ISSN: 1519-7859 https://doi.org/10.4322/rae.v15e202110

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA

Revista Ação Ergonômica

www.abergo.org.br

AVALIAÇÃO DA ASSIMETRIA DOS MEMBROS SUPERIORES DURANTE A ATIVIDADE DE DIGITAÇÃO EM COMPUTADORES DESKTOP E NOTEBOOK

Josiane Sotrate Gonçalves [1*]
Cristiane Shinohara Moriguchi [2]
Karina Satiko Takekawa [3]
Tatiana de Oliveira Sato [4]

[1, 2, 3, 4] Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, SP, Brasil
[1*] E-mail: josi.sotrate@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar os lados direito e esquerdo em relação aos movimentos dos membros superiores, atividade muscular e descarga de peso sobre a mesa durante uma atividade simulada de digitação em computadores do tipo desktop e notebook. Quinze estudantes universitárias foram avaliadas durante uma atividade simulada de digitação com duração de cinco minutos nos dois tipos de computador, em ordem aleatorizada. A atividade muscular dos músculos trapézio superior e deltóide anterior foram registrados bilateralmente por meio de eletromiografia. Os movimentos do ombro foram avaliados por meio de inclinômetros e os movimentos do punho e cotovelo foram medidos através da eletrogoniômetros. A descarga de peso do antebraço foi avaliada por células de carga colocadas sob a superfície da mesa. Não houve diferença entre os diferentes tipos de computadores durante a atividade de digitação, porém houve maior sobrecarga musculoesquelética no membro superior direito. Portanto, medidas preventivas e estratégias ergonômicas visando reduzir a assimetria durante o uso de computadores são necessárias.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade Muscular, Movimentos dos Membros Superiores, Desktop, Notebook, Lateralidade.

ABSTRACT

This study aimed to compare the right and left sides in relation to the movements of the upper limbs, muscle activity and weight bearing on the table during a simulated activity of typing on the computer desktop and notebook. Fifteen university students were evaluated during five minutes of simulated typing activity in both types of computers. The evaluation order was randomized. Upper trapezius and anterior deltoid activation were recorded bilaterally by surface electromyography. Shoulder movements were assessed by inclinometers, wrist and elbow movements were measured using electrogoniometers. Forearm weight discharge was evaluated by load cells placed under the table surface. There was no difference between the different types of computers during the activity of typing, but musculoskeletal load was higher in the right upper limb. Therefore, preventive measures and ergonomic strategies to reduce the asymmetry between limbs in the use of computers are required.

KEYWORDS: Muscle Activity, Movements of the Upper Limbs, Desktop, Notebook, Laterality.

1. INTRODUÇÃO

Os estudantes universitários constituem uma população que tem apresentado crescente exposição ao computador, seja durante atividades educacionais, sociais ou lúdicas (Hlossberg et al., 2004; Noack-Cooper et al., 2009).

A postura e movimentos adotados, o desconforto, desempenho e a produtividade em universitários durante uso de computador têm sido alvo de estudos devido a seu uso frequente e em condições inadequadas (Saito et al., 1997; Szeto et al., 2002; Berkhouth et al., 2004; Jacobs et al., 2009; Gold et al., 2012). Estes estudos identificaram a presença de fatores de risco biomecânicos no uso do computador, porém a assimetria durante a atividade de digitação em computadores do tipo *desktop* e *notebook* ainda não foi explorada.

Este aspecto merece atenção, uma vez que se nota um crescente uso de computadores e os dispositivos móveis portáteis tornando importante entender a exposição biomecânica quanto à assimetria dos membros superiores para que medidas preventivas possam ser tomadas.

Portanto, o objetivo desse estudo é comparar os lados direito e esquerdo em relação aos movimentos dos membros superiores, atividade muscular e descarga de peso sobre a mesa durante uma atividade simulada de digitação em computadores do tipo *desktop* e *notebook*.

2. MÉTODOS

2.1. LOCAL DO ESTUDO E PARTICIPANTES

O estudo foi realizado no Laboratório de Fisioterapia Preventiva e Ergonomia (LAFIPE) da Universidade Federal de São Carlos. Quinze estudantes universitárias usuárias de computador, saudáveis e destras foram avaliadas durante uma atividade simulada de digitação em computadores *desktop* e *notebook*. Foram excluídas do estudo as participantes que apresentaram algum histórico de lesões, traumas (quedas ou acidentes) ou sintomas musculoesqueléticos nos membros superiores.

