

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**Departamento de Terapia ocupacional**

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA ESCRITA MANUAL:  
ESTUDO DE DOIS PADRÕES DE PREENSÃO**

**PEDRO HENRIQUE TAVARES QUEIROZ DE ALMEIDA**

**São Carlos**

**2012**

**PEDRO HENRIQUE TAVARES QUEIROZ DE ALMEIDA**

**ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA ESCRITA MANUAL:  
ESTUDO DE DOIS PADRÕES DE PREENSÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de MESTRE em TERAPIA OCUPACIONAL na Área de Concentração Promoção do Desenvolvimento Humano nos Contextos da Vida Diária à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Terapia ocupacional da Universidade Federal de São Carlos, sob orientação da Profª Drª Iracema Serrat Vergotti Ferrigno.

São Carlos

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A447ae

Almeida, Pedro Henrique Tavares Queiroz de.  
Análise eletromiográfica da escrita manual : estudo de  
dois padrões de prensão / Pedro Henrique Tavares  
Queiroz de Almeida. -- São Carlos : UFSCar, 2012.  
80 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2012.

1. Terapia ocupacional. 2. Escrita. 3. Eletromiografia. I.  
Título.

CDD: 615.8515 (20<sup>a</sup>)

FOLHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO ALUNO  
PEDRO HENRIQUE TAVARES QUEIROZ DE ALMEIDA, DEFENDIDA  
PUBLICAMENTE EM 05 DE JANEIRO DE 2012.



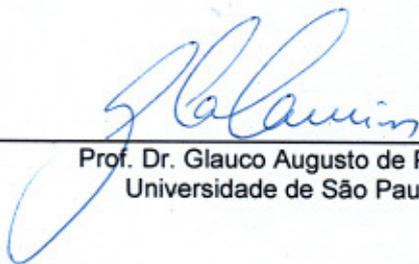
---

Profa. Dra. Iracema Serrat Vergotti Ferrigno  
Orientadora e Presidente  
Universidade Federal de São Carlos / UFSCar



---

Profa. Dra. Maria Luísa Guillaumon Emmel  
Universidade Federal de São Carlos / UFSCar



---

Prof. Dr. Glauco Augusto de Paula Caurin  
Universidade de São Paulo / USP

Homologado na CPG-PPGTO na  
\_\_\_\_\_ª. Reunião no dia  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **Agradecimentos**

À Professora Iracema Serrat Vergotti Ferrigno, pelas orientações não só para este trabalho, mas para toda a vida.

A todos os estudantes e docentes do Laboratório de Análise Funcional e Ajudas Técnicas (LAFATec) da UFSCar, em especial ao Professor Daniel Cezar Marinho da Cruz, e à Mariana Midori Sime, pela incansável dedicação e extremo profissionalismo com que auxiliou esta e outras pesquisas.

Aos estudantes da Universidade Federal de São Carlos que participaram de forma muito solícita dos testes, sem os quais esta pesquisa não seria possível. Em especial, a Eduardo Everton, Juliana Bolanho, Camila Sorensen e Maria Luisa Cardoso, pelas críticas, comentários e acolhimentos.

À Marília Meyer Bregalda, pelo incentivo e pelas discussões que promoveram o amadurecimento desta e de muitas outras idéias.

Ao Romildo, Marisa e Maria Laura, pelo apoio e amor incondicional em todas as fases de minha vida.

## **Resumo**

A escrita manual é uma habilidade essencial para o desempenho de diversas atividades cotidianas, como meio de expressão de informações e conhecimentos em ambientes acadêmicos, laborais e em situações de entretenimento e lazer. Entre a população adulta observa-se a prevalência de duas categorias de preensões na escrita, classificadas do ponto de vista do desenvolvimento neurofisiológico como maduras ou de transição. Tais formas de preensão podem estar relacionadas a disfunções posturais no membro superior devido à utilização de diferentes grupos musculares. O objetivo do estudo foi analisar a atividade eletromiográfica dos músculos trapézio, bíceps braquial, extensor radial curto do carpo e flexor superficial dos dedos em indivíduos que utilizam a preensão trípole dinâmica e a preensão trípole estática durante a escrita manual. Vinte e quatro estudantes universitários entre 18 e 28 anos, sem acometimento funcional do membro superior foram submetidos a exame eletromiográfico durante uma tarefa de escrita manual padronizada. Observou-se aumento significativo na atividade mioelétrica do trapézio e bíceps braquial entre indivíduos que utilizam a preensão trípole estática. Não foi observada alteração significativa entre a atividade mioelétrica do extensor radial curto do carpo e flexor superficial dos dedos entre os dois grupos. A maior atividade eletromiográfica da musculatura proximal entre indivíduos que utilizam a preensão trípole estática aponta para um gasto energético mais elevado e potencial dano muscular durante a manutenção deste padrão motor nas tarefas de escrita manual. Uma vez que se observa aumento das exigências por velocidade e produção de informações escritas em ambiente acadêmico, a observação, avaliação e o acompanhamento terapêutico para o estímulo ao desenvolvimento de preensões maduras poderiam favorecer o desempenho de tarefas escritas, importante área de intervenção e investigação clínica da terapia ocupacional.

**Palavras-Chave:** Escrita Manual, Eletromiografia, Terapia ocupacional

## **Abstract**

Handwriting is an essential skill for the performance of activities of daily life related to the expression of information in academic, work-related and leisure situations. Among adult population, there is a prevalence of two grasp forms used for handwriting, classified in neurophysiological development as mature or transitional grasps. These grasp patterns may be related to upper limb muscular and postural dysfunctions due to the use of different muscular groups in handwriting activity. The objective of this study was to analyze the electromyographic activity of upper trapezium, biceps brachii, extensor carpi radialis brevis and flexor digitorum superficialis among subjects who use the dynamic tripod grasp and the static tripod grasp during handwriting. Twenty-four university students between 18 and 28 years, without functional dysfunctions of the upper limbs underwent electromyographic analysis during a patterned handwriting task. A significant increase in electromyographic activity of upper trapezium and biceps brachii was observed among subjects who use the static tripod grasp. There was no significant change between the myoelectric activity of the extensor carpi radialis brevis and flexor digitorum superficialis between the two groups. The increase in electromyographic activity among subjects using static tripod grasp indicates potential higher energy expenditure and increased risk of muscular lesions with the maintenance of this motor pattern during handwriting tasks. Since the increased demand for speed and expression of information through handwriting is expected during academic life, the careful observation, evaluation and therapeutic monitoring could stimulate the development of mature grasps and optimize the performance of writing tasks, an important area of intervention and clinical research to occupational therapy.

**Key-Words:** Handwriting, Electromyography, Occupational Therapy

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

CVM	Contração Voluntária Máxima
DTO	Departamento de Terapia ocupacional
EMG	Eletromiografia
ERCC	Extensor Radial Curto do Carpo
FSD	Flexor Superficial dos Dedos
IMC	Índice de Massa Corporal
ISEK	International Society of Electrophysiology and Kinesiology
LAFATec	Laboratório de Análise Funcional e Ajudas Técnicas
mV	Micro Volt
RAW	Sinais de EMG Bruto
RMS	Root Mean Square
SENIAM	Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles
TD	Preensão Trípole Dinâmica
TE	Preensão Trípole Estática
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1.	Preensões imaturas e idade estimada de desenvolvimento	25
Tabela 2.	Preensões de transição e idade estimada de desenvolvimento	27
Tabela 3.	Preensões maduras e idade estimada de desenvolvimento	28
Tabela 4.	Distribuição dos Participantes entre os Grupos de Preensão	53
Tabela 5.	Tempo de Escrita entre os Grupos de Preensão	54
Tabela 6.	Atividade Eletromiográfica durante a escrita manual	57

## Lista de Figuras

Figura 1.	Modelo de preensão de Mercator	13
Figura 2.	Interdependência de requisitos para escrita manual	17
Figura 3.	Normalização do Sinal RAW para RMS	35
Figura 4.	Eletromiógrafo Miotool 400	42
Figura 5.	Ambiente experimental para coleta de dados	44
Figura 6.	Posicionamento dos eletrodos no músculo trapézio	46
Figura 7.	Posicionamento dos eletrodos no músculo bíceps braquial	46
Figura 8.	Posicionamento dos eletrodos no músculo ERCC	47
Figura 9.	Posicionamento dos eletrodos no músculo FSD	48
Figura 10.	Eletromiograma ilustrando a CVM	51

## **Lista de Gráficos**

Gráfico 1.	Média da Atividade Eletromiográfica do Trapézio	55
Gráfico 2.	Média da Atividade Eletromiográfica do Bíceps Braquial	55
Gráfico 3.	Média da Atividade Eletromiográfica do ERCC	56
Gráfico 4.	Média da Atividade Eletromiográfica do FSD	56

## Sumário

Introdução.....	13
<i>A escrita e a ocupação humana</i> .....	13
<i>A escrita manual na atualidade</i> .....	16
<i>A escrita manual – panorama teórico</i> .....	18
<i>Desenvolvimento e Classificações das Prensões na Escrita Manual</i> .....	23
<i>Problemas na aquisição da escrita</i> .....	32
<i>A importância da análise dos padrões de prensão para a terapia ocupacional</i> .....	33
<i>A eletromiografia como ferramenta para a análise da atividade</i> .....	35
Objetivos .....	41
Método .....	42
<i>Aspectos Éticos</i> .....	42
<i>Participantes</i> .....	42
<i>Local da Coleta de Dados</i> .....	43
<i>Ambientação e Instrumentos</i> .....	43
<i>Procedimentos</i> .....	46
<i>Análise dos Dados</i> .....	53
Resultados .....	55
Discussão.....	60
Conclusão .....	69
Referências Bibliográficas .....	70
Anexos.....	78
Apêndices .....	80

## **Introdução**

### *A escrita e a ocupação humana*

Ocupação é um amplo conceito utilizado em diversas situações, e pode ser definido como o conjunto de atividades realizadas diariamente, sendo fortemente associada ao trabalho (Trombly Latham, 2008).

Para a terapia ocupacional a definição anterior pode ser ampliada ao inserirmos o contexto, motivações e valores que permeiam as ocupações. São atividades da vida cotidiana, nomeadas, organizadas e às quais são atribuídos significados e valores pelos indivíduos que as desempenham e por sua cultura (Aota, 2008).

Através das atividades que compõem as ocupações, o ser humano define e organiza o seu cotidiano. Tanto a atividade quanto a ocupação são processos centrais para o desenvolvimento da personalidade e identidade e constituem-se como forma de manutenção do corpo e estruturação do cotidiano (Trombly Latham, 2008).

As atividades permitem o engajamento do ser humano em diversas situações, viabilizando o desempenho de papéis dentro do cotidiano e ao longo do desenvolvimento (Kielhofner, G., 2009). Seja como membro de família, estudante ou trabalhador, cada papel adotado resulta na realização de atividades condizentes.

Realizar de forma satisfatória um conjunto de atividades em determinado contexto contribui para um desempenho ótimo da ocupação, favorecendo o desenvolvimento do indivíduo à medida que fornece meios para o engajamento físico e mental, fortalecendo a construção de relações sociais e culturais (Kielhofner, G., 2009).

Dentre os mais diversos papéis ocupacionais desempenhados pelo ser humano ao longo de seu desenvolvimento, aqueles ligados ao estudo e de maneira mais evidente

as atividades laborais decorrentes, podem ser considerados fundamentais para a manutenção de um cotidiano significativo e produtivo.

O Brasil possui aproximadamente 56 milhões de crianças, adolescentes e adultos que desenvolvem atividades ligadas à educação e aprendizagem em ambiente acadêmico (Ibge, 2009). O engajamento satisfatório nesta ocupação requer, ainda que em níveis variáveis, a proficiência na escrita manual.

Esta é uma habilidade essencial para o desempenho das atividades acadêmicas, sendo a principal causa de encaminhamentos de pacientes para terapeutas ocupacionais ligados a escolas e centros educacionais (Barnes *et al.*, 2003).

Estudos anteriores associados a observações clínicas sugerem que as principais queixas apresentadas pela população atendida estão relacionadas à forma como a caneta ou lápis é segurado e manuseado (Summers, 2001), associado a déficits na amplitude de movimento e coordenação de seguimentos proximais e distais dos membros superiores, caracterizando um desenvolvimento imaturo da mobilidade do ombro, cotovelo e punho (Benbow, 2006).

Os padrões de preensão utilizados para a escrita são objetos de estudos há mais de 500 anos, sendo fortemente relacionados a forma como o implemento é manuseado e a escrita resultante. (Sassoon, 2004) São observadas diversas descrições destes padrões no decorrer da história, sendo uma das primeiras documentações a forma recomendada por Mercator durante o século XVI, a escribas, que utilizassem penas para a inscrição de caracteres em estilo itálico (Figura 1).

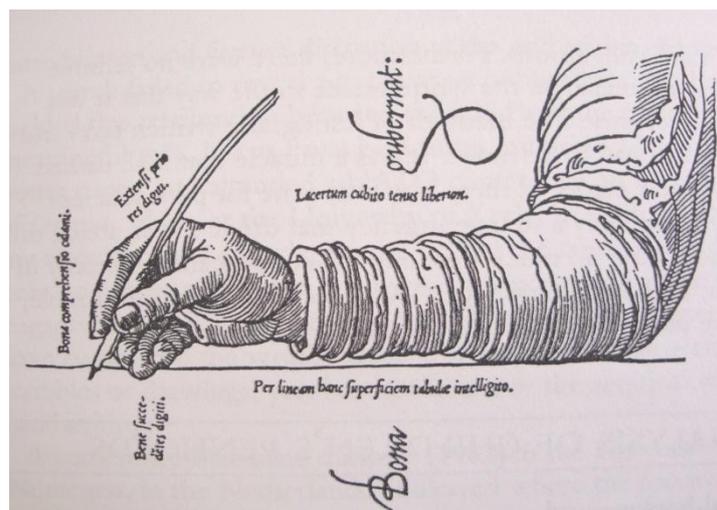


Figura 1: Modelo de preensão de pena durante a escrita recomendado por Mercator, 1540. (Sassoon, 2004)

O desenvolvimento de estudos relacionado à preensão e manipulação de objetos de escrita mostra-se particularmente importante para a terapia ocupacional, devido à influência da preensão sobre o desempenho da escrita manual consequentemente suas implicações sobre as atividades cotidianas.

Embora fundamentais para o desempenho de práticas clínicas, dados objetivos que suportem modelos de intervenção junto a pacientes que apresentem queixas relacionadas à escrita manual ainda são escassos, concentrando-se, sobretudo entre as fases iniciais do desenvolvimento da motricidade, incluindo majoritariamente crianças em idade pré-escolar.

Tornam-se necessárias evidências que forneçam subsídio para determinar a eficácia de práticas clinicamente consolidadas, como a avaliação, modificação e escolha dos padrões preensores que viabilizem a melhor escrita, não só durante sua aquisição e aprendizagem, mas durante toda a vida.

### *A escrita manual na atualidade*

Apesar da crescente utilização de métodos mecânicos para a produção de letras e palavras por meio da escrita digital, por meio da disseminação de processadores eletrônicos de texto, a escrita manual mantém-se presente em nossa cultura através das inúmeras práticas derivadas de seu uso, permanecendo como uma poderosa ferramenta de expressão social, artística e até mesmo jurídica (Van Dijck e Neef, 2006).

