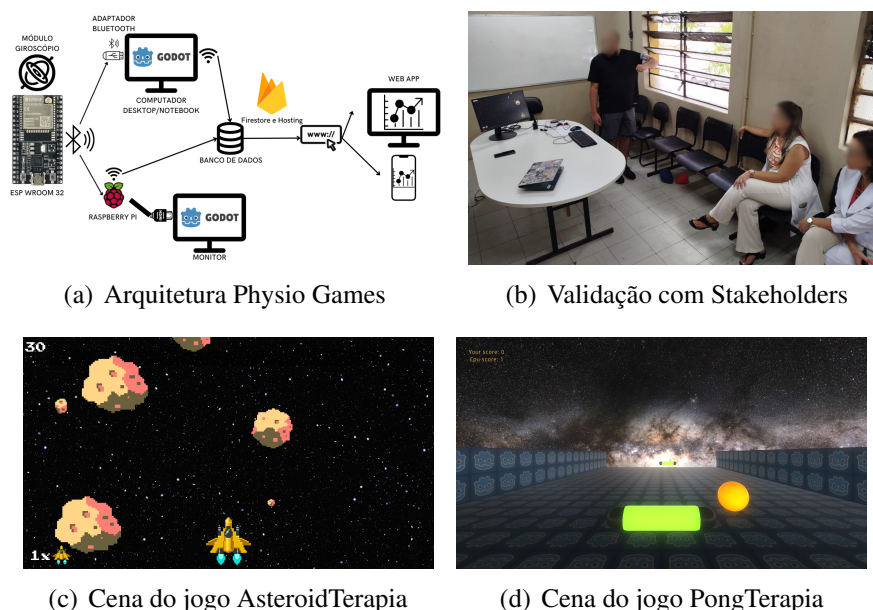


Figura 2. Physio Games

Os avanços e resultados dessa segunda fase do projeto foram publicados em [Mendes et al. 2023], com suas melhorias e validações subsequentes apresentadas em [Moreira et al. 2025b], consolidando o Physio Games como uma ferramenta promissora no apoio ao processo de reabilitação de pacientes amputados por meio de jogos sérios utilizando elementos sensores.

Espiro Game é uma solução computacional baseada em jogos sérios para estimular e auxiliar pacientes que necessitam de sessões de fisioterapia respiratória. Foi proposto um jogo sério que associado a um conjunto de nós sensores poderão interagir com o ambiente do jogo. O jogo está sendo desenvolvido em Godot Engine para executar em dispositivos com baixa performance ou *single boards* como a Raspberry Pi. O trabalho propõe a criação de um ambiente gamificado para treinamento pulmonar, onde será possível estimular e evoluir a capacidade pulmonar do paciente, especialmente no contexto de fisioterapia respiratória infantil. Além disso, durante o uso do software (jogo) nas sessões de fisioterapia, será possível obter gráficos e indicadores relevantes, como a força do músculo do diafragma e a capacidade pulmonar do paciente. Como resultados, espera-se obter um sistema de treinamento, auxílio e acompanhamento de pacientes em fisioterapia respiratória, onde seja capaz de produzir informações estatísticas sobre a evolução do paciente, tornando o processo de avaliação menos subjetivo.



(a) Espiro Game Tela Principal (b) Espiro Game Jogo do Balão (c) Jogo da Zarabatana

Figura 3. Espiro Game

Além das soluções que exploram gamificação e jogos sérios, o grupo também desenvolveu nos últimos anos soluções tecnológicas para a área de saúde, dentre as quais merecem destaque: **FootInspect** para sensoramento de pressão plantar [Moreira et al. 2025a], **Fisiolung** um sistema para reabilitação física respiratória [Leon et al. 2022b] [Leon et al. 2023a][Leon et al. 2023b] e um protótipo para ausculta pulmonar denominado **Auscultensor** [Leon et al. 2022a] Atualmente, nenhum dos projetos aqui descritos possui recursos ou incentivo das agências de fomento. Além disso, todos os protótipos desenvolvidos se encontram entre os níveis 4 ou 5 na escala de maturidade tecnológica TRL (do inglês, *Technology Readiness Level*).

