

Motricidade  
2011, vol. 7, n. 1, pp. 31-42

© FTCD/CIDESD  
ISSN 1646–107X

## A contribuição da informação visual exproprioceptiva e da altura do assento no controle da ação de sentar em indivíduos jovens e idosos

The contribution of exproprioceptive visual information and seat height to the control of the stand-to-sit movement in young and older individuals

R. Moraes, J. Pereira dos Reis, R.S. Castelli

---

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar as contribuições da informação visual exproprioceptiva e da altura do assento no controle do movimento de sentar em adultos jovens e idosos. Doze indivíduos idosos e onze adultos jovens foram convidados a sentar em uma cadeira sob duas alturas diferentes (100 e 80% da distância do joelho até o chão) e sob duas condições visuais (com e sem a disponibilidade da informação visual exproprioceptiva). A informação visual exproprioceptiva foi manipulada através do uso de um anteparo visual posicionado logo abaixo do olho que reduziu o tamanho do campo visual inferior. Os participantes realizaram o movimento de sentar com os pés posicionados sobre uma plataforma de força. Os resultados permitem concluir que a disponibilidade da informação visual exproprioceptiva afeta de forma diferente o controle do movimento de sentar em adultos jovens e idosos. Por outro lado, a manipulação da altura do assento gerou estratégias de controle semelhantes em adultos e idosos. Ainda, os idosos exibiram um comportamento mais conservador durante a realização do movimento de sentar.

*Palavras-chave:* idoso, visão exproprioceptiva, sentar, altura do assento

### ABSTRACT

The purpose of the present study was to analyze the contribution of both exproprioceptive visual information and seat height in the control of stand-to-sit movement in young and older adults. Twelve older and 11 young individuals were invited to sit down on a chair under two seat heights (100% and 80% of the knee-ground distance) and under two visual conditions (with and without the availability of exproprioceptive visual information). Participants wore special goggles that reduced the size of the lower visual field. Participants performed the stand-to-sit movement with their feet positioned on a forceplate. The results allowed for the conclusion that the exproprioceptive visual information availability affected differently the way young and older adults control the stand-to-sit movement. On the other hand, seat height manipulation resulted in similar strategies by young and older individuals. Yet, older individuals exhibited a more conservative behavior than young adults while performing the stand-to-sit movement.

*Keywords:* aged, exproprioceptive vision, stand-to-sit, seat height

Submetido: 30.12.2009 | Aceite: 22.06.2010

---

*Agradecimentos.* Os autores agradecem a Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi por permitir o uso das dependências do Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção para a coleta de dados. Os autores agradecem o apoio do Programa Ensinar com Pesquisa da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo pela concessão de uma bolsa de iniciação científica para o segundo autor. Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de uma bolsa de iniciação científica (Programa PIBIC/CNPq) para o terceiro autor.

---

*Renato Moraes.* Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil.  
*Jhonas Pereira dos Reis e Rodrigo da Silva Castelli.* Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Brasil.

*Endereço para correspondência:* Renato Moraes, Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Av. Bandeirantes, 3900, CEP 14040-900, Ribeirão Preto – SP, Brasil.

*E-mail:* [renatomoraes@usp.br](mailto:renatomoraes@usp.br)

A ação de sentar é uma das atividades básicas da vida diária, sendo que a capacidade de realizá-la de forma independente é um dos aspectos fundamentais associados a uma boa qualidade de vida (Dubost, Beauchet, Manckoundia, Herrmann, & Mourey, 2005). Moraes e Mauerberg-DeCastro (2010) apontaram que indivíduos idosos apresentaram uma maior dificuldade para sentar, especialmente em assentos com alturas baixas. Esses autores encontraram que a curva de velocidade angular da coxa exibe um número maior de unidades de movimento (i.e., movimentos com menor fluidez e alterações marcantes em termos de aceleração e desaceleração) em indivíduos idosos do que em jovens, refletindo, possivelmente, uma maior dificuldade em sentar, especialmente nas alturas mais baixas de assento. Concomitantemente, existe uma maior demanda da articulação do joelho quando levantando de alturas mais baixas (Janssen, Bussmann, & Stam, 2002). Da mesma forma, Mourey, Pozzo, Rouhier-Marcet e Didier (1998) observaram diferenças entre jovens e idosos no perfil da curva de velocidade angular do joelho em função do tempo próximo ao momento de contato das nádegas com o assento da cadeira durante a realização do movimento de sentar. Segundo esses autores, essas diferenças refletem a necessidade de realizar ajustes finos no posicionamento do corpo antes do contato com o assento para garantir a realização bem-sucedida do movimento. Ainda, a realização desses ajustes parece estar mais comprometida nos idosos. Apesar de todos os idosos avaliados terem realizado de forma bem-sucedida a ação de sentar, o aumento nessa dificuldade pode, com o tempo, gerar a incapacidade de realizá-la de forma independente.

Apesar da ação de sentar ser de fundamental importância para manutenção de uma boa qualidade de vida, poucos estudos foram feitos, especialmente envolvendo populações idosas (Dubost et al., 2005; Moraes, 1999). O entendimento de como a

ação de sentar é coordenada e controlada é importante para ajudar os profissionais da saúde a avaliar e organizar programas de intervenção, em especial programas de prevenção de quedas em idosos. Esse entendimento envolve não somente analisar o aspecto motor envolvido na execução dessa tarefa como tradicionalmente ela tem sido investigada (Janssen et al., 2002), mas também analisar como a informação perceptiva é usada no desempenho dessa ação. É através da percepção que identificamos as características do ambiente necessárias para a realização bem-sucedida das tarefas motoras, bem como, a posição dos segmentos corporais e sua relação com o ambiente. A visão, em particular, fornece tanto informação sobre o ambiente ao nosso redor (informação visual estereoceptica) quanto informação da posição entre os segmentos corporais e destes com o ambiente (informação visual exproprioceptiva). O uso da informação visual pode contribuir para controlar a realização de movimentos que envolvem transição dinâmica, como é o caso do movimento de sentar.