Da variedade de formatos de letras ao hábito de fazer anotações, passando da caligrafia ao grafite urbano, da tatuagem ao ato de assinar um documento, a presença da mão humana é essencial para a produção de letras e textos (Van Dijck e Neef, 2006).

Tal atividade pode ser considerada como uma das primeiras habilidades aprendidas em ambiente acadêmico, estimulada através da realização de atividades escritas, anotações em aula e avaliações de conteúdo, tornando-se base para o desenvolvimento de produção textual satisfatória (Connelly *et al.*, 2007).

Possui um amplo efeito na auto-imagem, conquistas acadêmicas, atitudes e comportamento dos estudantes, sendo tanto uma modalidade de comunicação quanto uma habilidade para vida, através de seu uso em anotações, exames escritos e no preenchimento de formulários (Feder e Majnemer, 2007).

Entre crianças, 85% das atividades realizadas em ambiente escolar envolvem lápis e papel (Chau *et al.*, 2006), sendo que 31 a 65% do período letivo de estudantes do ensino fundamental está diretamente envolvido com atividades de coordenação manual fina, como a escrita manual (Mchale e Cermak, 1992).

Considerada uma atividade onde a repetição leva à automatização do desempenho, a proficiência da escrita manual é atingida quando a movimentação necessária para a produção do texto não influencia o processo de criação (Peverly, 2006).

Esta capacidade de manter um fluxo constante de produção escrita em determinado período de tempo mostra-se importante durante atividades laborais e nos níveis mais avançados de formação acadêmica (Summers e Catarro, 2003), onde a velocidade viabiliza melhor desempenho durante avaliações e tarefas que envolvam expressão de idéias e conteúdo através de texto manuscrito (Tseng e Cermak, 1993; Peverly, 2006).

### *A escrita manual – panorama teórico*

A escrita manual pode ser definida como o processo de produzir letras, palavras ou outros símbolos em uma superfície através de uma caneta, lápis ou implemento similar, dentro de um nível de legibilidade e velocidade apropriado a cada faixa etária (Freeman *et al.*, 2004).

Escrever é uma habilidade necessária para o cotidiano ao longo da vida, sendo pré-requisito para o desempenho de atividades acadêmicas, laborais e até mesmo recreativas (Ferriell *et al.*, 2000; Hooke *et al.*, 2008). Constitui-se também como importante ferramenta de autenticidade perante situações legislativas por caracterizar-se como um registro único de traços e formas de qualidade visualmente insubstituível (Van Dijck e Neef, 2006), sendo fundamental para ao gerenciamento independente das finanças pessoais (Sassoon, 2004).

Envolve um elaborado sistema de integrações neurológicas e biomecânicas intercambiáveis de acordo com o tipo de tarefa realizado. Utilizam-se conexões neuronais, informações sensoriais aferentes e respostas motoras distintas para a produção espontânea de texto, ditado ou a realização de uma cópia (Rosenblum *et al.*, 2006).

Devido a esta singularidade e capacidade de requisição de diversas estratégias de compensações sensoriais e biomecânicas, a escrita manual pode ser considerada a mais complexa modalidade de linguagem (Scarone *et al.*, 2009).

Em sua forma mais básica, a inscrição eficiente de símbolos em uma folha de papel pode ser considerada como um ato perceptual e motor, envolvendo inter-relações entre o indivíduo, a tarefa e o ambiente onde esta é realizada (Ziviani e Wallen, 2006).

As habilidades sensoriais, cognitivas e motoras do indivíduo relacionam-se de forma interdependente com as demandas da atividade escrita, isto é, o tipo de texto solicitado, as demandas cognitivas, lingüísticas e o nível de atenção requisitado, intermediados pela necessidade de velocidade, precisão e legibilidade.

Estas habilidade e singularidades da tarefa são ainda intermediadas pelo ambiente, representado pelos aspectos físicos, como o objeto pelo qual se dará à escrita (caneta, lápis, giz, tintas), a superfície onde esta será produzida e mobiliário disponível, os aspectos ambientais (temperatura, iluminação e ruídos do ambiente) e emocionais envolvidos, como as expectativas e cobranças sobre a escrita a ser produzida (Jongmans *et al.*, 2003). Tais inter-relações podem ser ilustradas através da figura 2.

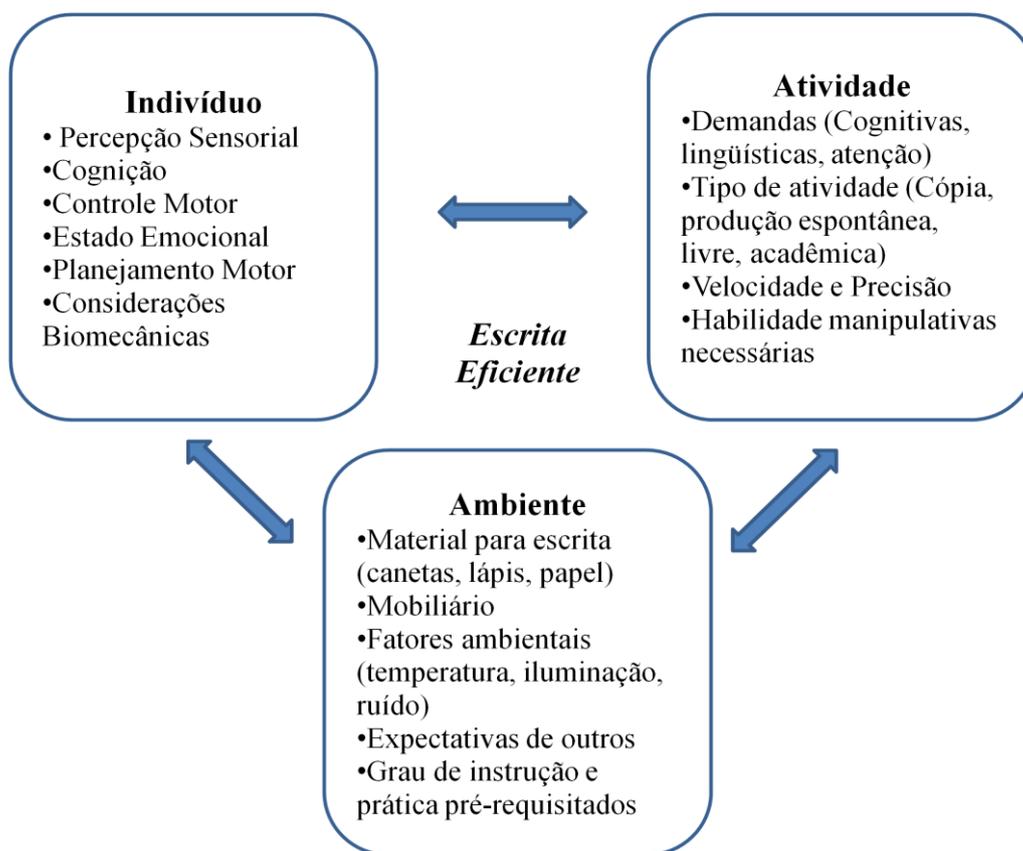


Figura 2: Interdependência de requisitos para desempenho da escrita manual de forma eficiente (Ziviani & Wallen, 2006)

Através de uma abordagem de aprendizado motor baseada em conceitos neurofisiológicos, pode-se compreender a aquisição da escrita manual como um evento que utiliza tanto sistemas fechados quanto abertos (Ziviani e Wallen, 2006).

Dentro desta abordagem, modelos de aprendizagem motora baseados em sistemas fechados são aqueles onde os estímulos aferentes fornecem *feedback* sensorial que é utilizado pelo sistema nervoso central para modificar e modular as respostas motoras de forma a adequar a tarefa desempenhada, adquirindo a proficiência necessária majoritariamente pelo uso de *inputs* sensoriais (Mathiowetz e Bass-Haugen, 2008).

No caso da escrita manual, a pressão gerada pelo ato de segurar o objeto de escrita, os *inputs* visuais e proprioceptivos são utilizados como meio para modular e corrigir eventuais erros cometidos. Desta forma, o *feedback* sensorial é fundamental durante as fases de aquisição da linguagem escrita (Ziviani e Wallen, 2006).

Com a progressão da aprendizagem e completa aquisição da escrita, este sistema de controle motor seria convertido em um sistema aberto, onde o indivíduo passa a não depender de estímulos e *inputs* sensoriais como forma de modular os movimentos necessários (Mathiowetz e Bass-Haugen, 2008). Neste ponto, a memória do movimento, isto é, a sequência de ativação de diferentes grupos musculares, associada a amplitudes articulares já aprendidas, passariam a controlar a escrita manual.

Tal proposição encontra respaldo através da definição da proficiência necessária para o desempenho da tarefa, caracterizada pela produção escrita constante, sem a necessidade de ajustes frequentes (Rosenblum *et al.*, 2010).

De certa forma, podemos caracterizar a escrita proficiente como a capacidade de produzir textos com velocidade constante, não sendo compatível com mudanças no

desempenho baseadas em *feedback* aferente, dadas as modulações e ajustes motores necessários para este modelo (Ziviani e Wallen, 2006).

Embora tais definições enquadrem-se no modelo descrito, a pluralidade de situações em que se escreve faz com que o desempenho desta atividade seja um misto dos sistemas fechado e aberto (Mathiowetz e Bass-Haugen, 2008); as adequações ao ambiente e às demandas da atividade ocorrem de forma simultânea à produção textual contínua, determinando as relações altamente elaboradas que ocorrem durante a escrita manual.

Tal observação fica evidente ao longo do desenvolvimento desta habilidade: tomando-se como exemplo o uso do *feedback* fornecido pela visão, observa-se que as informações visuais são essenciais durante a aprendizagem da escrita por crianças (Ziviani e Wallen, 2006); entretanto, tal modalidade sensorial torna-se cada vez menos requisitada com o desenvolvimento da escrita manual.

Como o desempenho da escrita aprimora-se através de prática associada ao desenvolvimento do sistema nervoso central, reduz-se a necessidade de monitoramento visual dos dedos e do lápis ou caneta, viabilizando uma escrita mais rápida, uma vez que os ajustes promovidos pelas informações visuais seriam demasiadamente lentos para controlar a complexa cadeia motora envolvida nesta atividade (Benbow, 2006).

O *feedback* de outras modalidades sensoriais, como a propriocepção, isto é, os estímulos aferentes de músculos, articulações e da pele sobre a posição do corpo e dos membros e a velocidade e sentido dos movimentos (Sudsawad *et al.*, 2002), passam a exercer maior influência sobre as demandas de precisão e controle do movimento (Cornhill e Case-Smith, 1996).

Entretanto, mesmo com a redução na participação sobre o controle e execução dos movimentos necessários em escritores proficientes, a ausência total da informação visual impede a execução adequada da escrita (Wann, 1987).

Observa-se entre indivíduos proficientes o uso reduzido, mas presente, destes *inputs* visuais: em estudo com adultos entre 23 e 28 anos, Gowen & Miall (2006) observaram que, durante tarefas de desenho e tracejado, o movimento e fixação ocular tendem a percorrer posições fixas, espécie de pontos-chave pertinentes à tarefa, ao invés de seguir a escrita produzida pelo lápis ou caneta (Gowen e Miall, 2006).

Permanece, ainda em fases avançadas, a necessidade de *feedback* sensorial para controlar a resposta motora a cada situação. A influência destes estímulos sensoriais em maior ou menor proporção varia ao longo do desenvolvimento do indivíduo, sendo especialmente observada durante o refinamento motor que leva a modificação da forma como o objeto de escrita é manipulado.

*Desenvolvimento e Classificações das Preensões na Escrita Manual*

Escrever implica no uso de objetos adequados para esta atividade. Durante toda a história da humanidade, os mais diversos meios foram utilizados para registrar traços, desenhos e informações através da escrita, sendo que os objetos utilizados para este fim evoluíram de recursos simples como pedras, galhos e pedaços de carvão, para penas, pincéis, e, mais recentemente, lápis e canetas.

O objeto de escrita determina a forma como ocorre sua preensão e os movimentos necessários à sua manipulação. Em uma breve revisão histórica, Sassoon (2004) cita como exemplo o intrincado padrão preensor necessário à manipulação de penas e tinteiros utilizados durante o século XVI, sendo inclusive pesquisados e ensinados métodos para aperfeiçoar a atividade escrita com estes implementos (Sassoon, 2004).

Atualmente, pincéis, lápis, crayons, marcadores hidrográficos e canetas esferográficas são os principais implementos utilizados para produzir expressões gráficas como desenhos e a escrita (Ziviani e Wallen, 2006). Tais recursos formam uma extensão das mãos, sendo seu controle e manipulação fundamentais para a produção eficiente de cópias, textos livres e demais formas de escrita.

Para que haja manipulação satisfatória, a movimentação coordenada e fluída das articulações do membro superior é essencial; através de adequada estabilização das articulações proximais do ombro e cotovelo, associada à movimentação coordenada das articulações do punho e dos dedos é executada a realização de movimentos controlados, precisos e em velocidade e sentido compatível com a atividade (Benbow, 2006).

Esta coordenação de seguimentos distais e proximais do membro superior, com a progressão de movimentos amplos e imprecisos para padrões coordenados e de

elevada destreza é atingida através da maturação do sistema nervoso central, favorecida pelas experiências acumuladas ao longo da vida do indivíduo (Ziviani e Wallen, 2006; Mathiowetz e Bass-Haugen, 2008).

O desenvolvimento da função manual segue preceitos comuns às teorias do desenvolvimento neuropsicomotor, sendo fundamental o princípio de desenvolvimento proximal para distal e a progressão de movimentos em massa para específicos. Os movimentos em massa, isto é, movimentos menos diferenciados, precederiam os movimentos refinados necessários para funções altamente especializadas, como a escrita (Exner, 2005).

Tal princípio compreende a participação da musculatura e dos seguimentos articulares distais, como punho e dedos, como progressiva, partindo de movimentos puramente proximais com paulatina inserção de movimentos distais.

O princípio proximal para distal pontua que o desenvolvimento da motricidade inicia-se primeiramente em seguimentos proximais – como a cabeça e tronco – e segue progressivamente para os seguimentos distais – mãos e pés (Ziviani e Wallen, 2006).

A influência da maturação neurológica é necessária para a progressão do controle e refinamento motor, uma vez que o controle destes seguimentos é efetuado por estruturas corticais distintas (Exner, 2005).

As estruturas proximais são controladas primariamente pelas vias ventro-mediais do tronco encefálico, regulando a atividade do tronco e músculos proximais; Já o controle dos movimentos dos dedos é realizado por um sistema corticoespinal originário no córtex motor primário, cujas fibras nervosas realizam sinapses diretas com os motoneurônios dos músculos da mão (Exner, 2005).

Embora alguns estudos clínicos (Case-Smith *et al.*, 1989; Rosenblum e Josman, 2003; Naider-Steinhart e Katz-Leurer, 2007) não tenham obtido correlação significativa entre o controle motor de tronco e cabeça e boa função manual, a adequada motricidade tanto de seguimentos proximais quanto distais são requisitos para a aquisição das habilidades manuais.

A preensão e manipulação necessárias para a escrita também seguem esta ordem de desenvolvimento sendo observadas diferentes formas de preensão de acordo com nível de maturação neuropsicomotora do indivíduo (Benbow, 2006).