A Tabela 1 mostra as características pessoais e os dados demográficos da amostra. Cada participante recebeu informações sobre a finalidade e os procedimentos do estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da UFSCar (Protocolo CEP: CAAE 05658612.5.0000.5504).

Tabela 1. Dados pessoais e demográficos da amostra. Dados quantitativos são apresentados como média, desvio padrão (DP), mínimo-máximo e dados categóricos são apresentados como frequência relativa e absoluta [n (%)].

	Média (DP)	Mínimo - Máximo
Idade (anos)	23,4 (3,9)	19 - 31
Altura (cm)	1,65 (0,47)	1,58-1,72
Peso (kg)	59,5 (7,8)	45,3-72,1
Escolaridade [n (%)]		
Ensino superior incompleto	7 (46,7)	
Pós graduação incompleta	8 (53,3)	
Situação conjugal [n (%)]		
Solteira	14 (93,3)	
Casada	1 (6,7)	
Dominância Manual [n (%)]		
Destra	15 (100)	
Canhota	0 (0)	

2.2. TAREFAS

Antes do início das tarefas o mobiliário foi ajustado de acordo com as medidas antropométricas das participantes. As participantes ajustaram a posição e o ângulo da tela e teclado de acordo com suas próprias preferências e conforto. Cada participante realizou a tarefa durante um minuto em cada computador para familiarização. Logo após, a digitação de um texto padronizado foi realizada nos dois tipos de computador, sendo que a ordem de avaliação foi aleatorizada.

A tarefa consistia em digitar um texto padronizado no programa *Microsoft Word* na velocidade escolhida por cada participante, com duração de 5 minutos em cada tipo de computador e 2 minutos de descanso entre as tarefas. Durante a realização das tarefas, foram coletados os dados da atividade muscular do trapézio superior e deltóide anterior, movimentos dos ombros, cotovelos e punho e a descarga de peso sobre a mesa (Figura 1).

Figura 1. Participante durante a coleta realizando a tarefa simulada de digitação.

Figura 1A: tarefa com o uso do *desktop*; Figura 1B: Tarefa com o uso do *notebook*.

2.3. INSTRUMENTOS E EQUIPAMENTOS

Foram utilizados para a coleta de dados uma balança antropométrica e estadiômetro digital (Wiso W721, capacidade máxima de 180 kg e graduação de 100g), trena para as medidas antropométricas, caneta dermográfica para marcações anatômicas, fitas adesivas e materiais para limpeza da pele e tricotomia.

A atividade muscular dos músculos trapézio superior e deltóide anterior foi registrada bilateralmente por meio de eletromiografia de superfície composto por eletrodos simples diferencial (DE-2.3, Delsys, Boston, USA) com geometria em duas barras paralelas (1 mm x 1 cm, 99.9% Ag) separadas entre si por 1 cm. As principais características dos eletrodos são: RRMC de 92 dB, impedância de entrada > 1015 em paralelo, com 0,2 pF, ganho de voltagem de 10 vezes, ruído de 1.2 uV (RMS). A frequência de aquisição utilizada foi de 1000 Hz e acondicionados pelo amplificador principal (Myomonitor IV, Delsys, USA) com um ganho definido em 1000 vezes, frequência passa-banda de 20-450 Hz, resolução de 16-bits e ruído de 1.2 uV (Delsys, Boston, EUA).

Os movimentos do punho e cotovelo foram medidos através da eletrogoniômetros. Foram utilizados sensores modelos SG65 (flexão, extensão, desvios radiais e ulnar do punho) e SG110 (flexão e extensão do cotovelo) e uma unidade de aquisição (DataLog) com uma frequência de aquisição de 20 Hz (Biometrics, Gwent, Reino Unido). Os movimentos do ombro direito e esquerdo foram avaliados por meio de inclinômetros a 20 Hz (Logger Teknologi, Malmo, Suécia).

Para a tarefa simulada de digitação foram utilizados uma mesa instrumentada com quatro placas, cada uma com uma célula de carga acoplada com frequência de aquisição de 20Hz

(Kratos, modelo CD, capacidade de 50kgf, sinal de saída de 2mV/V) para medir a descarga de peso dos membros superiores sobre sua superfície, um computador do tipo *desktop* (Leadership), com monitor de 17 polegadas (Samsung, modelo SyncMaster 740N) e um *Notebook* (Acer), com tela 14 polegadas (Acer® Aspire, modelo V5-472-6_BR826) .

