

RESOLUÇÃO DE CONFLITO SENSORIAL NO CONTROLE POSTURAL DE
IDOSOS

ANA CAROLINE PRIOLI

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências da
Motricidade (Área de Motricidade
Humana)

RIO CLARO
São Paulo-Brasil
Abril/2006

RESOLUÇÃO DE CONFLITO SENSORIAL NO CONTROLE POSTURAL DE
IDOSOS

ANA CAROLINE PRIOLI

Orientador: PROF. DR. JOSÉ ANGELO BARELA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Ciências da
Motricidade (Área de Motricidade
Humana)

RIO CLARO
São Paulo-Brasil
Abril/2006

Dedico esta dissertação à toda
minha família e amigos, pelo
apoio e amizade!

AGRADECIMENTOS

Complicado começar a escrever os agradecimentos, quando são tantas as pessoas a quem agradecer. Mas vou tentar! Acredito que deva agradecer...

À Deus, por toda energia positiva e pela força tão necessária nestes últimos tempos...

Aos meus pais pela minha vida e por toda oportunidade que me deram...E mãe, pode me tirar do seu colo agora, tá?!...Daqui pra frente nós caminhamos juntas! E você vai poder contar comigo para o que der e vier!

A minha Grande Família (tias, tios, primas, primos e associados) por tudo!!! Vocês realmente são especiais. Todos de alguma forma foram essenciais para a minha educação e formação como pessoa!

A Marina, Andreza e Marcos por todo carinho e apoio que recebi de vocês...

Ao Prof. Dr. José Angelo Barela por todos estes anos de dedicação e apoio...e ao Barela por todas as horas de descontração!

A todo o pessoal do LEM...tanto os mais “velhos”, quanto os que estão chegando...Obrigada pelos momentos compartilhados (acadêmicos ou não) e pelo carinho que recebi de todos vocês neste período de graduação e mestrado.

A todos os participantes deste estudo, pela paciência que demonstraram na realização dos experimentos.

A Capes pelo apoio financeiro que recebi durante o meu mestrado.

E aos professores da banca, os meus agradecimentos pela importante contribuição!

RESUMO

O sistema de controle postural tem como base um relacionamento intrincado e dinâmico entre informação sensorial e ação motora. Com o envelhecimento é possível verificar várias alterações no que se refere ao sistema sensorial, ao sistema efetor e ao relacionamento entre estes dois sistemas. Estas alterações parecem colaborar para uma dificuldade, que idosos apresentam, em resolver uma situação de conflito sensorial. Será que esta dificuldade é causada por uma dificuldade que idosos apresentam na resolução correta da situação conflitante devido à insuficiência na discrepância das informações, ou pelo fato de que idosos necessitariam de um tempo maior para resolver esta situação de conflito? O objetivo deste estudo foi examinar o quão rápido idosos conseguem retornar ao relacionamento entre informação visual e oscilação corporal em situações em que ocorre variação inesperada da informação sensorial, e ainda, examinar a capacidade do controle postural de idosos em discriminar uma situação de conflito sensorial. Participaram deste estudo 20 idosos ($64,5 \pm 2,8$ anos) e 20 adultos jovens ($22,6 \pm 2,2$ anos). A tarefa experimental consistia em manter a posição em pé no interior de uma “sala móvel”, olhando fixamente um alvo posicionado 1 m do participante, na altura dos olhos. No primeiro experimento, houve tentativas com e sem perturbação. Nas tentativas sem perturbação a sala móvel foi oscilada a uma frequência de 0,4 Hz, com uma velocidade de pico de 0,62 cm/s e uma amplitude de 0,55 cm, durante 60 segundos. Nas tentativas com perturbação, a sala foi movimentada com as