Em níveis primários do desenvolvimento, são observadas preensões em massa, com o uso de todos os dedos, sendo que o objeto é segurado contra a palma da mão, sendo manipulado de forma ampla e imprecisa (Exner, 2005).

Observa-se uma progressão de padrões preensores durante a aquisição da escrita, sendo comum observar seu completo desenvolvimento e adoção de um padrão adequado por volta dos sete anos de idade (Ziviani e Wallen, 2006). Comumente, tal parâmetro é avaliado através do controle e execução de movimentos distintos do membro superior (Schneck e Henderson, 1990).

As preensões de objetos de escrita podem ser classificadas em três categorias, de acordo com os tipos de movimentos realizados: preensões imaturas, de transição, e preensões maduras (Edwards *et al.*, 2002).

Preensões imaturas são aquelas caracterizadas pelo uso majoritário de movimentos dos seguimentos proximais, como ombros e cotovelos (Naider-Steinhart e Katz-Leurer, 2007), associados a uma manipulação pouco elaborada do objeto de escrita, geralmente envolvendo uma preensão de força, com poucas possibilidades de manuseio refinado.

Tais preensões são caracterizadas pelo movimento do objeto de escrita ser efetuado através de uma combinação de movimentos do punho, cotovelo, ombro e tronco; não são observados movimentos dos dedos ou do polegar (Edwards *et al.*, 2002). São comumente observadas antes dos quatro anos de idade (Schneck e Henderson, 1990).

São exemplos de preensões imaturas as preensões trans-palmar radial, palmar supinada, preensão digital pronada, preensão em pincel e preensão com os dedos em extensão (Edwards *et al.*, 2002). Estas preensões a idade aproximada de seu desenvolvimento podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 – Preensões imaturas e idade estimada de desenvolvimento

	Preensão	Faixa Etária
	Trans-palmar radial	12 meses
	Palmar supinada	12 a 18 meses
	Digital pronada	2 a 3 anos
	Preensão em pincel	3 a 3.5 anos
	Preensão com dedos em extensão	3 a 4.5 anos

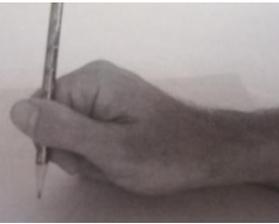
(Schneck e Henderson, 1990; Edwards *et al.*, 2002)

Com a progressão do desenvolvimento neurológico, observam-se modificações na qualidade da manipulação de objetos e tal padrão também é aplicado à escrita manual. A adoção de posturas mais elaboradas para a preensão de lápis e canetas, de forma já similar aquelas encontradas entre adultos pode ser notada (Ziviani, 1983; 1996), porém ainda é predominante o uso de movimentos proximais, concentrados nas articulações do ombro, cotovelo e punho (Edwards *et al.*, 2002; Amundson, 2005). Tais preensões são classificadas como preensões de transição.

São preensões observadas comumente entre os três e os seis anos de idade (Schneck e Henderson, 1990), onde há progressivo aumento da mobilidade no punho e cotovelo, associado ao fato do antebraço permanecer apoiado sobre a mesa. No entanto, estas preensões continuam a apresentar movimentos concentrados nas articulações do ombro (Edwards *et al.*, 2002).

Algumas das preensões observadas nesta categoria são as preensões trípole estática, quádrupole estática e a preensão com o polegar cruzado, ilustradas na tabela 2.

Tabela 2 – Preensões de transição e idade estimada de desenvolvimento

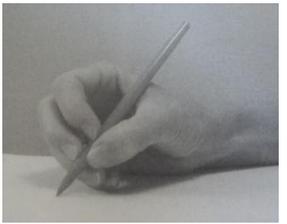
	Preensão	Faixa Etária
	Trípode estática	3.6 anos em diante
	Quadrípode estática	3 anos em diante
	Polegar Cruzado	3.6 anos em diante

(Scheneck e Henderson, 1990; Edwards *et al.*, 2002)

Por fim, as preensões maduras concentram os movimentos sobre as articulações distais, como punho e, sobretudo dedos (Bergmann, 1990; Schneck e Henderson, 1990). Tal característica torna possível o uso da musculatura intrínseca das mãos como principal meio para a realização da escrita, através de movimentos precisos, coordenados e em ritmo apropriado ao nível de exigência progressivamente maior encontrado na vida adulta (Feder *et al.*, 2000; Summers e Catarro, 2003; Peverly, 2006).

Este grupo de preensões requer a habilidade de isolar os movimentos dos dedos individualmente, sem o envolvimento de estruturas proximais do membro superior e do tronco (Edwards *et al.*, 2002). São observadas em indivíduos a partir dos quatro anos de idade (Schneck e Henderson, 1990) e incluem as preensões trípole dinâmica, quadrípode dinâmica, trípole lateral e trípole interdigital (Tabela 3).

**Tabela 3 – Preensões maduras e idade estimada de desenvolvimento**

	Preensão	Faixa Etária
	Trípode dinâmica	4 anos em diante
	Quadrípode dinâmica	4.6 anos em diante
	Trípode lateral	4.6 anos em diante
	Trípode interdigital	Não definida

Observa-se ainda a inexistência de estudos que apontem a eficácia de um único padrão preensor sobre os demais; consideram-se os padrões maduros como os mais adequados para o desempenho de atividades em velocidade, ritmo e precisão ótimos, sendo a preensão trípole dinâmica a mais prevalente entre a população infantil (Schneck e Henderson, 1990), adolescente (Ziviani, 1996), adulta (Summers e Catarro, 2003) e idosa (Van Drempt *et al.*, 2011).

A preensão trípole é caracterizada pelo uso do I, II e III dedos para segurar e movimentar o objeto de escrita (Summers, 2001). A caneta ou o lápis é posicionado entre o I e II dedo, sendo apoiada na borda radial da falange média ou distal do III dedo (Sassoon, 2004). O primeiro espaço interdigital é mantido aberto, com os dedos IV e V flexionados, sustentando o arco longitudinal da mão (Schneck e Henderson, 1990).

Clinicamente, observa-se que a preensão trípole dinâmica é indicada por educadores e terapeutas como sendo a mais eficiente e melhor indicada para a escrita manual (Edwards *et al.*, 2002).

### *Problemas na aquisição da escrita*

Apesar da aparente linearidade na aquisição destes padrões de preensão com o desenvolvimento motor ao longo do ciclo de vida, são encontrados significativos casos de manutenção de padrões preensores de transição entre indivíduos adultos.

Cerca de 5% da população adulta norte-americana apresenta algum dos tipos de preensão de transição, sendo mais pronunciado o número de indivíduos que realiza a preensão trípole estática, seguido pela preensão com o polegar cruzado (Bergmann, 1990).

A manutenção de padrões de transição constitui-se como dificuldade para a aquisição de novas e mais adequadas habilidades entre a população em atividades acadêmicas, uma vez que esta forma de preensão é integrada ao comportamento motor do indivíduo (Benbow, 2006).

Este uso de preensões imaturas torna-se desafiador, exigindo o desenvolvimento do controle hábil e preciso de articulações proximais, responsáveis pela maior parte dos movimentos nestes padrões preensores (Ferriell *et al.*, 2000).

A musculatura responsável por estes movimentos não possui a mesma capacidade de gerar movimentos precisos e coordenados como aqueles encontrados em seguimentos distais, como punho e dedos (Benbow, 2006).

Desta forma, o fluxo, precisão e coordenação da escrita seriam prejudicados; a adoção de padrões preensores inadequados por adultos que realizem uso extenso da escrita manual ocasiona a execução inadequada de movimentos repetitivos por períodos prolongados de tempo, podendo levar a quadros de macro e micro trauma cumulativos (Leonard *et al.*, 2010), além de interferir negativamente no desempenho desta atividade

em tempo e condições compatíveis com aquelas esperadas com a progressão da vida acadêmica.

A redução na velocidade da produção textual, associada a desconfortos durante a realização da atividade refletiria em desempenho prejudicado em avaliações e demais situações onde a necessidade de transmissão de conhecimentos se faz por meio escrito (Summers e Catarro, 2003).

Embora a tendência atual de substituição da escrita manual por meio digitais deva ser levada em consideração, observando-se a redução de movimentos e variações posturais encontrada durante o uso destes recursos (Straker *et al.*, 2009), tem-se um predomínio da escrita manual em situações acadêmicas em nossa realidade, constituindo um campo de estudos necessário à prática da terapia ocupacional.

#### *A importância da análise dos padrões de preensão para a terapia ocupacional*

A prática da terapia ocupacional com pessoas com dificuldades motoras inclui a preensão, considerada, como já apontado, fundamental para a execução de atividades cotidianas, como manusear talheres, dinheiro realizar trabalhos domésticos e escrever.

A habilidade da escrita exige variações sutis do posicionamento das mãos e controle da mobilidade, força e destreza de todo o membro superior. Para melhor compreender o processo, a terapia ocupacional não pode prescindir da análise desta atividade, no que concerne aos padrões de escrita.

A análise da atividade pode ser definida como o processo de localizar e/ou ajustar uma ocupação de forma a atingir algum benefício terapêutico ou viabilizar o engajamento de um indivíduo em um papel ocupacional novo ou outrora realizado (Kielhofner, G., 2009).

O processo envolve analisar, de forma holística, os fatores relacionados ao desempenho da atividade pelo indivíduo em questão. Dada a complexidade deste processo frente às múltiplas formas de atividades, variados ambientes e condições necessárias para seu desempenho, modelos conceituais são adotados pelos terapeutas ocupacionais como forma de guiar os pontos necessários à análise da atividade (Kielhofner, G., 2009).

Embora na prática clínica a atuação do terapeuta requeira uma abordagem que analise o indivíduo e todos os aspectos que envolvem o desempenho ocupacional, em alguns casos, a sistematização e análise da performance de uma determinada atividade requer a compreensão profunda e priorizada do aspecto motor.

Dentre os diversos modelos, o modelo biomecânico de atuação prioriza a análise motora, por meio da aplicação de princípios da biomecânica durante a avaliação do desempenho ocupacional dos indivíduos. Através da utilização de teorias multidisciplinares, como anatomia, fisiologia, cinesiologia e biomecânica, este enfoque relaciona distúrbios apresentados com disfunções da movimentação funcional necessária (Kielhofner, G., 2009).

Os movimentos humanos permeiam todo o desempenho ocupacional. A habilidade de controlar e movimentar seguimentos corporais é essencial para a independência funcional (James, 2003).

A intervenção de terapia ocupacional guiada pelo Modelo Biomecânico é focada na intersecção entre movimento e ocupação; objetiva a redução das limitações físicas que dificultem o desempenho ocupacional e que possam ser melhoradas com tratamento (Kielhofner, G, 2009). Os ganhos articulares, de força e resistência devem estar

relacionados à melhora do desempenho de determinada atividade, dotada de significado e relevante para o indivíduo em seu cotidiano (James, 2003).

A preocupação volta-se para o uso de movimentos funcionais que contribuem para a realização eficaz da atividade (Kielhofner, G, 2009). Através da análise da atividade que o paciente deseja desempenhar, o terapeuta determina os déficits presentes e os possíveis recursos a serem utilizados para melhorar ou possibilitar o desempenho ocupacional satisfatório (Dutton, 1989).

Desta forma, dados baseados em respostas fisiológicas dos sistemas nervoso, cardiovascular e músculo-esquelético são favorecidas como forma de elaborar e acompanhar a evolução do tratamento, mas não sendo o tratamento limitado exclusivamente a estas manifestações.

Dentre as modalidades de avaliação do desempenho ocupacional utilizadas por este modelo de referência, a goniometria, dinamometria, análise cinemática e eletromiográfica são as formas mais difundidas para análise do comportamento motor (Flinn *et al.*, 2008).

#### *A eletromiografia como ferramenta para a análise da atividade*

A eletromiografia (EMG) é uma técnica de investigação da função muscular através da captação e análise dos sinais elétricos produzidos pela musculatura (Basmajian e DeLuca, 1985a). O início do desenvolvimento deste tema remota a metade de século XVI e contou com experimentos de célebres cientistas, como Galvani, Volta e Duchenne (Cram, J. R. e Kasman, G. S. , 2011).

A aplicação desta técnica pode ser dividida entre métodos invasivos e não invasivos. Métodos invasivos incluem o uso de agulhas e eletrodos inseridos no músculo, enquanto nos métodos não invasivos – ou eletromiografia de superfície – a

atividade muscular é analisada através de eletrodos fixados à pele, na porção correspondente ao músculo analisado (Basmajian e Deluca, 1985a).

A principal vantagem da eletromiografia de superfície é o fato deste ser um método de fácil execução, aliado a segurança e maior conforto para o indivíduo analisado. Além disto, o método permite a observação de grupos musculares em situações de repouso e durante o movimento, viabilizando a comparação entre diferentes estágios da contração muscular (Cram, J. R. e Kasman, G. S. , 2011).

No entanto, o método apresenta restrições para seu uso, como a limitação para a análise de músculos pequenos e profundos. A presença de interferências no sinal, ocasionadas por músculos adjacentes, denominada *crosstalk*, sujidades e mau posicionamento do eletrodo e principalmente a camada de tecido adiposo entre a pele e a musculatura são pontos que dificultam ou até mesmo inviabilizam a análise do comportamento muscular através da eletromiografia de superfície (Basmajian e Deluca, 1985a; Cram, J. R. e Kasman, G. S. , 2011).

Normas estabelecidas pela Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia (ISEK) objetivam padronizar a coleta de dados em pesquisas que utilizem a eletromiografia de superfície, orientando a localização e posicionamento dos eletrodos e garantindo parâmetros básicos para viabilizar a coleta com o mínimo de interferências externas (Hermens *et al.*, 1999).

É importante ressaltar que a atividade eletromiográfica não representa uma medida de força, resistência ou esforço muscular. Representa a atividade elétrica gerada pela musculatura durante determinada atividade, fornecendo dados que, após análise apropriada, permitem determinar de maneira objetiva as relações entre comportamentos musculares em diferentes atividades (Cram, J. R. e Kasman, G. S. , 2011).

A atividade mioelétrica é projetada em gráficos, onde o sinal, expresso de forma bruta (RAW), indica a atividade muscular em microvolts (mV). Tal padrão impede a comparação entre indivíduos, pois a intensidade do sinal RAW é um valor relativo. Para a comparação é necessário transformá-lo em valor absoluto e isto é realizado através do processo de normalização do sinal (Figura 3)

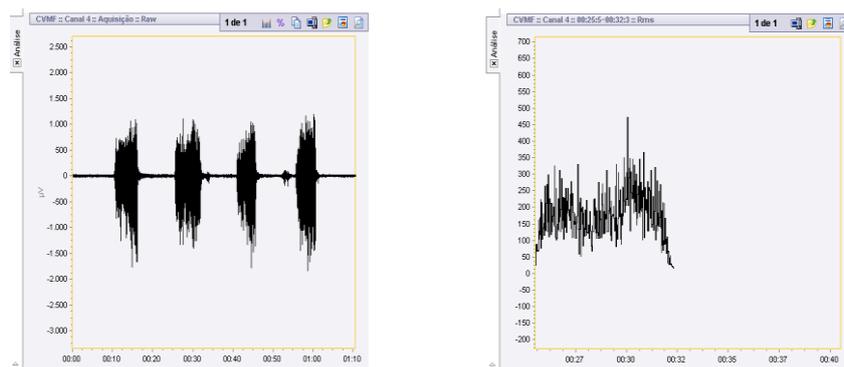


Figura 3: Normalização do Sinal RAW (à esquerda) para RMS.