Marigold e Patla (2008) mostraram que a informação visual exproprioceptiva é importante para o controle da locomoção em um ambiente complexo em adultos jovens e idosos, e que essa tarefa é realizada mais lentamente quando essa informação é reduzida/obstruída. A disponibilidade da informação visual durante o movimento de sentar foi manipulada no estudo conduzido por Mourey et al. (1998). Esses autores não encontraram nenhuma diferença nas variáveis analisadas quando o movimento de sentar foi feito com ou sem a informação visual. Entretanto, neste estudo, a informação visual estava completamente presente ou ausente. Esses autores não avaliaram a contribuição seletiva da informação visual (i.e., informação visual exproprioceptiva) como no estudo de Marigold e Patla (2008). A restrição do campo visual inferior e, conseqüentemente, a obstrução da informação visual exproprioceptiva pode afetar o controle do movimento

de sentar, da mesma forma que a locomoção foi afetada. Portanto, o objetivo desse estudo foi analisar as contribuições da informação visual exproprioceptiva e da altura do assento no controle do movimento de sentar em adultos jovens e idosos.

### MÉTODO

#### Amostra

Participaram deste estudo 23 pessoas, sendo 12 idosos com idade acima de 60 anos (idade média:  $65.3 \pm 5.2$  anos, estatura:  $1.60 \pm .06$  m, massa corporal:  $70.3 \pm 11.6$  kg) e 11 adultos jovens na faixa etária de 20 a 40 anos (idade média:  $33.1 \pm 13.4$  anos, estatura:  $1.62 \pm .08$  m, massa corporal:  $59.9 \pm 8.5$  kg). Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos envolvidos no estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os procedimentos usados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (Protocolo n.º 19/2007).

#### Procedimentos Experimentais

A distância do joelho até o chão foi medida antes do início da coleta de dados com o participante na posição em pé. Essa distância foi usada para determinar as duas alturas do assento usadas na coleta de dados: 80% e 100% da distância do joelho até o chão. Para a manipulação da altura do assento foi usada uma cadeira que não possui apoio lateral e nem encosto para o tronco (Figura 1). Ela foi construída com uma base de madeira ( $45.0 \times 45.0 \times 30.0$  cm) sobre a qual lâminas de madeira de  $50.0 \times 50.0 \times 2.5$  cm eram adicionadas ou removidas dependendo da altura do assento necessária. Essas lâminas eram parafusadas nos quatro cantos para evitar que deslizassem entre si. Na parte esquerda da Figura 1 estão representadas as dimensões das lâminas de madeira usadas para ajustar a altura do assento. Esse tipo de assento tem sido usado em estudos envolvendo as tarefas de sentar e levantar (e.g., Kralj, Jaeger, & Muni, 1990; Moraes & Bahrami, 2007; Moraes, Bahrami, & Patla, 2002).

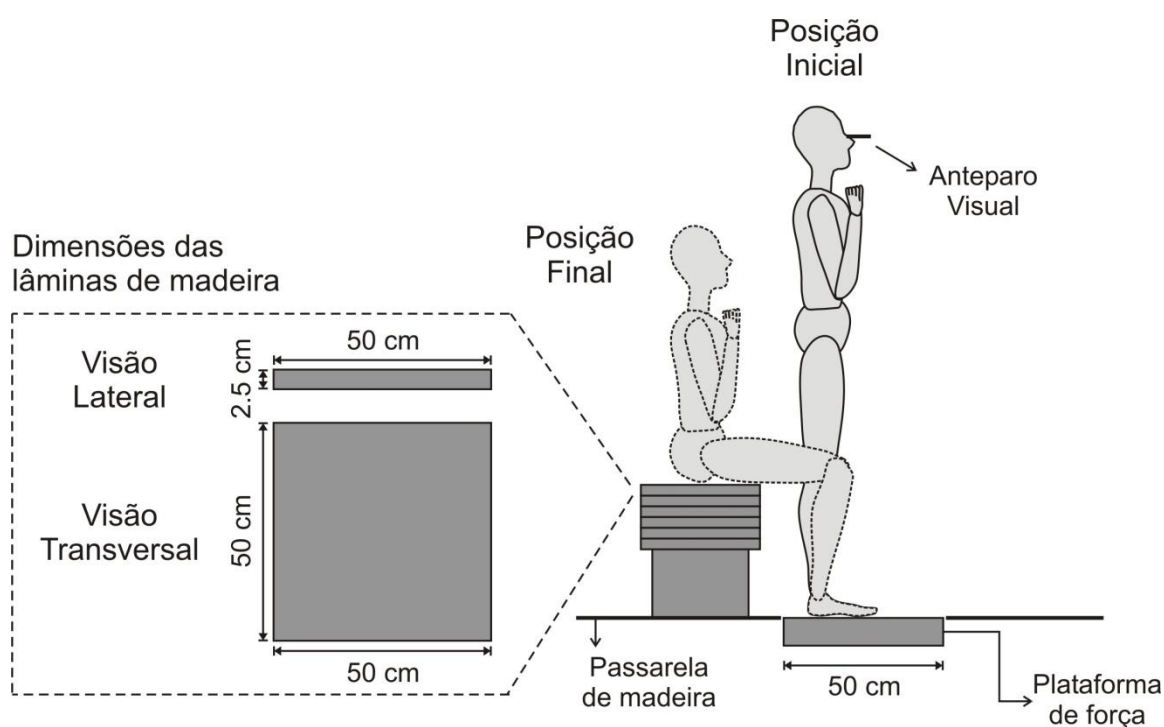


Figura 1. Representação ilustrativa do procedimento experimental, mostrando as posições inicial (linha contínua) e final (linha pontilhada) do participante

