

# Sistema Biomédico com Jogo Sério e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória

Renato Hartmann Grimes<sup>1</sup>, Marcelo da Silva Hounsell<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Joinville, SC – Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Ciência da Computação  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Joinville, SC – Brasil

rengimes@gmail.com, marcelo.hounsell@udesc.br

**Resumo.** *A Organização Mundial da Saúde informa que doenças respiratórias são responsáveis por diversas incapacidades e por uma das causas mais comuns de mortes em todas as regiões do mundo. A Reabilitação Respiratória (RR) é o processo usado para tratar pacientes com doenças respiratórias e exige uma abordagem sistemática, repetitiva e de longo prazo, acarretando na redução da adesão ao tratamento pelos pacientes. Uma possibilidade para elevar o engajamento dos pacientes pode ser o uso de Jogos Sérios (JS), jogos digitais desenvolvidos para um objetivo específico além do entretenimento e com participação de especialistas. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um Sistema Biomédico (SB) para auxiliar a RR por meio de um hardware específico e um JS, com envolvimento e avaliação por profissionais da área de RR. Foram usadas metodologias de design de JS, design participativo e um questionário para avaliar a percepção de utilidade do SB. Desenvolveu-se (i) um processo de design de JS, (ii) um SB com JS chamado I Blue It, (iii) um hardware medidor de fluxo respiratório, apelidado de PITACO, e (iv) uma versão melhorada do Serious Exergame Utility Questionnaire. Concebeu-se um JS que usa cinco medidas do processo respiratório (pico expiratório e inspiratório, duração da expiração e inspiração, e frequência respiratória) com envolvimento de 106 sujeitos em 15 iterações de design onde a última, com um grupo de 32 estudantes de fisioterapia, teve o SB avaliado em 4,1 (numa escala de 1 a 5) quanto ao potencial de utilidade para auxiliar na RR. Ainda como resultado, este trabalho gerou três artigos científicos e dois prêmios, um de inovação pelo dispositivo e outro científico pelo jogo sério. Conclui-se que o sistema biomédico com jogo sério e dispositivo medidor de fluxo respiratório desenvolvido tem bom potencial para auxiliar na reabilitação respiratória.*

## 1. Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a deficiência respiratória é a causa de diversas incapacidades e mortes em todas as regiões no mundo [International Respiratory Societies 2017, p. 9]. A OMS informa que as doenças respiratórias representam 5 das 30 causas mais comuns de morte. Para reduzir ocorrências de doenças respiratórias deve-se aumentar as pesquisas para desenvolver programas, ferramentas e estratégias para melhor prevenir e tratar doenças respiratórias.

A fisioterapia se refere a um conjunto de técnicas e métodos voltados a minimizar incapacidades funcionais físicas [Goldfeld and Polisuk 2000], onde a Reabilitação Respiratória (RR) é um dos processos que interveem nas disfunções respiratórias [Godoy and Knorst 2009, p. 657-658]. Entretanto, este processo tende a ser repetitivo e cansativo [Barros et al. 2012, p. 130], exige uma abordagem sistemática, de longo prazo [Bousquet and Khaltaev 2007, p. 22], acarretando redução da adesão ao tratamento pelos pacientes [Subtil et al. 2011, p. 748].

Uma alternativa para elevar o engajamento dos pacientes na reabilitação pode advir do uso de jogos digitais [Boyle et al. 2011, p. 70-71]. Jogos Sérios (JS) são uma classe de jogos digitais que são desenvolvidos para um propósito específico e com participação de especialistas sobre o tema abordado pelo jogo [Zyda 2005, p. 26]. Um aspecto importante dos JS é o envolvimento dos entendidos na área de domínio (Usuários Finais Especialistas, UFE) devido a que o JS se tornará um instrumento de trabalho para esses profissionais [Rutes et al. 2015]. Para a área da saúde, JS são importantes devido a capacidade de personalizar o jogo em função das condições dos pacientes, engajar ao regime de tratamento e proporcionar desafios progressivos, onde o jogador deve desenvolver as habilidades necessárias para progredir a níveis mais avançados [Watters et al. 2006, p. 2].

Um Sistema Biomédico (SB) pode ser interpretado como a interação entre dispositivos eletrônicos (*hardware*), jogos digitais (*software*), voltados a analisar sistemas biológicos (jogador). Pesquisou-se jogos para RR, SB e temas similares, e concluiu-se que não há uma solução amplamente aceita, tanto quanto um método ou processo de *design* de jogos largamente usado para este tipo de intervenção.

Neste contexto, este projeto desenvolveu uma solução para prover engajamento e ser útil para a área da saúde na forma de um SB com interface de *hardware* específica e o software como JS.

## **2. Metodologia Utilizada**

A metodologia de desenvolvimento utilizada foi dividida conforme segue:

### **2.1. Revisão de Literatura**

Com o intuito de obter um conhecimento mais aprofundado e analisar como estavam sendo desenvolvidos e aplicados os jogos digitais para terapia respiratória, um mapeamento sistemático de literatura foi realizado para obter um panorama sobre o desenvolvimento de jogos digitais para terapia respiratória. Com isso, observou-se que não havia um jogo digital que misturasse as várias manobras respiratórias, dispusesse de um dispositivo de baixo custo e protegido por filtro bacteriológico e que fosse construído por, e personalizável para UFEs.

Diante disso, o *software* jogo visa abordar as necessidades encontradas na revisão de literatura através do incentivo ao exercício respiratório, controlado por um *hardware* especial, medidor de fluxo de ar, um pneumotacógrafo [Fleisch 1925].

As condições para desenvolver o SB vieram de estudos em livros da área, encontros com UFEs de RR, trabalhos relacionados e, levantamento de dispositivos de medidas usados na fisioterapia respiratória. Com a metodologia e o dispositivo definidos, iniciou-se o desenvolvimento do SB.

Para desenvolver o SB, a Equipe Técnica de Desenvolvimento (ETD) aplicou metodologias de *Game Design* específicos para JS e de *Design Participativo* para orientar o desenvolvimento do jogo.

As metodologias aplicadas no projeto foram encontradas na literatura e incluem: (i) a POP [Oliveira et al. 2016], que foi usada para auxiliar a ETD quanto a optar ou não pelo *Design Participativo* envolvendo pneumopatas, desde o início do desenvolvimento do jogo; (ii) a Metodologia Maiêutica [Silva et al. 2007], que orientou as primeiras reuniões com UFEs de reabilitação respiratória; (iii) a PEED [Rutes et al. 2015], que busca envolver UFEs no processo de desenvolvimento do jogo desde a sua concepção até a sua aplicação e; (iv) a MOLDE [Farias et al. 2014], que orientou transformar necessidades dos UFEs de RR em funcionalidades mensuráveis no *level design* do *game* desenvolvido.

## 2.2. Pesquisa Exploratória

Inicialmente respondeu-se as questões das POP e obteve-se a sugestão de não ser necessário o *Design Participativo* com pneumopatas com 83,33% de confiança e 100% de coerência. Em seguida, aplicou-se a metodologia PEED, resultando em 15 reuniões (com envolvimento de 85 UFEs) para discutir os pilares conceituais para o jogo.

Com isto, elaborou-se um *Game Design Document* para guiar o desenvolvimento das condições abordadas, e atender expectativas, dos UFEs. Durante as reuniões, identificaram-se expectativas relacionadas com a evolução da dificuldade do jogo, através da aplicação da metodologia MOLDE, que propiciou assertividade nas definições do *level design* e ofereceu flexibilidade aos UFEs.

Para avaliar o andamento de cada iteração de desenvolvimento, utilizaram-se entrevistas semi-estruturadas e uma versão melhorada do questionário SEU-Q [Schroeder and Hounsell 2015], que mede aspectos como: *motivação* para alcançar o objetivo sério do jogo; *feedback*; *terapêutica*; *aceitação* para uso diário profissional e; *motivação* para usar o SB como ferramenta de trabalho, usando uma escala de 1 a 5.

## 2.3. Pesquisa Experimental

Devido ao método iterativo, a cada novo ciclo de desenvolvimento era gerada uma nova versão do SB para ser avaliada por UFEs e ETDs. Como parte do ciclo, foi utilizado o instrumento SEU-Q<sub>2</sub> para avaliar o estado do jogo em cada iteração, resultando em um conjunto de alterações e melhorias, apontadas pelos envolvidos até que estas diminuíssem drasticamente e se considerou o SB estável.

O SB é uma ferramenta que armazena, além de dados de jogo, dados respiratórios, com um dispositivo barato, fácil de montar e limpar (desmontável, fabricado com polímero de vinila) com funcionalidade de pneumotacógrafo, digital, que se comunica com computador através de microcontrolador, e seguro (acompanhado de filtro bacteriológico descartável) [Santos et al. 2018]. O desenvolvimento do SB "I Blue It" concluiu-se em pouco mais de 1 ano.

## 3. Resultados

### 3.1. Da Revisão de Literatura

Através de buscas em 7 Mecanismos de Busca Acadêmico, 1781 artigos foram estudados e 17 trabalhos selecionados, após filtrados por critérios de seleção. Concluiu-se que

a pouca quantidade de artigos publicados sobre o assunto sugere um tópico de pesquisa recente. Pouco foi informado sobre a participação de entendidos da área da saúde durante o processo de desenvolvimento dos jogos e dispositivos. Quase metade dos jogos encontrados se encaixam como JS, o que mostra o quão importante JS está se tornando para a área de terapia respiratória. Em relação aos protocolos de intervenção, descobriu-se que as especificações são muito abrangentes e variadas. O mesmo comportamento ocorre em relação ao público-alvo, porém pode-se dizer que a maioria é composta por adultos e crianças.

Em geral, os artigos apresentaram intervenções com foco na avaliação da usabilidade, sendo que poucos detalhes sobre o desenvolvimento do produto JS foram encontrados na maioria dos artigos, com pouca ou nenhuma participação de UFEs.

### **3.2. Do *Game Design***

O processo de *design* desenvolvido integrou metodologias para concepção de JS provenientes do ambiente acadêmico, considerando contribuições dos envolvidos em RR no desenvolvimento do projeto. Foi possível realizar a concepção de um JS concordante com as características do ambiente acadêmico e necessidades dos UFEs.

Com o estudo dos trabalhos relacionados, foi possível adaptar as experiências destes projetos em um processo iterativo que abordava outras ferramentas de desenvolvimento de jogos.

Com base na experiência da construção do SB, pôde-se compor um processo de desenvolvimento de JS [Grimes et al. 2018]. O processo conseguiu ter diferencial científico por se orientar nas contribuições científicas dos trabalhos relacionados e, por consequência, apresentou uma inovação tecnológica. Importante ressaltar que o projeto do I Blue It não dispôs de uma equipe de *design* visual, ilustração, nem sonorização. Portanto, o foco inicial deste trabalho foi na concepção dos jogos e dispositivos para atender aos UFEs, traduzidos em mecânicas e dinâmicas para os jogos.

I Blue it é um jogo plataforma que conta a história da viagem do golfinho azul Blue. O nome do jogo faz referência ao ato de soprar (*blow* em inglês) e é um trocadilho com a expressão "*you blew it!*" quando o jogador não respira adequadamente para o jogo. O objetivo é alcançar alvos e desviar de obstáculos para passar de fase, usando a respiração como controle para o personagem "Blue". Alvos estão relacionados com os picos de fluxo respiratório e os obstáculos com a duração da respiração.

### **3.3. Do Sistema Biomédico**

O jogo e dispositivo foram resultados de iterações com fisioterapeutas, médicos pneumologistas, fisioterapeutas respiratórios e engenheiros eletricitistas, que avaliavam constantemente as mecânicas dos jogos como estímulos para manobras respiratórias através do instrumento SEUQ<sub>2</sub>. Assim, os jogos tiveram forte influência da prática terapêutica o que sugere, também, que terá grande utilidade e efetividade como instrumento de trabalho.

A ETD contribuiu mais no aspecto estético e técnico e, os UFEs contribuíram nos aspectos de reabilitação, segurança, prevenção de contaminação, dados e conteúdo específico da área. Ambos concordaram que o jogo tem potencial de utilidade. O jogo foi desenvolvido e disponibilizado de forma gratuita para *download*, sem cadastro e sem

propaganda, através do site [<https://udescmove2learn.wordpress.com/2018/04/26/i-blue-it/>].

O PITACO foi projetado para ser o controle do jogo. É capaz de capturar 5 medidas do processo respiratório (pico expiratório e inspiratório, duração expiratória e inspiratória, e frequência respiratória).

#### 4. Contribuições

Como resultado da aplicação do processo de design, concebeu-se um SB coerente com as expectativas dos UFEs e que teve seu potencial de utilidade avaliado positivamente ( $n = 4,1$ , numa escala de 1 a 5). Com base nos resultados do SEU-Q<sub>2</sub>, entende-se que o jogo tem utilidade para os UFEs, promove treinamento muscular respiratório e o teste piloto com pacientes indica que o SB está pronto para uso. Todas as condições obrigatórias foram consideradas e as restrições, atendidas.

Assim, como resultado deste trabalho teve-se:

1. Revisão de literatura através de um mapeamento sistemático sobre jogos digitais para terapia respiratória;
2. Criação e detalhamento de Processo de *Design* de JS;
3. Artigo científico [Grimes et al. 2018] sobre o processo de design de Sistema Biomédico para reabilitação respiratória;
4. Desenvolvimento de um Sistema Biomédico com *software*-jogo, I Blue It;
5. Artigo científico [Santos et al. 2018] sobre o Jogo Sério *I Blue It* para reabilitação respiratória;
6. Construção de bioinstrumentação de baixo-custo e medidora de fluxo de ar, PITACO;
7. Criação e divulgação de manual de montagem do PITACO;
8. Criação da versão melhorada do instrumento de avaliação de utilidade de JS, SEU-Q<sub>2</sub>;
9. Prêmio de 3º lugar no Encontro Dazideia Joinville pela proposta do PITACO e;
10. Prêmio de 2º lugar na categoria Pôsteres Temáticos no XIX Simpósio Internacional de Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisioterapia em Terapia Intensiva.

Com isso, considera-se a solução proposta em forma de SB, uma ferramenta útil para auxiliar Reabilitação Respiratória, de acordo com expectativas de profissionais da área, que promove treinamento muscular respiratório, e que inclui um dispositivo de baixo custo para capturar sinais do processo respiratório.

#### Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), à Fundação Instituto Tecnológico de Joinville (FITEJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro parcial a este projeto.

#### Referências

Barros, S., Passos, N., and Nunes, M. A. S. N. (2012). Estudo inicial sobre Acidente Vascular Cerebral e Serious Games para aplicação no projeto AVC do núcleo de tecnologia assistiva da UFS. *Revista GEINTEC*, 3:129–143.

- Bousquet, J. and Khaltaev, N. (2007). *Vigilância global, prevenção e controlo das doenças respiratórias crônicas: uma abordagem integradora*. Organização Mundial da Saúde.
- Boyle, E., Connolly, T., and Hailey, T. (2011). The role of psychology in understanding the impact of computer games. *Entertainment Computing*, 2(2):69–74.
- Farias, E. H., de Oliveira, H. C., Hounsell, M. d. S., and Rossito, G. M. (2014). MOLDE - A Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level DEsign. *XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 29–38.
- Fleisch, A. (1925). Der pneumotachograph; ein apparat zur geschwindigkeitsregistrierung der atemluft. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 209(1):713–722.
- Godoy, I. d. and Knorst, M. M. (2009). Reabilitação do pneumopata crônico. *Pneumologia: No consultório*, pages 657–674.
- Goldfeld, S. and Polisuk, J. (2000). *Pequeno Dicionário de Termos Médicos*. Atheneu.
- Grimes, R. H., Santos, A. M. d., and Hounsell, M. d. S. (2018). O Processo de Design de um Sistema Biomédico com Jogo Sério e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória. *XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1–10.
- International Respiratory Societies, F. o. (2017). *The Global Impact of Respiratory Disease*. Sheffield, 2 edition.
- Oliveira, H. C., Hounsell, M. d. S., and Gasparini, I. (2016). POP: An Instrument to Decide on the Adoption of Participatory Design. *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 141–152.
- Rutes, W. D. F., Oliveira, H. C., and Hounsell, M. d. S. (2015). PEED: Uma Metodologia para Promoção do Envolvimento de Especialistas de Domínio em Projetos Acadêmicos de Jogos Sérios. *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 447–454.
- Santos, A. M. d., Grimes, R. H., Hounsell, M. d. S., Noveletto, F., Soares, A. V., and da Silva, H. E. (2018). I Blue It: Um Jogo Sério para auxiliar na Reabilitação Respiratória. *XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1–10.
- Schroeder, R. B. and Hounsell, M. d. S. (2015). SEU-Q - Um Instrumento de Avaliação de Utilidade de Jogos Sérios Ativos. *I Simpósio Latino-Americano de Jogos*, pages 136–145.
- Silva, E. L., Hounsell, M. d. S., and Kemczinski, A. (2007). Metodologia Maiêutica: Uma proposta metodológica para desenvolvimento de Ambientes Virtuais 3D. *IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*, pages 1–4.
- Subtil, M. M. L., Goes, D. C., Gomes, T. C., and Souza, M. L. d. (2011). O relacionamento interpessoal e a adesão na fisioterapia. *Fisioterapia em Movimento*, 24(4):745–53.
- Watters, C., Oore, S., Shepherd, M., Abouzied, A., Cox, A., Kellar, M., Kharrazi, H., Liu, F., and Otley, A. (2006). Extending the use of games in health care. In *System Sciences*, volume 5, pages 1–8.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9):25–32.