

## ESTUDO PRELIMINAR DA CINEMÁTICA DA LOCOMOÇÃO DE JOVENS ADULTOS TRANSPORTANDO MOCHILAS COM COMPUTADOR PESSOAL EM SACO COM UMA ALÇA AO OMBRO

Nuno Gonçalves<sup>1</sup>, João Rocha<sup>2</sup>, Luís Queijo<sup>3</sup>, Tiago M. Barbosa<sup>4</sup>, Manuel San Juan<sup>5</sup>

1-Instituto Politécnico de Bragança, Campus St Apolónia, Apartado 1134,5301-857, Bragança, Portugal, email: a18053@alunos.ipb.pt

2-Instituto Politécnico de Bragança, Campus St Apolónia, Apartado 1134,5301-857, Bragança, Portugal, email: jrocha@ipb.pt

3- Instituto Politécnico de Bragança, Campus St Apolónia, Apartado 1134,5301-857, Bragança, Portugal, email: lqueijo@ipb.pt@mail.bb

4- Instituto Politécnico de Bragança, Campus St Apolónia, Apartado 1134,5301-857, Bragança, Portugal, email: barbosa@ipb.pt

5- Departamento de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Materiales, Unversidade de Valladolid, Espanha, email: mansan@eis.uva.es

**Palavras chave:** Cinematica, Computador pessoal, Marcha, Carga

### Resumo

Este estudo teve como objectivo analisar a cinemática da marcha de jovens adultos, transportando um saco com computador e outros materiais de apoio escolar ao ombro com uma única alça. Verifica-se que um grande número pessoas, por motivos profissionais ou mero lazer, estudantes, empresários, comerciais, etc., transportam cargas significativas.

O facto de este tipo de populações tender a transportar de forma frequente o computador pessoal e outro material informático e/ou didáctico, com pesos relativos não desprezíveis, nas deslocações entre casa e o local de trabalho/estabelecimento de ensino, assim como, no próprio local de trabalho, leva a que a identificação dos factores predisponentes para alterações posturais e consequentes ocorrências de lesões agudas e crónicas, seja fundamental (1).

Neste trabalho foram estudados cinco alunos do 1º ciclo do ensino superior (Licenciatura, entre os 22 e os 23 anos de idade). Cada aluno caminha de forma natural com e sem uma mochila de transporte de computador.

Todos os procedimentos foram filmados no plano sagital e tratados com software específico para análise do movimento humano. Foi efectuada a análise cinemática de um ciclo completo, com e sem carga. São avaliados os parâmetros gerais do ciclo, assim como, parâmetros de cinemática linear.

Os resultados evidenciam uma alteração da postura e da marcha normal. Embora a carga esteja dentro dos limites considerados aceitáveis (2), até 10%, quando a mochila é colocada às costas e suportada por ambas as alças na cintura escapular. O facto dos computadores, nesta análise, serem transportados apenas num ombro provoca o desequilíbrio postural com consequentes ocorrências de lesões agudas e crónicas.

## 1- INTRODUÇÃO

A marcha é o principal meio mecânico de locomoção terrestre do ser humano. A locomoção permite a translação do Homem no espaço. Cada ciclo da marcha é dividido em dois períodos, período de apoio e o período de oscilação ou balanço. Para adultos saudáveis e sem transportar cargas adicionais, o período de apoio é o tempo em que o membro inferior estabelece uma cadeia cinemática fechada, ou seja, o pé está em contacto com o chão. Esta fase corresponde a 62% do ciclo da marcha (3). Valores próximos destes (60%-40%) também são descritos por diferentes autores (4) (3) (5) (6) (7) para sujeitos jovens e saudáveis. A fase de balanço corresponde ao tempo em que o pé está no ar, isto é, considerando-se o segmento como uma cadeia cinemática aberta. Esta fase corresponde aos restantes 38% do ciclo de marcha (3).

A postura humana é essencialmente dinâmica. É possível observar alterações posturais quando se transporta sobrecargas com mochilas (1). Para que o equilíbrio seja garantido, sempre que se desloca o centro de gravidade, o corpo faz pequenos ajustes visíveis através de pequenas alterações na posição da cabeça, tronco e membros. (8)

Diferenças nos resultados entre estudos idênticos, podem ser explicados pelo facto de serem realizados com pessoas com experiência distinta na realização de determinada tarefa motora. Em particular, pessoas treinadas e/ou experientes a transportar pesos ao ombro podem apresentar um andar “normal” (9).