2.4. PROCEDIMENTOS

Para a coleta de dados foi aplicado um questionário contendo questões gerais com dados demográficos e de saúde (idade, dominância de membros, estado conjugal e escolaridade). Logo após a coleta dos dados iniciais, os sensores para registro da atividade muscular e postura foram fixados. Posteriormente, as participantes executaram a tarefa de digitação.

Eletromiografia: Antes da colocação dos eletrodos, foi realizada a higienização da pele e tricotomia. Os eletrodos foram fixados a 2 cm de distância da linha média entre a sétima vértebra cervical e o acrômio para a porção descendente do músculo trapézio (Mathiassen et al., 1995; SENIAM, 2013), em um dedo de largura distal e anterior ao acrômio para o músculo deltóide (SENIAM, 2013), sendo que o eletrodo de referência foi colocado no manúbrio do esterno. A atividade muscular foi normalizada pela atividade eletromiográfica obtida durante contração isométrica voluntária máxima (CIVM). A CIVM dos músculos trapézio e deltóide foram obtidas com as participantes sentadas com a cabeça em posição vertical sem flexão, extensão, inclinação lateral ou rotação, mantendo os ombros em abdução de 90º, cotovelo estendido e com a palma das mãos apontando para baixo (Mathiassen et al., 1995). As voluntárias foram instruídas a realizar abdução dos ombros contra resistência de faixas posicionadas no terço final do braço.

Eletrogoniometria: Para a fixação dos sensores na articulação do punho o participante posicionou o ombro em abdução a 90º e cotovelos flexionados a 90º com o braço em pronação completa. O terminal telescópico do eletrogoniômetro foi fixado sobre a superfície dorsal do terceiro metacarpo. Para a fixação do terminal fixo o participante flexionou completamente a articulação do punho e o eletrogoniômetro foi levemente alongado para fixar o terminal no antebraço. Já para a articulação do cotovelo o participante foi posicionado em abdução a 90º e cotovelo em extensão e ao lado do corpo, com as palmas das mãos voltadas para o corpo. Então, o terminal telescópico do eletrogoniômetro foi fixado ao antebraço e o terminal fixo no braço superior. A posição zero mecânica do equipamento foi estabelecida através do registro do eletrogoniômetro em uma régua alinhado em 0°. A posição de referência anatômica, pré-determinada para as articulações foram registradas durante 60 segundos. Para a articulação do punho e cotovelo os participantes permaneceram em pé, com os ombros relaxados, cotovelo flexionado a 90°e o punho pronado sobre uma superfície plana, com postura neutra do punho quanto à flexão e extensão e desvios radial e ulnar (Kotani et al., 2007).

Inclinometria: Dois inclinômetros foram fixados abaixo da inserção do músculo deltóide bilateralmente (Hansson et al., 2001). Os inclinômetros foram calibrados em relação à gravidade nas direções X, Y e Z. Após a calibração, os inclinômetros foram fixados nos participantes. Para a fixação dos inclinômetros foi realizada palpação para identificar a inserção distal do músculo deltóide. Após a fixação dos transdutores, a posição neutra de referência para membros superiores foi registrada com o sujeito sentado, com a região axilar apoiada sobre o encosto da cadeira e o braço livre na vertical. A sustentação de um halter de 2 kg garantiu que o braço fosse mantido perpendicular ao solo. A posição de referência indicativa da direção dos movimentos dos membros superiores foi a abdução dos braços a 90º no plano escapular (Moriguchi et al., 2011).

2.5. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram processados em ambiente MatLab (versão 7. 01, MathWorks Inc, Natick, USA) e reduzidos por meio do método Função de Distribuição de Probabilidade de Amplitude (APDF), para estimar os percentis 10, 50, 90. Os dados foram analisados descritivamente.

A análise estatística foi realizada por meio de uma Análise Multivariada com dois fatores (MANOVA *two way*) para verificar se havia interação entre o tipo de computador (*desktop* e *notebook*) e os lados (direito e esquerdo). A análise foi realizada no programa SPSS (versão 11.5) e o nível de significância adotado foi de 5%.

3. RESULTADOS

Os resultados mostram que houve diferença entre os lados direito e esquerdo durante o uso dos computadores para a postura, descarga de peso e atividade muscular. Maior sobrecarga musculoesquelética foi encontrada no membro superior direito. A média e o desvio padrão para os percentis da postura dos membros superiores direito (D) e esquerdo (E) podem ser observados na Tabela 2. Os dados da descarga de peso do antebraço sobre a mesa estão apresentado na Figura 2 e a ativação muscular na Figura 3.