mesmas características das tentativas sem perturbação, com a diferença de que ocorreu uma mudança na movimentação da sala, caracterizando uma perturbação do estímulo sensorial. No segundo experimento a sala foi movimentada numa frequência de 0,2 Hz, com velocidade de pico de 0,6 cm/s e amplitude de 1 cm, nas 3 primeiras tentativas. Na quarta tentativa, houve uma variação do estímulo e a velocidade de pico da sala foi de 3,5 cm/s e a amplitude de 7 cm. As próximas 3 tentativas foram iguais às 3 primeiras. A última tentativa foi igual a quarta tentativa. Desta forma, foram criadas quatro condições: antes, durante e após a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo. O movimento da sala e a oscilação corporal dos participantes foram obtidos a partir de marcas emissoras de um sistema opto-eletrônico para captura de movimento (OPTOTRAK 3020 – NDI). No primeiro experimento, os resultados mostraram que a amplitude média de oscilação foi maior nas tentativas sem perturbação. O acoplamento entre o movimento da sala e a oscilação corporal foi mais forte para os idosos do que para adultos jovens. Ainda, para ambos os grupos houve um maior atraso temporal entre oscilação corporal e o movimento da sala nas tentativas com perturbação. No segundo experimento, os resultados mostraram que os valores da amplitude média de oscilação foram menores antes do que durante, menores após do que durante e maiores após do que na última tentativa. Os valores de coerência e ganho foram maiores antes do que durante, antes do que na última, após do que durante e após do que na última tentativa com variação do estímulo. Os valores de coerência ainda foram maiores antes do que após a variação do estímulo. Os valores de desvio angular foram menores antes do que durante, antes do que

após e antes do que na última tentativa com variação do estímulo. Com este estudo foi possível verificar alguns aspectos importantes sobre o controle postural de idosos, quando estes são comparados com adultos jovens. Idosos apresentam um forte acoplamento entre informação visual e oscilação corporal. Por outro lado, ao ser submetido a uma situação em que ocorre a variação do estímulo, o sistema de controle postural de idosos é sensível a esta variação e passa por um processo adaptativo, assim como ocorre com adultos jovens. Portanto, parece que o sistema de controle postural de idosos e adultos jovens apresentam os mesmos parâmetros de controle, porém, há uma mudança em como ocorre o ajuste da magnitude nestes parâmetros do sistema.

ABSTRACT

The postural control system is based upon an intricate and dynamical relationship between sensory information and motor action. With aging it is possible to verify several changes in both sensory and motor systems, and in the relationship between them. These changes seem to collaborate for a difficulty that older adults present to solve a situation of sensory conflict. Could this difficulty be caused by a difficulty that older adults show in resolving correctly a conflicting situation due to an inadequacy in the discrepancy of information? Or, could this difficulty be due to the longer time that older adults need to solve this conflicting situation? The goal of this study was twofold: to examine how fast older adults return to the relationship between visual information and body sway when an unexpected variation of the sensory information occurs; and to examine the ability of postural control of older adults in discriminating a sensory conflict situation. Twenty older adults (64.5 ± 2.8 years) and 20 young adults (22.6 ± 2.2 years) participated in this study. The experimental task consisted of maintaining the upright stance inside a "moving room", looking at a target positioned 1 m from participant, at the eyes level. In the first experiment, there were trials with and without perturbation. In the trials without perturbation, the moving room was moved at a frequency of 0.4 Hz, with a peak velocity of 0.62 cm/s, and an amplitude of 0.55 cm, for 60 seconds. In the trials with perturbation, the room was moved with the same characteristics of the trials without perturbation, although a change in the movement of the room occurred, characterizing a perturbation of the sensory

stimuli. In the second experiment, the room was moved at frequency of 0.2 Hz, with peak velocity of 0.6 cm/s, and amplitude of 1 cm, in the first three trials. In the fourth trial, there was a stimulus variation in which the peak velocity was 3.5 cm/s and the amplitude of 7 cm. The following three trials were like the first three ones. The last trial was like the fourth trial. Body sway and moving room displacement data were obtained through an OPTOTRAK system (Digital Northern, Inc.), using IRED emitters. In the first experiment, the mean sway amplitude was larger in trials without perturbation. The coupling between the room's movement and the body sway was stronger for the older adults than for young adults. For both groups, there was a longer lag between body sway and room's movement in the trials with perturbation. In the second experiment, the mean sway amplitude values were smaller before than during stimuli variation, smaller after than during stimuli variation, and larger after stimuli variation than in the last trial. Coherence and gain values were larger before than during stimuli variation, larger before than in the last trial with stimuli variation, larger after than during stimuli variation, and larger after than in the last trial, which there was also stimuli variation. Yet, the coherence values were larger before than after stimuli variation. The angular deviation values were smaller before than during stimuli variation, smaller before than after stimuli variation and before than in the last trial, which there was stimuli variation too. With this study, it was possible to verify some important aspects on postural control of older adults, compared to young adults. Older adults presented a stronger coupling between visual information and body sway than young adults. On the other hand, postural control system of older adults was sensitive to the stimuli variation and

showed adaptive process, similar to young adults. Therefore, it seems that the postural control system of both older and young adults show the same control parameters. However, there is a change in how the adjustment of the magnitude in these system's parameters occurs.

