

PULSAR: Jogo Sério Gamificado com Integração IoT

para Reabilitação Cardiovascular

PULSAR: A Gamified Serious Game with IoT Integration

for Cardiovascular Rehabilitation

Autores: [Kauan Sarzi, Guilherme Shinohara, Ricardo Kawamuro]

Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie – Faculdade de Computação e Informática

E-mails: {Kauan, Guilherme, Ricardo}@mackenzie.br

Abstract

Cardiovascular rehabilitation relies on structured aerobic exercise, yet adherence is often low due to monotony and lack of feedback. Pulsar is a serious game developed with libGDX, conceptually integrated with IoT sensors on an ergometric bike. Real pedal strokes control an endless runner, where cadence determines speed, challenge, and progression. Pulsar aims to increase motivation, support intensity self-regulation, and provide clinically relevant metrics for healthcare professionals.

Keywords: serious games, cardiac rehabilitation, gamification, ergometric cycling.

Resumo

A reabilitação cardiovascular depende de exercícios aeróbicos estruturados, mas a adesão costuma ser baixa devido à monotonia e à falta de feedback. O Pulsar é um jogo sério desenvolvido em libGDX, com integração conceitual a sensores IoT em bicicleta ergométrica. As pedaladas controlam um *endless runner*, no qual a cadência define velocidade, desafio e progressão. O objetivo é aumentar o engajamento, apoiar a autorregulação da intensidade e fornecer métricas relevantes a profissionais de saúde.

Palavras-chave: jogos sérios, reabilitação cardiovascular, gamificação, bicicleta ergométrica.

1. Introdução

Doenças cardiovasculares são a principal causa de morte no mundo. Programas de reabilitação baseados em bicicleta ergométrica reduzem morbimortalidade, mas enfrentam baixa adesão devido a sessões monótonas, dificuldade de manter intensidade adequada e escassez de feedback imediato.

Jogos sérios têm sido utilizados para tornar exercícios repetitivos mais motivadores, aumentando engajamento e percepção de progresso. O Pulsar segue essa abordagem,

transformando pedaladas reais em elementos de jogo como velocidade, metas, perseguição e feedback contínuo.

2. Problema e Contexto

A bicicleta ergométrica é segura e amplamente usada em reabilitação, mas pacientes com frequência:

- pedalam abaixo da intensidade recomendada;
- não percebem melhora ao longo das sessões;
- perdem motivação por falta de estímulos visuais e auditivos.

Isso compromete resultados terapêuticos e continuidade do programa. A proposta do Pulsar é fornecer uma experiência guiada, lúdica e progressiva, atuando sobre esses fatores.

3. Justificativa

O Pulsar aplica conceitos de gamificação para apoiar o esforço aeróbico:

- **Autorregulação da intensidade:** a cadência controla a velocidade do personagem; baixar o ritmo faz o inimigo se aproximar.
- **Feedback imediato:** HUD com cadência atual, cadência mínima e distância.
- **Metas claras:** cada fase possui distância e cadência mínima específicas.
- **Senso de progresso:** níveis, conquistas e tela final com métricas reforçam evolução.

Esses elementos são reconhecidos na literatura como facilitadores de adesão em exercícios terapêuticos.

4. Descrição do Jogo

4.1 Gameplay

O Pulsar é um *endless runner* onde o jogador avança por cenários 2D. Pedaladas reais (simuladas via teclado) controlam velocidade. O inimigo funciona como indicador de risco: aproxima-se quando a cadência cai, encerrando o nível se alcançar o jogador.



4.2 Níveis

O jogo possui três fases com progressão de carga:

Nível Distância Cadência mínima Ambiente

1	50 m	2,0 ped/s	Dia
2	100 m	3,5 ped/s	Entardecer
3	150 m	5,0 ped/s	Noite

4.3 HUD

O HUD apresenta apenas dados necessários à sessão:

- cadência atual;
- cadência mínima;
- distância percorrida e barra de progresso;
- alerta de baixa intensidade.

4.4 Tela de Resultados

Ao final da fase, são exibidos:

- pedaladas totais;
- cadência média e máxima;
- tempo de sessão;
- nível alcançado;
- nota e classificação.

Esses indicadores auxiliam fisioterapeutas na análise de desempenho.



4.5 Integração IoT

Embora o protótipo atual utilize entrada via teclado, a arquitetura prevê leitura de sensores IoT de cadência, mantendo a lógica de jogo e apenas substituindo a fonte de dados.

5. Relação com a Reabilitação Cardiovascular

O design do Pulsar segue princípios clínicos básicos:

- **Progressão gradual:** níveis mais longos e com maior cadência mínima.
- **Estímulo ao esforço contínuo:** a mecânica de perseguição reduz pausas prolongadas.
- **Feedback corretivo:** indicações visuais ajudam o paciente a ajustar intensidade.
- **Segurança:** o jogo evita picos de esforço abruptos, pois a cadência é autorregulada.

Com isso, o Pulsar pode funcionar como ferramenta complementar em sessões supervisionadas.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

O Pulsar demonstra que jogos sérios podem aumentar engajamento e oferecer suporte ao controle de intensidade durante a reabilitação cardiovascular. Como continuidade, planeja-se:

- integrar sensores reais para leitura da cadência;
- adaptar metas automaticamente ao perfil do paciente;
- testar o jogo com fisioterapeutas e pacientes;
- criar painel web para acompanhamento clínico.

O protótipo atual já comprova a viabilidade da abordagem gamificada como reforço motivacional em treinos aeróbicos.

Referências

(versão reduzida, adequada ao limite de páginas)

- Balady, G. J. et al. (2007). *Circulation*, 115, 2675–2682.
- Mader, S.; Natkin, S.; Levieux, G. (2012). *IJCSS*, 11(1), 1–13.
- Reis, M. S. et al. (2018). *IEEE TNSRE*, 26(5), 1019–1030.
- Ryan, R. M.; Deci, E. L. (2000). *American Psychologist*, 55, 68–78.
- WHO (2021). Cardiovascular Diseases Fact Sheet.