Os desequilíbrios posturais gerados quando se transporta uma sobrecarga são agravados pelo facto de a carga externa adicional ser frequentemente desproporcional ao peso do próprio corpo do sujeito e pelo uso inadequado da mochila, como no caso do apoio em um único ombro (10) (2).

O uso do *laptop* é impulsionado por mudanças nos hábitos de trabalho e pelos avanços na tecnologia em particular a conectividade e pelos desenvolvimentos na tecnologia sem fios. Cada vez mais, os utilizadores levam com eles o *laptop* na rua, em casa, no trabalho e no campus.

Para o transporte destes equipamentos podem ser usadas malas de transporte, especialmente desenvolvidas para o efeito, com uma ou duas alças. Verifica-se, no entanto, que mesmo as malas com duas alças, destinados ao transporte de *laptop*, e a ser colocadas às costas e suportadas por ambas as alças na cintura escapular, são frequentemente transportadas apenas por uma das alças ao ombro.

Assim, foi objectivo deste trabalho desenvolver um estudo preliminar para analisar a cinemática da marcha de jovens adultos transportando mochilas com computador pessoal em saco com uma alça ao ombro.

## 2- MATERIAIS E MÉTODOS

Para se determinar os valores iniciais da carga a transportar ao ombro neste ensaio, foram pesados, com e sem pasta de computador, 20 indivíduos à entrada do estabelecimento de ensino superior ao longo do dia. Foi registada a idade, a estatura (SECA, 242, Alemanha), a massa corporal e a massa da mochila (SECA, 884, Alemanha).

Seguiu-se o pré-estudo laboratorial da cinemática da marcha. Foram estudados cinco jovens adultos (três femininos e 2 masculinos), com idade entre 22 e 23 anos de idade. Nenhum dos jovens adultos apresentou qualquer lesão ou patologia ortopédica e/ou músculo-esquelética no último ano. Todos os procedimentos respeitaram a Declaração de Helsínquia para investigação com humanos.

Os sujeitos foram instruídos a caminhar de forma natural.

Para cada sujeito foram analisadas duas passagens, uma com mochila e outra sem mochila, com o objectivo de se comparar a marcha normal de cada sujeito com a marcha com sobrecarga. A massa da mochila utilizada foi de 5,4 [Kg] (5,6 a 10,2% da massa corporal) por corresponder à média registada à entrada do estabelecimento.

A mochila continha o computador portátil e a restante massa correspondia a livros, carregador e outros acessórios informáticos e/ou didácticos. A mochila era colocada no ombro esquerdo e suportada por uma alça por a ser a forma mais frequente de transporte encontrada durante as observações de campo.

Durante todo o procedimento cada sujeito foi filmado no plano sagital (SONY, DCR-PC120E, Japão). Foi efectuada a análise cinemática (*Ariel Performance Analysis System*, Ariel Dynamics Inc., EUA) de um ciclo de marcha completo, com e sem mochila, com recurso à captura directa para computador pessoal através de ligação i.LINK disponível. Para calibração foram utilizados 5 pontos nos eixos ortogonais horizontal e vertical. Foi adoptado o modelo antropométrico de Zatsiorsky, adaptado por de Leva (Leva 1996), incluindo a divisão do tronco em 3 partes articuladas constituído no total por 20 pontos de digitalização por fotograma.

Todos os ciclos gestuais digitalizados foram filtrados, com recurso a dupla passagem, com um filtro de passa-baixos de 5 Hz para o centro de massa e de 9 Hz para os segmentos corporais, como sugerido na literatura (11). A fiabilidade do processo de digitalização-redigitalização foi muito elevada ( $ICC = 0,97 \pm 0,01$ ).

Para este trabalho foram avaliados os parâmetros gerais do ciclo da marcha (frequência de passada e a distância de ciclo), assim como, parâmetros de cinemática linear (amplitude vertical do anca, do joelho e do tornozelo).