A disponibilidade da informação do campo visual inferior (i.e., visão exproprioceptiva) foi manipulada através do uso de um anteparo posicionado logo abaixo dos olhos (Figura 1). Esse anteparo consistiu de uma viseira usada por jogadores de basquetebol para prevenir a visão do campo visual inferior durante a prática do drible. Esse anteparo impediu a obtenção da informação visual logo à frente do corpo e dos segmentos corporais, ou seja, da informação visual exproprioceptiva. O uso de um anteparo semelhante por Marigold e Patla (2008) resultou em uma diminuição do campo visual inferior de  $\approx 60.0^\circ$  sem o anteparo (medido a partir do eixo visual horizontal) para  $24.3^\circ$  com o anteparo. A combinação das duas alturas do assento com a disponibilidade ou não da informação visual exproprioceptiva geraram quatro condições experimentais: (i) altura alta do assento com informação visual exproprioceptiva disponível, (ii) altura alta do assento sem informação visual exproprioceptiva disponível, (iii) altura baixa do assento com informação visual exproprioceptiva disponível e (iv) altura baixa do assento sem informação visual exproprioceptiva disponível. Os participantes foram solicitados a realizar cinco tentativas para cada condição experimental, totalizando vinte tentativas. Cada condição experimental foi coletada em um bloco de cinco tentativas. A ordem dos blocos foi contrabalanceada entre os participantes, de modo que metade dos participantes de cada grupo iniciou pela altura mais baixa, enquanto os outros participantes iniciaram pela altura mais alta. A ordem da disponibilidade da informação visual exproprioceptiva foi sorteada para cada participante. Os participantes tiveram um minuto de intervalo entre cada tentativa e cinco minutos entre os blocos de tentativas para descanso.

Os pés dos participantes foram posicionados sobre uma plataforma de força (AMTI AccuGait, Watertown, MA, EUA). As forças nas direções mediolateral (ML), anteroposterior (AP) e vertical, e os momentos

de forças em torno desses eixos foram registrados com uma frequência de amostragem de 100 Hz. Além disso, o deslocamento do centro de pressão foi calculado *on-line* pelo programa de coleta de dados *Balance Clinic* que acompanha a plataforma de força e registrado na mesma frequência. Note que a cadeira não foi posicionada sobre a plataforma de força. Dessa forma, somente o registro da força aplicada pelos pés no chão foi analisado, de forma semelhante ao estudo conduzido por Yamada e Demura (2009).

Os participantes foram solicitados a ficar em pé com o peso do corpo distribuído de forma equivalente entre os lados direito e esquerdo. Os pés foram posicionados paralelos (distância confortável entre eles) e os braços cruzados na altura do tórax. Os participantes definiram a sua distância em relação à cadeira de modo a realizar o movimento de sentar da forma mais confortável possível. A posição dos pés sobre a plataforma de força foi desenhada sobre uma folha de papel afixada sobre a plataforma de força, de modo a garantir sempre a mesma posição entre as tentativas. A partir de um comando verbal de prontidão (“preparar”) e, na sequência, um segundo comando verbal (“começar”) o participante iniciava o movimento de sentar. Os participantes realizaram o movimento na sua velocidade preferida.

#### **Análise dos Dados**

Os valores da força de reação do solo na direção vertical foram filtrados com um filtro digital de Butterworth de 4ª ordem, com uma frequência de corte de 5 Hz. Os valores da força de reação do solo foram normalizados pelo peso corporal dos participantes. Após esses procedimentos, foi calculada a primeira derivada da força de reação do solo na direção vertical, para a obtenção dos valores da taxa de mudança da força de reação do solo na direção vertical.

A análise do movimento foi feita a partir da definição do início e fim do movimento (Figura

2) tendo como base os valores do componente vertical da força de reação do solo. Para determinar o início do movimento, um intervalo de 500 ms em que o participante estava em pé e parado antes do início do movimento de sentar foi usado para a obtenção da força de reação do solo média e a variabilidade em torno dessa média (i.e., desvio-padrão). O início do movimento foi identificado como instante no tempo em que o valor da componente vertical da força de reação do solo ultrapassou o valor correspondente à média mais dois desvios-padrão. Para determinar o término do movimento, um intervalo de 500 ms em que o participante estava sentado e parado após o término do movimento de sentar foi usado para a obtenção da força de reação do solo média e a variabilidade em torno dessa média. O término do movimento foi identificado como o instante em que o valor da componente vertical da força de reação do solo ultrapassou o valor correspondente à média mais dois desvios-padrão. Com base nos instantes do início e término do movimento foi calculada a duração do movimento (Figura 2A). A duração do movimento de sentar foi calculada obtendo-se o número de quadros entre o início e o término do movimento e dividindo esse valor pela frequência de amostragem (100 Hz).

Com base no perfil da força de reação do solo na direção vertical e da taxa de mudança foram definidos três eventos de interesse: valores mínimo e máximo da força de reação do solo na direção vertical (Figura 2A) e o valor mínimo da taxa de mudança (Figura 2B). Para cada uma dessas variáveis foi calculado o tempo para ocorrência do evento a partir do início do movimento. Esse tempo foi calculado a partir da divisão do número de quadros entre o início do movimento e o evento de interesse pela frequência de amostragem (100 Hz).

Para a força de reação do solo na direção vertical, o tempo entre o início do movimento e o término do movimento foi normalizado de 0 a 100% para cada tentativa dos participantes.

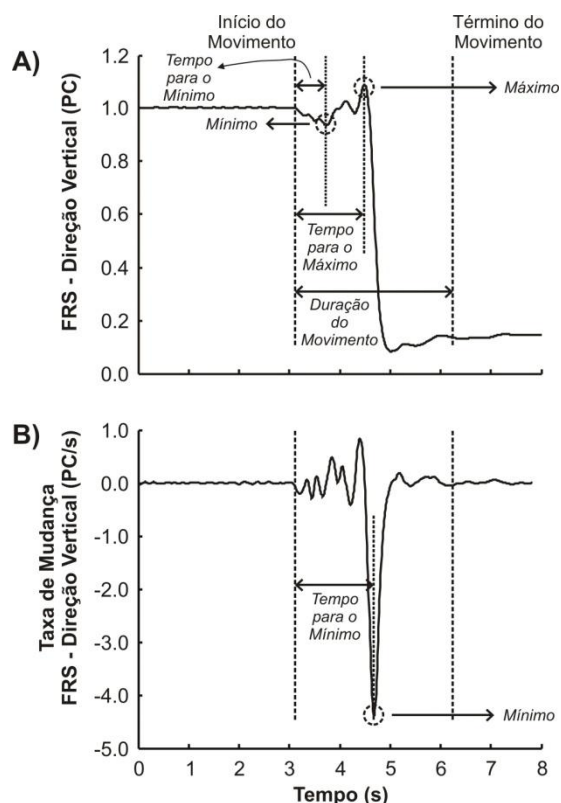


Figura 2. A) Perfil da força de reação do solo (FRS) na direção vertical normalizada pelo peso corporal; B) Perfil da taxa de mudança da FRS na direção vertical. As linhas verticais longas tracejadas indicam o início e o término do movimento de sentar

Com base na curva normalizada, a curva média de cada participante em cada uma das quatro condições experimentais foi calculada, considerando-se as cinco tentativas realizadas. A curva média do grupo em cada condição experimental foi calculada a partir da curva média individual. O desvio-padrão entre os indivíduos foi calculado para cada intervalo de 1%. O coeficiente de variabilidade (CV) foi calculado como proposto por Winter (1991) e apresentado na Equação 1 abaixo:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma_i^2}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i|} \quad (\text{Equação 1})$$

onde,  $N$  é o número de intervalos,  $X_i$  é o valor médio da variável no  $i$ -ésimo intervalo e  $\sigma_i$  é o desvio-padrão da variável  $X$  no  $i$ -ésimo intervalo. O aumento nos valores do coeficiente de variabilidade indica uma maior variabilidade entre as curvas.

Os valores do centro de pressão nas direções AP e ML foram filtrados com um filtro digital de Butterworth de 4ª ordem com uma frequência de corte de 5 Hz. Para o centro de pressão duas variáveis foram calculadas nas direções AP e ML: a velocidade média e a amplitude de deslocamento do centro de pressão. Para a obtenção da velocidade média do centro de pressão, a primeira derivada do centro de pressão foi calculada. A velocidade média do centro de pressão foi computada como o valor médio da primeira derivada do centro de pressão para o intervalo correspondente ao início e término do movimento. Para o cálculo da amplitude de deslocamento do centro de pressão, os valores máximo e mínimo para o intervalo correspondente ao início e término do movimento durante cada tentativa foram identificados. A amplitude de deslocamento do centro de pressão foi computada como a diferença entre o deslocamento máximo e o deslocamento mínimo.

### Análise Estatística

As variáveis dependentes investigadas possuem distribuição normal, sendo assim, procedimentos estatísticos paramétricos foram utilizados.

Todas as variáveis dependentes foram analisadas através da análise de variância (ANOVA) para três fatores (2 grupos  $\times$  2 alturas de assento  $\times$  2 condições visuais) com medidas repetidas nos dois últimos fatores. Para as interações significativas, análises *a posteriori* com ajuste de Bonferroni foram conduzidas.

O valor do  $\alpha$  para todas as análises foi de .05.

## RESULTADOS

### Perfil da Curva da Força de Reação do Solo na Direção Vertical

A Figura 3 mostra o perfil da força de reação do solo na direção vertical para os grupos jovem e idoso nas diferentes condições experimentais. A linha contínua representa os valores médios para cada grupo e condição, enquanto que a área sombreada representa o desvio-padrão.

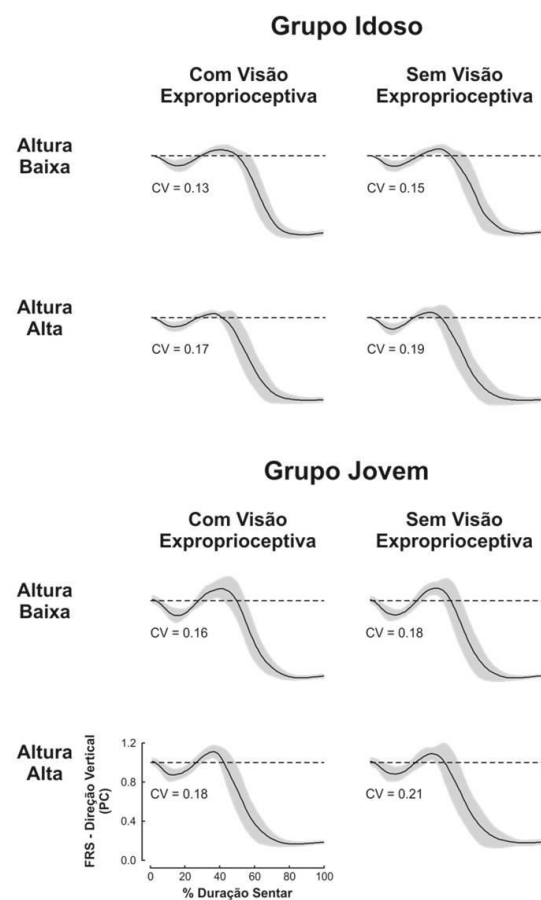


Figura 3. Perfil da força de reação do solo na direção vertical. A linha horizontal pontilhada corresponde ao valor do peso corporal (i.e., PC = 1)

O perfil da curva é muito semelhante entre os dois grupos etários. No início, quando os participantes estão em pé e parados, a força de reação do solo está próxima ao valor 1 que corresponde ao peso corporal dos

participantes. Logo após o início do movimento, há uma diminuição da força aplicada na direção vertical que contribui para o abaixamento do corpo em direção ao assento da cadeira. Após essa diminuição da força de reação do solo, há um aumento que culmina com a obtenção do valor máximo próximo ao contato das nádegas com o assento da cadeira. Esse aumento na força de reação do solo é importante para frear o movimento e impedir que o indivíduo desabe sobre o assento da cadeira. Após o valor máximo, há uma queda consistente da força de reação do solo, que ocorre após o contato das nádegas com o assento da cadeira. Posteriormente, a força de reação do solo estabiliza próximo a zero, já que a maior parte do peso corporal passa a ser sustentada pela cadeira.

#### Duração do Movimento de Sentar

A ANOVA para três fatores para a duração do movimento de sentar não apontou nenhum efeito principal ou interação. A duração média do sentar para os adultos jovens foi de 2.3 s ( $DP = .14$ ) e para os idosos foi de 2.6 s ( $DP = .13$ ).

#### Valor Mínimo da Força de Reação do Solo na Direção Vertical

Para o valor mínimo da força de reação do solo na direção vertical, a ANOVA para três fatores identificou efeito principal de altura do assento,  $F(1,21) = 5.53$ ,  $p = .029$ , e interação de visão com grupo,  $F(1,21) = 12.27$ ,  $p = .002$ . Houve uma redução do valor mínimo para a altura baixa do assento ( $M = .83$  PC,  $DP = .01$  PC) em comparação a altura alta do assento ( $M = .85$  PC,  $DP = .01$  PC). Para a interação entre visão e grupo, a análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) identificou uma diferença significativa somente entre as condições com e sem informação visual exproprioceptiva disponível para o grupo jovem. A ausência da informação visual exproprioceptiva aumentou o valor mínimo da força de reação do solo na direção vertical para o grupo jovem (Figura 4A).

A ANOVA para três fatores para o tempo para alcançar o valor mínimo apontou efeito principal de altura do assento,  $F(1,21) = 8.17$ ,  $p = .009$ , e interação entre grupo e altura do assento,  $F(1,21) = 7.14$ ,  $p = .014$ . O tempo foi maior para a altura baixa do assento ( $M = .38$  s,  $DP = .02$  s) em comparação a altura alta do assento ( $M = .35$  s,  $DP = .02$  s). Para a interação entre grupo e altura do assento, a análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) identificou uma diferença significativa somente entre as alturas alta e baixa do assento para o grupo idoso. A altura alta do assento resultou em um tempo menor em comparação a altura baixa do assento para os idosos (Figura 4B).

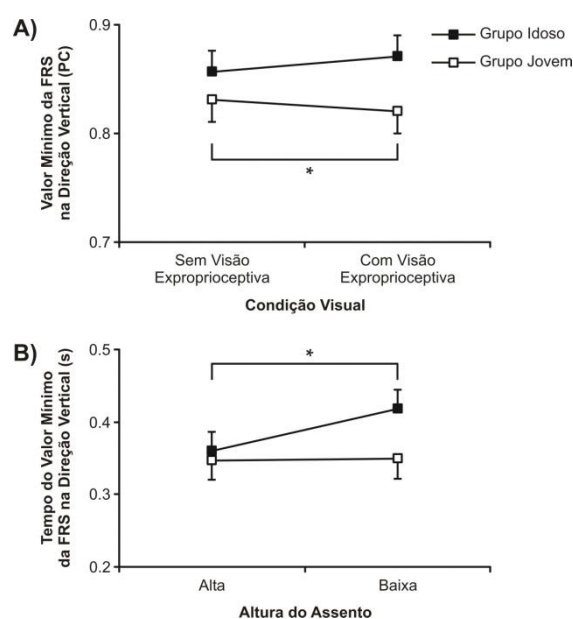


Figura 4. A) Média e erro-padrão do valor mínimo da força de reação do solo (FRS) na direção vertical para os grupos jovem e idoso nas duas condições visuais: sem e com visão exproprioceptiva disponível; B) Média e erro-padrão do tempo para alcançar o valor mínimo da FRS na direção vertical para os grupos jovem e idoso nas duas alturas do assento: alta e baixa

#### Valor Máximo da Força de Reação do Solo na Direção Vertical

A ANOVA para três fatores para o valor máximo da força de reação do solo na direção vertical identificou efeito principal de altura do

assento,  $F(1,21) = 6.29$ ,  $p = .020$ , e grupo,  $F(1,21) = 14.39$ ,  $p = .001$ . O valor máximo foi menor para a altura alta do assento ( $M = 1.15$  PC,  $DP = .01$  PC) do que para a altura baixa do assento ( $M = 1.17$  PC,  $DP = .02$  PC). O grupo jovem apresentou um valor máximo maior ( $M = 1.21$  PC,  $DP = .02$  PC) do que o grupo idoso ( $M = 1.11$  PC,  $DP = .02$  PC) (ver Figura 3).

Com relação ao tempo para atingir o valor máximo, a ANOVA para três fatores indicou efeito principal de altura do assento,  $F(1,21) = 5.14$ ,  $p = .034$ , e grupo,  $F(1,21) = 4.43$ ,  $p = .048$ , e interação entre visão e grupo,  $F(1,21) = 6.01$ ,  $p = .023$ . O valor máximo da força de reação do solo foi alcançado mais cedo para a altura alta do assento ( $M = 1.01$  s,  $DP = .05$  s) do que para a altura baixa do assento ( $M = 1.11$  s,  $DP = .07$  s). Os adultos jovens também atingiram o valor máximo da força de reação do solo mais cedo ( $M = .94$  s,  $DP = .08$  s) do que os idosos ( $M = 1.18$  s,  $DP = .08$  s).

Para a interação entre visão e grupo, a análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) identificou uma diferença estatística marginal entre os grupos jovem e idoso na condição com visão exproprioceptiva ( $p = .02$ ) (Figura 5A).