Existem diversas técnicas para normalização do sinal de EMG, porém uma das mais confiáveis e utilizadas em pesquisas desta natureza é a normalização através da contração voluntária máxima (CVM) (Burden, 2010).

Através desse método o valor relativo é convertido em números absolutos, representados em porcentagem da contração máxima desempenhada pelo músculo avaliado, permitindo comparações entre diferentes indivíduos durante a realização de uma atividade.

Apesar de mostrar-se um eficiente recurso, a eletromiografia de superfície ainda é bastante inexplorada como ferramenta para análise da escrita manual.

Grande parte dos estudos na área utiliza observações clínicas (Bergmann, 1990; Schneck e Henderson, 1990; Schneck, 1991), associadas a medidas goniométricas

(Ziviani, 1983; Summers, 2001) e análise cinemática (Chau *et al.*, 2006; Connelly *et al.*, 2007; Baur *et al.*, 2009; Phillips *et al.*, 2009) como ferramenta metodológica.

Dois estudos internacionais, realizados por terapeutas ocupacionais, utilizaram a eletromiografia como ferramenta para análise da escrita: respectivamente com crianças em instituições de ensino fundamental (Naider-Steinhart e Katz-Leurer, 2007) e adultos universitários (Ferriell *et al.*, 2000).

No primeiro deles, objetivou-se estabelecer a relação entre a atividade da musculatura proximal e distal durante a escrita. O estudo demonstrou que, entre crianças de dez anos, a musculatura proximal, representada pelas fibras superiores do trapézio, realizou primariamente a função estabilizadora do membro superior, apresentando menores variações em sua atividade eletromiográfica quando comparada à musculatura da região tenar.

O estudo de Ferriell e cols. (2000) avalia a atividade muscular de indivíduos que utilizam a preensão trípole dinâmica com implementos diferentes: lápis simples, com engrossador e em formato triangular, não observando diferenças entre o comportamento muscular nestas situações.

Embora significativos, tais estudos não fornecem dados que elucidem questões comparativas quanto aos diversos tipos de padrão preensor executados durante a escrita.

Observa-se que os movimentos articulares nos membros superiores são mecanismos interdependentes, onde cada articulação produz forças de equilíbrio de acordo com o posicionamento do seguimento imediatamente proximal a ela (Benbow, 2006). Desta forma, a relação entre grupos musculares proximais e distais desempenham papéis relevantes para a realização da atividade de escrita (Linderman *et al.*, 2009).

Dentre a musculatura proximal, as fibras superiores do músculo trapézio estabilizam e posicionam a articulação glenoumeral, permitindo a mobilização das estruturas distais do membro superior durante atividades funcionais. O músculo trapézio está particularmente envolvido na estabilização postural durante longos períodos, exercendo maior esforço durante atividades que envolvam precisão e fixação ocular. (Birch *et al.*, 2000; Blangsted *et al.*, 2003)

Além disto, atividades de escrita prolongadas e contínuas podem desencadear quadros álgicos caracterizados por sobreuso deste músculo, como dor e inflamação local. (Bloemsaat *et al.*, 2005; Leonard *et al.*, 2010)

O bíceps braquial, outro músculo proximal, é um potente flexor da articulação do cotovelo, juntamente com o músculo braquial, sendo o principal flexor desta articulação quando o antebraço encontra-se semipronado, como durante a atividade de escrita. (Basmajian e Deluca, 1985b; Cram *et al.*, 2011)

Os extensores radiais do carpo estabilizam e movimentam a articulação do punho durante a escrita (Ferriell *et al.*, 2000), sendo responsáveis, juntamente com outros músculos extensores, pelos movimentos antagonistas durante a flexão do punho.

O músculo extensor radial curto do carpo, por sua localização anatômica, realiza a extensão do punho sem desvios, sendo o principal responsável por este movimento, além de manifestar os sintomas clínicos de doenças por estresse repetitivo, como a epicondilite lateral (Basmajian e Deluca, 1985c)

Benbow (2006) descreve a articulação do punho como fundamental para o desempenho da atividade escrita; os movimentos gerados por esta articulação e o posicionamento das mãos decorrente não poderiam ser compensados por nenhuma outra estrutura dos membros superiores.

O flexor superficial dos dedos está envolvido na preensão do objeto de escrita, estabilização e movimentação digital, sendo essencial para o desempenho da escrita manual; assim como os demais músculos extrínsecos, exerce papel fundamental na preensão de objetos. (Basmajian e Deluca, 1985c; Amini, 2011)

A relação entre a atividade de músculos estabilizadores do membro superior, proximais, como o trapézio e aqueles responsáveis pela mobilidade das articulações do punho e dedos entre indivíduos que utilizem padrões preensores distintos permitiria intervenções clínicas eficazes, que justificassem tanto a predileção por uma preensão como a trípole dinâmica quanto à necessidade de modificação de padrões imaturos ou de transição mantidos além dos seis anos de idade.

## **Objetivos**

### *Objetivos gerais:*

Avaliar e quantificar a atividade eletromiográfica dos músculos trapézio (fibras superiores), bíceps braquial, extensor radial curto do carpo e flexor superficial dos dedos em adultos jovens saudáveis, durante a escrita.

### *Objetivos Específicos*

Comparar a atividade eletromiográfica da musculatura avaliada entre dois grupos de indivíduos que utilizem padrões de preensão distintos: um grupo que utilize a preensão trípole dinâmica, madura, e outro que utilize a preensão trípole estática, de transição.

## **Método**

### *Aspectos Éticos*

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos através do parecer 322/2011 (Anexo 1).

### *Participantes*

Participaram vinte e quatro estudantes universitários, de ambos os sexos, dos cursos de graduação da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Foram considerados os critérios de inclusão:

- Adultos jovens com idade mínima de 18 anos e máxima de 30 anos
- Índice de Massa Corporal menor que 30 kg/m<sup>2</sup>
- Dominância direita para a atividade de escrita manual
- Ausência de desconforto, dor, ou qualquer sintoma indicativo de doença, trauma ou sequela no membro superior

Os critérios de exclusão, adotados no dia da coleta de dados consistiram em:

- Uso de medicação que interfira no desempenho muscular por até 72 horas anteriores à coleta de dados
- Realização de exercício físico intenso por até 48 horas anteriores à coleta de dados

### *Local da Coleta de Dados*

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Análise Funcional e Ajudas Técnicas (LAFATec) do Departamento de Terapia ocupacional da Universidade Federal de São Carlos (DTO-UFSCar).

### *Ambientação e Instrumentos*

#### *Ambientação*

O ambiente foi previamente preparado para a realização da eletromiografia, procurando minimizar as interferências de dispositivos elétricos utilizando somente luz natural e os equipamentos estritamente necessários, mantendo o computador a uma distância mínima de dois metros do eletromiógrafo.

O controle da temperatura e iluminação objetivou minimizar as influências do ambiente sobre o desempenho dos sujeitos. A iluminação foi mantida constante através do uso de luz natural, permitindo boa visualização do ambiente, evitando movimentações compensatórias decorrentes de ajustes visuais.

A influência de mudanças de temperatura sobre o sistema circulatório e conseqüentemente sobre o desempenho muscular (Basmajian e Deluca, 1985a) foi minimizada com a realização do experimento em ambiente climatizado a aproximadamente 23°C.

## *Instrumentos*

### *Eletromiógrafo*

Foi utilizado o sistema Miotool 400 (Figura 4), da Miotec equipamentos biomédicos S.A., equipado com bateria de Níquel Metal Hidreto – NiMH de 7,2V e 1700 mA. Este equipamento conta com um conversor A-D de 14 bits de resolução, placa de aquisição de dados de 2000 amostras por segundo e modo de rejeição comum de 100dB, com amplificação dos sinais com ganho de 1000 vezes e sensores com impedância de entrada de  $10^{10}\Omega$ . Os sinais coletados através de sensores modelo SDS500, do mesmo fabricante, passaram por um filtro passabanda<sup>1</sup> entre 10Hz e 500Hz e notch de 60Hz para redução dos ruídos<sup>2</sup>.



Figura 4: Eletromiógrafo Miotool 400

### *Eletrodos*

Eletrodos bipolares, adesivos e descartáveis, de formato circular, fabricados pela Eletrodos SP Médica, Científica e Comercial Ltda., foram posicionados a uma distância

---

<sup>1</sup> Os filtros passabanda restringem a captação do sinal EMG a determinadas frequências, permitindo que sejam captados espectros de contração correspondentes a ativação de distintas fibras musculares. Espectros mais amplos, como de 10Hz a 500Hz possibilitam a obtenção de sinais mais precisos.

<sup>2</sup> O filtro Notch elimina por completo uma determinada frequência do espectro, removendo-a do sinal de EMG; é consenso entre estudos da área eliminar a frequência de 60Hz, removendo interferências provenientes de aparelhos eletrônicos próximos.

inter-eletrodos de 20mm e conectados aos sensores, sendo fixados à pele com Micropore, fabricado pela 3M, St. Paul, EUA, e faixa elástica de baixa compressão, do fabricante CARCI, São Paulo, SP, para minimizar artefatos no sinal eletromiográfico e garantir pouca interferência durante o desempenho das atividades.

#### *Balança e Dinamômetro*

Para a obtenção dos dados antropométricos, foi utilizada uma balança digital, marca Filizola com capacidade para 150Kg e intervalos de 100g e um antropômetro vertical, fixo à balança. Para o teste de contração voluntária do músculo FSD, utilizou-se o dinamômetro de preensão manual Jamar Hydraulic Hand Dynamometer, fabricado pela Sammons Preston Rolyan (EUA).

#### *Computador*

Para a coleta dos dados eletromiográficos foi utilizado um computador PC, com processador Intel Core 2 Duo T6400, com 4Gb de Memória RAM, tela de LCD de 14 polegadas, do fabricante Positivo e sistema operacional Windows Xp.

Os dados foram analisados através do *software* Miograph 2.0.15, da Miotec.

#### *Material de Escrita e Mobiliário*

Utilizou-se uma cadeira universitária comum, com estrutura tubular em aço, com prancheta de madeira em formato de L (32x40x50cm) fixa à direita, assento e encosto estofados, modelo CF30 do fabricante Móveis Office (São Paulo, SP). A escolha deste mobiliário, com apoio para o membro superior, altura de assento e mesa padronizadas, priorizou a reprodução do ambiente encontrado em salas de aula durante a atividades de leitura e escrita.

Para a atividade de escrita foram utilizados uma caneta esferográfica modelo BIC Cristal, de tambor hexagonal de 8 mm, cor azul e espessura média de ponto de 1.0 mm, (BIC Brasil S.A., Cajamar, SP) e uma folha de papel almaço, formato 205 mm por 300 mm, distância entre as pautas de 8 mm e gramatura do papel de 56g/m<sup>2</sup> (Tilibra Produtos de Papelaria Ltda., Bauru, SP ).

A situação experimental pode ser ilustrada pela Figura 5:



Figura 5: Ambiente experimental para coleta de dados

### *Procedimentos*

Os sujeitos foram selecionados a partir de uma amostra de 800 indivíduos analisados quanto ao tipo de preensão utilizada para a escrita manual, de um banco de dados de pesquisa em desenvolvimento do LAFATec. Foram convidados aleatoriamente 12 sujeitos que realizavam a preensão trípole dinâmica e 12 que realizavam a preensão trípole estática.

Os participantes foram convidados por contato através de e-mail institucional, telefone ou pessoalmente. Aqueles que cumpriam os critérios através de preenchimento de questionário e durante a avaliação antropométrica, foram incluídos neste estudo.

#### *Colocação dos Eletrodos*

Os voluntários foram posicionados para a realização dos testes musculares pertinentes e para a preparação da pele do local a ser fixado o eletrodo (Basmajian e Blumenstein, 1989; Cram, J. R. e Kasman, G.S., 2011).

A colocação dos eletrodos foi precedida de palpação de cada músculo, orientada pelos testes de função muscular descritos por Kendall (1993), sendo utilizados como referência os pontos de colocação descritos por Basmajian e Blumenstein (1989) e Cram e Kasman (2011).

A coleta de dados foi realizada em uma única sessão, de aproximadamente duas horas, evitando modificações na posição dos eletrodos e consequente alteração na captação dos sinais eletromiográficos entre sessões.

No local de colocação dos eletrodos foi realizada a remoção dos pelos, abrasão com esponja áspera e limpeza da pele com álcool 70° GL. A boa transmissão dos sinais e aderência dos eletrodos foi garantida através da verificação da vermelhidão da pele em seguida à preparação do local.

Os eletrodos foram colocados em sentido paralelo às fibras musculares, entre o ponto motor e os tendões, conforme orientações para Eletromiografia de Superfície *Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles SENIAM* (Hermens *et al.*, 2000).

Para o músculo trapézio superior, os eletrodos foram posicionados na porção descendente do músculo, a dois centímetros da metade da distância entre o processo espinhoso da vértebra C7 e o acrômio da escápula (Cram *et al.*, 2011), conforme ilustrado na Figura 6.

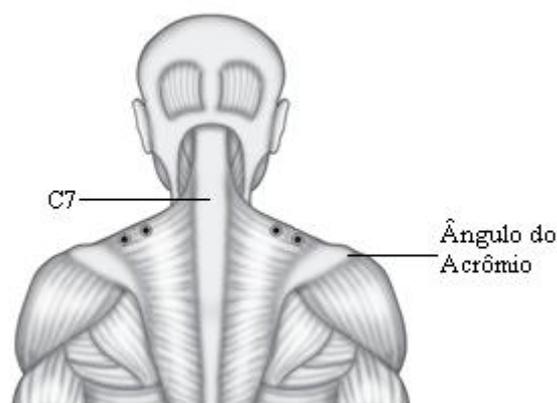


Figura 6: Localização do ponto de posicionamento dos eletrodos para as fibras superiores do trapézio (Cram, Kasman et al., 2011)

Para o bíceps braquial, os participantes foram posicionados em flexão resistida do cotovelo, com o antebraço em supinação. Os eletrodos foram posicionados sobre o ventre muscular, na região de maior volume deste músculo (Figura 7).



Figura 7: Localização do ponto de posicionamento dos eletrodos para o bíceps braquial (Cram, Kasman et al., 2011)

Para o músculo extensor radial curto do carpo os participantes foram posicionados com o cotovelo em semiflexão, com o antebraço totalmente pronado, sendo solicitada a extensão do punho contra resistência. Os eletrodos foram posicionados sobre o 1/3 proximal de uma linha entre a porção média do punho e o ponto lateral do fim da prega do cotovelo, representado pelo epicôndilo lateral do úmero (Figura 8).

