

OXÍMETRO DE LÓBULO DE TRÊS FEIXES SEM FIO: INTERFACE BIOMÉDICA PARA JOGOS SÉRIOS¹

Matheus Zap Souza², Marcelo da Silva Hounsell³, William Alberto Cruz Castañeda⁴

¹ Vinculado ao projeto “Auxílio à Reabilitação Respiratória com Ludicidade e Inovação”

² Acadêmico do Curso de Ciência da Computação – CCT – Bolsista PIBITI-CNPq

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

⁴ 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.

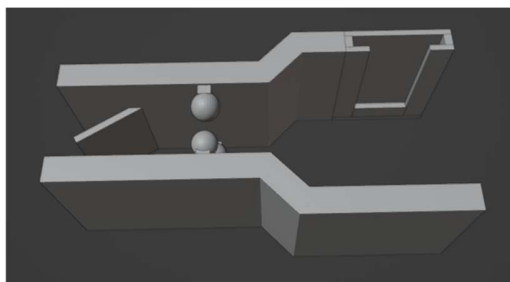


Figura 1. Visão tridimensional do clip de orelha

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.l.]*, 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.