4. Perspectivas e Desafios

O grupo GIMM vislumbra a consolidação de suas soluções como ferramentas validadas em contextos clínicos, por meio de cooperações com serviços públicos de saúde, de fato, é um grupo jovem que iniciou efetivamente suas atividades na área de Jogos e Entretenimento Digital há poucos anos. Os principais desafios envolvem a ampliação da base de usuários para validações em larga escala, melhorias na usabilidade dos sistemas, integração com plataformas de telessaúde e aplicação de técnicas de inteligência artificial embarcada. A meta é transformar os protótipos em produtos reprodutíveis e escaláveis, com base nos *feedbacks* clínicos e nas diretrizes de *design* centrado no usuário.

Referências

- Arrieira, M. S. R., Correa, D., Vieira, M., Baranano, R., Domingues Júnior, J. S., e Amaral, E. M. H. (2018). Desenvolvimento de uma solução computacional aplicada no acompanhamento do processo de reabilitação física em pacientes amputados de membros inferiores. In *Anais do Computer on the Beach 2018*, Florianópolis - SC. Computer on the Beach.
- Leon, G., Júnior, J. D., e Érico Amaral (2022a). Auscalsensor: Uma exploração no espaço de projeto para ausculta pulmonar automática na fisioterapia respiratória. In *Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 72–83, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Leon, G. O. d. M., Amaral, M. H. d., e Domingues Júnior, J. S. (2023a). Sistema para auxílio na aplicação e análise da ausculta pulmonar. *Journal of Health Informatics*, 15(Especial).
- Leon, G. O. d. M., Domingues, W. S., Amaral, M. H. d., e Júnior, J. S. D. (2023b). Fisiolung: A system for training and monitoring of respiratory physiotherapy sessions. *Journal on Interactive Systems*, 14(1):244–256.
- Leon, G. O. M., Amaral, E. M. H., e Domingues Júnior, J. S. (2022b). Sistema para auxílio na aplicação e análise da ausculta pulmonar. In *Anais do XIX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS)*, Campinas - SP. XIX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS2022).
- Luz Melo, R., Moreira, V. d. S., Amaral, M. H. d., e Domingues Júnior, J. S. (2025). Victus exergame: An approach to rehabilitation of amputees based in serious game. *Journal on Interactive Systems*, 16(1):137–147.
- Melo, R., Mendes, D., Érico Marcelo Amaral, e Júnior, J. D. (2023). Gamificação na reabilitação física de amputados: Uma abordagem baseada em jogo sério. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1292–1302, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Mendes, D., Melo, R., Érico Amaral, e Júnior, J. D. (2023). Proposta de um ambiente integrado para reabilitação física de amputados utilizando jogos sérios. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1281–1291, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Moreira, V., Maccalli, L., Amaral, E., e Júnior, J. D. (2025a). Proposta de um sistema para análise da pressão plantar utilizando palmilhas sensíveis a pressão. In *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 1044–1049, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Moreira, V., Maccalli, L., Mendes, D., Amaral, E., e Júnior, J. D. (2025b). Physio games - um ambiente de jogos sérios para reabilitação física de amputados. In *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 807–818, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Pinheiro, A. N. L., Vieira, M. B., Amaral, E. M. H., e Domingues Júnior, J. S. (2021). Tennisgame physio: Proposta de solução no apoio de sessões de fisioterapia para amputados. In *Anais do XX Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*, Gramado - RS. XX SBGames.

- Pinheiro, A. N. L., Vieira, M. B., Amaral, M. H. d., e Domingues Júnior, J. S. (2022). Tennisgame physio: A tool for amputees physiotherapy based on gamification. *Journal on Interactive Systems*, 13(1):301–312.
- Rodrigo Pereira dos Santos, M. d. S. H. (2023). Grand research challenges in games and entertainment computing in brazil - grandgamesbr 2020–2030. Springer Cham.