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE APÊNDICES	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Alterações no Controle Postural de Idosos.....	4
2.2. Controle Postural.....	7
2.2.1. Informações Sensoriais.....	11
2.2.1.1. Visão	13
2.2.2. Paradigma da Sala Móvel	15
2.2.3. O Ciclo Percepção-Ação no Controle Postural de Idosos.....	17
2.3. Aspectos Relacionados ao Envelhecimento.....	20
2.3.1. Aspectos Sensoriais.....	22
2.3.2. Aspectos Motores	23
2.3.3. Lentidão	26
2.3.4. Discriminação das Informações Sensoriais	30
2.4. Questões	32
3. OBJETIVOS	34
4. MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1. Participantes.....	35
4.2. Procedimentos.....	37

4.3. Experimento 1	39
4.4. Experimento 2	40
4.5. Tratamento e Análise dos Dados	41
4.5.1 Análise Estatística.....	44
4.5.1.1. Experimento 1	44
4.5.1.2. Experimento 2	45
5. RESULTADOS.....	46
5.1. Experimento 1	46
5.1.1. Comparação das tentativas com e sem perturbação.....	49
5.1.2. Tempo de Relaxamento.....	53
5.2. Experimento 2	54
6. DISCUSSÃO.....	66
6.1. Funcionamento do sistema de controle postural de idosos.....	74
7. CONCLUSÃO	78
8. REFERÊNCIAS.....	80
ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética do Instituto de Biociências (UNESP/RC)	92

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1: Idade, gênero, peso e altura dos participantes adultos jovens.....	36
Tabela 2: Idade, gênero, peso e altura dos participantes idosos.	36

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1: Figura ilustrativa da sala móvel.....	38
<p>Figura 2: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,4Hz, onde não ocorreu perturbação. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.....</p>	
	48
<p>Figura 3: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,4Hz, onde ocorreu perturbação. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os</p>	

painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior..... 49

Figura 4: Amplitude média de oscilação corporal (a) e frequência média de oscilação corporal (b) na direção antero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação. 50

Figura 5: Coerência (a) e ganho (b) na direção antero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação. 52

Figura 6: Fase relativa (a) e desvio angular (b) na direção antero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação..... 53

Figura 7: Tempo de relaxamento de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação. 54

Figura 8: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,2Hz, antes de ocorrer variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 0,6

cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior..... 56

Figura 9: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação continua da sala na freqüência de 0,2Hz, onde ocorreu variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 3,5 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior. 57

Figura 10: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação continua da sala na freqüência de 0,2Hz, após ocorrer variação

do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 0,6 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior. 59

Figura 11: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,2Hz, onde ocorreu variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 3,5 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior. 60

Figura 12: Amplitude média de oscilação corporal (a) e frequência média de oscilação corporal (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos

durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s)..... 62

Figura 13: Coerência (a) e ganho (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s). .. 64

Figura 14: Fase relativa (a) e desvio angular (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s)..... 65

LISTA DE APÊNDICES

	Páginas
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	93
APÊNDICE B – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 1, de idosos e adultos jovens, nas tentativas sem perturbação.	94
APÊNDICE C – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm), frequência média de oscilação (fmo) (Hz) e tempo de relaxamento (t_relax) (seg) referentes ao Experimento 1, de idosos e adultos jovens, nas tentativas com perturbação.	96
APÊNDICE D – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, nas tentativas antes da variação do estímulo.	98
APÊNDICE E – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, na tentativa durante a variação do estímulo.	100

APÊNDICE F – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, nas tentativas após a variação do estímulo. 102

APÊNDICE G – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, na última tentativa em que ocorreu a variação do estímulo. 104

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a expectativa de vida da maior parte da população mundial aumentou. Com este fato, cresce o número de pessoas idosas na sociedade. No Brasil, por exemplo, de acordo com dados da ONU, o envelhecimento da população brasileira vem crescendo 3,2% ao ano e o país tem o sexto maior aumento de envelhecimento da população no mundo. Em números, isto significa que, em 1950, o Brasil tinha 2 milhões de idosos e hoje já são 14 milhões (AUGUSTO; BARBIERI, 2004).

