

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CAMPUS URUGUAIANA  
CURSO DE FISIOTERAPIA

CAIO BORELLA PEREIRA DA SILVA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Orientador: Felipe P Carpes

URUGUAIANA

JULHO, 2015

## O USO DO CALÇADO HABITUAL INFLUENCIA O CONTROLE POSTURAL?

### DOES USUAL FOOTWEAR INFLUENCE POSTURAL CONTROL?

Calçado e controle postural

Caio Borella Pereira da Silva<sup>1</sup>

Emmanuel Souza da Rocha<sup>2</sup>

Pedro Silvelo Franco<sup>2</sup>

Fernando Gomes Ceccon<sup>2</sup>

Felipe P Carpes<sup>3\*</sup>

Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiiana, RS, Brasil

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Pampa, Uruguaiiana, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Mestrando em Educação Física da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Ciências do Movimento Humano e Professor Adjunto da Universidade Federal do Pampa, Uruguaiiana, RS, Brasil.

\* Autor correspondente

Felipe P Carpes, Ph.D

Federal University of Pampa - Laboratory of Neuromechanics

BR 472 km 592 - Po box 118 - ZIP 97500-970, Uruguaiiana, RS, Brazil

Phone office: +55 55 3413 4321 Ext 4812

Fax: +55 55 3414 1484

e-mail: [carpes@unipampa.edu.br](mailto:carpes@unipampa.edu.br)

Financiamento: Os autores agradecem à FAPERGS por bolsa de mestrado concedida a ESR e bolsa de iniciação científica concedida a CBPS e à CAPES pela bolsa de mestrado concedida a PSF. Este estudo foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul - FAPERGS (processo 1013100), através de apoio financeiro concedido para FPC.

## RESUMO

Embora o uso de um calçado faça parte do dia a dia da maioria das pessoas, ao avaliar o controle postural na postura em pé, muitos estudos consideram uma condição descalço. Assim, as pessoas diariamente convivem com uma condição onde utilizam calçados, e são avaliadas em uma condição diferente. A justificativa muitas vezes é que o calçado poderia influenciar. Contudo, pode o calçado habitual de fato influenciar o controle postural estimado pela trajetória do centro de pressão? Para responder a esta pergunta, avaliamos 14 adultos jovens com média de idade de  $23 \pm (4)$  anos, estatura de  $1,63 \pm (0,05)$  m e massa corporal de  $59 \pm (7)$  kg. Eles mantiveram a posição em pé, com apoio bipodal, com e sem usar o seu próprio calçado, com olhos abertos e fechados. Uma plataforma de força foi utilizada para aquisição de forças e momentos de reação do solo. Os dados foram utilizados para o cálculo do centro de pressão. Nenhuma das variáveis do centro de pressão (amplitudes, área e velocidade) diferiu entre as condições calçado e descalço, tanto com olhos abertos quanto fechados. Em resumo, o calçado habitual não influenciou as amplitudes de oscilação do centro de pressão durante a postura em pé.

Palavras-chave: centro de pressão, postura em pé, balanço, pé, adultos, descalço.

## ABSTRACT

Although using shoes is part of the daily context for most people, when postural control is assessed participants are subject to a barefoot condition. The most often reason for this is based in a possible effect of the footwear on the postural control. However, does the habitual footwear influence postural control estimated by center of pressure traces? To address this question we evaluated 14 young adults with mean age of  $23 \pm (4)$  years old, height  $1.63 \pm (0.05)$  m and body mass  $59 \pm (7)$  kg. They stand still with bipedal support using or not their habitual shoe, for trials with eyes open and closed. A force plate was used to record ground reaction forces and moments. Data were used to determination of center of pressure. None of the center of pressure variables (amplitudes, area and velocity) differed between the shod and barefoot conditions regardless of eyes open or closed. In summary, the habitual footwear did not influence postural oscillation during upright standing in young adults.

Keywords: center of pressure, standing, balance, foot, adults, barefoot.