A MANOVA *two way* indicou não haver interação entre os dois fatores (tipo de computador e lados) para as variáveis relacionadas ao movimento, atividade muscular e descarga de peso, ou seja, o tipo de computador não interferiu nos movimentos, atividade muscular e descarga de peso. Houve diferença significativa entre os lados para o percentil 10 da postura ombro; percentis 10, 50 e 90 do cotovelo e percentis 50 e 90 para o desvio do punho (Tabela 2). Diferença significativa também foi encontrada para a descarga de peso do antebraço nos percentis 10, 50 e 90 (p10: P=0,006; p50: P=0,005; p90: P=0,003). Nota-se maior descarga de peso do antebraço na mesa do lado esquerdo quando comparado ao lado direito (Figura 2). Houve diferença significativa na ativação muscular para o músculo trapézio superior para os percentis 10, 50 e 90 (P<0,01). Maior ativação muscular no músculo trapézio superior pode ser observado do lado direito, como mostra a Figura 3.

Tabela 2. Média e desvio padrão (DP) para a postura dos membros superiores direito e esquerdo durante o uso do *notebook* e *desktop* para os percentis 10, 50 e 90.

	Notebook		Desktop		*P*
Elevação de Ombro (°)	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	
percentil 10	27,30 (10,68)	29,10 (11,26)	24,77 (10,27)	27,93 (11,11)	0,01
percentil 50	29,41 (10,41)	30,63 (11,13)	27,62 (10,00)	29,73 (10,63)	0,07
percentil 90	31,78 (9,16)	32,34 (11,00)	30,37 (9,74)	32,01 (10,33)	0,27
Cotovelo					
percentil 10	94,16 (11,55)	90,26 (13,59)	95,41 (11,41)	87,82 (16,59)	<0,01
percentil 50	96,98 (11,92)	93,07 (13,64)	98,85 (10,78)	91,87 (16,53)	<0,01
percentil 90	100,58 (12,40)	96,14 (13,82)	103,48 (9,82)	94,74 (16,78)	<0,01
Flexão/Extensão Punho (°)					
percentil 10	-19,26 (13,29)	-21,93 (12,97)	-25,20 (17,12)	-32,07 (18,85)	0,98
percentil 50	-9,19 (14,30)	-14,21 (14,38)	-16,31 (17,03)	-23,53 (17,93)	0,79
percentil 90	-9,70 (7,69)	-3,97 (12,50)	-5,03 (17,62)	-13,41 (15,62)	0,53
Desvio do punho (°)					
percentil 10	-9,70 (7,69)	-12,48 (9,37)	-8,59 (7,10)	-11,07 (11,60)	0,36
percentil 50	-0,71 (8,51)	-6,91 (9,71)	1,52 (8,64)	-5,66 (11,85)	<0,01
percentil 90	7,58 (8,92)	-1,03 (9,45)	7,89 (9,07)	0,98 (11,87)	0,01

Figura 2. Média dos valores da descarga de peso direito e esquerdo durante o uso dos computadores *Notebook* e *Desktop* para os percentis 10, 50 e 90.

