

SISTEMA DE MONITORAMENTO DO FLUXO RESPIRATÓRIO NASAL COMO INSTRUMENTO ALTERNATIVO NA CAPTAÇÃO DA RESPIRAÇÃO EM TEMPO REAL

Felipe Mateus Martins de Bulhões Gomes², Helio Roesler³,
Renata Maba Gonçalves Wamosy⁴, Eduardo Henrique Zanella de Arruda⁵

¹ Vinculado ao projeto “Desenvolvimento de um jogo interativo por comando respiratório”

² Acadêmico do Curso de Bacharelado em Fisioterapia – CEFID – Bolsista IC PROBIC/UDESC

³ Orientador, Departamento de Ciências da Saúde DCS - CEFID - helio.roesler@udesc.br

⁴ Doutora em ciências do movimento Humano pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

⁵ Mestre em Engenharia Elétrica Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Doutorando em Ciências do Movimento Humano UDESC

A compreensão e avaliação do sistema respiratório depende da produção de novos instrumentos, sensores e técnicas. A investigação de alterações clínicas na mecânica, função e cinemática do sistema respiratório, até então, é possibilitada pela presença de diversos instrumentos presentes no mercado. Todavia, poucos possuem como objetivo a análise do fluxo respiratório nasal, os quais tendem a serem utilizados a fim de observar eventos noturnos como a apneia obstrutiva do sono. Dessa forma, o objetivo da tese fora a produção e validação de um dispositivo portátil, o Sistema de monitoramento do fluxo respiratório nasal (SMFN), o qual capte a respiração nasal em tempo real, devido a importância na detecção de alterações físicas e fisiológicas. Foram produzidos três protótipos do SMFN montados com sensores do tipo termístores. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas da Universidade do Estado de Santa Catarina sob o número 29660520.3.0000.0118. Após a construção dos protótipos, a etapa seguinte consistiu na validação do instrumento que foi feita em 3 partes. Para tal, participaram: um indivíduo na primeira etapa; 10 indivíduos, na faixa de 30 ± 5 anos, índice de massa corporal (IMC) de $23,09 \pm 2,9$ kg/m², de ambos os sexos, maiores do que 18 anos, sem doenças crônicas pulmonares, sem alterações morfoanatômicas das vias aéreas superiores, sem histórico de tabagismo, sem infecção respiratória aguda no dia da coleta, além de consentir com a pesquisa na segunda etapa. Ocorreu a exclusão de 5 participantes devido a falha durante pelo menos uma das medidas avaliadas; um indivíduo do sexo masculino (28 anos, 1,82 m, 90 kg) na terceira etapa.

A primeira, validade aparente, foram testes de natureza mais técnica voltada para comparar os dados adquiridos pelo aparelho com os estímulos respiratórios. Foi requisitado ao mesmo indivíduo as manobras respiratórias: volume corrente (VC), por meio de respirações tranquilas por um minuto; capacidade vital (CV), por meio de inspirações e expirações máximas; e período de apneia em 1 minuto, o qual foi avaliado alternando-se três incursões respiratórias com intervalos de 3 segundos em apneia. As análises das curvas, tempo e delay ocorreram utilizando o programa SAD32 (SILVA; ZARO, 1997), e foi utilizada a média da diferença dos picos inspiratório e expiratório de 3 ciclos respiratórios de cada curva. Os resultados dessa primeira etapa foram: um delay de 5 segundos para estabilização do sinal após a colocação da interface

nasal; o sinal captado pela inspiração (resfriamento do sensor, curva descendente) e expiração (aquecimento do sensor, curva ascendente) agiram como esperado.

A segunda parte, comparação da medida do SMFN em diferentes condições ambientais, foi um teste visando analisar a efetividade do equipamento em temperaturas inferiores a 20°C, maiores do que 25°C e entre 20°C e 25°C. Além de serem feitos os testes em níveis de umidade inferiores a 40%, maiores do que 60% e entre 40% e 60%. As temperaturas e as porcentagens da umidade relativa do ar foram escolhidas a partir dos níveis ideais para o organismo humano, segundo a OMS. Tanto a temperatura quanto a umidade foram monitorados por meio de um termo-higrômetro digital (Incoterm). O teste do dispositivo ocorreu em um 1 minuto em cada temperatura e umidade com os indivíduos respirando tranquilamente em VC. 5 participantes foram excluídos devido a falhas nas medidas avaliadas. Constatou-se a partir da análise dos dados que a diferença foi estatisticamente relevante quando comparadas as 3 faixas de umidade ($p < 0,001$) e em valores de umidade relativa do ar acima de 60% mostrou-se uma instabilidade do sinal. Já no domínio da temperatura, a diferença entre as faixas observada fora apenas entre as temperaturas acima de 25°C e entre 20°C e 25°C ($p = 0,046$).

Por fim, a terceira parte, fora uma comparação do SMFN com a pletismografia optoeletrônica. Para esse fim, o teste foi feito utilizando-se do pletismógrafo optoeletrônico – POE (BTS Bioengineering, Itália), segundo as recomendações de CALA et al. (1996), simultaneamente ao protótipo II do SMFN. Os testes feitos foram VC (por 1 minuto), 50 respirações livres e 3 repetições de 4 respirações em VC seguidos por apneia de 3 segundos. Para a coleta dos dados do POE, foram utilizados 89 marcadores retro reflexivos luz infravermelha e semi-hemisféricos na superfície tóraco-abdominal colados com adesivo dupla face antialérgico no indivíduo. As imagens do POE foram captadas por 8 câmeras emissoras de infravermelho (100 Hz) e analisadas pelo programa POE System (BTS Bioengineering, Itália), foram usados também os programas POE Capture (captura da imagem) e POE Tracker (construção do modelo da caixa torácica e cálculo do volume). Os dados coletados do POE e do SMFN foram analisados, então, no MATLAB. Os gráficos gerados, dois, sendo que no primeiro os dados adquiridos por meio do SMFN se mostraram invertidos se comparados com os do POE (devido ao resfriamento e aquecimento dos termístores na inspiração e expiração respectivamente). Contudo, no segundo gráfico gerado, a curva do SMFN foi invertida, o que permitiu constatar que os dados dos estímulos captados pelos dois aparelhos possuem semelhança visual e que os dados do SMFN são condizentes aos estímulos respiratórios.

Os resultados da validação do Sistema de monitoramento do fluxo respiratório nasal foram bem-sucedidos. Apesar do delay de 5 segundos após a colocação da interface respiratória, os sinais referentes à inspiração e expiração foram condizentes. Quanto aos fatores ambientais, em umidades relativas do ar acima de 60% o sinal se mostrou instável, já para as diferentes faixas de temperatura, ocorreu diferença estatística entre as temperaturas acima de 25°C e as temperaturas entre 20°C a 25°C. Por fim, os gráficos gerados do SMFN foram similares aos do pletismógrafo optoeletrônico - POE (BTS Bioengineering, Itália), com a diferença na inversão durante a construção do gráfico devido à natureza da captação dos sinais por meio dos termístores do SMFN. Dessa forma, os dados coletados a partir do SMFN são congruentes e visualmente semelhantes aos outros instrumentos presentes no mercado.

Palavras-chave: Sistema respiratório. Termístor. Pletismógrafo.