## INTRODUÇÃO

A avaliação do controle postural na postura quieta em pé faz parte de rotinas de análises do movimento humano tanto no contexto clínico quanto da pesquisa científica. O controle postural refere-se ao ato de manter ou recuperar a posição do centro de pressão (CoP) dentro da base de suporte, definida a partir do contato dos pés com a superfície<sup>1</sup>. Por isso as medidas do CoP são consideradas importantes indicadores de possíveis déficits de equilíbrio. A manutenção de uma postura quase estática em pé requer constantes ajustes neuromusculares que resultam no deslocamento do CoP sobre a base de suporte<sup>2</sup>. Esses ajustes neuromusculares envolvem uma significativa participação de informações sensoriais advindas da visão<sup>3, 4 5</sup>, sistema vestibular<sup>6</sup> e somatossensorial<sup>7, 8</sup>, que permitem o controle da posição do corpo mantendo assim uma postura quase estática.

A literatura é bastante consistente em relação a déficits no CoP observados em condições onde os olhos são fechados, tanto em adultos<sup>9, 10</sup> quanto em idosos. Da mesma forma, a influência de limitações na função do sistema vestibular que levam a déficits no CoP são descritas na literatura<sup>11, 12</sup>. Em relação ao sistema somatossensorial, a perda de sensibilidade plantar é associada com maior oscilação do CoP durante a postura em pé, corroborando um maior déficit no controle postural, especialmente em idosos<sup>2, 9</sup>. Contudo, ainda que a maioria dos estudos considere a avaliação descalço, poucos estudos investigam como o calçado habitual interfere no controle postural.

Assim como, a perda de sensibilidade plantar afeta o controle postural<sup>2, 13</sup> e a pressão plantar<sup>14</sup>, estudos sugerem que o calçado pode influenciar parâmetros biomecânicos da interação dos pés com o solo, tais como a força de reação do solo, força resultante na articulação do joelho, inversão e eversão do pé, em tarefas como andar<sup>15-17</sup> e correr<sup>18-20</sup>, acarretando até mesmo alterações ortopédicas<sup>21</sup>.

Todos esses fatores intervenientes são controlados na avaliação do CoP na postura em pé. Por isso, em boa parte dos estudos a avaliação do controle postural é realizada na condição descalço<sup>1, 2</sup>, com os braços relaxados ao longo do corpo<sup>22-26</sup>, e os pés com um posicionamento padrão<sup>26</sup>. O efeito da padronização das condições de informação visual e posicionamento do corpo sobre as medidas do CoP é baseada na influência comprovada que essas características têm sobre o controle postural, mas a condição de avaliação descalço não. A avaliação na condição descalço provavelmente resulta do fato que o calçado pode influenciar na disponibilidade de informações sensoriais advindas dos pés que são importantes para o mecanismo de feedback envolvido no controle postural<sup>27</sup>, tal como acontece quando palmilhas com diferentes texturas são usadas<sup>27</sup>. Além disso, existe um significativo deslocamento anterior e medial do CoP em sujeitos que correm sem calçado quando comparados com corredores usando calçados<sup>28</sup>. No entanto, temos que considerar que uma planilha com textura vai estimular a planta do pé diferentemente do que a palmilha de um calçado habitual fará, assim como na corrida descalço o centro de pressão pode sofrer influência do impacto experimentado e da possibilidade dos sujeitos alterarem o padrão de pisada por saberem que receberão mais impacto do que na condição onde usam o calçado, tal como ocorre em aterrissagem de saltos em superfícies instáveis<sup>29</sup>. Esses casos não se referem a uma condição onde somente o peso corporal é sustentado, como ocorre em uma postura bastante estável.

Em um estudo recente, um calçado com solado instável aumentou a oscilação do CoP na postura em pé<sup>30</sup>, ao passo que um calçado esportivo diminuiu a oscilação ântero-posterior em jovens adultos<sup>31</sup>. Em nenhum dos casos os participantes eram avaliados considerando o uso do seu calçado habitual, ou seja, aquele calçado que eles estavam acostumados a usar no dia a dia. Sendo assim, as informações ainda são

escassas para se responder a pergunta aqui proposta: Pode o calçado habitual de fato influenciar o controle postural mensurado pela trajetória do centro de pressão?