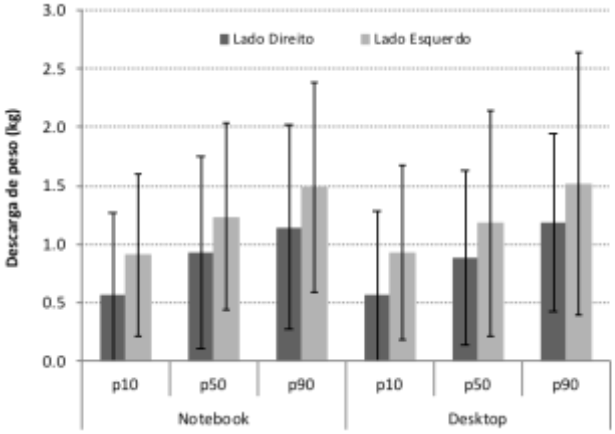
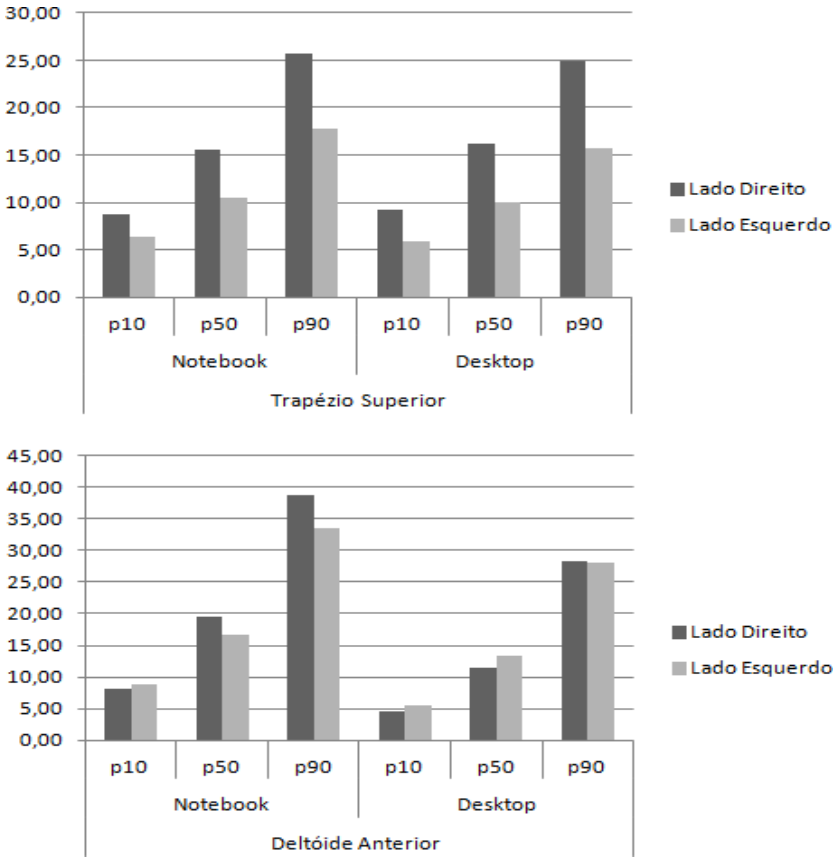


Figura 3. Valores médios de distribuição dos percentis 10, 50 e 90 da atividade muscular durante o uso do *Notebook* e *Desktop* para os lados direito e esquerdo.



4. DISCUSSÃO

No presente estudo houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo para a postura ombro, cotovelo, desvio do punho, descarga de peso do antebraço e ativação muscular para o músculo trapézio superior. Estudos anteriores sobre o tema não investigaram a comparação entre os lados direito e esquerdo durante a atividade de digitação (Saito et al.,1997; Straker et al.,1997; Villanueva et al., 1998; Szeto et al., 2002), assim não existem dados disponíveis para uma análise comparativa.

Maiores valores nos movimentos do cotovelo e na ativação do trapézio superior foram encontrados do lado direito e os ângulos de movimentos do ombro e desvio do punho e descarga de peso do lado esquerdo. Assim, maior sobrecarga musculoesquelética foi observada do lado direito durante o uso do *desktop* e *notebook*. Esta sobrecarga pode ser explicada pela dominância manual das estudantes, uso do teclado tradicional e pela falta de apoio do antebraço durante a execução da tarefa o que pode acarretar maior demanda muscular para a região proximal do membro superior.

Os teclados convencionais podem sobrecarregar as estruturas musculoesqueléticas dos membros superiores durante o uso de computador devido a sua geometria (Rempel, 2008). Estudos ergonômicos da literatura apontam que o uso de teclados com configurações alternativas reduz a sobrecarga na extremidade superior (Rempel et al., 2007; Mc Loone et al., 2009; Baker et al., 2009).

A ausência de apoio também é um dos fatores de risco para sintomas no pescoço, ombro e mão (Bergvist et al., 1995) e deveria merecer atenção em intervenções visando prevenção e controle de disfunções. Embora as diferenças nos ângulos dos movimentos do ombro e desvio do punho tenham sidos identificadas, menor sobrecarga musculoesquelética pode ser relacionada à maior descarga de peso do lado esquerdo. Alguns estudos mostram que o apoio de antebraço e de punho durante a atividade de computador reduz a carga muscular no pescoço e ombro (Cook et al., 2004; Nag et al., 2009). Estes achados são consistentes com os resultados do presente estudo, já que maior apoio do antebraço foi encontrado do lado esquerdo.

Os resultados indicam não haver diferença entre os dois tipos de computador para as variáveis relacionadas ao movimento, atividade muscular e descarga de peso. Estudos anteriores que compararam o uso de computadores *desktop* e *notebook* também não encontraram diferenças significativas em relação à postura dos ombros, cotovelos e punhos e a ativação dos músculos trapézio superior e deltóide anterior (Straker et al., 1997; Saito et al.,1997; Villanueva et al., 1998; Szeto et al., 2002).