### 3- RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados referentes às massas e alturas dos sujeitos presentes neste estudo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 Dados descritivos do estudo, massa corporal, carga relativa transportada e estatura dos jovens analisados (SI)

Sujeito	A	B	C	D	E
Massa corporal [kg]	83.0	97.0	58.0	53.2	56.8
Massa relativa transportada [%]	6.5	5.6	9.3	10.2	9.5
Estatura [m]	1.79	1.80	1.61	1.65	1.69

A massa da mochila transportada foi de 5.4 [kg], que correspondeu à média da análise anteriormente efectuada.

Normalizando com o peso corporal, a massa relativa da mochila variou entre 5.6% e 10.2%.

Durante o ensaio a máxima velocidade registada foi de 1.26 [m/s] sem mochila e a inferior foi de 1.00 [m/s]. Com mochila a máxima velocidade foi de 1.17 [m/s] e a inferior de 0.95 [m/s].

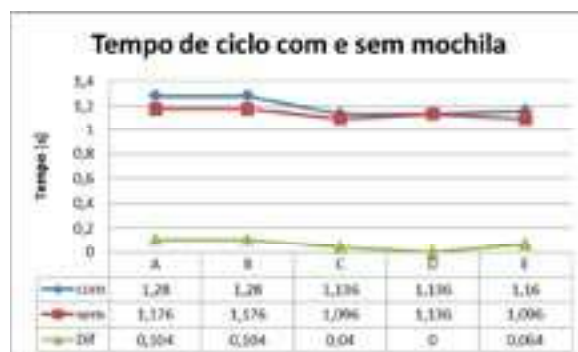


Figura 1 Tempo de um ciclo de marcha com e sem mochila transportada no ombro esquerdo

Da análise da figura 1 podemos concluir que o tempo de cada ciclo é maior ou igual com mochila, ou seja os sujeitos observados demoraram mais tempo a realizar uma passada quando transportavam a mochila.



Figura 2 Distância de um ciclo de marcha com e sem mochila transportada no ombro esquerdo

Ao analisar a distância percorrida em cada passada podemos observar que a mesma ou é quase igual com e

sem mochila ou percorreram uma maior distância sem mochila.

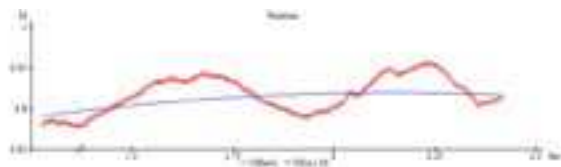


Figura 3 Exemplo de um gráfico, com a posição da anca ao longo de um ciclo de marcha, de um sujeito transportando mochila.

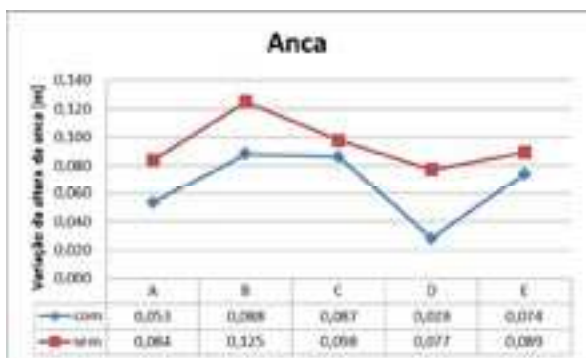


Figura 4 Variação relativa da posição da anca direita durante uma passada com e sem mochila transportada no ombro esquerdo

Neste gráfico observa-se de forma muito evidente as alterações posturais para compensar a carga transportada. Todos os sujeitos analisados transportaram a mochila no ombro esquerdo. Todos os sujeitos têm a anca direita numa posição mais elevada (vertical) em pelo menos 1 cm.

Será de esperar, na continuação deste trabalho, encontrar desequilíbrios evidentes quando se analisar a postura no plano frontal.

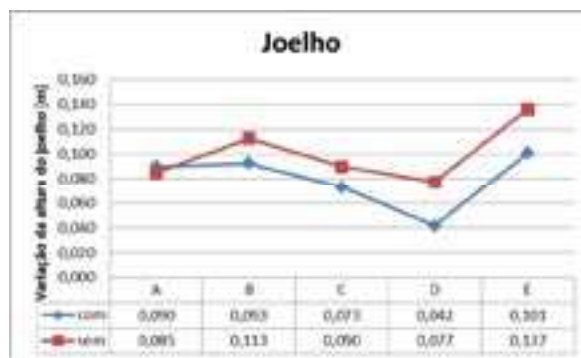


Figura 5 Variação relativa da posição do joelho direito durante uma passada com e sem mochila transportada no ombro esquerdo

Com exceção do sujeito A, todos os outros levantaram mais o joelho direito quando transportavam mochila, confirmando o desequilíbrio verificado com a anca.