Desta forma o objetivo do estudo é verificar se a utilização do calçado habitual pode afetar as medidas de centro de pressão em jovens adultos. Nossa hipótese é de que a utilização do calçado durante a avaliação do controle postural pode alterar medidas do CoP.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### *Delineamento Experimental*

#### Participantes

Os participantes foram convidados na universidade local por meio de abordagem direta. Participaram deste estudo quatorze jovens (12 mulheres) universitários, com idade média de  $23 \pm (4)$  anos, estatura de  $1,63 \pm (0,05)$  m e massa corporal de  $59 \pm (7)$  kg. Para participar do estudo, o participante deveria estar dentro da faixa etária estipulada sendo entre 18 e 55 anos, ser capaz de manter a postura ereta quieta sem apoio ou auxílio, tanto com olhos abertos quanto fechados. Ele deveria ter disponibilidade de comparecer ao laboratório para avaliação no dia e horário agendado, não fazer uso de prótese ou órtese em membro superior e/ou inferior, assim como não apresentar problemas vestibulares previamente diagnosticados. Também foram critérios de exclusão o uso regular de calçado de salto alto, utilização de palmilhas corretivas ou texturizadas, apresentação de desvios posturais como escoliose severa, lesões de membros inferiores no último ano, assim como obesidade, Diabetes, ou distúrbios neurológicos clinicamente diagnosticados. Para a avaliação, os participantes foram orientados a usar o tênis que eles estivessem mais habituados a usar no dia a dia. Todos

participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da universidade onde este estudo foi desenvolvido (protocolo nº 13915013.0.0000.5323).

#### *Anamnese*

Ao chegar ao laboratório o participante respondia a um questionário sobre informações referentes ao número do calçado e a frequência de uso. Ao final do questionário, estatura e massa corporal foram mensuradas. As condições do laboratório foram controladas em ambiente fechado com iluminação própria, sem ruídos internos ou externos e com a mesma informação visual para todos os participantes, estando a altura dos olhos.

#### *Avaliação do Centro de Pressão (CoP)*

Os participantes foram instruídos a permanecer na posição ortostática quieta em pé, com apoio bipodal, uma base de apoio com os pés em uma angulação de 15°, com 10 cm distância entre os calcanhares <sup>26</sup>, e com os braços relaxados ao longo do corpo, sem movimentos dos membros superiores. O controle postural foi avaliado em 4 condições: (a) utilizando calçado próprio do dia a dia e com olhos abertos; (b) descalço e com olhos abertos, (c) utilizando calçado próprio do dia a dia e com olhos fechados, e (d) descalço e com olhos fechados. Porém, a sequência de condições foi randomizada para cada participante. Para cada condição foram repetidas três avaliações, cada uma com 30 segundos de duração, e pelo menos 30 segundos de intervalo.

Uma plataforma de força (OR6 2000, AMTI Inc., EUA) instalada no nível do solo e no centro de uma sala sem distrações ou ruídos foi utilizada para gravação das forças e momentos de reação do solo. A partir desses dados, as variáveis do CoP foram calculadas para determinação da amplitude de oscilação nos sentidos ântero-posterior e

médio-lateral, a velocidade média resultante, e a área da elipse compreendendo 95% dos dados<sup>1</sup> através de rotinas do matlab .

### *Análise estatística*

Foi verificada a normalidade dos dados usando o teste de Shapiro-Wilk. As condições com calçado e sem calçado, com calçado olhos abertos e olhos fechados, sem calçados olhos abertos e olhos fechados foram comparadas com teste de Wilcoxon para amostras pareadas. Para todas as análises consideramos o nível de significância de 0,05, utilizando o software SPSS 20.0.

## **RESULTADOS**

Não foram encontradas diferenças entre as condições com e sem calçado, com olhos abertos e fechados, respectivamente, na amplitude do deslocamento do CoP no sentido ântero-posterior ( $z = -0.816$ ;  $P = 0.414$ ;  $z = -1.000$ ;  $P = 0.317$ ) e médio-lateral ( $z = -0.271$ ;  $P = 0.786$ ;  $z = -0.599$ ;  $P = 0.549$ ). Da mesma forma, não foram encontradas diferenças entre as condições com e sem calçado, com olhos abertos e fechados, respectivamente, na área do CoP ( $z = -0.655$ ;  $P = 0.512$ ;  $z = 0,000$ ;  $P = 1.000$ ), e velocidade média do CoP ( $z = -1.604$ ;  $P = 0.109$ ;  $z = -1.066$ ;  $P = 0.286$ ). Os resultados são apresentados na Figura 1.

