

## **Análise das vibrações emitidas por um Dispositivo de comunicação para pessoas surdocegas**

### **Vibration analysis emitted by a Communication device for deafblind persons**

DOI:10.34115/basrv5n2-021

Recebimento dos originais: 03/02/2021

Aceitação para publicação: 26/03/2021

#### **Taciana Ramos Luz**

MSc.

Instituição de atuação atual: PPGMEC/UFMG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Minas Gerais  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Campus Universitário. CEP: 31270-901, BH/MG  
E-mail: tacialanaluz@gmail.com

#### **Maria Lúcia Machado Duarte**

Ph.D.

PPGMEC/UFMG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Minas Gerais.  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Campus Universitário. CEP: 31270-901, BH/MG  
E-mail: mlmduarte@ufmg.br

#### **Rudolf Huebner**

DSc.

Instituição de atuação atual: PPGMEC/UFMG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Minas Gerais.  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Campus Universitário. CEP: 31270-901, BH/MG  
E-mail: rudolf@demec.ufmg.br

#### **Herbert Câmara Nick**

BSc.

Instituição de atuação atual: PPGMEC/UFMG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Minas Gerais.  
Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Campus Universitário. CEP: 31270-901, BH/MG  
E-mail: hcn.nick@gmail.com

### **RESUMO**

O Dispositivo de Comunicação para Pessoas Surdocegas envolve o acionamento manual de teclas e a recepção de vibrações pelos dedos. Para a prevenção dos efeitos deletérios decorrentes da exposição a vibração após o uso prolongado desse dispositivo, o objetivo deste trabalho é verificar se seu uso contínuo poderá gerar a síndrome de Raynaud, também chamada de Síndrome do Dedo Branco. Uma amostra de sete pessoas surdocegas testaram o protótipo do dispositivo e as vibrações que foram transmitidas para seus dedos

foram mensuradas por um acelerômetro triaxial durante um período de 10 dias, 2 horas por sessão. Em todas as situações, os dados obtidos estão dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pelas normas internacionais de saúde e segurança sobre o risco físico de vibração. Portanto, foi possível demonstrar que a tecnologia proposta não é prejudicial aos usuários e pode ser usada com segurança a longo prazo.

**Palavras-Chave:** vibração, síndrome de raynaud, tecnologia assistiva

#### **ABSTRACT**

The Communication Device for Deafblind Persons involves the manual actuation of keys and the reception of vibrations by the fingers. For the prevention of the harmful effects resulting from exposure to vibration after prolonged use of this device, the objective of this work is to verify whether its continuous use can generate Raynaud's syndrome. A sample of seven deafblind persons tested the device's prototype and the vibrations that were transmitted to their fingers were measured by a triaxial accelerometer over a period of 10 days, 2 hours per session. In all situations, the data obtained are within the acceptable limits established by international health and safety standards on the physical risk of vibration. Therefore, it was possible to demonstrate that the proposed technology is not harmful to the users and can be used safely in long term.

**Keywords:** vibration, raynaud's syndrome, assistive technology.

## **1 INTRODUÇÃO**

A surdocegueira é uma deficiência única, na qual há a combinação de perdas auditivas e visuais em diferentes graus, limitando assim o acesso à informações que obrigatoriamente envolvem o uso da visão e da audição. Consequentemente, tais indivíduos demandam tecnologias assistivas que atendam às suas especificidades comunicacionais. Desde a década de 80, várias interfaces foram desenvolvidas, a maioria delas são projetos de luvas, que, de certa forma, apresentam risco de desconexão e ocupam ambas as mãos (JAFFE, 1994; KRAMER e LEIFER, 1988; LLORACH TÓ, 2013; CAPORUSSO, 2008; GOLLNER, BIELING e JOOST, 2012; OZIOKO et.al, 2017). Outros produtos no mercado fazem uso de amplificação de letras ou aprimoramento de volume de sintetizadores de fala, o que requer algum grau de visão e audição.

O Dispositivo de Comunicação para Pessoas Surdocegas desenvolvido neste trabalho visa a comunicação entre duas pessoas com surdocegueira parcial ou total, ambos utilizando o dispositivo, ou entre um surdocego e outra pessoa que não possua surdocegueira, que poderá usar um aplicativo via *smartphone*. O funcionamento ocorre por intermédio do acionamento de dez teclas para emissão de combinações de letras e números e recepção por sinais vibratórios, conforme a Figura 1.