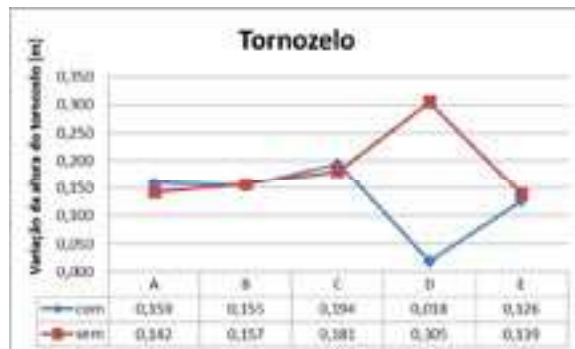


Figura 6 Variação relativa da posição do tornozelo direito durante uma passada com e sem mochila transportada no ombro esquerdo

A variação da posição do tornozelo direito não sofreu alterações significativas. Apenas no sujeito D se observa uma grande variação. Nas imagens digitalizadas verifica-se que a grande diferença se deve a alterações na forma como move o pé durante passada.

A observação dos gráficos das figuras 4 e 5 evidenciam uma alteração da postura e da marcha normal. Embora a carga esteja dentro dos limites considerados aceitáveis (2), até 10%, quando a mochila é colocada às costas e suportada por ambas as alças na cintura escapular, o facto

de serem transportados apenas num ombro provocam o desequilíbrio postural com consequentes ocorrências de lesões agudas e crónicas.

Em conclusão pode-se afirmar que as diferenças posturais entre a marcha com carga num ombro e a marcha normal são significativas. Mesmo para cargas relativas (massa relativa do computador) de 5.6% do peso corporal verificou-se um grande desequilíbrio (média de 2 cm ao longo do ciclo).

O uso diário de *laptop* e outro material com massa não desprezável o seu consequente transporte entre a residência e o local de trabalho e durante o trabalho usando mala apoiada só num ombro é precursor de lesões músculo-esqueléticas.

fotografia digital: estudo de casos. *R. Bras. Ci. e Mov. Brasília*. 2003, pp. 11 (2) 25-33.

11. **Winter, D. A.** *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. s.l. : John Wiley, 1990.

#### 4- REFÊRENCIAS

1. *Estudo preliminar da cinemática da locomoção de crianças em idade escolar transportando mochilas às costas*. **Rocha, João e Barbosa, Tiago**. Vila Real, Portugal : s.n., 2008. 7º Congresso Nacional de Mecânica Experimental CNME 2008.

2. *Estudo da Marcha de Crianças em Idade Escolar que Transportam Mochilas às Costas Usando Cinemática*. **Rocha, Daniela, et al., et al.** Guimarães, Portuga : s.n., 2100. 8º Congresso Nacional de Mecânica Experimental.

3. **Ayyappa, E.** Normal Human Locomotion, Part 1: Basic concepts and Terminology. *Journal of Prosthetics and Orthotics*. 1997, p. 9(1): 10.

4. **Barela, A. M. F.** *Análise biomecânica do andar de adultos e idosos nos ambientes aquático e terrestre*. Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo. 2005.

5. **Carvalho, N. A. F.** *A carga das mochilas escolares, a saúde e o desenvolvimento harmonioso das crianças* Faculdade das ciências do desporto e da educação física. Porto. Porto : Faculdade das ciências do desporto e da educação física, 2002.

6. **Wu, G.** Normal Gait Across Age Spectrum. [Online] 2000. [www.uvm.edu/~gwu/1201GAitIV.html](http://www.uvm.edu/~gwu/1201GAitIV.html).

7. *Gait analysis: an introduction*. **Whittle, W. M.** 1996, Butterworth Heinemann.

8. **Nogueira, D. V. e W. Monteiro.** Análise da marcha humana mediante sobrecarga com mochila. *Fisionet*. 2002.

9. **Tilbury-Davis, D. C. e Hooper, R. H.** The kinetic and kinematic effects of increasing load carriage upon the lower limb. *Human Movement Science*. 1999, pp. 18(5): 693-700.

10. **Sacco, I.C.N. e Melo, M.C.S.** Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante