

# PERCEPÇÃO AO ESTÍMULO SOMATO-SENSITIVO SENOIDAL COM E SEM ESTIMULAÇÃO

**Maria T. S. Pereira<sup>1</sup>, Carlos J. Tierra-Criollo<sup>3</sup>, Lydia M. P. Giuliano<sup>2</sup>, Alderico R. de Paula Jr.<sup>1</sup>, Gilberto M. Manzano<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/Grupo de Instrumentação e Processamento de Sinais (GIPSI), IP&D, Av. Shishima Hifumi, 2911, São José dos Campos, Brasil.

e-mail: mthereza@univap.br, alderico@univap.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)/Setor de Neurofisiologia Clínica, Disciplina de Neurologia, Rua Napoleão de Barros, nº 771, São Paulo, Brasil.

e-mail: gmmanzano@uol.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)/Grupo de Engenharia Biomédica (GENEBIO), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica, Av. Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte, Brasil.

e-mail: carjulio@cpdee.ufmg.br

**Resumo:** Fibras finas (FF) aferentes primárias medeiam a percepção de sensações relacionadas a dor e a temperatura e as fibras grossas (FG) ao tato. O objetivo deste trabalho é avaliar a proposta de percepções relacionadas a FF e FG para estimulação senoidal com 5 Hz e 2 kHz. Os dedos indicadores de 150 voluntários foram estimulados nessas frequências e intensidades de corrente igual ao limiar de sensibilidade (LS) e 1,5 LS. O voluntário escolheu 3 de 8 palavras que mais se aproximem com a sua percepção ao estímulo. Outro grupo de 60 voluntários foi utilizado como controle, sendo que as 3 palavras foram escolhidas sem nenhuma estimulação. Os resultados indicam uma tendência a sensações de fibras grossas sem estimulação, sendo que 5 Hz evoca às sensações propostas para as fibras finas e 2 kHz às de fibras grossas.

**Palavras-chave:** fibras nervosas, sensações, *clustering*, *tetrachloric correlation*

**Área do Conhecimento:** III - Engenharias

## Introdução

O nosso conhecimento do mundo é construído a partir dos sentidos: visão, audição, olfato, paladar e tato. A percepção começa nas células receptoras que são sensíveis a um ou a outro tipo de estímulo. A maioria das entradas sensoriais é percebida como uma sensação que identifica um estímulo específico [1].

Os receptores somatossensoriais relacionam-se a neurônios cujos corpos situam-se nos gânglios dorsais, após a transdução as informações da periferia seguem ao longo do ramo periférico e de sua continuação no ramo central dos neurônios dos gânglios dorsais. Em conjunto, esses ramos são denominados fibra aferente primária [2]. Essas fibras aferentes primárias possuem diferentes diâmetros e transmitem diferentes sensações à medula espinhal: as fibras finas, relacionadas a dor e a temperatura e as fibras grossas ao tato [3].

Nos anos 80 foi proposto um instrumento de avaliação psicofísico de sensibilidade por estimulação elétrica. Este equipamento baseou-se no princípio de que a ativação das fibras de diferentes diâmetros depende da frequência da corrente senoidal. Assim, a frequência de 5 Hz estimularia as fibras amielínicas, a de 250 Hz as fibras mielinizadas finas e a de 2 kHz as fibras

mielinizadas de grosso calibre [4]. As evidências de que tais premissas sejam verdadeiras estão sujeitas a discussões. Um dos problemas apresentados pelo limiar psicofísico a 5 Hz foi o não diagnóstico de patologias no sistema nervoso em pacientes com comprometimento de fibras finas [5].

O objetivo do presente trabalho é avaliar a proposta de percepções relacionadas às fibras finas (picada, pontada, agulhada, queimação) e às fibras grossas (aperto, pressão, vibração e movimento), durante estimulação senoidal de 5 Hz e 2 kHz, respectivamente.

## Metodologia

Do presente projeto participaram 150 voluntários normais, com exclusão de doença neurológica conhecida e medicação. O protocolo experimental foi realizado no laboratório de Neurofisiologia Clínica da UNIFESP e aprovado pelo Comitê de Ética local.

O experimento foi realizado em uma sala fechada cuja temperatura era aferida antes e após o procedimento por um termômetro de parede. Nessa sala o paciente ficou sentado em uma poltrona confortável.

Dois eletrodos (de ouro com 10 mm de diâmetro) de estimulação foram posicionados nas

faces medial e lateral da falange distal, ao lado do leito ungueal, do dedo indicador da mão esquerda, após a limpeza da pele da região e a aplicação de gel condutor. O estímulo foi gerado pelo sistema *Neurometer Current Perception Threshold (CPT)*, que possui um estimulador de corrente constante com forma de onda senoidal de 5 Hz, 250 Hz e 2 kHz.

Primeiro determinou-se o limiar de sensibilidade (LS) a 5 Hz utilizando-se a metodologia automatizada do CPT [6]. Então, é entregue ao voluntário uma lista de oito palavras da qual escolheria obrigatoriamente três que mais se aproximassem com a sensação percebida ao estímulo aplicado. A ordem das palavras apresentadas foi aleatória, sendo as mesmas: movimento, pressão, aperto, vibração, picada, pontada, agulhada e queimação. A escolha das três palavras repetiu-se para a intensidade de estimulação de 1,5 LS.

Procedimento similar também foi aplicado para a estimulação de 2 kHz.

E por fim, outro grupo de 60 voluntários foi utilizado como controle, sendo que as 3 palavras foram escolhidas sem nenhuma estimulação.

Para a sensação escolhida atribuiu-se o valor de "1" (um), e para a não selecionada "0" (zero). Foram somados os valores atribuídos às palavras picada, pontada, agulhada e queimação para obtenção de um escore designado de "fibra fina". Por outro lado, a soma dos valores atribuídos às palavras aperto, pressão, movimento e vibração gerou o escore designado de "fibra grossa".

O agrupamento (*clustering*) das 8 sensações foi realizada com base na matriz de similaridade (8x8) dada pela correlação entre as oito variáveis binárias (palavras). A correlação entre duas variáveis binárias (*tetrachloric correlation*),  $i$  e  $k$ , foram obtidas por [7]:

$$r = \frac{ad - bc}{[(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)]^{1/2}} \quad (1)$$

onde  $a$  é o número de vezes da combinação 1-1,  $b$  o de 1-0,  $c$  o de 0-1 e  $d$  o de 0-0.

Como método de agrupamento foi utilizado o vizinho mais próximo (*single linkage*) [7]. Os grupos foram representados no dendrograma.

## Resultados

A média dos escores de "fibras finas" (FF) foi maior durante a estimulação de 5Hz (Tabela 1), enquanto que o escore de "fibras grossas" (FG) foi maior para a frequência de 2kHz (Tabela 2). No grupo controle a média dos escores de FG foi maior que a média dos escores de FF.

Tabela 1: Estatística dos "escores de FF"

	5 Hz		2 kHz		Controle
x LS	1	1.5	1	1.5	-
Media	1,23	1,56	1,03	0,99	0,90
Desvio Padrão	0,97	0,92	0,95	0,83	0,88
Mediana	2	2	1	1	1

Tabela 2: Estatística dos "escores de FG"

	5 Hz		2 kHz		Controle
x LS	1	1.5	1	1.5	-
Media	1,76	1,41	1,96	2,00	2,09
Desvio Padrão	0,97	0,93	0,95	0,83	0,88
Mediana	2	1	2	2	2

No dendrograma do grupo controle (Figura 1) pode-se observar que há uma separação de dois grupos de sensações, uma relacionada às sensações de FF: picada, pontada, agulhada e queimação (1, 2, 3 e 4, respectivamente) e outro formado pelas sensações de FG: aperto, pressão, vibração e movimento (5, 6, 7 e 8, respectivamente).

Com a presença do estímulo a uma intensidade do LS na frequência de 5 Hz (Figura 2) a sensação de FF, queimação, apresenta menor dissimilaridade com o grupo de FG, sendo que as outras sensações permanecem no seu respectivo grupo. Com o aumento da intensidade de estimulação para 1,5 x LS (Figura 3), observamos um agrupamento similar.

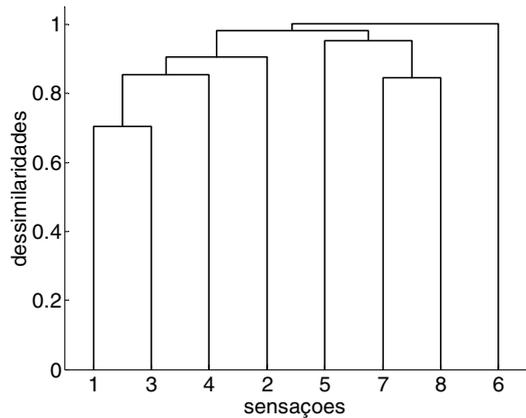


Figura 1: Dendrograma sem estimulação

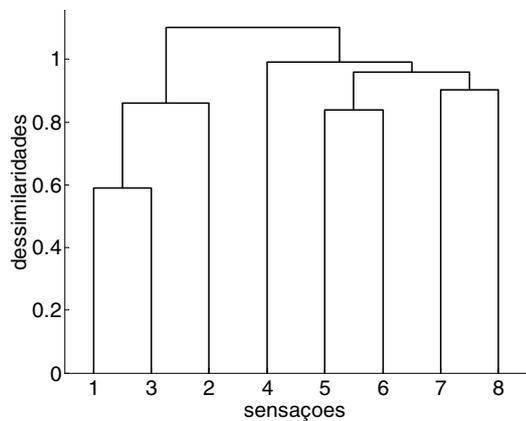


Figura 2: Dendrograma com 1LS e 5 Hz

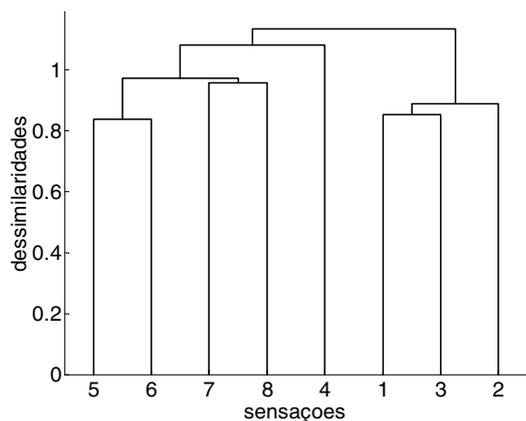


Figura 3: Dendrograma com 1,5 LS e 5Hz

Para a frequência de 2 kHz no LS (Figura 4) pode-se observar a formação clara de dois grupos de sensações, um formado pelas palavras de FF picada, pontada e agulhada; e outro formado pela palavra de FF queimação e todas as palavras de FG (aperto, pressão, vibração e movimento). Na

estimulação de 2 kHz a 1,5 x LS (Figura 5) temos a formação de 2 grupos com as sensações de FF e FG, similar ao obtido sem estímulo (Figura 1).

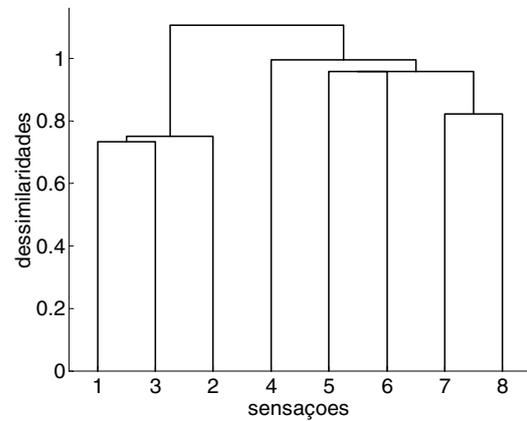


Figura 4: Dendrograma com 1LS e 2 kHz

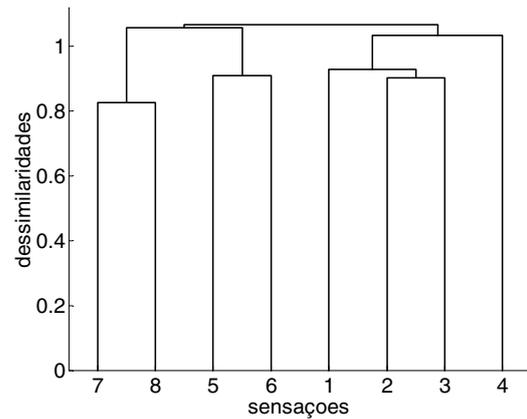


Figura 5: Dendrograma com 1,5 LS e 2kHz

### Discussão

Os resultados indicaram uma tendência as sensações de fibras grossas sem estimulação, sendo que a estimulação a 5 Hz evoca às sensações propostas para a fibra fina e 2 kHz às de fibra grossa.

Na análise de *cluster*, verificamos as diferentes intensidades de estimulação para diferentes frequências, mostrando dois grupos de estimulação, um relacionado com as fibras finas para a frequência de 5 Hz e outro às fibras grossas para a frequência de 2 kHz. A exceção foi a sensação de FF queimação, a qual se mostrou inconsistente em ambos os grupos. Este fato indica que esta palavra não discriminaria sensação de FF.

## Conclusão

Os achados neste estudo sugerem que a estimulação senoidal com diferentes frequências pode discriminar diferentes percepções relacionadas a fibras finas e fibras grossas. Também, indicaram uma tendência a sensações de fibras grossas sem estimulação.

Assim, a estimulação de corrente senoidal poderia ser aplicada em estudos neurofisiológicos que envolvam os sistemas sensorial e cognitivo, bem como investigar as suas possíveis aplicações na clínica.

## Agradecimentos

À FAPESP e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

## Referências

- [1] KANDEL, E. R., SCHWARTZ, J.H., JESSEL, T.M., Fundamentos da Neurociência e do Comportamento, Guanabara Koogan, 2000.
- [2] COHEN, H., Neurociência para Fisioterapeutas, Manole, 2001.
- [3] GUYTON, A., HALL, J., Tratado de Fisiologia Médica, Guanabara Koogan, 1997.
- [4] KATIMS, J.J., NAVIASKY, E.H., REDELL, M.S., N.G., L.K.Y., BLEECKER, M.L.. Constant current sine wave transcutaneous nerve stimulation for evaluation of peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil.* 210-213, 1987.
- [5] TACK C.J.J., NETTEN P.M, SCHEEPERS M.H., MEIJER J.W.G., SMITS P., LUTTERMAN, J. Comparison of clinical examination, current an vibratory perception threshold in diabetic polyneuropathy. *Netherl J Med.* 41-9, 1994.
- [6] PETRILLO, R., PIMENTEL, J. Avaliação das sensações evocadas pela aplicação de corrente elétrica senoidal, na pele, com diferentes intensidades e frequências. Trabalho de Graduação, UNICID, São Paulo, 2003.
- [7] JOHNSON, R. A., WICHERN, D. W., Clustering. **Applied Multivariate Statistical Analysis.** (Ed): Prentice Hall, New Jersey, pp., 573-96,199