

## Jogo com Cicloergômetro para a Reabilitação de Pacientes

Douglas Battisti, Sérgio T Carvalho  
*Instituto de Informática (INF)*  
*Universidade Federal de Goiás (UFG)*  
*Goiás, Brasil*

*Email: dougbattisti.5@gmail.com, sergio@inf.ufg.br*

Larissa Battisti  
*Fisioterapeuta Especialista em Terapia Intensiva*  
*Hospital Estadual Alberto Rassi (HGG)*  
*Goiás, Brasil*

*Email: lari.battisti@gmail.com*

**Resumo**—O processo de reabilitação do paciente pós-Cirurgia de Revascularização do Miocárdio (pós-CRM) é primordial para a recuperação do paciente. Protocolos que utilizam o cicloergômetro são comuns nesse processo de reabilitação. O cicloergômetro é um aparelho utilizado para realizar exercícios por meio de pedaladas executadas pelo paciente. Este trabalho tem como objetivo propor um jogo para auxiliar fisioterapeutas no processo de reabilitação pós-CRM. A proposta também inclui a integração do cicloergômetro, sensores fisiológicos e o jogo.

**Keywords**-Sensores de Saúde, Exergaming, Cicloergômetro

### I. INTRODUÇÃO

Devido aos avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas, houve um expressivo aumento na expectativa de vida das pessoas, e, conseqüentemente, do número de pessoas dependentes de serviços prestados pela área da saúde. Em se tratando especialmente de idosos, esse problema é acompanhado do aumento da prevalência de doenças crônicas, tais como a doença arterial coronariana, a hipertensão, a diabetes e a obesidade [1]. A insuficiência cardíaca crônica é uma das doenças que lideram o número de internações hospitalares [2]. Em alguns casos a Cirurgia de Revascularização do Miocárdio (CRM), também conhecida como ponte de safena, é indispensável [3].

Após a realização da CRM inicia-se a fase de reabilitação do indivíduo, imprescindível para prevenir agravos causados pela imobilidade [3]. Nessa fase, fisioterapeutas aplicam protocolos que estimulam o funcionamento do coração, utilizando em vários casos o cicloergômetro [4]. O cicloergômetro é um aparelho que permite rotações cíclicas podendo ser utilizado para realizar exercícios ativos e/ou resistidos por meio de pedaladas executadas pelo paciente. Esse equipamento apresenta vantagens como, ser portátil, facilitar o monitoramento de dados fisiológicos e permitir ao paciente que permaneça sentado durante o exercício, prevenindo quedas [5].

O protocolo aplicado pelo fisioterapeuta normalmente estipula que os exercícios tenham 20 minutos de duração e que o paciente mantenha um ritmo constante de pedaladas [4]. O exercício deve ser interrompido caso os dados fisiológicos monitorados ultrapassem um limite determinado. Os dados

fisiológicos normalmente monitorados são aqueles relacionados com o sistema cardiorrespiratório, como, frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica, e saturação de oxigênio.

Em decorrência do exercício físico e do momento pós-operatório, alguns pacientes podem ficar aborrecidos e desmotivados acarretando a diminuição da eficiência do tratamento. Nesse caso, a imersão do paciente em um jogo pode melhorar a adesão do paciente ao tratamento.

Este artigo tem como objetivo propor um jogo que auxilie o profissional de fisioterapia no processo de reabilitação do paciente pós-CRM. Para isso, o jogo é conectado ao cicloergômetro e aos sensores fisiológicos que monitoram o paciente, trazendo uma experiência personalizada.

Além dessa seção introdutória, este artigo contém outras 3 seções: a Seção II apresenta o projeto do jogo; a Seção III apresenta o protótipo em desenvolvimento; e a Seção IV traz conclusões e trabalhos futuros.

### II. METODOLOGIA

O jogo foi projetado a partir da análise do processo de reabilitação com cicloergômetro do paciente pós-CRM, de uma forma que seja possível submeter o paciente a uma sessão de reabilitação mais prazerosa.

Nesse sentido, os 20 minutos de exercício contínuo sobre o cicloergômetro, que podem aborrecer o paciente recém-operado, são realizados por meio do jogo cuja pretensão é a de tornar esse exercício menos cansativo mantendo o paciente concentrado na interação com o jogo. O estilo adotado é do tipo *runner*, onde o personagem “corre” continuamente através do jogo com o objetivo de alcançar a maior pontuação possível.