Figura 1. Protótipo do dispositivo de comunicação para pessoas surdocegas.



Fonte: autores (2020)

A segurança faz parte do processo de desenvolvimento do produto e devido à utilização de vibrações que serão propagadas para os dedos, neste estudo, será avaliado se a utilização prolongada desse dispositivo pode levar ao desenvolvimento da síndrome de Raynaud.

A síndrome de Raynaud é uma condição que afeta os vasos sanguíneos principalmente dos dedos das mãos e dos pés (por este motivo, também é conhecida como síndrome do dedo branco). Sabe-se que essa síndrome está relacionada com o uso de ferramentas vibratórias e que a condição pode ser agravada em ambientes de baixas temperaturas (MOREIRA FILHO e KREPKER DE OLIVEIRA, 2015).

A exposição à vibração da mão e do braço em função da concentração, intensidade e tempo de exposição de dispositivos portáteis podem causar danos à saúde caso não estejam dentro dos critérios de exposição segura descritos na ISO 5349-1: 2001 (ISO 5349-1:2001, 2001) e Diretiva Europeia 2002/44 / CE (DIRECTIVE2002/44/CE., 2002). Essa exposição à vibração da mão e do braço pode afetar os vasos sanguíneos, nervos, ossos, articulações, músculos ou tecidos conjuntivos da mão e do antebraço (NETO e DUARTE, 2015).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A participação na atividade experimental foi voluntária e os indivíduos envolvidos preencheram um questionário de anamnese e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 09925612.9.0000.5149). Este documento possui informações sobre os procedimentos a serem realizados no experimento, bem como a finalidade para a qual esta pesquisa é realizada. O voluntário tinha o direito de participar ou interromper os testes a qualquer momento, de acordo com seu desejo.

Os critérios de inclusão foram: ser surdocego de grau leve a avançado, ser alfabetizado e ter sensibilidade íntegra nas extremidades dos dedos. O teste de

sensibilidade dos dedos foi feito com monofilamentos da marca Semmes-Weinstein que possuem uma escala tátil de percepção de sensibilidade, pois consistem em um conjunto padronizado de filamentos de nylon, todos de comprimento e diâmetro variados (MOREIRA e ALVAREZ, 1999). Para que o participante da pesquisa possa emitir informações sobre a sensibilidade a vibração, é necessário que haja sensibilidade íntegra nas extremidades dos dedos. Na figura a seguir, é demonstrado o teste de sensibilidade usando o monofilamento em um dos membros da amostra.

Figura 2. Teste com monofilamento semmes-weinstein.



Fonte: autores (2020)

Foi detectado que todos os voluntários possuíam sensibilidade normal. Dos voluntários, 29% são do sexo feminino e 71% do sexo masculino. Desses, 67% do grupo feminino tem ensino médio, onde 100% do grupo masculino tem apenas o ensino fundamental.

Para a parte experimental da pesquisa, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Protótipo do dispositivo de comunicação para pessoas surdocegas que consiste em dez botões com motores de vibração de 183,33 Hz e uma placa de circuito eletrônico com comunicação Bluetooth.
- Um acelerômetro triaxial portátil modelo Delta Tron 4524-B-001 da fabricante Brüel & Kjær.
- Um analisador de sinal dinâmico PHOTON II do fabricante LDS-Dactron.
- Um Dell Latitude E6430 I5 notebook HD de 8Gb 320gb com software IBM SPSS Statistics.

A figura a seguir mostra o posicionamento do acelerômetro triaxial no dedo de um dos membros da amostra:

FIGURA 3. Posicionamento do acelerômetro triaxial.



Fonte: Autores (2020)

A Diretiva Europeia 2002/44/CE estabelece o valor de 2,5 m/s<sup>2</sup> como valor de nível de ação para exposição à vibração da mão e do braço e o valor de 5,0 m/s<sup>2</sup> como limite de exposição por um tempo de exposição de 8 horas (DIRECTIVE 2002/44/CE., 2002).

O padrão ISO 5349-1:2001 define que o método de medição da exposição aos níveis de vibração transmitidos à mão e ao braço deve ser analisado por aceleração ponderada nos três eixos ortogonais na faixa de um terço das oitavas com frequências entre 6,3 Hz e 1.250 Hz. A vibração é medida por instrumentos ligados a um transdutor de aceleração ou acelerômetro, que deve seguir as especificações das ISO 8041-1: 2017, ISO 5349-1: 2001 e ISO 5349-2: 2001.

As medidas devem ser feitas ao longo dos três eixos de referência ortogonal (x, y, z). Assim, para cada um dos três eixos de referência, o valor efetivo de aceleração ponderada por frequência ( $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$ ,  $a_{wz}$ ) é obtido e, a partir destes, o valor total de vibração ( $a_{hv}$ ) (GRIFFIN, 1990) pela equação a seguir:

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{wx})^2 + (a_{wy})^2 + (a_{wz})^2}$$

O acelerômetro triaxial deve ser colocado com cuidado especial para respeitar a orientação dos eixos de coordenadas. A avaliação da exposição à vibração considera o tempo de exposição diária T, definido como o tempo total em que as mãos são expostas à vibração durante o desempenho de uma atividade, e T<sub>0</sub> se trata de um tempo de referência de 8 horas (GRIFFIN, 1990), conforme equação:

$$A(8) = a_{hv} * \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

O Padrão estabelece valores diários de exposição à aceleração  $A(8)$  com a estimativa esperada de que 10% das pessoas expostas à vibração da mão e do braço possam desenvolver a síndrome de Raynaud em um determinado número de anos ( $D_y$ ) pela equação:

$$D_y = 31,8 A(8)^{-1,06}$$

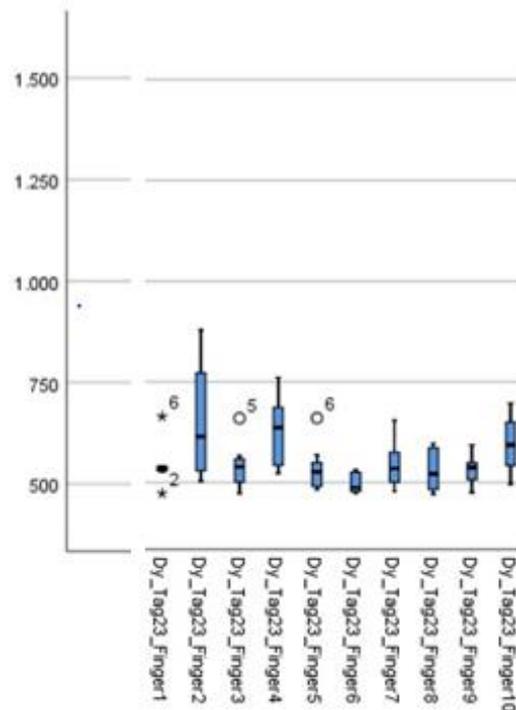
Sendo  $D_y$  a duração total da exposição em anos necessários para que a síndrome de Raynaud ocorra em 10% das pessoas expostas e  $A(8)$  a aceleração de normalização para 8 horas.

Os cálculos das equações foram realizados em planilha do Excel e os resultados referentes a aceleração ponderada e o tempo de exposição diária para a avaliação da exposição a vibração foram lançados no software IBM SPSS Statistics.

### 3 RESULTADOS

Em todas as situações, os dados estão dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pelas normas e a probabilidade do aparecimento da síndrome de Raynaud foi maior do que a expectativa de vida relatada nas Estatísticas Mundiais de Saúde 2019, onde, com base nos recentes riscos de mortalidade, os homens viverão em média 69,8 anos e as mulheres 74,2 anos (Organização Mundial da Saúde, 2019). O resultado das estimativas para o desenvolvimento da síndrome de Raynaud para cada dedo dos voluntários é mostrado na Figura 4 e demonstra que para que 10% dos indivíduos apresentem a doença, são necessários cerca de 500 anos, ou seja, cerca de 7,5 vezes a expectativa de vida mundial, para ambos os sexos. Portanto, conclui-se que o dispositivo é seguro para uso diário.

FIGURA 4. Estimativas em anos estimativas para o desenvolvimento da síndrome de Raynaud para cada dedo dos voluntários.



Fonte: Autores (2020)

#### 4 CONCLUSÃO

Ao desenvolver qualquer tipo de tecnologia, é importante verificar todas as interfaces para que tal dispositivo, apesar de ser a solução para um determinado problema, não gere outro e cause interrupção na vida do usuário. O dispositivo de comunicação para surdocegos desenvolvido neste trabalho não causou nenhum estresse adicional aos usuários e pode ser empregado com segurança em relação aos níveis de vibração utilizados.

#### AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho conta com recursos financeiros provenientes da FINEP (Chamada Pública MCTI/SECIS/FINEP/FNDC – Cooperação Empresa ICT – Tecnologia Assistiva – 01/2011) e possui parecer favorável do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 09925612.9.0000.5149). Possui parceria e apoio da AHIMSA – Associação Educacional para Múltipla Deficiência e da FENEIS - Federação Nacional de Educação e Integração dos Surdos.

## REFERÊNCIAS

CAPORUSSO, N. A Wearable Malossi Alphabet Interface for Deafblind People. AVI'08 Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, 2008.

DIRECTIVE 2002/44/EC:2002. O Parlamento Europeu e o Conselho de 25 de Junho de 2002 sobre os requisitos mínimos de saúde e segurança relativos à exposição dos trabalhadores aos riscos decorrentes de agentes físicos (vibração), 2002.

GOLLNER, U; BIELING, T; JOOST, G. Mobile Lorm Glove: introducing a communication device for deaf-blind people. In: Proceedings of the sixth international conference on tangible, embedded and embodied interaction. ACM, 2012.

GRIFFIN, M. Handbook of Human Vibration. 1<sup>st</sup> ed. Londres: Academic Press Limited, 1990.

ISO 5349-1:2001. Vibração mecânica. Medição e avaliação da exposição humana à vibração transmitida à mão – Parte1: Requisitos gerais. [Online] Organização Internacional para Padronização, 2001.

ISO 5349-2:2001. Vibração mecânica - Medição e avaliação da exposição humana à vibração transmitida à mão - Parte 2: Orientação prática para medição no local de trabalho. [Online] Organização Internacional para Padronização, 2001.

ISO 8041-1:2017. Resposta humana à vibração, instrumentação de medição, parte 1: Medidores de vibração de propósito geral. [Online] Organização Internacional para Padronização (1), 2017.

JAFFE, D.L. Evolution of mechanical fingerspelling hands for people who are deaf-blind. Journal of Rehabilitation Research and Development v. 31, n. 3, 1994.

KRAMER, J.; LEIFER, L. The Talking Glove. ACM SIGCAPH Computers and the Physically Handicapped, issue 39, 1988.

LLORACH TÓ, G. Gesture Recognition and Interaction with a Glove Controller: An Approach with a Glove Based on Accelerometers. Electronic Music Unit, Elder Conservatorium University of Adelaide, 157p. Australia, 2013

MOREIRA, D.; ALVAREZ, R.R.A. Utilização de monofilamentos da Semmes - Weisntein para avaliar a sensibilidade dos membros superiores dos pacientes da hanseníase atendidos no Distrito Federal. 24(2), pp.121-28, 1999.

MOREIRA FILHO, A.A.; KREPKER DE OLIVEIRA, V. Síndrome de Raynaud: como ela é? Abcmed, 2015. Disponível em: <<http://www.abc.med.br/p/sinais.-sintomas-e-doencas/755392/sindrome-de-raynaud-comoela.e.htm>>. Acesso em: 6 mai. 2020.

NETO, L.; DUARTE, M.L.M. Efeitos da vibração no humano durante o ciclismo: avaliação da vibração do braço da mão. 23º Congresso Internacional de Engenharia Mecânica da ABCM, 2015.

OZIOKO, O., TAUBE, W., HERSH, M. AND DAHIYA, R. SmartFingerBraille: A Tactile Sensing and Actuation Based Communication Glove for Deafblind People. In: IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics, pp. 2014-2018. Edinburgo, 2017.