A maior expectativa de vida é vista como um saldo positivo para a população. Porém, em termos práticos isto representa um maior custo, principalmente para o poder público, na manutenção de hospitais, instituições e centros responsáveis pela saúde de idosos. Neste caso, o ideal seria que estes anos a mais, conquistados pelo avanço tecnológico, fossem vividos com qualidade

e que então a população idosa não mais representasse uma faixa etária improdutiva e, muitas vezes, descartada da sociedade. Para isto, é evidente a necessidade de estudos que busquem analisar alterações decorrentes do envelhecimento, para que então seja possível uma intervenção apropriada, melhorando a qualidade de vida na terceira idade.

Considerando esta necessidade de uma busca aprofundada com relação as características do envelhecimento, ou mesmo problemas que poderiam estar relacionados a esta faixa etária, vários estudos vêm sendo realizados ao longo dos anos, enfatizando as mais diversas questões. Para este estudo, uma atenção especial será dada ao sistema de controle postural.

De acordo com vários estudos realizados, um problema freqüente com o envelhecimento é o declínio da performance do sistema de controle postural (BLASZCZYK; LOWE; HANSEN, 1994; DI FABIO; EMASITHI, 1997; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995; BERGER; CHUZEL; BUISSON; ROUGIER, 2005). Ainda, recentemente Prioli, Freitas Júnior e Barela (2005) verificaram que este declínio poderia ser decorrente de problemas com o relacionamento entre informação sensorial e ação motora. Especificamente, idosos teriam dificuldade para resolver situações de conflito sensorial, seja pelo fato de realmente não conseguirem discriminar a informação em conflito, ou pelo fato de necessitarem maior tempo para resolver esta situação quando comparados com adultos jovens. Assim, este estudo busca examinar o acoplamento entre informação sensorial e ação motora em idosos, especificando a capacidade do sistema de controle postural de idosos em resolver uma situação de conflito

sensorial. A seguir, será apresentada breve revisão de literatura relacionada a esta questão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tendo em vista o declínio na performance do sistema de controle postural observado em idosos, segue descrição de aspectos relevantes para o estudo, como o funcionamento do sistema de controle postural e as alterações que ocorrem neste sistema com o envelhecimento. Ainda, será possível verificar quais são os aspectos envolvidos com a população em questão, que podem refletir em déficits motores e sensoriais, além de uma lentidão nas respostas motoras e uma dificuldade em discriminar as informações sensoriais.

2.1. Alterações no Controle Postural de Idosos

Para qualquer situação do dia-a-dia, é imprescindível controlar e manter uma postura adequada. Esta é a função do sistema de controle postural, porém, o

que pode ser verificado é que, com o envelhecimento, este sistema apresenta declínios em seu funcionamento. De acordo com uma revisão elaborada por Maki e McIlroy (1996), as alterações que ocorrem com o envelhecimento, relacionadas ao sistema neural e sensorial e ao sistema músculo-esquelético, podem resultar em um declínio no sistema de controle postural e, como consequência, trazer instabilidade e quedas.

Vários estudos vêm mostrando alterações no que se refere ao controle postural de idosos. Colledge, Cantley, Peaston, Brash, Lewis e Wilson (1994) verificaram que com o passar dos anos, os indivíduos apresentam um aumento da oscilação corporal. Os autores sugerem que, embora vários estudos apontem para uma deterioração da sensibilidade periférica, parece que esta maior oscilação corporal encontrada em idosos se dá por uma lentidão dos processos de integração central ou por problemas nas respostas motoras.

Berger; Chuzel; Buisson e Rougier (2005) realizaram um estudo para verificar se o envelhecimento induz a adaptação de uma estratégia para controlar a postura em pé não perturbada ou se idosos mudavam completamente a organização do controle postural. O que estes autores encontraram foi que idosos apresentaram maior área e velocidade média de oscilação corporal quando comparados com adultos jovens. Além disso, idosos precisaram de mais tempo para iniciar as correções posturais e apresentaram uma nova estratégia para o controle postural que foi caracterizada por um aumento da mobilização de energia neuromuscular.

Ainda, Amiridis, Hatzitaki e Arabatzi (2003) realizaram um estudo para verificar como jovens e idosos respondiam ao aumento da demanda postural na postura quieta. Os participantes basicamente permaneciam em postura em pé, o mais estável possível, em diferentes bases de suporte. Os resultados demonstraram que quando a base de suporte foi reduzida, idosos oscilaram mais quando comparados aos adultos jovens. Além disso, esta maior oscilação foi acompanhada por padrões cinéticos e eletromiográficos diferentes entre os dois grupos. Parece que idosos necessitam ativar os músculos do quadril para responder às perturbações impostas pelo aumento da dificuldade da tarefa e este comportamento não foi verificado em adultos jovens.

Esta alteração dos idosos, com relação à articulação que predomina nas correções posturais, principalmente em situações de maior dificuldade, tem sido verificada em outros estudos. Okada, Hirakawa, Takada e Kinoshita (2001) investigaram o controle postural de idosos quando estes eram submetidos a uma perturbação postural. O resultado mais interessante foi que idosos apresentaram movimentos maiores e mais lentos do quadril, quando comparados com seus pares jovens. Assim, enquanto que em adultos jovens é possível verificar uma maior atuação da articulação do tornozelo para a recuperação da estabilidade postural após uma perturbação, em idosos é a articulação do quadril que possui esta função (OKADA; HIRAKAWA; TAKADA e KINOSHITA, 2001). Porém, é importante ressaltar que diferenças nas estratégias utilizadas para recuperação da estabilidade postural são mais evidenciadas em situações de maior demanda da tarefa (PRIOLI; CARDOZO; FREITAS JÚNIOR; BARELA, no prelo), uma vez que

a postura em pé não perturbada permite a estes idosos adotarem uma estratégia de controle menos exigente, suficiente para manter estabilidade postural sem grandes problemas (MAKI; McILROY, 1996).

Tendo em vista que, como será discutido posteriormente, o controle postural envolve um relacionamento coerente e estável entre informação sensorial e ação motora, as poucas explicações sugeridas têm enfatizado que as mudanças decorrentes do envelhecimento estariam associadas ao declínio dos sistemas motor e sensorial ou ao relacionamento entre estes dois sistemas (LAUGHTON, SLAVIN, KATDARE et al, 2003; PETRELLA; LATTANZIO; NELSON, 1997; PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005). Contudo, antes de sugerir qualquer explicação, é importante ter como base um entendimento sobre o funcionamento do sistema de controle postural, como isto se apresenta em indivíduos idosos e ainda, quais seriam os aspectos importantes do envelhecimento que poderiam ter relação com o declínio da performance.

2.2. Controle Postural

O sistema de controle postural necessita buscar um relacionamento coerente e estável entre informação sensorial e ação motora para que um indivíduo realize qualquer atividade. Ainda, o controle postural tem como objetivos comportamentais alcançar e/ou manter a orientação e o equilíbrio postural. Orientação postural pode ser definida como a manutenção da posição dos segmentos corporais em relação aos outros segmentos e em relação ao ambiente.

Equilíbrio postural pode ser definido como o controle das forças internas e externas que se fazem atuantes no corpo, em situações dinâmicas ou estáticas, já que para permanecer em pé, o ser humano sofre a ação da força da gravidade e das forças reativas da superfície de apoio dos pés (HORAK; McPHERSON, 1996).

Horak e McPherson (1996) também sugerem que há muitas características em comum entre estes dois objetivos. Ambos usam informação sensorial de vários canais, incluindo o somatossensorial, vestibular e visual. Estas informações devem ser integradas nos centros superiores do sistema nervoso central para oferecer ao sistema de controle postural informações sobre o relacionamento dos segmentos uns em relação aos outros e sobre a posição e orientação do corpo no espaço (JEKA; OIE; KIEMEL, 2000). A partir destas informações, o sistema de controle postural necessita produzir ação motora correspondente ao objetivo da tarefa. Embora haja três sistemas sensoriais principais, não existe um que possa ser considerado como o mais importante. O papel que cada um tem em relação à orientação e ao equilíbrio postural pode mudar, dependendo da tarefa e do contexto em que esta tarefa é realizada (HORAK; McPHERSON; 1996).

Assim, informação sensorial e ação motora necessitam estar num relacionamento coerente e estável para que seja realizada qualquer atividade motora. Segundo Barela (2000), em muitas das atividades realizadas no dia-a-dia, este relacionamento ocorre de forma contínua. Assim, o indivíduo capta as informações do ambiente e realiza a ação motora e esta própria ação influencia na captação das informações sensoriais e assim sucessivamente. Este relacionamento contínuo é o chamado ciclo percepção-ação (BARELA, 1997).

Este ciclo percepção-ação está presente desde a infância (THELEN, 2000) e permite que o indivíduo interaja com o meio de forma dinâmica, dentro das restrições de seu próprio organismo, do ambiente e da tarefa (NEWELL, 1986) e possa se adaptar às alterações que possam existir.

Quando um indivíduo realiza a tarefa de ficar em pé, aparentemente o sistema de controle postural parece não ter grandes dificuldades para manter a orientação e o equilíbrio postural, com base nas informações provenientes do ambiente e do seu próprio corpo. Contudo, mesmo neste caso onde a tarefa parece simples, é possível criar situações que dificultem a manutenção da performance do sistema de controle postural. Como exemplo, Prioli, Freitas Júnior, Cardozo e Barela (no prelo) realizaram um estudo para verificar o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal no controle postural de idosos em função da demanda da tarefa. Neste caso, uma das tarefas experimentais envolvia a manutenção da postura em pé com os pés paralelos (suporte normal), em *tandem stance* (um pé a frente do outro de forma de o halux do pé direito ficasse alinhado com a borda interna do calcanhar do pé esquerdo) e com a base de suporte reduzida (pés paralelos acima de uma tábua com 9cm de largura, 2,5cm de altura e 2m de comprimento). O que estes autores encontraram foi que na situação de suporte normal, idosos e adultos jovens apresentaram performance semelhante, porém, foi possível verificar maior oscilação corporal para idosos comparados com adultos jovens na manutenção da postura na base de suporte reduzida. Assim, é possível perceber que à medida que a dificuldade da tarefa aumentou, a diferença entre idosos e adultos jovens foi mais evidenciada.

Além disso, outros estudos mostram resultados similares quando se trata de crianças. Por exemplo, Streepey e Angulo-Kinzler (2002) verificaram o controle postural em crianças e adultos em tarefas com diferentes níveis de dificuldade e observaram que, a performance do controle postural destes participantes não foi dependente da idade, mas sim, da dificuldade da tarefa.

Uma outra forma muito utilizada para testar o funcionamento do sistema de controle postural é a introdução de uma nova tarefa, impondo uma restrição cognitiva para a execução da manutenção da postura. Pellecchia (2005) verificou a influência de uma tarefa cognitiva realizada juntamente com a tarefa de ficar em pé, o mais estável possível, em uma superfície que altera a informação somatossensorial. Estes autores verificaram que o fato de realizar a tarefa cognitiva aumentou a oscilação corporal dos participantes. Porém, com este estudo também foi possível verificar que esta alteração na performance do sistema de controle postural pode deixar de existir quando os participantes treinam a execução de ambas as tarefas durante três sessões (PELLECCHIA, 2005). Assim, várias são as formas de alterar o funcionamento do sistema de controle postural, sejam elas motoras ou cognitivas. O mais interessante é que, no caso de adultos jovens, o sistema consegue se adaptar a estas mudanças. Porém, crianças e idosos apresentam maior dificuldade para apresentar a mesma performance em tarefas mais exigentes.

Como pode ser verificado, fica evidente que o controle postural necessita de informação sensorial para que a ação seja realizada de forma correta. Desta forma, cabe, a partir deste ponto, um aprofundamento teórico no que se refere a

este aspecto, dando maior ênfase às informações sensoriais, e principalmente à visão que é a informação sensorial manipulada neste estudo.

2.2.1. Informações Sensoriais

A partir das considerações do tópico anterior é possível entender que, um indivíduo só realizará uma ação motora pretendida de forma satisfatória se as informações sensoriais provenientes do ambiente e do seu próprio corpo forem relacionadas de forma coerente e estável com a ação motora. Assim, como já foi mencionando, para um efetivo controle postural, informações sensoriais são captadas basicamente por três canais: somatossensorial, vestibular e visual.

O sistema somatossensorial é abrangente com respeito à localização corporal. Neste sistema podemos incluir os receptores (sensíveis ao movimento, à vibração, ao toque, à pressão), fusos neuromusculares e órgãos tendinosos de Golgi (sensíveis ao comprimento e à tensão dos músculos). Segundo Winter (1995) e Horak e MacPherson (1996) este sistema tem como função fornecer informações a respeito da posição e velocidade dos segmentos, uns em relação aos outros, comprimento muscular e informações com relação ao contato com objetos externos. Neste caso, por exemplo, quando o indivíduo se apresenta na posição em pé, as informações captadas, incluindo a informação do contato dos pés com o chão e referentes aos músculos e articulações, serão utilizadas pelo sistema de controle postural para que, integradas com as informações providas

de outros canais, permita ao indivíduo permanecer estável ou se preparar para qualquer outra ação que possa ocorrer.

Considerando o exemplo anterior, os receptores somatossensoriais dos pés, pernas e tronco podem ser essenciais para o próprio controle do tronco. O sistema somatossensorial, neste caso, informa ao sistema nervoso central, não apenas a qualidade da superfície de suporte, mas também as forças que este corpo está exercendo contra aquela superfície. Em adição, as informações proprioceptivas do pescoço são usadas em combinação com as informações do sistema vestibular para que seja possível conhecer a posição e a velocidade do tronco (HORAK; McPHERSON, 1996).

O sistema vestibular está localizado na região da cabeça e fornece informações com respeito às alterações que ocorrem na posição da mesma em relação ao ambiente. Segundo Sage (1984), justamente pelo fato desta restrição de localização, as informações provenientes do sistema vestibular necessitam ser combinadas com as informações do sistema somatossensorial, com relação à posição do tronco, para que então seja possível a discriminação da posição da cabeça em relação ao corpo.

Numa descrição mais detalhada do funcionamento deste sistema, Shumway-Cook e Woollacott (2003) afirmam que o sistema vestibular possui dois tipos de receptores. Os canais semicirculares são responsáveis pela aceleração angular da cabeça. Estes canais são mais sensíveis aos movimentos rápidos da cabeça, como em um escorregão, ou tropeço. Os otólitos são responsáveis pela posição e aceleração lineares. Estes são importantes para a informação da

posição da cabeça com relação à gravidade e são mais sensíveis aos movimentos lentos (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

Com relação ao sistema visual, uma atenção especial será dada, já que neste estudo a informação visual será manipulada e, neste caso, se torna importante um aprofundamento teórico no que se refere ao funcionamento e função desse sistema.

2.2.1.1. Visão

Quando se pensa em sistema visual, até mesmo uma pessoa sem conhecimento teórico é capaz de responder ao ser questionada sobre a utilidade ou função da visão. Provavelmente esta pessoa dirá que serve para ver o mundo a sua volta e assim ser possível realizar as mais diversas atividades. Porém, apesar de sua simplicidade aparente, o sistema visual é o mais complexo (MASSION, 1992) e fornece informações a respeito do ambiente e da direção e velocidade dos segmentos corporais com relação ao ambiente (NASHNER, 1981). O sistema visual é responsável também por detectar movimentos da cabeça, já que quando a cabeça se movimenta para frente, os objetos que estão sendo visualizados “se movimentam” em direção oposta (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003). Quando se considera o sistema de controle postural, Paulus, Straube, Krafczik e Brandt (1989) sugerem que este sistema contribui na detecção de movimentos corporais relativos a um referencial do ambiente.

Numa abordagem mais neurofisiológica, Sousa (1997) afirma que, a luz do ambiente chega à retina após atravessar os meios transparentes do globo ocular. Mas a retina, segundo este autor, não possui a mesma sensibilidade em toda a sua extensão. Existe uma área, chamada fóvea, com localização deslocada ligeiramente para o lado temporal, que é responsável pela discriminação dos objetos. A medida desta visão foveal é chamada de acuidade visual. Todo o resto da retina é responsável pela chamada visão de campo. Esta visão é muito importante para a locomoção, já que é através dela que se tem a noção de conjunto ou do todo. A medida da visão de campo se chama campimetria (SOUSA, 1997).