Diferentemente deste estudo, maior ativação muscular foi detectado para os músculos extensores do punho no estudo de Villanueva et al. (1998), sendo que este resultado pode ser explicado pela maior extensão punho utilizando o *notebook* quando comparado ao uso do *desktop*.

As principais limitações deste estudo foram o tamanho da amostra pequeno e o curto período de tempo de execução da tarefa.

5. CONCLUSÃO

Não houve diferença entre os diferentes tipos de computadores durante a atividade de digitação, porém maior sobrecarga musculoesquelética foi encontrada no membro superior direito. Portanto, medidas preventivas e estratégias ergonômicas visando reduzir a assimetria durante o uso de computadores são necessárias.

6. SUPORTE FINANCEIRO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/Brasil, Código de Financiamento 001 e Proc. N. 23038006938/2011-72), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil, Proc. N. 484230/2013-1).

7. REFERÊNCIAS

Baker NA, Cidboy EL. The effect of three alternative keyboard designs on forearm pronation, wrist extension, and ulnar deviation: a meta-analysis. Am J Occup Ther. 2006;60(1):40-49.

Bergqvist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic and work organisational factors. Ergonomics. 1995;38(4):763-776.

Berkhout AL, Hendriksson-Larsen K, Bongers P. The effect of using a laptop station compared to using a standard laptop PC on the cervical spine torque, perceived strain and productivity. Appl Ergon. 2004,35:147-152.

Cook C, Burgess-LImerick R, Papalia S. The effect of upper extremity support on upper extremity posture and muscle activity during keyboard use. Appl Ergon. 2004a;35:285-392.

Gold JE, Driban JB, Yingling VR, Komaroff E. Characterization of posture and comfort in laptop users in non-desk settings. Appl Ergon. 2012;43:392-399.

Hansson GA, Balogh I, Byström JU, Ohlsson K, Nordander C, Asterland P, Sjölander S, Rylander L, Winkel J, Skerfving S. Questionnaire versus direct technical measurements in assessing postures and movements of the head, upper back, arms and hands. Scand J Work Environ Health. 2001;27(1):30-40.

Hansson GA, Balogh I, Ohlsson K, Granqvist L, Nordander C, Arvidsson I, Åkesson I, Unge J, Rittner R, Strömberg U, Skerfving S. Physical workload in various types of work: Part I. Wrist and forearm. Int J Ind Ergon. 2009;39(1):221-233.

Jacobs K, Johnson P, Dennerlein J, Peterson D, Kaufman J, Gold J, Williams S, Richmond N, Karban S, Firn E, Ansong E, Hudak S, Tung K, Hall V, Pencina K, Pencina M. University students' notebook computer use. Appl Ergon. 2009;40:404-409.

Mathiassen SE, Winkel J, Hagg G. Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies - a review. J Electromyogr Kinesiol. 1995;5:197-226.

McLoone H.E, Jacobson M, Clark P, Opina R, Hegg C, Johnson P. Design and evaluation of a curved computer keyboard. Ergonomics. 2009;52(12):1529-1539.

Moriguchi CS, Carnaz L, Alencar JF, Miranda Junior LC, Granqvist L, Hansson GA, Gil Coury HJC. Postures and movements in the most common tasks of power line workers. Ind Health. 2011;49(4):482-491.

Nag PK, Pal S, Nag A, Vyas H. Influence of arm and wrist support on forearm and back muscle activity in computer keyboard operation. Appl Ergon. 2009;40:286-291.

Noack-Coopera KL, Sommerich CM, Mirka GA. College students and computers: assessment of usage patterns and musculoskeletal discomfort. Work. 2009;32:285-298.

Rempel D, Barr A, Brafman D, Young E. The effects of six keyboard designs on wrist and forearm postures. Appl Ergon. 2007;38(3):293-298.

Rempel D. The split keyboard: an ergonomics success story. Hum Factors. 2008; 50(3):385-392.

Saito S, Miyao M, Kondo T, Sakakibara H, Toyoshima H. Ergonomic evaluation VDT operation using flat panel display. Ind Health. 1997;35:264-270.

Schlossberg EB, Morrow S, Llosa AE, Mamary E, Dietrich P, Rempel DM. Upper extremity pain and computer use among engineering graduate students. Am J Ind Med. 2004,46:297-303.

SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) disponível em: http://www.seniam.org/. Acesso em: 05/06/2013.

Szeto GP, Lee R. An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(4):527-532.