\*\*\*\*\* FIGURA 1 AQUI\*\*\*\*\*

## DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar a influência do calçado habitual sobre o controle postural na postura em pé em jovens saudáveis. Nossos resultados sugerem que o uso do calçado habitual não afeta as variáveis de amplitude ântero-posterior e médio-lateral, velocidade média, e área do CoP em jovens saudáveis durante a postura em pé. Tal resultado também foi consistente entre condições onde os participantes mantiveram os olhos abertos ou fechados.

É importante mencionar que estes resultados não podem ser extrapolados para outras faixas etárias em que os sistemas sensoriais usados para regular o controle postural podem não estar plenamente desenvolvidos como pode ser o caso de crianças<sup>32</sup>,<sup>33</sup> ou ainda que apresentem déficits que limitem a disponibilidade de informações sensoriais em caso de idosos<sup>34</sup>. A pergunta apresentada neste estudo precisa ser investigada também para estas populações. Nossos resultados questionam a validade ecológica de estudos com jovens adultos em que a avaliação do controle postural na condição descalço é justificada por uma possível influência do calçado sobre o comportamento do CoP<sup>27, 35</sup>.

Conforme já mencionado, a padronização da condição visual<sup>36</sup>, posição dos braços<sup>25, 26</sup>, pés<sup>26</sup> e base de apoio<sup>37</sup> tem um efeito já conhecido sobre o controle postural. Contudo, alterar a condição de calçado habitual para uma condição descalço no momento de avaliar o controle postural pode mudar a realidade que o sujeito enfrenta no dia a dia.

O calçado habitual em nosso estudo foi definido como aquele que o sujeito utiliza na maior parte dos dias da semana. Dessa forma, é um calçado já conformado a anatomia individual dos pés. Quando a conformação de calçados em relação à anatomia

dos pés foi investigada, observou-se que o uso prolongado acaba por gerar desgastes em regiões específicas, assim como diferentes regiões das palmilhas acabam por alterar suas propriedades de amortecimento e distribuição de peso<sup>38</sup>.

Alguns estudos afirmam que avaliar o controle postural quando usando um calçado pode influenciar a disponibilidade e uso das informações sensoriais advindas dos pés<sup>27, 30</sup>. No entanto, tal justificativa é questionável. Durante o dia a dia em que o sujeito usa o calçado, teria ele então uma outra característica de controle postural? Se o calçado é evitado na avaliação, a resposta para essa pergunta é sim. Logo, a questão seguinte seria: qual o sentido então da avaliação feita em uma condição que não reflete o dia a dia do sujeito? É fato que se o calçado tiver características específicas, como palmilhas especiais<sup>27</sup> ou solados instáveis<sup>30, 31</sup> ele afetará o controle postural. Mas esse efeito ocorre porque estes calçados são pensados para isso. No caso do calçado habitual, sem essas características, já existe uma adaptação do sujeito ao calçado e o seu efeito sobre as respostas do CoP seria insignificante.

## **CONCLUSÃO**

O calçado habitual não influenciou as variáveis do centro de pressão de jovens adultos durante a postura em pé. Do ponto de vista prático, jovens adultos podem ser avaliados em relação ao controle postural usando seu calçado habitual.

## REFERÊNCIAS

1. Duarte M and Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2010; 14: 183-92.
2. Ueda L and Carpes F. Relação entre sensibilidade plantar e controle postural em jovens e idosos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2013.
3. Rougier P. Visual feedback induces opposite effects on elementary centre of gravity and centre of pressure minus centre of gravity motions in undisturbed upright stance. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2003; 18: 341-9.
4. Mohapatra S, Krishnan V and Aruin AS. The effect of decreased visual acuity on control of posture. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2012; 123: 173-82.
5. Paulus WM, Straube A and Brandt T. Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain : a journal of neurology*. 1984; 107 ( Pt 4): 1143-63.
6. Fujimoto C, Murofushi T, Chihara Y, et al. Effects of unilateral dysfunction of the inferior vestibular nerve system on postural stability. *Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*. 2010; 121: 1279-84.
7. Lee HY, Cherng RJ and Lin CH. Development of a virtual reality environment for somatosensory and perceptual stimulation in the balance assessment of children. *Computers in biology and medicine*. 2004; 34: 719-33.