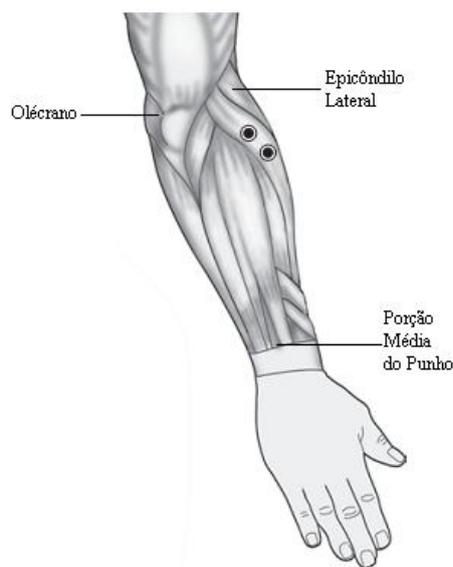


Figura 8: Localização do ponto de posicionamento dos eletrodos para o extensor radial curto do carpo (Cram, Kasman et al., 2011)

Por fim, para o músculo flexor superficial dos dedos, os participantes foram posicionados com o antebraço em supinação, sendo projetada uma linha entre o epicôndilo medial do úmero e o processo estilóide da ulna. Os eletrodos foram posicionados na porção média desta linha (Figura 9).

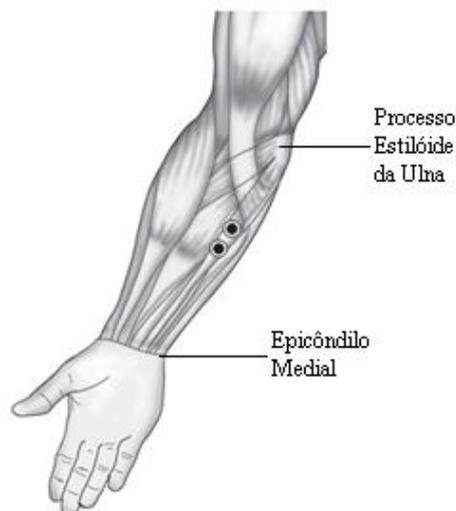


Figura 9: Localização do ponto de posicionamento dos eletrodos para o músculo flexor superficial dos dedos (Cram, Kasman et al., 2011)

Foi posicionado um eletrodo sobre o processo espinhoso da vértebra C7, tecido inativo quanto à geração de sinal eletromiográfico. Este eletrodo foi conectado a um cabo de referência blindado.

O posicionamento correto dos eletrodos e sua fixação adequada aos sensores, bem como sua estabilidade durante a coleta de dados foi garantida através da fixação destes com fita adesiva tipo Micropore e bandagem elástica de baixa compressão, além da confirmação visual dos sinais de EMG representados no monitor.

#### *Registro da Contração Voluntária Máxima*

A contração voluntária máxima (CVM) foi obtida por meio de contrações isométricas, através de testes de função muscular associados a bloqueio rígido externo. Todos os testes foram realizados com os participantes sentados e foi utilizada uma faixa como forma de bloqueio ao movimento.

Para o músculo trapézio superior, o participante foi posicionado sentado, com o braço ao longo do tronco. A faixa foi posicionada sobre o ombro e foi solicitada a elevação escapular contra a resistência.

Para o bíceps braquial, o participante foi posicionado com o cotovelo em flexão de 90° e supinação máxima, sendo a faixa colocada sobre o terço distal do antebraço e solicitado ao participante que flexionasse o cotovelo.

Para o extensor radial curto do carpo o participante foi posicionado em semiflexão de cotovelo, com o antebraço em pronação máxima. A faixa foi colocada sobre a mão, aproximadamente na metade do comprimento dos metacarpos II a V e foi solicitada a extensão do punho ao participante.

A contração isométrica do músculo flexor superficial dos dedos foi obtida com o uso do dinamômetro JAMAR, de acordo com as orientações da Associação Americana de Terapeutas da Mão (Fess, 1992); o participante foi posicionado em adução de ombro, cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0° e 30° de extensão. O instrumento foi utilizado com a alça colocada na terceira posição, para garantir maior ação da musculatura extrínseca (Aulicino, 2002).

Os testes foram primeiramente demonstrados aos participantes, sendo estes treinados em sua execução e a seguir procedeu-se o registro da contração voluntária máxima. Durante este registro, os participantes receberam orientações verbais para realizarem força máxima durante cinco segundos, repousando por dez segundos antes da próxima contração. Foram solicitadas quatro contrações máximas para cada músculo avaliado (Figura 10).

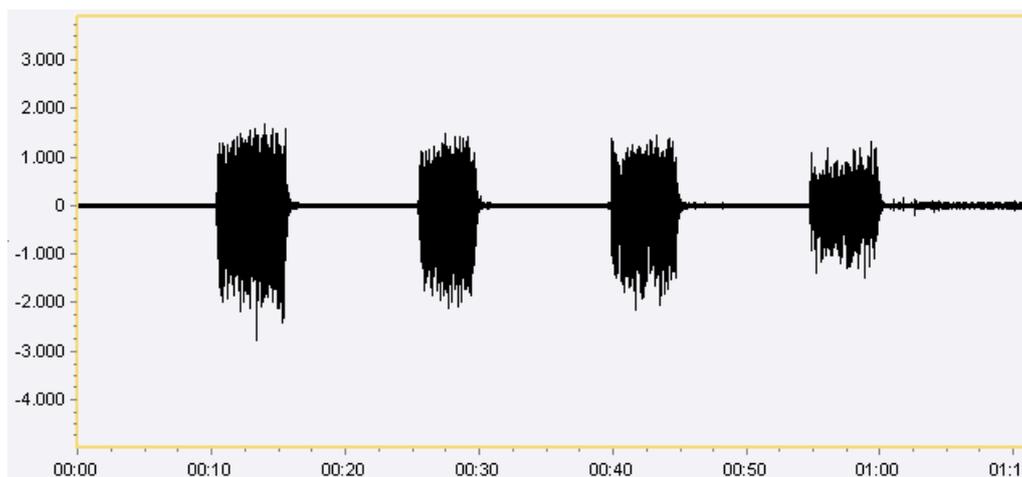


Figura 10: Eletromiograma ilustrando a contração voluntária máxima do músculo bíceps braquial

### *Preparação para a Tarefa*

Os participantes experimentaram o mobiliário e os equipamentos para a escrita, sendo orientados a utilizarem os instrumentos da forma habitual, incluindo posturas do tronco e membros superiores. Objetivou-se reproduzir da forma mais fidedigna possível as condições encontradas em uma sala de aula.

Foi orientado que os participantes posicionassem a folha de papel alçaço sobre a mesa da forma mais habitual, não sendo impedidas rotações e inclinações do tronco e pescoço, se necessárias.

Os participantes foram orientados a escrever utilizando a preensão, ritmo e velocidade habituais, sendo informados que poderiam cometer erros, porém não deveriam corrigi-los para não alterar a sequência de movimentos da atividade. Foi solicitado aos sujeitos que praticassem a tarefa o número de vezes necessário para se sentirem seguros quanto ao seu desempenho.

A tarefa analisada consistiu na escrita da palavra ESTRELA, repetida por cinco vezes, com intervalos de um minuto entre as repetições. Desta forma, foram gerados cinco registros eletromiográficos para cada um dos músculos analisados, totalizando vinte registros eletromiográficos por participante.

Os indivíduos deveriam segurar a caneta na posição habitual, sobre a linha superior da folha, na borda esquerda, até que fosse averiguado, por meio do sinal de EMG, o ponto máximo de relaxamento da musculatura analisada. Em seguida, o início da tarefa era solicitado através de comando verbal claro e preciso.

A duração média foi de 5 a 10 segundos, sendo estabelecido um intervalo de trinta segundos entre as repetições da tarefa objetivando-se evitar fadiga muscular. Foi solicitado que os participantes mantivessem seus olhares sobre a folha de papel almaço, a fim de evitar movimentos da cabeça que pudessem interferir na atividade eletromiográfica.

#### *Análise dos Dados*

Para a análise dos dados de cada músculo foi selecionada a seção correspondente à execução da tarefa no registro eletromiográfico, sendo o valor resultante normalizado para a obtenção da média da amplitude de atividade eletromiográfica pelo método de média da raiz quadrada – *Root Mean Square* (RMS) através do software Miotool 2.0.

Foi então calculada a média aritmética das cinco repetições de cada participante, considerando 30% de desvio padrão como valor aceitável. O valor final, expresso em microvolts, foi armazenado em uma planilha eletrônica no software Microsoft Excel 2007 e foi normalizado para posterior análise (Lehman e McGill, 1999), relacionando-o com valor da CVM, obtido por meio do método de média dinâmica (Burden, 2010).

Neste método, é obtida a média, em microvolts, das quatro contrações isométricas máximas realizadas pelo sujeito. Esta média passa a representar 100% da atividade do músculo avaliado e é utilizada como referência para a normalização do valor da média aritmética obtido nas cinco repetições da atividade, que passa a ser expresso em % da CVM (Burden, 2010).

Os dados obtidos foram analisados através do software estatístico SPSS (versão 15.0). Os testes de Mann-Whitney-Wilcoxon foram utilizados para comparação das médias obtidas entre os sujeitos. Considerou-se como nível de significância  $P < 0.05$ .

## Resultados

### *Distribuição dos Grupos – Gênero e Antropometria*

A distribuição do gênero dos participantes dos dois grupos classificados quanto a preensão realizada mostrou-se homogênea segundo o teste de Chi-Quadrado, com valor de  $P=0.682$ .

A idade dos participantes variou entre 18 a 28 anos, com média de 21,9 anos. A média de altura observada foi de 1,73 m, variando de 1,6 m a 1,9 m. A massa corporal média dos participantes foi de 68,2 Kg

Nenhum participante apresentou índice de massa corporal maior que  $30 \text{ Kg/m}^2$ , sendo aproximadamente  $23 \text{ Kg/m}^2$  a média do IMC dos participantes dos dois grupos.

Os dados relativos ao gênero e antropometria são ilustrados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Distribuição dos Participantes entre os Grupos de Preensão**

	<b>Trípode Estática</b>	<b>Trípode Dinâmica</b>
Gênero	7 Masculino, 5 Feminino	6 Masculino, 6 Feminino
Idade (anos) [Média (Desv.Pad, Variação)]	[21,5 (2,4; 18-28)]	[22,3 (3,2; 18-28)]
Altura (m) [Média (Desv.Pad., Variação)]	[1,73 (0,08; 1,60-1,87)]	[1,73 (0,10; 1,62-1,90)]
Massa (kg) [Média (Desv.Pad., Variação)]	[67,6 (11,85; 55,0 – 89,0)]	[68,8 (14,7; 55,0 -100,3)]
IMC ( $\text{kg/m}^2$ ) [Média (Desv.Pad, Variação)]	[22,3 (2,54; 19,3-27,7)]	[22,7 (2,94; 17,9-27,8)]

### *Tempo de Escrita*

O tempo utilizado para a escrita da palavra ESTRELA mostrou variações entre os indivíduos dos dois grupos de preensão, sendo em média menor entre os participantes que realizavam a preensão trípole estática. No entanto, não foram obtidos dados estatisticamente significantes ( $p < 0.05$ ) que comprovassem esta relação.

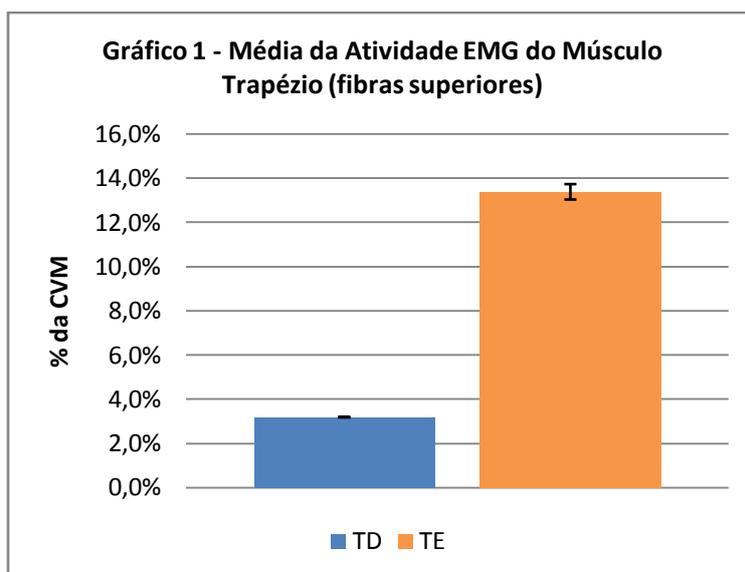
**Tabela 5 – Tempo de Escrita entre os Grupos de Preensão**

	<b>Trípode Estática</b>	<b>Trípode Dinâmica</b>
Tempo de Escrita (segundos) [Média (Desv.Pad, Variação)]	[3,3 (0,71; 2,2-4,75)]	[3,9 (0,88; 3,0-5,3)]

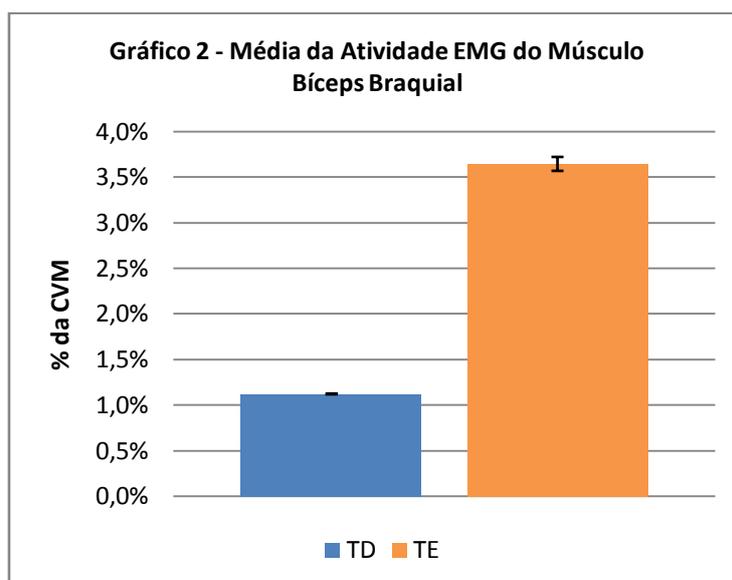
### *Atividade Eletromiográfica*

Observaram-se alterações significativas na ativação muscular durante a escrita manual, ocorrendo maior atividade da musculatura proximal entre os indivíduos que realizam a preensão trípole estática.

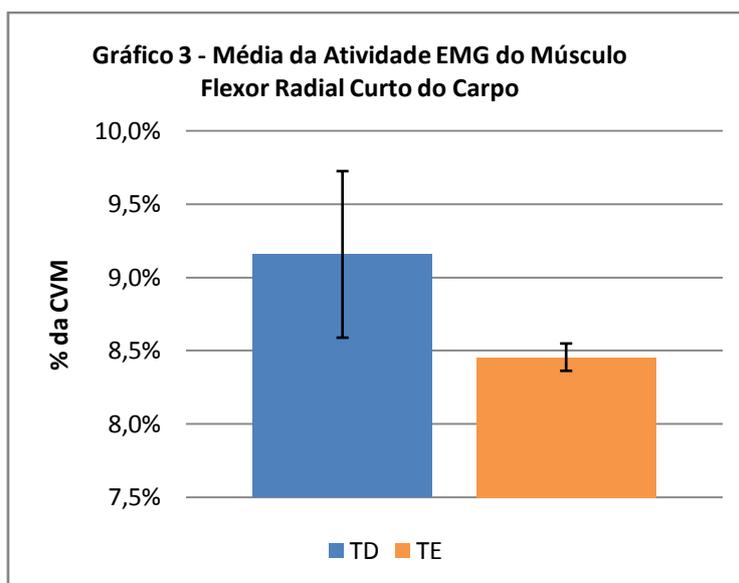
A média de atividade eletromiográfica das fibras superiores do músculo trapézio foi de 13,4% da CVM para o grupo TE e 3,2% da CVM para o grupo TD (Gráfico 1).



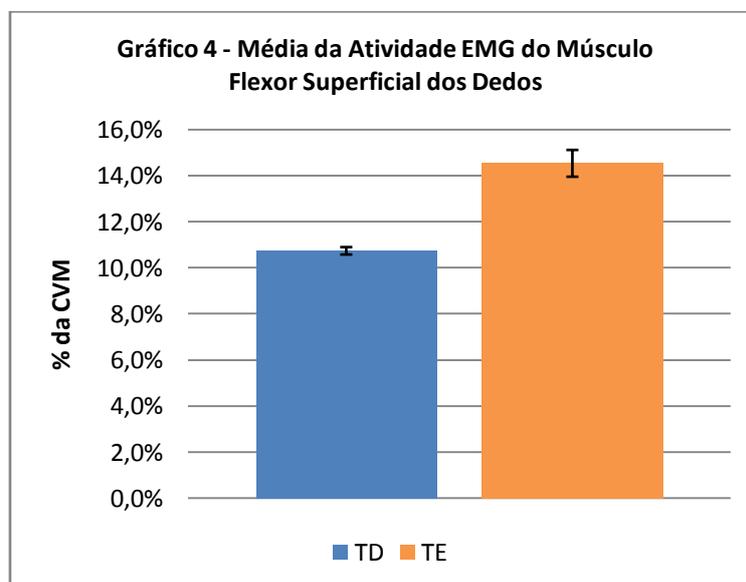
A atividade média do músculo bíceps braquial foi de 3,6% da CVM entre o grupo TE e 1,1% para o grupo TD (Gráfico 2).



O músculo Extensor Radial Curto do Carpo mostrou maior atividade entre os participantes do grupo TD, com 9,2% da CVM, comparado aos 8,5% da CVM obtidos como média do grupo TE (Gráfico 3).



Por fim, foi observada maior atividade do músculo Flexor Superficial dos Dedos entre os participantes do grupo TE, com 14,5% da CVM contra 10,7% da CVM observada entre sujeitos do grupo TD (Gráfico 4).



A análise estatística através do teste de comparação de médias de Mann-Whitney-Wilcoxon demonstrou relações significativas ( $P < 0.001$ ) somente para a atividade da musculatura proximal, representada pelos músculos trapézio superior e bíceps braquial. Não foram observadas correlações estatisticamente significantes ( $P > 0.05$ ) quando comparada a atividade eletromiográfica dos músculos ERCC e FSD entre os sujeitos (Tabela 6).

**Tabela 6 – Atividade Eletromiográfica Média do Trapézio, Bíceps Braquial, ERCC e FDS durante a escrita manual entre os grupos TD e TE (valores em % da CVM).**

Músculo	Preensão Trípole	Preensão Trípole	<i>P</i>
	Dinâmica % CVM (D.P.)	Estática % CVM (D.P.)	
Trapézio Superior	3,2 (0,2)	13,4 (2,6)	.000*
Bíceps Braquial	1,1 (0,4)	3,6 (2,1)	.001*
ERCC	9,2 (6,2)	8,5 (1,1)	.729*
FSD	10,7 (1,5)	15,4 (4,0)	.225*

Valores Médios e Desvio Padrão indicados em % da CVM.  
\* Teste de Mann-Whitney –Wilcoxon

## Discussão

### *Ambientação e Metodologia*

O material disponibilizado procurou reproduzir situações encontradas em ambientes acadêmicos: a caneta esferográfica é descrita como o objeto de escrita mais utilizado no mundo, pela disponibilidade constante de tinta e possibilidade de escrita em diferentes posições. (Sassoon, 2004)

Além do tipo, o diâmetro da caneta fornecida aos sujeitos - cerca de 8 mm, com tambor hexagonal - também foi descrito como o mais eficaz. Este formato viabilizaria maior precisão em tarefas de escrita ao favorecer uma preensão onde as estruturas responsáveis pelo movimento são predominantemente distais e, portanto, dotadas de maior refinamento motor. (Goonetilleke *et al.*, 2009)

Embora não existam estudos que correlacionem formatos de objetos de escrita com o desenvolvimento de preensões maduras, observa-se que além da disponibilidade de materiais distintos, a exposição precoce a estes implementos, associada à sua manipulação favorece o surgimento de preensões caracterizadas pela precisão e elevada destreza. (Exner, 2005)

O uso de *tablets* e mesas digitalizadoras como superfície para produção da escrita, tendência em estudos na área, (Guinet e Kandel, 2010) não foi adotado pela modificação do atrito entre a caneta e a superfície de escrita. A realização da tarefa em uma folha de papel objetivou reproduzir o atrito da caneta contra a superfície de contato, mantendo as características do ambiente. (Goonetilleke *et al.*, 2009; Leonard *et al.*, 2010; Li-Tsang *et al.*, 2011)

A tarefa selecionada objetivou a produção textual espontânea, isto é, a produção escrita cujo fluxo de informação não é interrompido pela necessidade de ajustes motores durante a atividade. (Summers e Catarro, 2003; Peverly, 2006; Rosenblum *et al.*, 2006)

Desta forma, a escolha da palavra ESTRELA baseou-se no fato desta ser uma palavra curta e conhecida pela população, não sendo necessário recorrer a cópias impressas ou ser ditada pelo pesquisador para a realização da tarefa.

Em ambos os casos a presença de elementos sensoriais distintos afetaria a performance motora. A produção textual através de cópia é descrita como totalmente dependente do *input* visual e conseqüente aumento da movimentação de estruturas do pescoço e tronco para sua realização. (Benbow, 2006; Straker *et al.*, 2009)

Por sua vez, o *input* auditivo, necessário para uma produção através de ditado, poderia comprometer o desempenho motor dos sujeitos ao associar um input sensorial à tarefa, favorecendo uma produção com velocidade e ritmos controlados. (Grossi *et al.*, 2007)

Em ambos os casos a interferência de *inputs* sensoriais inviabilizaria a escrita espontânea, comumente encontrada em situações cotidianas, favorecendo um padrão de escrita diferente do habitual.

O fato de permitirem-se erros e a possibilidade do sujeito seguir seu próprio ritmo de escrita objetivou a redução de estresses motivados por exigências de produtividade e qualidade, uma vez que tais fatores poderiam modificar a atividade eletromiográfica ao aumentar a tensão muscular. (Sporrong *et al.*, 1998; Visser *et al.*, 2004)

A redução de interferências sobre o sinal eletromiográfico foi priorizada, através da aplicação dos filtros passabanda e notch, eliminando ruídos provenientes de demais aparelhos eletrônicos. (Cram, J. R. e Kasman, G.S., 2011) Além destes cuidados, a fixação dos eletrodos com fitas adesivas e faixas elásticas teve por objetivo reduzir artefatos no sinal ocasionados por movimentações involuntárias dos sensores. (Basmajian e Deluca, 1985a)

#### *Distribuição dos Grupos – Gênero e Antropometria*

Observou-se distribuição homogênea entre os dados antropométricos, gênero e padrão de preensão dos participantes, concordando com estudos prévios. (Bergmann, 1990; Schneck e Henderson, 1990)

A média do IMC menor que 30 kg/m<sup>2</sup> foi necessária para a exclusão de indivíduos obesos do estudo, uma vez que a captação do sinal eletromiográfico é prejudicada por camadas subcutâneas de tecido adiposo. (Cram, J. R. e Kasman, G.S., 2011)

Embora o grupo de indivíduos que realizam a preensão trípole estática contasse com sete indivíduos do sexo masculino, tal dado não indica uma maior incidência direta de padrões preensores imaturos ou de transição entre homens. Embora o desenvolvimento da motricidade fina seja observado de forma mais precoce entre meninas (Amundson, 2005; Benbow, 2006), não há estudos que correlacionem maior incidência de preensões imaturas entre homens.

### *Tempo de Escrita*

Uma vez que os objetivos e estruturação metodológica da pesquisa não incluíam a mensuração da velocidade de escrita dos participantes, os resultados relacionados a este aspecto não são analisados de maneira a considerar a complexidade do fenômeno. No entanto, apontam para reflexões acerca de mudanças na forma como a escrita manual é utilizada atualmente em situações cotidianas.

Embora não apresente diferença significativa, o tempo de escrita foi menor entre os participantes que utilizavam a preensão trípole estática. A interpretação de tal dado deve ser cautelosa por não ser utilizado um teste padronizado e pelo fato da tarefa escrita consistir em uma única palavra.

Dentre os testes que mensuram a velocidade de escrita o *Handwriting Speed Test* (Wallen et al., 1996) é um dos mais confiáveis, consistindo na cópia de uma sentença pelo máximo de vezes possível em um intervalo de três minutos. Mesmo nesta situação, a velocidade de escrita obtida difere daquela encontrada em ambientes acadêmicos, sobretudo em situações de avaliação. (Summers e Catarro, 2003)

Summers e Catarro (2003) observaram que a velocidade de escrita de estudantes universitários era maior entre aqueles que variavam o padrão preensor entre trípole dinâmico e quádrupole dinâmico, indicando uma adaptação do padrão de preensão adotado pelo estudante frente às exigências da atividade.

As autoras observaram ainda que preensões maduras (respectivamente a trípole e quádrupole dinâmicas) influenciavam positivamente a velocidade de escrita, aumentando a produtividade em três palavras por minuto em comparação a estudantes que utilizassem preensões de transição ou estáticas.

Os dados obtidos sugerem resultados contrários, porém, sem levar em conta fatores como dor, legibilidade e fadiga dos estudantes em situações de escrita extensa e prolongada.

Embora não seja embasada atualmente pela literatura, uma possível hipótese, motivada por alterações ocasionadas pela significativa presença da escrita digital como forma de expressão, seria a paulatina modificação da necessidade de escrever por períodos prolongados de tempo;

Com a redução da necessidade de uma escrita rápida, legível e realizada por períodos prolongados – como em avaliações escolares - ocorreria o uso cada vez mais frequente da habilidade de escrita para anotações e frases rápidas, em detrimento da escrita de textos extensos e por períodos longos.

### *Atividade Eletromiográfica*

Os resultados deste estudo indicaram uma maior atividade da musculatura proximal do membro superior durante a atividade de escrita entre sujeitos que utilizam o padrão preensor denominado trípole estático.

Embora a influência de fatores ambientais e mobiliário possa alterar a atividade desta musculatura (Zennaro *et al.*, 2004; Straker *et al.*, 2008) a própria atividade de escrita manual acaba por influenciar o desempenho muscular quando comparado com o uso de outras formas de tecnologias, ocasionando aumento da atividade e modificações posturais necessárias. (Naider-Steinhart e Katz-Leurer, 2007; Straker *et al.*, 2009)

Desta forma, o protocolo descrito neste estudo estabeleceu referências posturais e experimentais criteriosas, buscando reproduzir da melhor maneira a situação desempenhada por estudantes universitários em sala de aula.

Elevada atividade da musculatura proximal é comumente associada a preensões imaturas, devido à predominância de movimentos mais amplos, realizados em articulações como o ombro e cotovelo. (Bergmann, 1990; Schneck, 1991; Naider-Steinhart e Katz-Leurer, 2007) Tais fenômenos puderam ser observados entre os indivíduos do grupo que utiliza a preensão trípole estática: conforme observado em estudos anteriores, este tipo de preensão caracteriza-se pela preensão do objeto de escrita entre o indicador e dedo médio, com o polegar em oponência (Edwards *et al.*, 2002).

O aumento da atividade do trapézio e bíceps braquial pode indicar maior uso de movimentos como a elevação e protração escapular e flexão do cotovelo durante a escrita entre os indivíduos que utilizam este padrão preensor. Tal padrão é tido como

ineficiente por utilizar músculos volumosos em atividades repetitivas, caracterizando maior gasto energético. (Lay *et al.*, 2002)

Embora seja comum durante as fases precoces do desenvolvimento neuropsicomotor (Amundson, 2005), a manutenção deste padrão preensor leva a sua automatização e impede a aquisição de padrões mais eficazes de escrita. (Benbow, 2006)

A associação de uma forma ineficaz de escrita com o aumento da demanda ocasionada pela progressão da vida acadêmica (Summers e Catarro, 2003; Peverly, 2006) leva a padrões compensatórios inadequados e potencialmente danosos a estas musculaturas. (Sassoon, 2004)

A indicação de maior atividade deste grupo muscular fundamenta intervenções clínicas de terapeutas ocupacionais no tocante a modificações do padrão preensor de seus pacientes; a manutenção de um padrão preensor que utilize majoritariamente músculos proximais leva ao aumento da sobrecarga destas estruturas, que deverão executar os movimentos necessários à escrita sem atingir a precisão desempenhada por estruturas distais, como a musculatura intrínseca das mãos.

Contrariando as hipóteses formuladas, a atividade da musculatura distal não apresentou diferenças significativas entre os sujeitos dos dois grupos. Observa-se maior atividade do FSD em relação ao ERCC em ambos os grupos, sugerindo uma atividade fixa, de caráter estabilizador da musculatura extensora.

Em ambos os padrões de preensão é comumente observada a manutenção do punho em extensão durante a escrita, mantendo a mão em posição funcional. (Bergmann, 1990; Schneck e Henderson, 1990; Edwards *et al.*, 2002)

Este resultado corrobora teorias e intervenções clínicas baseadas nos conceitos de desenvolvimento progressivo da motricidade de estruturas proximais para distais. Embora controlados por seguimentos corticais distintos, tais movimentos são interdependentes, isto é, é necessária a estabilização fornecida por estruturas proximais para desempenho de tarefas precisas pelos seguimentos distais. (Mathiowetz e Bass-Haugen, 2008)

Observou-se, na situação abordada, o uso majoritário da musculatura proximal por indivíduos que utilizam a preensão trípole estática em comparação com aqueles que utilizam a preensão trípole dinâmica.

Tais dados fundamentam intervenções clínicas de terapeutas ocupacionais junto a indivíduos que apresentam problemas relacionados à escrita manual. Uma vez que se observa um consenso entre terapeutas sobre a importância da preensão trípole dinâmica como padrão preensor mais eficaz, estratégias voltadas ao desenvolvimento deste padrão são encorajadas frente aos resultados obtidos no presente estudo.

## **Limitações do Estudo**

Os resultados obtidos poderiam ser complementados com a inclusão da avaliação da atividade da musculatura intrínseca da mão. Uma vez que a presença dos eletrodos e aparatos necessários à sua fixação correta à pele (por meio de faixas adesivas e elásticas), em nossa visão, afetariam o desempenho dos sujeitos, foi priorizada a manutenção da qualidade do sinal obtido e o mínimo de interferência sobre o desempenho dos participantes durante a atividade.

A investigação da ação de tais músculos durante a escrita, inclusive entre indivíduos que utilizem outros padrões de preensão é sugerida para estudos futuros, como meio complementar de investigação da ação da musculatura intrínseca das mãos durante atividades que exijam elevada destreza e conseqüente uso altamente coordenado das estruturas proximais e distais do membro superior, por exemplo, ao compararmos padrões maduros de preensão entre si.

A realização do estudo com indivíduos hígidos, que não apresentassem dores, desconfortos ou patologias nos membros superiores não permitiu correlações entre o tipo de escrita e a incidência de alterações músculo-esqueléticas, sendo sugeridos maiores estudos nesta linha.

## Conclusão

Observou-se, na situação abordada, maior atividade eletromiográfica e consequente uso majoritário da musculatura proximal entre sujeitos que utilizam a preensão trípole estática em comparação com aqueles que adotavam um padrão preensor maduro. Indivíduos que realizavam a preensão trípole dinâmica demonstraram reduzida atividade da musculatura proximal, fornecendo dados objetivos que podem indicar a maior eficácia de preensões maduras sobre preensões de transição.

Uma vez que se observa aumento das exigências por velocidade e produção de informações escritas em ambiente acadêmico, a observação, avaliação e o acompanhamento terapêutico para o estímulo ao desenvolvimento de preensões maduras poderiam favorecer o desempenho dos sujeitos em tarefas escritas, sendo importante área de intervenção e investigação clínica da terapia ocupacional.

Tais dados fundamentam intervenções de terapeutas ocupacionais junto a indivíduos que apresentam problemas relacionados à escrita manual. Uma vez que se observa um consenso entre terapeutas sobre a importância da preensão trípole dinâmica como padrão preensor mais eficaz, estratégias voltadas ao desenvolvimento deste padrão são encorajadas frente aos resultados obtidos no presente estudo.

## Referências Bibliográficas

AMINI, D. Occupational therapy interventions for work-related injuries and conditions of the forearm, wrist, and hand: a systematic review. **AJOT: American Journal of Occupational Therapy**, v. 65, n. 1, p. 29, January-February. 2011.

AMUNDSON, S. J. Prewriting and Handwriting Skills. In: CASE-SMITH, J. (Ed.). **Occupational Therapy for Children**. 5th Edition. St Louis: Elsevier, Mosby, 2005. p.587-614.

AOTA, A. O. T. A. Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 62, p. 625-683, 2008.

AULICINO, P. L. Clinical examination of the hand. In: HUNTER, J. M.; MACKIN, E. J.; CALLAHAN, A. D.; SKIRVEN, T. M.; SCHNEIDER, L. H. e OSTERMAN, A. L. (Ed.). **Rehabilitation of the hand and upper extremity**. 5th. St Louis: Mosby, 2002. p.120-142.

BARNES, K. J.; BECK, A. J.; VOGAL, K. A.; GRICE, K. O.; MURPHY, D. Perceptions regarding school-based occupational therapy for children with emotional disturbances. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 57, n. 3, p. 337-341, 2003.

BASMAJIAN, J. V.; BLUMENSTEIN, R. Electrode Placement in Electromyographic Biofeedback. In: BASMAJIAN, J. V. (Ed.). **Biofeedback - Principles and Practice for Clinicians**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1989. p.369-382.

BASMAJIAN, J. V.; DELUCA, C. J. Apparatus, Detection and Recording Techniques. In: BASMAJIAN, J. V. e DELUCA, C. J. (Ed.). **Muscles Alive - Their Functions Revealed by Electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985a. p.19-64.

BASMAJIAN, J. V.; DELUCA, C. J. Upper Limb. In: BASMAJIAN, J. V. e DELUCA, C. J. (Ed.). **Muscles Alive - Their Functions Revealed by Electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985b. p.265-289.

BASMAJIAN, J. V.; DELUCA, C. J. Wrist, Hand and Fingers. In: BASMAJIAN, J. V. e DELUCA, C. J. (Ed.). **Muscles Alive - Their Functions Revealed by Electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985c. p.290-309.

BAUR, B.; FURHOLZER, W.; JASPER, I.; MARQUARDT, C.; HERMSDORFER, J. Effects of modified pen grip and handwriting training on writer's cramp. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 90, n. 5, p. 867-875, May. 2009.

BENBOW, M. Principles and Practice of Teaching Handwriting In: HENDERSON, A. e PEHOSKI, C. (Ed.). **Hand Function in the Child: Foundations for Remediation**. 2nd Edition. St. Louis: Mosby, Elsevier, 2006. p.321-344.

BERGMANN, K. P. Incidence of atypical pencil grasps among nondysfunctional adults. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 44, n. 8, p. 736-740, Aug. 1990.

BIRCH, L.; GRAVEN-NIELSEN, T.; CHRISTENSEN, H.; ARENDT-NIELSEN, L. Experimental muscle pain modulates muscle activity and work performance differently during high and low precision use of a computer mouse. **Eur J Appl Physiol**, v. 83, n. 6, p. 492-498, Dec. 2000.

BLANGSTED, A. K.; HANSEN, K.; JENSEN, C. Muscle activity during computer-based office work in relation to self-reported job demands and gender. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 3-4, p. 352-358, May. 2003.

BLOEMSAAT, J. G.; MEULENBROEK, R. G.; VAN GALEN, G. P. Differential effects of mental load on proximal and distal arm muscle activity. **Exp Brain Res**, v. 167, n. 4, p. 622-634, Dec. 2005.

BURDEN, A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1023-1035, Dec. 2010.

CASE-SMITH, J.; FISHER, A. G.; BAUER, D. An analysis of the relationship between proximal and distal motor control. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 43, p. 657-662, 1989.

CHAU, T.; JI, J.; TAM, C.; SCHWELLNUS, H. A novel instrument for quantifying grip activity during handwriting. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 87, n. 11, p. 1542-1547, Nov. 2006.

CONNELLY, V.; GEE, D.; WALSH, E. A comparison of keyboarded and handwritten compositions and the relationship with transcription speed. **Br J Educ Psychol**, v. 77, n. Pt 2, p. 479-492, Jun. 2007.

CORNHILL, H.; CASE-SMITH, J. Factors that relate to good and poor handwriting. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 50, n. 9, p. 732-739, 1996.

CRAM, J. R.; KASMAN, G. S. Instrumentation. In: CRISSWELL, E. (Ed.). **Cram's Introduction to Surface Electromyography**. 2nd. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2011. cap. 3, p.35-62.

CRAM, J. R.; KASMAN, G. S. Introduction. In: CRISSWELL, E. (Ed.). **Cram's Introduction to Surface Electromyography**. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2011. cap. 1, p.3-8.

CRAM, J. R.; KASMAN, G. S.; HOLTZ, J. Electrode Placements. In: CRISSWELL, E. (Ed.). **Cram's Introduction to Surface Electromyography**. 2nd. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers, 2011. cap. 17, p.257-284.

DUTTON, R. Guidelines for using both activity and Exercise. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 43, n. 9, p. 573-580, 1989.

EDWARDS, S. J.; BUCKAND, D. J.; MCCOY-POWLEN, J. D. Grasps for Handwriting. In: EDWARDS, S. J.; BUCKAND, D. J. e MCCOY-POWLEN, J. D. (Ed.). **Developmental & Functional Hand Grasps**. Thorofare: SLACK Incorporated, 2002. cap. 5, p.57-78.

EXNER, C. E. Development of hand skills. In: CASE-SMITH, J. (Ed.). **Occupational Therapy for Children**. 5th. St. Louis: Elsevier, 2005. p.304-355.

FEDER, K.; MAJNEMER, A.; SYNNESE, A. Handwriting: current trends in occupational therapy practice. **Canadian Journal of Occupational Therapy**, v. 67, n. 3, p. 197, June. 2000.

FEDER, K. P.; MAJNEMER, A. Handwriting development, competency, and intervention. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 49, n. 4, p. 312-317, Apr. 2007.

FERRIELL, B. R.; FOGO, J. L.; MCDANIEL, S. A.; SCHILLIG, L. R.; SHEHORN, A. R.; STRINGFELLOW, J. K.; VARNEY, R. L. Determining the Effectiveness of Pencil Grips: An Electromyographical Analysis. **Occupational Therapy in Health Care**, v. 12 Jan 2000, n. 1, p. 47-62, 2000.

FESS, E. E. Grip Strength. In: (Ed.). **Clinical Assessment Recommendations**. 2nd. Chicago: American Society of Hand Therapists, 1992. p.41-45

FLINN, N. A.; TROMBLY LATHAM, C. A.; PODOLSKI, C. R. Assessing Abilities and Capacities: Range of Motion, Strength and Endurance. In: RADOMSKI, M. V. e

TROMBLY LATHAM, C. A. (Ed.). **Occupational Therapy for Physical Dysfunction**. 6th. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. cap. 5, p.91-185.

FREEMAN, A. R.; MACKINNON, J. R.; MILLER, L. T. Assistive technology and handwriting problems: what do occupational therapists recommend? **Canadian Journal of Occupational Therapy**, v. 71, n. 3, p. 150, June. 2004.

GOONETILLEKE, R. S.; HOFFMANN, E. R.; LUXIMON, A. Effects of pen design on drawing and writing performance. **Applied Ergonomics**, v. 40, n. 2, p. 292-301, Mar. 2009.

GOWEN, E.; MIALL, R. C. Eye-hand interactions in tracing and drawing tasks. **Human Movement Science**, v. 25, p. 568-585, 2006.

GROSSI, J. A.; MAITRA, K. K.; RICE, M. S. Semantic priming of motor task performance in young adults: implications for occupational therapy. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 61, n. 3, p. 311-320, May-Jun. 2007.

GUINET, E.; KANDEL, S. Ductus: a software package for the study of handwriting production. **Behav Res Methods**, v. 42, n. 1, p. 326-332, Feb. 2010.

HERMENS, H.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D.; BLOK, J.; RAU, G. European recommendations for surface electromyography - SENIAM 8. **Enschede: Roessing Research and Development B.V.**, 1999.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.

HOOKE, A. W.; PARK, J.; SHIM, J. K. The forces behind the words: development of the kinetic pen. **J Biomech**, v. 41, n. 9, p. 2060-2064, 2008.

IBGE, I. B. D. G. E. E. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008-2009**. Brasília 2009.

JAMES, A. B. Biomechanical Frame of Reference. In: CREPEAU, E. B.; COHN, E. S. e SCHELL, B. A. B. (Ed.). **Willard & Spackman's Occupational Therapy**. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

JONGMANS, M. J.; LINTHORST-BAKKER, E.; WESTENBERG, Y.; SMITS-ENGELSMAN, B. Use of a task-oriented self instruction method to support children in

primary school with poor handwriting quality and speed. **Human Movement Science**, v. 22, p. 549-566, 2003.

KIELHOFNER, G. Activity Analysis: Using the Conceptual Foundations to Understand the Fit Between Persons and Occupations. In: KIELHOFNER, G. (Ed.). **Conceptual Foundations of Occupational Therapy Practice**. Philadelphia: Davis Company, 2009. p.304-310.

KIELHOFNER, G. The Biomechanical Model. In: KIELHOFNER, G. (Ed.). **Conceptual foundations of occupational therapy practice**. 4th. Philadelphia: Davies Company, 2009. cap. 7, p.67-85.

LAY, B. S.; SPARROW, W. A.; HUGHES, K. M.; O'DWYER, N. J. Practice effects on coordination and control, metabolic energy expenditure, and muscle activation. **Human Movement Science**, v. 21, n. 5-6, p. 807-830, Dec. 2002.

LEHMAN, G. J.; MCGILL, S. M. The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: a proof of principle. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 22, n. 7, p. 444-446, Sep. 1999.

LEONARD, J. H.; KOK, K. S.; AYIESHA, R.; DAS, S.; ROSLIZAWATI, N.; VIKRAM, M.; BAHARUDIN, O. Prolonged writing task: comparison of electromyographic analysis of upper trapezius muscle in subjects with or without neck pain. **Clinical Therapeutics**, v. 161, n. 1, p. 29-33, Jan-Feb. 2010.

LI-TSANG, C. W.; AU, R. K.; CHAN, M. H.; CHAN, L. W.; LAU, G. M.; LO, T. K.; LEUNG, H. W. Handwriting characteristics among secondary students with and without physical disabilities: a study with a computerized tool. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 1, p. 207-216, Jan-Feb. 2011.

LINDERMAN, M.; LEBEDEV, M. A.; ERLICHMAN, J. S. Recognition of handwriting from electromyography. **PLoS One**, v. 4, n. 8, p. e6791, 2009.

MATHIOWETZ, V.; BASS-HAUGEN, J. Assessing Abilities and Capacities: Motor Behavior. In: RADOMSKI, M. V. e TROMBLY LATHAM, C. A. (Ed.). **Occupational Therapy for Physical Dysfunction**. 6th. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. cap. 6, p.186-211.

MCHALE, K.; CERMAK, S. Fine motor activities in elementary school: Preliminary findings and provisional implications for children with fine children with fine motor problems. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 46, n. 10, p. 898-903, 1992.

NAIDER-STEINHART, S.; KATZ-LEURER, M. Analysis of proximal and distal muscle activity during handwriting tasks. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 61, n. 4, p. 392-398, Jul-Aug. 2007.

PEVERLY, S. T. The importance of handwriting speed in adult writing. **Developmental Neuropsychology**, v. 29, n. 1, p. 197-216, 2006.

PHILLIPS, J. G.; OGEIL, R. P.; MULLER, F. Alcohol consumption and handwriting: a kinematic analysis. **Hum Mov Sci**, v. 28, n. 5, p. 619-632, Oct. 2009.

ROSENBLUM, S.; ALONI, T.; JOSMAN, N. Relationships between handwriting performance and organizational abilities among children with and without dysgraphia: a preliminary study. **Res Dev Disabil**, v. 31, n. 2, p. 502-509, Mar-Apr. 2010.

ROSENBLUM, S.; GOLDSTAND, S.; PARUSH, S. Relationships among biomechanical ergonomic factors, handwriting product quality, handwriting efficiency, and computerized handwriting process measures in children with and without handwriting difficulties. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 60, n. 1, p. 28-39, Jan-Feb. 2006.

ROSENBLUM, S.; JOSMAN, N. The relationship between postural control and fine manual dexterity. **Phys Occup Ther Pediatr**, v. 23, n. 4, p. 47-60, 2003.

SASSOON, R. **The Art and Science of Handwriting**. Oxford: Intellect, 2004

SCARONE, P.; GATIGNOL, P.; GUILLAUME, S.; DENVIL, D.; CAPELLE, L.; DUFFAU, H. Agraphia after awake surgery for brain tumor: new insights into the anatomo-functional network of writing. **Surgical Neurology**, v. 72, n. 3, p. 223-241; discussion 241, Sep. 2009.

SCHNECK, C. M. Comparison of pencil-grip patterns in first graders with good and poor writing skills. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 45, n. 8, p. 701-706, Aug. 1991.

SCHNECK, C. M.; HENDERSON, A. Descriptive analysis of the developmental progression of grip position for pencil and crayon control in nondysfunctional children. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 44, n. 10, p. 893-900, Oct. 1990.

SPORRONG, H.; PALMERUD, G.; KADEFORS, R.; HERBERTS, P. The effect of light manual precision work on shoulder muscles--an EMG analysis. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 8, n. 3, p. 177-184, Jun. 1998.

