

## Determinação das forças da mão por FMG utilizando um sensor de fibra óptica

Cleber F. Carvalho\*, Eric Fujiwara

### Resumo

A aplicação de um sensor de fibra óptica para monitoramento de forças da mão pela técnica de miografia de força é relatada. O transdutor foi disposto no antebraço cobrindo os músculos flexores dos dedos. O excitador de dedos foi utilizado para realizar movimentos controlados em diferentes posturas, promovendo a contração muscular e estimulando o sensor por atenuação luminosa. Os resultados mostraram que o transdutor consegue detectar as diferenças de posturas neutro, pronado e supinado.

**Palavras-chave:** Miografia de força, sensor de fibra óptica, interface homem-sistema

### Introdução

O conhecimento das posturas, deslocamentos e forças da mão é essencial para a reprodução em sistemas mecatrônicos antropomórficos, como operação de mãos biônicas e próteses para restaurar a mobilidade de deficientes. Dentre as diversas técnicas utilizadas para monitorar os movimentos da mão, a miografia de força (FMG) consiste em avaliar os músculos por meio da excitação mecânica causada pela contração muscular a partir de sensores localizados no antebraço<sup>1</sup>. É uma técnica não-invasiva e não afetada por condições da epiderme ou o posicionamento preciso dos sensores. Neste contexto, esta pesquisa consiste na aplicação de um transdutor de fibra óptica para o monitoramento de forças das mãos a partir da técnica de FMG.

### Resultados e Discussão

Foi construído um sensor de fibra óptica baseado no princípio de microcurvaturas<sup>2</sup>, composto por fibras monomodo e multimodo. Primeiramente houve a validação desse sensor, aplicando-se uma fonte de laser com comprimento de onda de 1310 nm e o submetendo a deslocamentos controlados. Obteve-se uma sensibilidade absoluta de  $\sim 0,23 \text{ mm}^{-1}$  para fibras monomodo (SMF) e  $\sim 0,49 \text{ mm}^{-1}$  para fibras multimodo (MMF).

Para o monitoramento das forças das mãos, foi necessária a utilização de um aparelho capaz de excitar os músculos responsáveis pelo movimento de preensão de força das mãos. O *handgripper*, com constante elástica de 48,58 N.m / rad, foi utilizado com o intuito de promover movimentos de forças controladas

Um indivíduo saudável foi disposto na posição preconizada pela Sociedade Americana dos Terapeutas da Mão (SATM) e variações a partir dessa, realizando movimentos de flexão dos dedos, com o *handgripper*. Simultaneamente, o transdutor de fibra óptica foi colocado na epiderme e de modo a abranger a região correspondente ao ventre dos músculos flexores das falanges a fim de perceber a intensidade do sinal óptico, devido às variações de forças padronizadas.

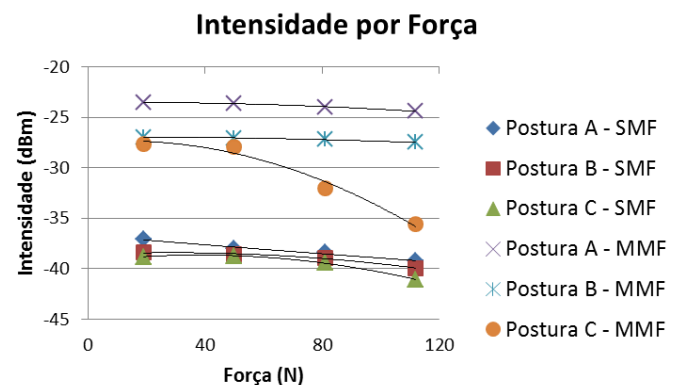
A tabela 1 mostra os resultados da percepção do transdutor em relação às mudanças de posturas nas configurações, mediante a cada variação de força aplicada correlacionada aos tipos de fibras. A fibra multimodo consegue perceber de forma mais fácil as mudanças posturais, devido a sua maior sensibilidade.

**Tabela 1.** Percepção do sensor na mudança de posturas em diferentes tipos de fibra.

Posturas	Tipo de fibra	
	Monomodo	Multimodo
Neutro/Pronado	78,9%	84,2%
Neutro/Supinado	84,2%	89,4%
Pronado /Supinado	73,6%	94,7%

A figura 1 ilustra as variações de intensidade luminosa mediante as variações de força na Configuração I, nas posturas A, B, C, nos dois tipos de fibras. Os resultados mostram a atenuação quando se aumenta a força aplicada no movimento de preensão o que está condizente anatomicamente.

**Figura 1.** Variação da intensidade luminosa em função da força exercida nas posturas A (neutro), B (pronado) e C (supinado) em fibras monomodo e multimodo.



### Conclusões

O sensor opto-mecânico foi capaz de perceber as excitações dos músculos flexores, tanto nos casos simples e complexos, ainda que houvesse interferência de outros grupos musculares. Desse modo, mesmo que o músculo seja capaz de produzir torque no osso correspondente, ele é afetado pelo conjunto muscular envolvido na região, dependendo da postura adotada.

### Agradecimentos

CNPq/PIBIC, processo nº 2014/25080-0 FAPESP e CAPES.

<sup>1</sup>Craelius, W. *Science* **2002**, 295, 1018–1021.

<sup>2</sup>Fujiwara, E. *et al. Proc. SPIE*. **2015**, 9634, 96343Z.