No jogo proposto, o paciente é pontuado a partir do seu ritmo de pedaladas. A HUD (Heads-Up Display ou, em português, Monitor de Alertas) apresenta um velocímetro que mede a velocidade das pedaladas e duas barras delimitando uma área central de pontuação. Assim, o jogador deve manter um certo ritmo constante de pedaladas dentro dessa área para pontuar. Diferentemente de outros jogos desse estilo, o jogador não pode parar, pois o exercício não pode ser interrompido, a não ser que os dados fisiológicos ultrapassem o limite preestabelecido.

Para que o jogo identifique se o paciente deve interromper o exercício imediatamente ou continuar, os dados fisiológicos devem ser enviados constantemente para o jogo. Com os dados sendo recebidos, o jogo verifica se o valor ultrapassou ou não um limite preestabelecido. Esse limite é configurado antecipadamente, assim como a velocidade mínima e máxima das pedaladas. A configuração é realizada no próprio jogo pelo fisioterapeuta. Essa capacidade torna a proposta adaptável a diferentes pacientes. Pacientes mais idosos, por exemplo, podem não conseguir manter um mesmo ritmo se comparado a pacientes mais jovens.

### III. PROTÓTIPO

Considerando essa proposta de jogo, foi construído um protótipo na Unreal Engine 4. A Figura 1 exemplifica o funcionamento do jogo. O personagem “corre” de acordo com as pedaladas do paciente. Para ganhar pontos o paciente deve manter a velocidade (barra de progresso em verde) entre os dois traços vermelhos.



Figura 1. Captura de tela do jogo em desenvolvimento.

O cicloergômetro foi adaptado conforme apresentado na Figura 2. O display original foi removido, mantendo-se o *Reed Switch*, que funciona como um interruptor magnético. Esse interruptor possui duas lâminas de liga ferromagnética, sendo uma fixa e outra móvel. Quando o interruptor sofre uma magnetização, as duas lâminas se encontram e a corrente elétrica flui pelo circuito. Portanto, quando o ímã acoplado no eixo central do pedal passa pelo interruptor, um sinal é enviado ao Arduino, que calcula a velocidade e incrementa o número de voltas. Um sensor de batimentos cardíacos também foi conectado ao Arduino, ele reporta periodicamente os batimentos cardíacos do paciente em batimentos por minuto (BPM). Todos os dados são enviados ao computador via conexão Bluetooth.

### IV. CONCLUSÃO E TRABALHOS E FUTUROS

O projeto está em desenvolvimento e tem como objetivo auxiliar os profissionais de fisioterapia na reabilitação de pacientes pós-CRM. Nesse sentido, os dados fisiológicos do paciente e o cicloergômetro são integrados em um jogo. O protótipo desenvolvido foi testado usando um sensor de



Figura 2. Adaptação feita no cicloergômetro. (1) Reed Switch, (2) Módulo Bluetooth, (3) Arduino e (4) Sensor de Batimentos Cardíacos.

batimentos cardíacos. A continuidade do projeto envolve o aprimoramento do jogo e testes com pacientes, além do desenvolvimento de um Middleware para conectar sensores fisiológicos a jogos [6].

### REFERÊNCIAS

- [1] E. Jaul and J. Barron, “Age-related diseases and clinical and public health implications for the 85 years old and over population,” *Frontiers in Public Health*, vol. 5, dec 2017.
- [2] I. Reynolds, R. L. Page, and R. S. Boxer, “Cardiovascular health and healthy aging,” in *Healthy Aging*. Springer International Publishing, 2019, pp. 31–51.
- [3] D. N. Silva, F. de Paula Cordeiro, L. S. da Cruz Rodrigues, M. F. Lelis, H. de Carvalho Paiva Neto, and P. E. S. Avila, “Physiotherapy of operative of myocardial revascularization post-surgery,” *Journal of Novel Physiotherapies*, vol. 07, no. 03, 2017.
- [4] M. D. Trevisan, D. G. C. Lopes, R. G. B. de Mello, F. E. Macagnan, and A. Kessler, “Alternative physical therapy protocol using a cycle ergometer during hospital rehabilitation of coronary artery bypass grafting: a clinical trial,” *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*, 2015.
- [5] M. E. Kho, R. A. Martin, A. L. Toonstra, J. M. Zanni, E. C. Manthey, A. Nelliot, and D. M. Needham, “Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit,” *Journal of Critical Care*, vol. 30, no. 6, pp. 1419.e1–1419.e5, dec 2015.
- [6] D. Battisti, L. Oliveira, M. A. Vieira, and S. T. Carvalho, “A communication middleware for developing serious games that use personal health devices,” in *SBGames 2019 - Computing Track*, Rio de Janeiro - RJ, oct 2019 in press.