STRAKER, L.; BURGESS-LIMERICK, R.; POLLOCK, C.; MURRAY, K.; NETTO, K.; COLEMAN, J.; SKOSS, R. The impact of computer display height and desk design on 3D posture during information technology work by young adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 2, p. 336-349, Apr. 2008.

STRAKER, L.; MASLEN, B.; BURGESS-LIMERICK, R.; POLLOCK, C. Children have less variable postures and muscle activities when using new electronic information technology compared with old paper-based information technology. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 2, p. e132-143, Apr. 2009.

SUDSAWAD, P.; TROMBLY, C. A.; HENDERSON, A.; TICKLE-DEGNEN, L. Testing the effect of kinesthetic training on handwriting performance in first-grade students. **American Journal of Occupational Therapy**, v. 56, n. 1, p. 26-33, 2002.

SUMMERS, J. Joint laxity in the index finger and thumb and its relationship to pencil grasps used by children. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 48, n. 3, p. 132-141, 2001.

SUMMERS, J.; CATARRO, F. Assessment of handwriting speed and factors influencing written output of university students in examinations. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 50, n. 3, p. 148-157, 2003.

TROMBLY LATHAM, C. A. Occupation: Philosophy and Concepts. In: RADOMSKI, M. V. e TROMBLY LATHAM, C. A. (Ed.). **Occupational Therapy for Physical Dysfunction**. 6th. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. cap. 12, p.339-358.

TSENG, M. H.; CERMAK, S. A. The influence of ergonomic factors and perceptual-motor abilities on handwriting performance. **Am J Occup Ther**, v. 47, n. 10, p. 919-926, Oct. 1993.

VAN DIJCK, J.; NEEF, S. Sign Here! Handwriting in the Age of Technical Reproduction: Introduction. In: NEEF, S.;VAN DIJCK, J. e KETELAAR, E. (Ed.). **Sign Here! Handwriting in the Age of New Media**. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2006.

VAN DREMPT, N.; MCCLUSKEY, A.; LANNIN, N. A. Handwriting in healthy people aged 65 years and over. **Australian Occupational Therapy Journal**, v. 58, n. 4, p. 276-286, 2011.

VISSER, B.; DE LOOZE, M.; DE GRAAFF, M.; VAN DIEEN, J. Effects of precision demands and mental pressure on muscle activation and hand forces in computer mouse tasks. **Ergonomics**, v. 47, n. 2, p. 202-217, Feb 5. 2004.

WALLEN, M.; BONNEY, M.; LENNOX, L. Interrater reliability of the Handwriting Speed Test. **Occupational Therapy Journal of Research**, v. 17, p. 280-287, 1996.

WANN, J. P. Trends in the refinement and optimization of fine-motor trajectories: observation from an analysis of the handwriting of primary school children. **Journal of Motor Behavior**, v. 19, p. 13-37, 1987.

ZENNARO, D.; LAUBLI, T.; KREBS, D.; KRUEGER, H.; KLIPSTEIN, A. Trapezius muscle motor unit activity in symptomatic participants during finger tapping using properly and improperly adjusted desks. **Hum Factors**, v. 46, n. 2, p. 252-266, Summer. 2004.

ZIVIANI, J. Qualitative changes in dynamic tripod grip between seven and 14 years of age. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 25, n. 6, p. 778-782, Dec. 1983.

ZIVIANI, J. Use of modern cursive handwriting and handwriting speed for children ages 7 to 14 years. **Perceptual & Motor Skills**, v. 82, n. 1, p. 282, Feb. 1996.

ZIVIANI, J.; WALLEN, M. The Development of graphomotor skills. In: HENDERSON, A. e PEHOSKI, C. (Ed.). **Hand Function in the child: Fondations for remediation**. 2nd. St. Louis: Mosby Elsevier, 2006. cap. 11, p.217-238.

## **Anexos**

## Anexo 1 – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos  
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676  
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110  
Fax: (016) 3361.3176  
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil  
propg@power.ufscar.br - <http://www.propg.ufscar.br/>

### CAAE 0017.0.135.000-10

**Título do Projeto:** Análise da preensão na escrita manual: uma avaliação goniométrica, eletromiográfica de força, função e de sensibilidade

**Classificação:** Grupo III

**Procedência:** Departamento de Terapia Ocupacional

**Pesquisadores (as):** Pedro Henrique Tavares Queiroz de Almeida, Iracema Serrat Vergotti Ferrigno (Orientadora), Colaboradores: Mariana Midori Sime, Daniela da Silva Rodrigues, Leticia Zanetti Marchi, Altafim, Camila Beatriz Souza Sorensen, Paloma Soares Pereira

**Processo nº:** 23112.000758/2010-53

### Parecer Nº. 322/2010

#### 1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e ao término do estudo.

#### 2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

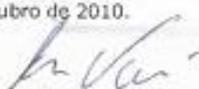
As pendências apontadas no Parecer nº. 124/2010, de 28/04/2010, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### 3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 1 de outubro de 2010.

  
Prof. Dr. Daniel Vendruscolo  
Coordenador do CEP/UFSCar

## **Apêndices**

## Apêndice A – Ficha de Participação Voluntária

### **Dados Pessoais**

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ anos e \_\_\_\_\_ meses

Endereço: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ UF:

\_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Telefone: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ / (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Curso/Universidade: \_\_\_\_\_ Ano de Ingresso: \_\_\_\_\_

Uso atual de medicação: \_\_\_\_\_

Dominância para escrita: ( ) D ( ) E Preensão: \_\_\_\_\_

### **Dados Antropométricos:**

Altura: \_\_\_\_\_ m

Peso: \_\_\_\_\_ Kg

IMC: \_\_\_\_\_ Kg/M<sup>2</sup>

### **Dados clínicos**

Apresenta desconforto ou alguma patologia ou sofreu algum trauma (dor, tendinite, acidente, etc)

- a) Nos últimos 6 meses? Sim  Não
- b) Nos últimos 9 meses? Sim  Não
- c) Nos últimos 12 meses? Sim  Não

Sente dores durante a escrita? Sim  Não

Quanto tempo por dia você passa escrevendo (em média): \_\_\_\_\_

Qual o objeto de escrita que você utiliza com maior frequência?

Caneta  Lápis  Lapiseira  Outros  \_\_\_\_\_

Há quantos dias você NÃO está fazendo exercícios de resistência ou força, como musculação/academia?  
Circule a resposta

Fiz hoje – 1 dia – 2 dias – 3 dias – 4 dias – 5 dias – 6 dias – 7 dias – Mais de uma semana

## TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, \_\_\_\_\_, portador do R.G. \_\_\_\_\_ declaro estar ciente dos objetivos da pesquisa “**Análise da Prensão na Escrita Manual: uma avaliação goniométrica, eletromiográfica, de força, função e sensibilidade**” que tem por objetivos:

- a) Classificar e obter a prevalência dos tipos de prensões para a escrita encontrada em adultos jovens saudáveis através de análise fotográfica;
- b) Mensurar a atividade eletromiográfica dos músculos trapézio superior, bíceps braquial, extensor radial do carpo e flexor superficial dos dedos durante a atividade de escrita;
- c) Avaliar a destreza e a sensibilidade manual;
- d) Averiguar a relação entre os fatores acima descritos, buscando fornecer maior subsídio teórico às intervenções clínicas de Terapia ocupacional e possibilitar a prevenção de algumas patologias que podem ter como fator desencadeante atividades que envolvam a função da mão de forma repetitiva, de longa duração, de destreza fina e oponência, como a escrita manual;

Fui informado que o estudo será desenvolvido por pesquisadores da **Universidade Federal de São Carlos**, todos sob a orientação da **PROF<sup>a</sup>. DRA. IRACEMA SERRAT VERGOTTI FERRIGNO** e concordo em participar desta pesquisa.

Fui informado que realizarei primeiramente uma avaliação através de fotografias da minha mão durante a escrita de uma frase em uma folha de papel convencional, com caneta comum. **Estou ciente que tais fotos não enquadrarão meu rosto, apenas minha mão e antebraço durante a escrita.**

Após esta etapa, serei convidado a realizar testes de eletromiografia de superfície, que consistem na mensuração da atividade de músculos do membro superior durante a escrita. **Estou ciente que o teste é um procedimento não invasivo, que é realizado através da colocação de eletrodos auto-adesivos descartáveis nas regiões do ombro, braço e antebraço** e conexão destes a um aparelho que captará a atividade dos meus músculos durante a escrita de uma frase. **Estou ciente que o aparelho funciona a baterias, não é conectado à rede elétrica e possui um isolamento de 3000 V, impedindo a ocorrência de qualquer choque elétrico que porventura possa acontecer.**

Estou ciente que realizarei ainda dois testes funcionais que avaliarão minha destreza manual durante a manipulação de objetos finos e minha sensibilidade tátil para reconhecer objetos metálicos. **Sei que nenhum dos testes apresenta instrumentos perfurocortantes e que todos os instrumentos utilizados estarão a temperatura ambiente. Todos os instrumentos utilizados pelos testes são familiares e foram demonstrados a mim pelo pesquisador responsável.**

**Fui informado que o tempo de coleta dos dados não ultrapassará 3 (três) horas e os dados serão colhidos em duas sessões distintas.** Estou ciente que os procedimentos serão realizados no Laboratório de Análise Funcional e Ajudas Técnicas (LAFATEC), localizado no Departamento de Terapia ocupacional da Universidade Federal de São Carlos (DTO-UFSCar) e que todas as despesas relativas a meu deslocamento até o referido laboratório, bem como demais despesas que porventura decorram da participação nesta pesquisa serão cobertas pelo pesquisador responsável.



*Apêndice C – Dados antropométricos dos participantes*

TD – Trípode Dinâmica

TE – Trípode Estática

<b>Sujeito</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>Preensão</b>	<b>IMC</b>
01	F	28	65,3	1,68	TD	23,14
02	F	18	55	1,64	TD	20,45
03	F	23	65,5	1,62	TD	24,96
04	F	20	63,6	1,62	TD	24,23
05	F	25	57,5	1,64	TD	21,38
06	F	25	53,8	1,66	TD	19,52
07	M	22	72,4	1,81	TD	22,10
08	M	19	75	1,85	TD	21,91
09	M	23	100,3	1,9	TD	27,78
10	M	20	88	1,8	TD	27,16
11	M	26	78,2	1,86	TD	22,60
12	M	19	51,6	1,7	TD	17,85
13	F	22	56	1,7	TE	19,38
14	F	22	57,5	1,69	TE	20,13
15	F	21	61,7	1,65	TE	22,66
16	F	24	55,6	1,69	TE	19,47
17	F	19	55	1,6	TE	21,48
18	M	21	73,3	1,73	TE	24,49
19	M	20	59	1,69	TE	20,66
20	M	20	85,2	1,87	TE	24,36
21	M	28	73,2	1,87	TE	20,93
22	M	21	89	1,79	TE	27,78
23	M	19	74,5	1,74	TE	24,61
24	M	22	72	1,79	TE	22,47

*Apêndice D – Dados da Contração Voluntária Máxima para os músculos Trapézio (fibras superiores), Bíceps Braquial, Extensor Radial Curto do Carpo e Flexor Superficial dos Dedos.*

TD – Trípode Dinâmica

TE – Trípode Estática

CVMT – Contração Voluntária Máxima do Trapézio

CVMB - Contração Voluntária Máxima do Bíceps Braquial

CVME - Contração Voluntária Máxima do ERCC

CVMF - Contração Voluntária Máxima do FSD

<b>Sujeito</b>	<b>Preensão</b>	<b>CVMT</b>	<b>CVMB</b>	<b>CVME</b>	<b>CVMF</b>
01	TD	57,75	220,75	185,5	70,95
02	TD	226,1	468,4	290,95	150,2
03	TD	159,8	444,85	158,45	112,8
04	TD	287,45	583,55	214,65	87,8
05	TD	139,9	174,55	126,8	83,75
06	TD	258	440,5	252,45	67,7
07	TD	93,7	512,3	366,2	76,7
08	TD	128,1	653,55	332,2	132
09	TD	90,35	170,3	177,45	59,35
10	TD	478,8	341,15	39,55	196,5
11	TD	199,5	266,25	230,6	114,6
12	TD	394,55	366,1	204,15	183,15
13	TE	56,6	162,2	167,45	98,2
14	TE	188,2	543,75	200,8	148
15	TE	343,05	461,7	198,15	118,65
16	TE	226,55	187,25	218	225
17	TE	269,1	187,2	211,95	88
18	TE	53,95	92,55	127,65	67,4
19	TE	221,35	417,6	338,2	182,5
20	TE	345,3	428,7	373,8	217,95
21	TE	113,1	169,35	114,8	73,95
22	TE	181,75	135,05	177,45	78
23	TE	303,6	342,8	230,05	172,95
24	TE	191,6	211,85	148,85	94,7

*Apêndice E – Atividade Eletromiográfica dos músculos pesquisados no experimento*

TD – Trípode Dinâmica

TE – Trípode Estática

T – Trapézio

B – Bíceps Braquial

E – Extensor Radial Curto do Carpo

F – Flexor Superficial dos Dedos

% CVM – Porcentagem da Contração Voluntária Máxima Utilizada

Sujeito	Preensão	T	%CVMT	B	%CVMB	E	%CVME	F	%CVMF
01	TD	2,58	4%	2,18	1%	11,22	6%	4,96	7%
02	TD	8,2	4%	2,38	1%	37,3	13%	9,3	6%
03	TD	4,4	3%	3,54	1%	18,98	12%	8,12	7%
04	TD	9,17	3%	3,9	1%	18,46	9%	7,12	8%
05	TD	5,86	4%	3,52	2%	17,38	14%	10,06	12%
06	TD	10,04	4%	6,46	1%	18,78	7%	13,28	20%
07	TD	3,12	3%	2,98	1%	15,2	4%	8,6	11%
08	TD	3,02	2%	3,4	1%	25,78	8%	20,18	15%
09	TD	3,52	4%	3,82	2%	8,12	5%	15	25%
10	TD	2,34	0%	2,925	1%	9,02	23%	13,44	7%
11	TD	4,2	2%	4,6	2%	13,8	6%	7,12	6%
12	TD	15,5	4%	3,92	1%	8,22	4%	7,38	4%
13	TE	6,54	12%	4,56	3%	12,62	8%	7,18	7%
14	TE	15,82	8%	5,5	1%	9,84	5%	8,86	6%
15	TE	24,3	7%	14,725	3%	28,28	14%	13,18	11%
16	TE	18,55	8%	6,02	3%	12,2	6%	17,8	8%
17	TE	21,6	8%	4,12	2%	19,1	9%	15,92	18%
18	TE	21,42	40%	7,44	8%	10,52	8%	10,575	16%
19	TE	19,1	9%	4,12	1%	7,24	2%	31,225	17%
20	TE	42	12%	5,56	1%	23,72	6%	32,92	15%
21	TE	45,4	40%	10,48	6%	27,02	24%	32,94	45%
22	TE	7,52	4%	2,96	2%	6,6	4%	8,54	11%
23	TE	14,74	5%	23,26	7%	23,58	10%	13,4	8%
24	TE	14,96	8%	12,3	6%	8,84	6%	12,3	13%