8. Shum SB and Pang MY. Children with attention deficit hyperactivity disorder have impaired balance function: involvement of somatosensory, visual, and vestibular systems. *The Journal of pediatrics*. 2009; 155: 245-9.
9. Billot M, Handrigan GA, Simoneau M and Teasdale N. Reduced plantar sole sensitivity induces balance control modifications to compensate ankle tendon vibration and vision deprivation. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2015; 25: 155-60.
10. Sarabon N, Rosker J, Loeffler S and Kern H. The effect of vision elimination during quiet stance tasks with different feet positions. *Gait & posture*. 2013; 38: 708-11.
11. Johansson R and Magnusson M. Human postural dynamics. *Critical reviews in biomedical engineering*. 1991; 18: 413-37.
12. Hernandez ME, Ashton-Miller JA and Alexander NB. The effect of age, movement direction, and target size on the maximum speed of targeted COP movements in healthy women. *Human movement science*. 2012; 31: 1213-23.
13. Fukuchi CA, Duarte M and Stefanyshyn DJ. Postural sway following cryotherapy in healthy adults. *Gait & posture*. 2014; 40: 262-5.
14. Nurse MA and Nigg BM. Quantifying a relationship between tactile and vibration sensitivity of the human foot with plantar pressure distributions during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1999; 14: 667-72.
15. Morio C, Lake MJ, Gueguen N, Rao G and Baly L. The influence of footwear on foot motion during walking and running. *Journal of biomechanics*. 2009; 42: 2081-8.
16. Forghany S, Nester CJ, Richards B, Hatton AL and Liu A. Rollover footwear affects lower limb biomechanics during walking. *Gait & posture*. 2014; 39: 205-12.

17. Kutzner I, Stephan D, Dymke J, Bender A, Graichen F and Bergmann G. The influence of footwear on knee joint loading during walking--in vivo load measurements with instrumented knee implants. *Journal of biomechanics*. 2013; 46: 796-800.
18. Hollander K, Riebe D, Campe S, Braumann KM and Zech A. Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescent children. *Gait & posture*. 2014; 40: 381-5.
19. De Wit B, De Clercq D and Aerts P. Biomechanical analysis of the stance phase during barefoot and shod running. *Journal of biomechanics*. 2000; 33: 269-78.
20. Braunstein B, Arampatzis A, Eysel P and Bruggemann GP. Footwear affects the gearing at the ankle and knee joints during running. *Journal of biomechanics*. 2010; 43: 2120-5.
21. Kurup HV, Clark CI and Dega RK. Footwear and orthopaedics. *Foot and ankle surgery : official journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons*. 2012; 18: 79-83.
22. Pinsault N and Vuillerme N. The effects of scale display of visual feedback on postural control during quiet standing in healthy elderly subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008; 89: 1772-4.
23. Roerdink M, Hlavackova P and Vuillerme N. Center-of-pressure regularity as a marker for attentional investment in postural control: a comparison between sitting and standing postures. *Human movement science*. 2011; 30: 203-12.
24. Masani K, Vette AH, Kouzaki M, Kanehisa H, Fukunaga T and Popovic MR. Larger center of pressure minus center of gravity in the elderly induces larger body acceleration during quiet standing. *Neuroscience letters*. 2007; 422: 202-6.

25. Stins JF, Roerdink M and Beek PJ. To freeze or not to freeze? Affective and cognitive perturbations have markedly different effects on postural control. *Human movement science*. 2011; 30: 190-202.
26. Kunzler MR, Lopes LM, Ueda LS, de Britto MA and Carpes FP. Does skin stimulation compensate impairments in postural control after ankle plantar flexors fatigue? *Gait & posture*. 2013; 37: 611-4.
27. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J and Tirosha O. The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers. *Physical Therapy in Sport*.
28. Becker J, Pisciotta E, James S, Osternig LR and Chou LS. Center of pressure trajectory differences between shod and barefoot running. *Gait & posture*. 2014; 40: 504-9.
29. Moritz CT and Farley CT. Passive dynamics change leg mechanics for an unexpected surface during human hopping. *J Appl Physiol (1985)*. 2004; 97: 1313-22.
30. Plom W, Strike SC and Taylor MJ. The effect of different unstable footwear constructions on centre of pressure motion during standing. *Gait & posture*. 2014; 40: 305-9.
31. Smith BS, Burton B, Johnson D, Kendrick S, Meyer E and Yuan W. Effects of wearing athletic shoes, five-toed shoes, and standing barefoot on balance performance in young adults. *International journal of sports physical therapy*. 2015; 10: 69-74.
32. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, et al. Postural balance under normal and altered sensory conditions in normal-weight and overweight children. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011; 26: 84-9.

33. Baccouch R, Zarrouk N, Chtourou H, Rebai H and Sahli S. Time-of-day effects on postural control and attentional capacities in children. *Physiology & behavior*. 2015; 142: 146-51.
34. Scott G, Menz HB and Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait & posture*. 2007; 26: 68-75.
35. Chiu MC, Wu HC, Chang LY and Wu MH. Center of pressure progression characteristics under the plantar region for elderly adults. *Gait & posture*. 2013; 37: 408-12.
36. Qiu H and Xiong S. Center-of-pressure based postural sway measures: Reliability and ability to distinguish between age, fear of falling and fall history. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2015; 47: 37-44.
37. Vernazza-Martin S, Martin N, Cincera M, Pedotti A and Massion J. Arm raising in humans under loaded vs. unloaded and bipedal vs. unipedal conditions. *Brain research*. 1999; 846: 12-22.
38. Mei Q, Fernandez J, Fu W, Feng N and Gu Y. A comparative biomechanical analysis of habitually unshod and shod runners based on a foot morphological difference. *Human movement science*. 2015; 42: 38-53.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem aos participantes do estudo e a equipe do Grupo de Pesquisa em Neuromecânica Aplicada pelo auxílio nas fases experimentais. Este trabalho é parte de um projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS, processo número: 1013100) concedido a FPC. Durante o desenvolvimento deste estudo CBPS recebeu bolsa FAPERGS, ESR recebeu bolsa FAPERGS de mestrado e PSF recebeu bolsa CAPES de mestrado.

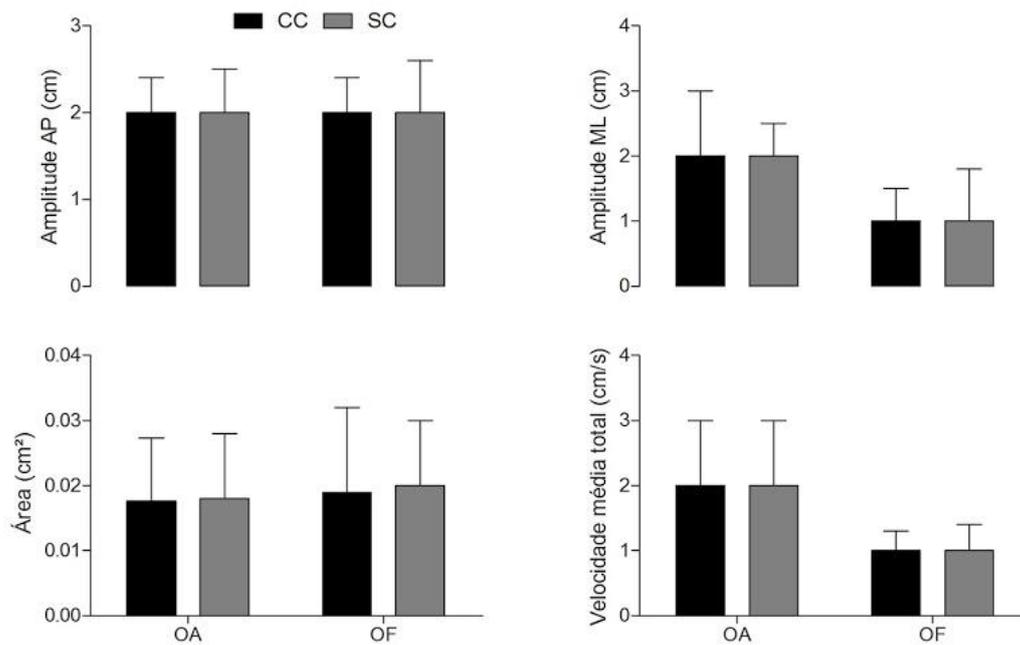


Figura 1. Média (barras verticais) e desvio-padrão (linhas verticais) obtidas para as variáveis de amplitude médio-lateral, amplitude ântero-posterior, área e velocidade média total nas condições calçado habitual (CC) e descalço (SC) durante a postura em pé com olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF).