

ação ergonômica, volume5, número 3

## **CORRELAÇÕES ENTRE FORÇAS DE PREENSÃO HUMANA Aspectos do Design Ergonômico**

Luis Carlos Paschoarelli \*  
lcpascho@faac.unesp.br

Lívia Flávia de Albuquerque Campos \*  
liviaflavia@gmail.com

Danilo Corrêa Silva \*  
danilo@idemdesign.net

Mariana Menin \*  
mariana\_menin@yahoo.com.br

José Carlos Plácido da Silva \*  
placido@faac.unesp.br

\* Universidade Estadual Paulista

**Resumo:** As preensões humanas empregadas em atividades ocupacionais podem ser associadas aos diagnósticos de DORTs. Apesar dos vários estudos na área, a interferência entre ações da extremidade dos membros superiores na aplicação de forças não é bem conhecida. O objetivo deste estudo foi analisar a correlação entre força de tração e preensão bi-digital em atividades manuais. Os resultados indicam que essas atividades não exercem forças correlatas.

**Palavra Chave:** Preensão Digital, Biomecânica, Design Ergonômico.

**Abstract:** The pinch grips are used in occupational activities and can be associated with WMSD diagnostics. Although some studies in the area, the interference between action of the hand and arm in application of hand forces well is unknown. The goal of this study was to analyze the correlation between pinch grip force and traction is manual activities. Results indicate that these activities do not exert correlate forces..

**Keywords:** Pinch Grip, Biomechanics, Ergonomic Design.

## 1. Introdução

As mãos podem ser consideradas os mais complexos e úteis sistemas biomecânicos do ser humano, bem como um dos principais meios de atividade motora. As aplicações de forças e as formas de preensão interferem diretamente na realização das atividades manuais da vida diária, sendo que a amplitude destas forças pode influir decisivamente nas condições dos usuários de instrumentos manuais.

O conhecimento biomecânico tem proposto que o uso de preensões digitais associadas a aplicações de forças, encontradas em várias atividades manuais da vida diária, é considerado mais prejudicial que as ações realizadas em preensões palmares, pois causam maiores tensões nos tendões e articulações que, ao estarem associadas à grande carga biomecânica e longos períodos de tempo, podem gerar DORTs – Distúrbios Osteo-musculares Relacionados ao Trabalho. Além disso, estudos que avaliam as forças de preensão digital pulpo-lateral ainda são restritos, havendo a necessidade de se explorar diferentes variáveis que podem influenciar em seus resultados.

## 2. Revisão Bibliográfica

Dentre os estudos para a determinação de dados biomecânicos normativos, destaca-se aquele realizado por Crosby et al. (1994), os quais investigaram as forças de preensão digital, junto a 214 sujeitos de ambos os gêneros, e idades de 16 a 63 anos; e Mathiowetz et al. (1985), os quais avaliaram forças de preensão digital com 628 voluntários de ambos os gêneros e idades de 20 a 94 anos.

No Brasil, Araújo et al. (2002), Paschoarelli et al. (2007) e Razza (2007), realizaram estudos que avaliaram forças de preensão digital em diferentes amostras de indivíduos, também com o objetivo de estabelecer parâmetros normativos, possibilitando a interpretação e comparação dos resultados com outros estudos.

Já quanto à análise das preensões digitais e as influências de variáveis externas, podem-se destacar os estudos desenvolvidos por Imrhan (1991); Dempsey, Ayoub (1996) e Imrhan, Rahman (1995), os quais investigaram diferentes tipos de preensão digital e chegaram a resultados discordantes. Young et al. (1989) avaliaram a variação da força de preensão digital em função do tempo, e obtiveram grandes flutuações com relação a diferentes dias, mas não entre as medições realizadas entre a manhã e tarde.

Apesar destes expressivos estudos, ainda não há informações confiáveis e disponíveis sobre a relação entre as forças de preensão em diferentes atividades concomitantes, o que demanda uma oportunidade

para avaliações deste gênero.

## 3. Objetivos

O objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação biomecânica de força de preensão digital pulpo-lateral associada à força de tração, e analisar a correlação entre elas. Assim, tal estudo propõe demonstrar os aspectos metodológicos e a integração das dimensões físicas nas ações do design ergonômico.

## 4. Materiais e Métodos

### 4.1 Questões Éticas

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, da Universidade do Sagrado Coração (USC), através do “Ofício 05/09 – CEP”. Além disso, os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), baseado na resolução 196/96 – CNS/MS.

### 4.2 Sujeitos

Participaram 44 estudantes universitários (22 do gênero masculino e 22 do gênero feminino), com idade média de 20,47 anos (d.p. 1,90 anos); peso médio 64,86 kg (d.p. 12,14 kg); e estatura média 169,35 cm (d.p. 8,88 cm). Apesar de todos os sujeitos realizarem atividades manuais (incluindo digitação, acionamento de mouses e/ou atividades esportivas e artísticas), nenhum sintoma de distúrbio músculo-esquelético nos membros superiores (no último ano, anterior ao estudo) foi relatado pelos mesmos.

### 4.3 Materiais

Foram utilizados: TCLE; Balança Eletrônica – Digital Welmy W-200; Dinamômetro de Pinça (Pinch Gauge), mod B&L-PG60, B&L Engineering (Canadá), considerado o mais preciso para avaliação de preensão pulpo-lateral, segundo Mathiowetz et al. (1984); e um dinamômetro digital AFG 500 (Mecmesin Ltd., UK), com capacidade máxima de 500N, precisão de 0,1%.

### 4.4 Procedimentos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Ergonomia e Interfaces da UNESP - Bauru (SP). Após a instrução das atividades, os sujeitos aptos e voluntários a participar do estudo assinaram o TCLE e preencheram os protocolos de identificação e lateralidade. Na seqüência, houve a coleta dos dados

antropométricos (peso e estatura).

A coleta das forças de preensão pulpo-lateral deu-se em duas medições, sendo considerado um intervalo mínimo de sessenta segundos entre as mesmas.

O posicionamento dos indivíduos seguiu as recomendações da “*American Society of Hand Therapists*”, a saber: posição ereta, com o ombro neutramente rotacionado e abduzido, o cotovelo flexionado em 90°, e o antebraço e punho em posição neutra (Figura 01).



Figura 1: Posicionamento dos indivíduos durante o procedimento de Coleta de força de tração (AFG) e preensão pulpo-lateral (Pinch gauge)

A altura do dinamômetro e do AFG foi ajustado à



Figura 2: Procedimentos de aperto (Pinch-gauge) e tração (AFG) realizados pelos indivíduos da amostra.

altura do cotovelo dos sujeitos. O acionamento do dinamômetro deu-se com o posicionamento em sua

parte inferior pela falange medial do dedo indicador e na parte superior com a face pulpar do polegar (Figura 02). Os sujeitos foram orientados a apertar o dinamômetro e, simultaneamente, puxá-lo, acionando o AFG. Todos os procedimentos foram padronizados, baseados em Mathiowetz (1984).

Os dados foram analisados através de estatística descritiva. Aplicou-se a Análise da Variância (ANOVA –  $p \leq 0,05$ ), a fim de comparar as forças entre a primeira e a segunda coleta, e entre mãos direita e esquerda. Os resultados finais foram correlacionados, a fim de obter o valor de correlação  $R^2$ .

## 5. Resultados

Os resultados gerais (médias e desvio-padrão) das forças de tração (AFG - Kgf), são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01. Forças de Tração (Média e Desvio Padrão em Kgf) obtidas na primeira e segunda coletas e para a mão direita e esquerda.

|                 |              |       |          |
|-----------------|--------------|-------|----------|
| Primeira Coleta | Mão Direita  | Média | 3,81 Kgf |
|                 |              | D. P. | 1,13 Kgf |
| Segunda Coleta  | Mão Esquerda | Média | 3,73 Kgf |
|                 |              | D. P. | 1,08 Kgf |
| Primeira Coleta | Mão Esquerda | Média | 3,95 Kgf |
|                 |              | D. P. | 1,22 Kgf |
| Segunda Coleta  | Mão Direita  | Média | 3,74 Kgf |
|                 |              | D. P. | 1,18 Kgf |

A análise estatística não apontou diferença significativa entre a primeira e segunda coleta das forças de tração para a mão direita ( $p = 0,4805$ ) e mão esquerda ( $p = 0,93857$ ).

Os resultados gerais (médias e desvio-padrão) das forças de preensão pulpo-lateral (Pinch - Kgf) são apresentados na Tabela 02.

Tabela 02. Forças de Preensão Pulpo-lateral (Média e Desvio Padrão em Kgf) obtidas na primeira e segunda coletas e para a mão direita e esquerda.

|                 |          |       |          |
|-----------------|----------|-------|----------|
| Primeira Coleta | Mão      | Média | 8,70 Kgf |
|                 | Direita  | D. P. | 1,86 Kgf |
| Segunda Coleta  | Mão      | Média | 8,13 Kgf |
|                 | Esquerda | D. P. | 2,14 Kgf |
| Primeira Coleta | Mão      | Média | 8,69 Kgf |
|                 | Direita  | D. P. | 2,28 Kgf |
| Segunda Coleta  | Mão      | Média | 8,13 Kgf |
|                 | Esquerda | D. P. | 2,14 Kgf |

A análise estatística não apontou diferença significativa entre a primeira e segunda coletas das forças de preensão para a mão direita ( $p = 0,93154$ ) e mão esquerda ( $p = 0,92901$ ).

Os valores médios (da primeira e segunda coletas) das forças de tração (AFG – Kgf), são apresentado na Tabela 03.

Tabela 03. Forças de Tração (Média e Desvio Padrão em Kgf) obtidas na primeira e segunda coletas e para a mão direita e esquerda.

|        |          |       |          |
|--------|----------|-------|----------|
| Médias | Mão      | Média | 3,88 Kgf |
|        | Direita  | D. P. | 1,09 Kgf |
|        | Mão      | Média | 3,73 Kgf |
|        | Esquerda | D. P. | 1,11 Kgf |

A análise estatística não apontou diferença significativa entre as forças de tração da mão direita e mão esquerda ( $p = 0,4440$ ).

Os valores médios (da primeira e segunda coletas) das forças de preensão (Pinch– Kgf), são apresentado na Tabela 04.

Tabela 04. Forças de Preensão Pulpo-lateral (Média e Desvio Padrão em Kgf) obtidas na primeira e segunda coletas e para a mão direita e esquerda.

|        |          |       |          |
|--------|----------|-------|----------|
| Médias | Mão      | Média | 8,69 Kgf |
|        | Direita  | D. P. | 2,02 Kgf |
|        | Mão      | Média | 8,13 Kgf |
|        | Esquerda | D. P. | 2,10 Kgf |

A análise estatística não apontou diferença significativa entre as forças de preensão da mão direita e mão esquerda ( $p = 0,1429$ ).

Os valores médios finais (das mãos direita e esquerda) das forças de tração (AFG – Kgf), são apresentado na Tabela 05.

Tabela 05. Forças de Tração (Média e Desvio Padrão em Kgf).

|             |       |          |
|-------------|-------|----------|
| Média Final | Média | 3,81 Kgf |
|             | D. P. | 1,05 Kgf |

Os valores médios finais (das mãos direita e esquerda) das forças de preensão pulpo-lateral (Pinch – Kgf), são apresentado na Tabela 6.

Tabela 06. Forças de Preensão Pulpo-lateral (Média e Desvio Padrão em Kgf).

|             |       |          |
|-------------|-------|----------|
| Média Final | Média | 8,41 Kgf |
|             | D. P. | 2,00 Kgf |

A correlação entre as forças de tração (AFG – Kgf) e as forças de preensão pulpo-lateral (Pinch – Kgf) não foi expressiva ( $R^2 = 0,1862$ ), confirmando que, para esta amostra de dados, não há correlação entre o fato dos sujeitos tracionarem um dispositivo (instrumento) manual e exercerem força de preensão pulpo-lateral.

## 6. Discussão

Forças de preensão digital são encontradas na maioria das atividades ocupacionais, ou mesmo, nas atividades da vida diária, o que tem gerado a necessidade de estudos nas áreas do design ergonômico.

Não se conhecem estudos que correlacionaram as forças de tração com as forças de preensão pulpo-lateral. No presente estudo, pode-se observar que não houve correlação entre essas forças, o que representa, de modo geral, que os indivíduos utilizam diferentes

estruturas biomecânicas (musculatura e conjunto de ossos) para a realização destas atividades, mesmo que realizadas de forma conjunta.

Se considerarmos apenas a força de tração (Tabela 05), Razza (2007, p. 83) encontrou em suas pesquisas, valores médios gerais (mão direita 5,75 kgf, d.p.1,84; e mão esquerda 5,51kgf, d.p. 1,73) superiores aos valores observados no presente estudo (acima de 47%). É importante destacar que no estudo desenvolvido por Razza, a interface caracterizava-se por um bloco de 20 mm de espessura, e estava revestido por uma textura de tecido, enquanto que no estudo atual, a interface era a área de pega do pinch gauge, que apesar de apresentar uma reentrância, não apresenta qualquer revestimento, senão o acabamento polido do metal. Neste sentido, parece ser adequado afirmar que a interface influencia expressivamente nas forças de tração desta natureza.

Já ao considerarmos, exclusivamente, a força de preensão pulpo-lateral, os resultados finais (Tabela 06) indicam valores próximos aos de outros estudos (IMRHAN e LOO, 1989 = 7,95 kgf e ARAÚJO et al., 2002 = 8,75 kgf – valores médios entre a amostra de indivíduos do gênero masculino e feminino). Este último apresentou dados da população brasileira, com materiais (dinamômetro de pinça B&L) e procedimentos metodológicos similares ao presente estudo, o que permite estimar que as semelhanças nos resultados podem indicar uma consistência nos dados, corroborando para a formação futura de parâmetros nacionais de forças de preensão digital.

Portanto, considerando a ampliação do público feminino no mercado de trabalho, torna-se necessário conhecer com maior propriedade as características particulares deste grupo como, por exemplo, as forças de preensão digital pulpo-lateral, a fim de contribuir para o design ergonômico de instrumentos manuais.

## 7. Agradecimentos

Este estudo foi desenvolvido com o apoio da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Proc. 05/59941-2) e do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Proc. 302913/2007-6).

## 8. Referências Bibliográficas

ARAUJO, M. P.; ARAUJO, P. M. P.; CAPORRINO, F. A.; FALOPPA, F.; ALBERTONI, W. M. Estudo populacional das forças das pinças polpa-a-polpa, trípole e lateral. **Revista Brasileira de Ortopedia**. 37 (11/12): 496-504. 2002.

CROSBY, C. A.; WEHBÉ, M. A.; MAWR, B. Hand strength: normative values. **The Journal of Hand Surgery**. 19A (04): 665-70. 1994

DEMPSEY, P. G.; AYOUB, M. M. The influence of gender, grasp type, pinch width and wrist position on sustained pinch strength. **International Journal of Industrial Ergonomics**. 17: 259-73. 1996.

IMRHAN, S. N.; LOO, C. H. Trends in finger pinch strength in children, adults, and the elderly. **Human Factors**. 31 (06): 689-701. 1989.

IMRHAN, S. N.; RAHMAN, R. The effects of pinch width on pinch strengths of adult males using realistic pinch-handle coupling. **International Journal of Industrial Ergonomics**. 16 ( ): 123-34. 1995.

IMRHAN, S. N. The influence of wrist position on different types of pinch strength. **Applied Ergonomics**. 22(06): 379-84. 1991.

MATHIOWETZ, V.; KASHMAN, N.; VOLLAND, G.; WEBER, K.; DOWE, M. Grip and pinch strength:

normative data for adults. **Archives of Physical Medical Rehabilitation**. 66 ( ): 69-74. 1985.

MATHIOWETZ, V.; WEBER, K.; VOLLAND, G.; KASHMAN, N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. **The Journal of Hand Surgery**. 9A (02): 222-26. 1984.

MATHIOWETZ, V.; WIEMER, D. M.; FEDERMAN, S. M. Grip and pinch strength: norms for 6 to 19-year-olds. **The American Journal of Occupational Therapy**. 40 (10): 705-11. 1986.

PASCHOARELLI, L. C.; RAZZA, B. M.; FALCÃO, F. da S.; LUCIO, C. do C. . Análise das variáveis de forças de preensão digital: a contribuição da biomecânica ao design ergonômico. In: **Anais do XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**. p. 907-912. 2007.

RAZZA, B.M. **Avaliação de Forças Manuais em Atividades Funcionais Cotidianas: Uma Abordagem Ergonômica** [Dissertação de Mestrado]. Bauru, Universidade Estadual Paulista, 2007.

YOUNG, V. L.; PIN. P.; KRAEMER, B. A.; GOULD, R. B.; NEMERGUT, L.; PELLOWSKI, M. Fluctuation in grip and pinch strength among normal subjects. **The Journal of Hand Surgery**. 14 (01): 125-29. 1989