#### Valor Mínimo da Taxa de Mudança da Força de Reação do Solo na Direção Vertical

A ANOVA para três fatores para o valor mínimo da taxa de mudança da força de reação do solo na direção vertical identificou efeito principal de visão,  $F(1,21) = 4.69$ ,  $p = .042$ , e interação entre altura do assento e visão,  $F(1,21) = 5.14$ ,  $p = .034$ . O valor mínimo da taxa de mudança foi maior para condição com informação visual exproprioceptiva disponível ( $M = -4.08$  PC/s,  $DP = .19$  PC/s) do que sem informação visual exproprioceptiva disponível ( $M = -3.94$  PC/s,  $DP = .18$  PC/s). A análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) apontou que o valor mínimo da taxa de mudança foi maior para a condição de altura alta do assento com informação visual exproprioceptiva disponível do que para a condição de altura alta do assento sem

informação visual exproprioceptiva disponível ( $p = .006$ ) (Figura 5B).

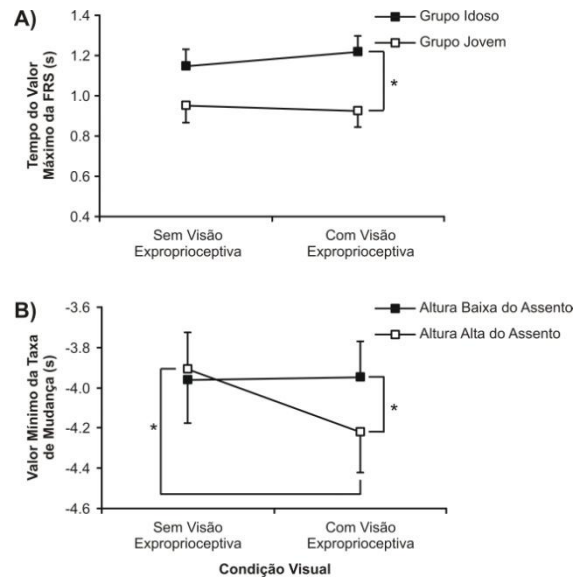


Figura 5. A) Média e erro-padrão do tempo para alcançar o valor máximo da força de reação do solo (FRS) na direção vertical para os grupos jovem e idoso nas duas condições visuais: sem e com visão exproprioceptiva disponível, B) Média e erro-padrão para o valor mínimo da taxa de mudança na direção vertical para as alturas alta e baixa do assento nas duas condições visuais: sem e com visão exproprioceptiva disponível

O valor mínimo da taxa de mudança foi superior para a condição de altura alta do assento com informação visual exproprioceptiva disponível quando comparado com a condição de altura baixa do assento com informação visual exproprioceptiva disponível ( $p = .008$ ).

Sobre o tempo para atingir o valor mínimo da taxa de mudança da força de reação do solo, a ANOVA para três fatores identificou efeito principal de altura do assento,  $F(1,21) = 9.29$ ,  $p = .006$ , e grupo,  $F(1,21) = 5.01$ ,  $p = .036$ . O tempo foi menor para a altura alta do assento ( $M = 1.24$  s,  $DP = .06$  s) do que para a altura baixa do assento ( $M = 1.40$  s,  $DP = .09$  s). O grupo jovem também atingiu o valor mínimo da taxa de mudança mais cedo ( $M = 1.17$  s,  $DP = .10$  s) em comparação ao grupo idoso ( $M = 1.47$  s,  $DP = .09$  s).



### Velocidade Média do Centro de Pressão

A ANOVA para três fatores identificou efeito principal de altura do assento,  $F(1,21) = 20.37$ ,  $p < .0001$ , e grupo,  $F(1,21) = 13.37$ ,  $p = .001$ , para a velocidade média do centro de pressão na direção AP. A velocidade média do centro de pressão na direção AP foi maior para a altura alta do assento ( $M = -.45$  cm/s,  $DP = .05$  cm/s) do que para a altura baixa do assento ( $M = -.32$  cm/s,  $DP = .05$  cm/s). Os adultos jovens exibiram uma velocidade média do centro de pressão na direção AP maior ( $M = -.56$  cm/s,  $DP = .07$  cm/s) do que os idosos ( $M = -.21$  cm/s,  $DP = .07$  cm/s). Para a direção ML, a ANOVA para três fatores não identificou nenhum efeito principal ou interação significativa.

### Amplitude de Deslocamento do Centro de Pressão

Na direção AP, a ANOVA para três fatores para amplitude de deslocamento do centro de pressão identificou efeito principal de grupo,  $F(1,21) = 9.18$ ,  $p = .006$ , e interação entre altura do assento e visão,  $F(1,21) = 6.50$ ,  $p = .019$ . O grupo jovem apresentou uma amplitude de deslocamento do centro de pressão maior ( $M = 3.30$  cm,  $DP = .18$  cm) do que o grupo idoso ( $M = 2.54$  cm,  $DP = .18$  cm). Para a interação, a análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) não apontou nenhuma diferença entre as diferentes condições.

Para a amplitude de deslocamento na direção ML, a ANOVA para três fatores identificou uma interação entre grupo e visão,  $F(1,21) = 6.92$ ,  $p = .016$ . A análise *a posteriori* com ajuste de Bonferroni ( $p = .0125$ ) apontou uma diferença marginal para o grupo idoso sem informação visual exproprioceptiva disponível em comparação a condição com informação visual exproprioceptiva disponível. A amplitude de deslocamento do centro de pressão na presença da informação visual exproprioceptiva foi maior do que na condição sem informação visual exproprioceptiva (Figura 6).

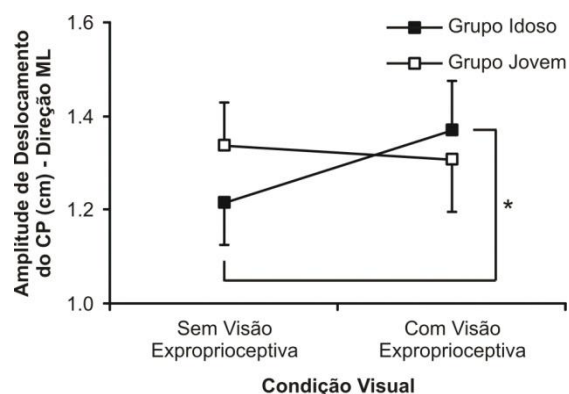


Figura 6. Média e erro-padrão da amplitude de deslocamento do centro de pressão (CP) na direção médio-lateral (ML) para os grupos jovem e idoso nas duas condições visuais: sem e com visão exproprioceptiva disponível

### DISCUSSÃO

A proposta do presente estudo foi analisar o efeito da altura do assento e da informação visual exproprioceptiva durante a realização do movimento de sentar em adultos jovens e idosos. Os poucos estudos feitos anteriormente analisaram parâmetros cinemáticos do movimento de sentar (Dubost et al., 2005; Moraes & Mauerberg-DeCastro, 2010; Mourey et al., 1998). O presente estudo é, no nosso conhecimento, a primeira iniciativa para estudar parâmetros cinéticos envolvidos com o movimento de sentar. A discussão subsequente foi organizada em torno das principais diferenças encontradas entre as diferentes condições e grupos estudados.

#### Os Idosos Exibiram um Comportamento Conservador durante a Realização do Movimento de Sentar

Os idosos exibiram uma capacidade diminuída para frear o movimento de sentar, já que o valor máximo da força de reação do solo na direção vertical foi menor para os idosos em comparação aos adultos jovens. Por outro lado, os idosos apresentaram uma estratégia mais conservadora, já que a velocidade média e a amplitude de deslocamento do centro de pressão foram menores para os idosos. Além disso, os idosos retardaram a ocorrência de

dois eventos importantes (i.e., tempo para atingir os valores máximo e mínimo da taxa de mudança), sugerindo uma estratégia mais cuidadosa para realizar o movimento de sentar.

### **O Tempo de Execução do Movimento de Sentar Não Foi Afetado pela Idade dos Participantes**

A duração do movimento de sentar não foi diferente entre jovens e idosos. Esse resultado contradiz estudos prévios que apontaram uma execução mais lenta do movimento de sentar pelos idosos (Moraes & Mauerberg-DeCastro, 2010; Mourey et al., 1998). Diferenças metodológicas relativas à determinação do início e término do movimento de sentar ajudam a explicar essa inconsistência nos resultados. Nos estudos citados acima, o início e término do movimento de sentar foram calculados com base no perfil cinemático do movimento do tronco. No presente estudo, há uma limitação importante, já que o início e término do movimento de sentar foram determinados com base nas forças aplicadas sobre uma plataforma de força posicionada sob os pés. A determinação do início do movimento provavelmente não foi afetada, já que como Kralj et al. (1990) apontou, o uso da força de reação do solo na direção vertical permite a obtenção correta do início do movimento de sentar. Entretanto, a determinação do término do movimento foi bastante comprometida no presente estudo pela ausência de uma plataforma de força sob o assento.

Moraes e Mauerberg-DeCastro (2010) encontraram um aumento na duração da fase de estabilização (i.e., fase de ajustes finos na postura para garantir o equilíbrio necessário na postura sentada) para os indivíduos idosos em comparação aos adultos jovens durante o movimento de sentar. É possível, portanto, que a ausência de diferença para a duração do movimento de sentar entre jovens e idosos no presente estudo seja decorrente da impossibilidade de determinar acuradamente o término do movimento.

### **A Informação Visual Exproprioceptiva Contribuiu para a Realização do Movimento de Sentar**

Independentemente do grupo estudado, a presença da informação visual exproprioceptiva aumentou o valor mínimo da taxa de mudança da força de reação do solo na direção vertical. É interessante notar, também, que a presença da informação visual exproprioceptiva resultou em um aumento do valor mínimo da taxa de mudança da força de reação do solo na direção vertical na altura alta do assento. Dessa forma, a redução da força aplicada pelos pés no solo após o valor máximo da força de reação do solo ocorreu mais rapidamente na presença da informação visual exproprioceptiva. Isso sugere que o feedback visual exproprioceptivo é usado para ajustes finos durante a realização do movimento de sentar. Assim, a ausência da informação visual exproprioceptiva afetou a forma como o movimento de sentar foi realizado, em especial na altura alta do assento.

A indisponibilidade da informação visual exproprioceptiva influenciou a execução da ação de sentar em adultos jovens e idosos de modo diferente. Enquanto o valor mínimo da força de reação do solo aumentou para os adultos jovens na ausência da informação visual exproprioceptiva, os idosos não foram influenciados. Isso sugere que na ausência da informação visual exproprioceptiva, os adultos jovens foram mais cuidadosos para realizar o deslocamento inicial do corpo para baixo. Por outro lado, a amplitude de deslocamento do centro de pressão na direção ML foi menor para os idosos na ausência da informação visual exproprioceptiva, mas os adultos jovens não exibiram diferenças. Esse resultado aponta que os idosos restringiram os movimentos no plano frontal na ausência da informação visual exproprioceptiva, possivelmente para garantir uma maior estabilidade na execução do movimento de sentar. O tempo para atingir o valor máximo também foi afetado pela disponibilidade da informação visual exproprioceptiva em jovens e idosos. Mais especificamente, os idosos aumentaram o

tempo na presença da informação visual exproprioceptiva. Portanto, a aplicação da força durante a realização do movimento de sentar parece depender diretamente da informação visual, uma vez que sem a informação visual exproprioceptiva os dois grupos utilizam estratégias diferentes para realizar esse movimento.

O efeito da disponibilidade da informação visual exproprioceptiva na realização do movimento de sentar em adultos jovens e idosos contradiz o único estudo prévio que manipulou a disponibilidade da informação visual em adultos e idosos. Mourey et al. (1998) encontraram que a ausência da informação visual durante o movimento de sentar não influenciou o desempenho dos indivíduos. Esses autores sugeriram que o movimento de sentar é dependente principalmente das informações sensoriais internas (i.e., somatosensação e vestibular). Entretanto, esses autores não manipularam seletivamente a disponibilidade da informação visual como no presente estudo, já que os participantes realizaram o movimento de sentar na presença ou na ausência completa da visão. Dessa forma, não havia nenhuma dica visual presente durante todo o movimento. Além disso, esses autores usaram somente algumas medidas cinemáticas, em especial ângulos segmentares. O próprio grupo de Mourey realizou um outro estudo em que eles encontraram diferenças entre jovens e idosos na ausência da informação visual quando usaram a velocidade do centro de massa do corpo como a variável dependente na análise do movimento de levantar (Mourey, Grishin, d'Athis, Pozzo, & Stapley, 2000). Vale ressaltar que no estudo de Mourey et al. (1998), reportado anteriormente, eles também não encontraram diferenças entre jovens e idosos para o movimento de levantar. Dessa forma, parece que a seleção adequada das variáveis cinemáticas é um aspecto importante para analisar apropriadamente o efeito da informação visual sobre o controle dos movimentos de levantar e sentar.

### **A Manipulação da Altura do Assento Afetou a Realização do Movimento de Sentar de Modo Similar em Adultos Jovens e Idosos**

A manipulação da altura do assento afetou os valores mínimo e máximo da força de reação do solo na direção vertical. A diminuição da força de reação do solo na direção vertical abaixo dos valores do peso corporal logo após o início do movimento (Figura 3) contribuiu para o início do movimento de abaixamento do corpo em direção ao assento. A redução mais acentuada desse valor mínimo na altura baixa do assento é um mecanismo adotado pelo sistema de controle para permitir um maior deslocamento inicial do corpo em direção ao assento, já que na altura baixa do assento há a necessidade de deslocar mais o corpo. Em contrapartida, houve um aumento do valor máximo da força de reação do solo na direção vertical, na altura baixa do assento, para garantir uma frenagem adequada do movimento. Essa frenagem é importante para contrabalançar o efeito da ação da gravidade que continuamente empurra o corpo para baixo e, dessa forma, evitar que o indivíduo desabe sobre o assento (Moraes & Mauerberg-DeCastro, 2010). Ainda, houve uma diminuição da velocidade média do centro de pressão na altura baixa do assento. Essa diminuição é importante, já que, durante o ato de sentar, os indivíduos são colocados diante de uma incerteza (i.e., sentar sobre um alvo que não está disponível visualmente) e, dessa forma, a redução da velocidade do centro de pressão permite a realização de ajustes finos no posicionamento do corpo antes do contato com o assento (Mourey et al., 1998).

A única diferença entre jovens e idosos envolvendo a altura do assento aconteceu para o tempo para atingir o valor mínimo. Os jovens atingiram esse tempo no mesmo instante nas duas alturas do assento, enquanto os idosos gastaram mais tempo para atingir o valor mínimo na altura baixa do assento em comparação a altura alta do assento. Essa diferença reflete uma estratégia mais cautelosa dos idosos. O atraso na obtenção do valor

mínimo permite um início do deslocamento para baixo do corpo mais lentamente que resulta em um movimento mais seguro para os idosos. Está bem documentado na literatura que, em geral, indivíduos idosos preferem realizar seus movimentos de forma mais cautelosa e segura (Dubost et al., 2005).

### CONCLUSÕES

Em síntese, os resultados do presente estudo permitem concluir que a disponibilidade da informação visual exproprioceptiva afeta de forma diferente o controle do movimento de sentar em adultos jovens e idosos. Por outro lado, a manipulação da altura do assento gerou estratégias de controle semelhantes em adultos e idosos, exceto para a variável tempo para atingir o valor mínimo. Ainda, os idosos exibiram um comportamento mais conservador durante a realização do movimento de sentar.

### REFERÊNCIAS

- Dubost, V., Beauchet, O., Manckoundia, P., Herrmann, F., & Mourey, F. (2005). Decreased trunk angular displacement during sitting down: An early feature of aging. *Physical Therapy, 85*, 404-412.
- Janssen, W. G., Bussmann, H. B., & Stam, H. J. (2002). Determinants of the sit-to-stand movement: A review. *Physical Therapy, 82*, 866-879.
- Kralj, A., Jaeger, R. J., & Munih, M. (1990). Analysis of standing up and sitting down in humans: Definitions and normative data presentation. *Journal of Biomechanics, 23*, 1123-1138.
- Marigold, D. S., & Patla, A. E. (2008). Visual information from the lower visual field is important for walking across multi-surface terrain. *Experimental Brain Research, 188*, 23-31.
- Moraes, R. (1999). *Efeitos do envelhecimento nas habilidades de andar para frente, andar para trás, sentar e levantar*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.
- Moraes, R., & Mauerberg-DeCastro, E. (2010). Relação entre percepção e ação durante os movimentos de sentar e levantar em indivíduos idosos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa, 26*(2), 253-264.
- Moraes, R., & Bahrami, F. (2007). Changes in muscle activity with the addition of gait initiation after standing up from a chair. *Motor Control, 11*, S173.
- Moraes, R., Bahrami, F., & Patla, A. E. (2002, Agosto). *Reprogramming sit-to-stand and sit-to-walk movement sequence under different temporal constraints*. Comunicação apresentada no 4<sup>th</sup> World Congress of Biomechanics, Calgary, Canadá.
- Mourey, F., Pozzo, T., Rouhier-Marcer, I., & Didier, J. P. (1998). A kinematic comparison between elderly and young subjects standing up from and sitting down in a chair. *Age and Ageing, 27*, 137-146.
- Mourey, F., Grishin, A., d'Athis, P., Pozzo, T., & Stapley, P. (2000). Standing up from a chair as a dynamic equilibrium task: A comparison between young and elderly subjects. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 55*, B425-B431.
- Winter, D. (1991). *Biomechanics and motor control of human gait: Normal, elderly and pathological*. Waterloo, ON: Waterloo Biomechanics.
- Yamada, T., & Demura, S. (2009). Relationships between ground reaction force parameters during a sit-to-stand movement and physical activity and falling risk of the elderly and a comparison of the movement characteristics between the young and the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 48*, 73-77.