

## **OXÍMETRO DE LÓBULO DE TRÊS FEIXES SEM FIO: INTERFACE BIOMÉDICA PARA JOGOS SÉRIOS<sup>1</sup>**

Matheus Zap Souza<sup>2</sup>, Marcelo da Silva Hounsell<sup>3</sup>, William Alberto Cruz Castañeda<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Auxílio à Reabilitação Respiratória com Ludicidade e Inovação”

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – CCT – Bolsista PIBITI-CNPq

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Ciência da Computação – CCT – marcelo.hounsell@udesc.br

<sup>4</sup> Colaborador, Departamento de Ciência da Computação - CCT - william.castaneda@udesc.br

De acordo com o *Forum of International Respiratory Societies* (FIRS) de 2017 da Organização Mundial da Saúde (OMS), 65 milhões de pessoas no mundo sofrem de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC). A DPOC ocupa o terceiro lugar entre as principais causas de morte. Uma das opções de tratamento da DPOC em pacientes com baixos níveis de oxigênio no sangue é a manutenção da atividade física, já que a dificuldade em respirar leva a uma diminuição e subsequente descondicionamento físico. Portanto, a Reabilitação Respiratória baseada em Exercícios (RRbE) permite prolongar a vida do paciente com DPOC [1, 2]. Com o objetivo de monitorar a quantidade de oxigênio no sangue durante a RRbE é utilizado o procedimento da oximetria, o qual baseia-se no princípio da espectrofotometria sanguínea, ou seja, a absorção de luz vermelha e infravermelha na hemoglobina. Portanto, permite medir continuamente e de forma não invasiva a saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ ) no sangue [3].

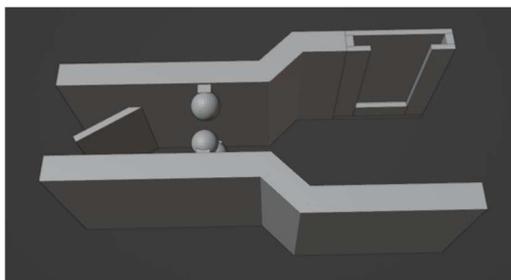
Néry [4] apresentou a criação e aplicação de uma arquitetura multimodal em um Jogo Sérioso (JS) para apoio à RRbE chamado “I Blue It”, onde um dos dispositivos utilizados para o monitoramento de informações do jogador foi um oxímetro de pulso. Alguns dos problemas encontrados com o uso do oxímetro com JS incluem a falta de praticidade e a dificuldade de utilização do equipamento. Esses ocorrem em razão do local de medição utilizado pelo oxímetro e da falta de mobilidade do usuário enquanto joga. Isto exige que o jogador fique parado para que não ocorra perda de sinal com o dispositivo.

Dentro das sugestões elencadas, está (a) a utilização de uma conexão sem fio entre o dispositivo e o JS. Isto impacta na mobilidade do jogador e proporcionaria liberdade para movimentação da mão. Outro ponto de melhoria é o (b) tipo de sensor utilizado (MAX30102), pois a  $SpO_2$  é calculada através de no mínimo dois comprimentos de onda. Porém, existem sensores que emitem um terceiro feixe (verde), o qual auxilia quando há movimentação do dispositivo, pois é menos influenciado pelos movimentos profundos do tecido [5]. Deste modo, a utilização de um sensor de oximetria de três feixes (MAX30105) melhoraria a capacidade de detecção do dispositivo.

O procedimento da oximetria pode ser realizado utilizando as regiões periféricas do corpo, como [3]: o dedo, o pé (para neonatais) e o lóbulo da orelha. Optou-se pela (c) utilização do lóbulo da orelha como local de medição, pois além do usuário não ter a movimentação de sua mão limitada enquanto joga o jogo, também apresenta maior estabilidade, já que a (b) capacidade de detecção do dispositivo não é mais influenciada pela posição correta da mão do jogador em cima do sensor, como era no antigo local de medição. Em relação ao método de comunicação do dispositivo com o JS, foi escolhida a tecnologia Bluetooth, pois além de ser um protocolo de comunicação sem fio,

possui um baixo consumo de energia e uma taxa de transferência satisfatória. Assim, o Módulo Bluetooth HC-05 para a plataforma Arduino Nano foi a escolha.

A parte relacionada ao *design* do dispositivo divide-se em: um *clip* de orelha (Figura 1), no qual está inserido o sensor de oximetria de três feixes, e a caixa, a qual contém o circuito elétrico utilizado. O *clip* foi projetado para ser posicionado no lóbulo da orelha do usuário, já a caixa, no braço, sendo ambos criados com o objetivo de serem produzidos em impressora 3D.



**Figura 1.** Visão tridimensional do clip de orelha

Foram realizados testes comparativos com o objetivo de avaliar a precisão dos resultados obtidos pelo dispositivo construído. Para isso, foi utilizado um oxímetro comercial certificado pelo INMETRO da marca Bioland. O dispositivo construído utiliza o lóbulo da orelha como local de medição, já o oxímetro comercial, o dedo indicador. Os testes realizados (Tabela 1) apresentaram diferenças menores que 2.1 pontos (escala de 0-100), de modo que, se equiparam aos valores obtidos por um oxímetro comercial certificado pelo INMETRO. Desta forma, é possível concluir que o projeto se mostra eficiente no que diz respeito ao seu objetivo, apresentando um oxímetro (a) portátil sem fio (b) para lóbulo de orelha, (c) com sensor mais robusto.

**Tabela 1.** Comparação da  $SpO_2$  entre (a) oxímetro comercial e (b) dispositivo construído.

Período	Comercial		Clip		Dif.
	(a)Média	(a)Desvio	(b)Média	(b)Desvio	
Manhã	95.85	1.67	93.71	4.95	2.1
Tarde	95.28	1.70	94.42	3.20	0.7
Noite	93.85	1.21	91.28	2.42	1.5

**Palavras-chave:** Oximetria. Jogos Sérios. Interface Biomédica.

### Referências

1. FIRS: Forum of International Respiratory Societies. **The Global Impact of Respiratory Disease** – Second Edition. Sheffield, European Respiratory Society, 2017.
2. GUYTON, A.C. e HALL J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª ed. Editora Elsevier: *[S.I.]*, p. 498-540, 2011.
3. COREN - Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo. **Oximetria de pulso arterial**. São Paulo, 2009.
4. NÉRY, J. T. C. **Arquitetura de Software Interativo Multimodal Dirigida a Jogos Sérios para Reabilitação**. Dissertação, Mestrado em Computação Aplicada, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2021.
5. VIZBARA, V., SOLOSENKO, A., STANKEVICIUS, D. e MAROZAS V. Comparison of green, blue and infrared light in wrist and forehead photoplethysmography. **Biomedical Engineering**, p. 1-4, 2013.