A partir do momento em que a luz é recebida pela retina, a mesma é convertida em impulsos elétricos que, através dos nervos ópticos, são levados até o córtex occipital. O córtex recebe imagens relativamente diferentes, já que cada olho capta imagens de ângulos diferentes, por isso, o cérebro une estas imagens e justamente esta disparidade é que dá o efeito tridimensional da visão humana. A decussação dos nervos ópticos é que permite este fenômeno (SOUSA, 1997).

O sistema visual é relativamente mais fácil de ser manipulado experimentalmente, do que os sistemas somatossensorial e vestibular. Por isso, a literatura é repleta de estudos que verificam o controle postural a partir da variação ou ausência da informação visual. De acordo com Paulus, Straube, Krafczyk e Brandt (1989), o sistema de controle postural se utiliza da informação visual para controlar as oscilações corporais. Neste sentido, quando um indivíduo se aproxima de um objeto, ocorre um aumento da expansão da imagem deste objeto na retina.

O contrário ocorre quando um indivíduo se afasta deste mesmo objeto, ou seja, há uma diminuição da projeção da imagem na retina. Assim, o sistema de controle postural busca minimizar estas alterações visuais na retina para controlar as oscilações posturais. Neste caso, qualquer deterioração da informação visual ou mesmo sua ausência provocará o aumento das oscilações corporais (PAULUS; STRAUBE; BRANDT, 1984; PAULUS; STRAUBE; KRAFCZIK; BRANDT, 1989).

Ainda, é possível verificar que a distância entre o observador e a cena visual pode ser um fator que influencia nas oscilações corporais. Até 2,5 metros, quanto mais longe um indivíduo estiver na cena visual, maior será a oscilação corporal. Isto acontece porque, em distâncias relativamente grandes (acima de 2,5m), a projeção do objeto visualizado na retina está tão reduzida que a influência do deslocamento do alvo na retina é mínima e, portanto, não contribui no sentido de controlar as oscilações corporais (PAULUS; STRAUBE; BRANDT, 1984; PAULUS; STRAUBE; KRAFCZIK; BRANDT, 1989).

Tendo em vista estes aspectos sobre a visão, a seguir será dada breve descrição de um paradigma experimental que será utilizado neste estudo e que permite a manipulação da informação visual, induzindo oscilação corporal correspondente à esta manipulação.

2.2.2. Paradigma da Sala Móvel

Quando um indivíduo se encontra em determinada situação onde há disponibilidade de informações sensoriais, porém uma delas não corresponde ao

que as outras estão indicando, este indivíduo está exposto à uma situação de conflito sensorial. Um exemplo claro desta situação é o paradigma da sala móvel. Na década de setenta, Lee e colaboradores (LEE; ARONSON, 1974; LEE; LISHMAN, 1975; LISHMAN; LEE, 1973) utilizaram uma sala suspensa que era movimentada e manipulava a informação visual do indivíduo que se localizava em seu interior. Os movimentos para frente e para trás produziam oscilações corporais correspondentes nos participantes. Estes estudos mostraram que um campo visual móvel pode induzir uma percepção de movimento do próprio corpo e, mesmo que este estímulo visual provoque uma situação ilusória, oscilação corporal coerente e correspondente é desencadeada.

A partir destes estudos de Lee e colaboradores (LEE; ARONSON, 1974; LEE; LISHMAN, 1975; LISHMAN; LEE, 1973), vários foram os pesquisadores que passaram a se utilizar deste paradigma como ferramenta para o estudo do controle postural, observando que a influência da sala móvel é diferente nas várias faixas etárias, por exemplo, em bebês (BARELA; GODOI; FREITAS JÚNIOR; POLASTRI, 2000; BERTHENTAL; ROSE; BAI, 1997), crianças (LEE; ARONSON, 1974), adultos (LISHMAN; LEE, 1973) e idosos (PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005; POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995). No caso de bebês e crianças, uma possível explicação seria que estes estariam passando por mudanças desenvolvimentais para permitir maior estabilidade e coerência no acoplamento entre informação sensorial e ação motora, provocando melhora no funcionamento do controle postural até alcançar a performance observada em adultos. Em relação ao

envelhecimento, como já foi discutido, o processo seria marcado por um declínio na performance do controle postural. Este declínio tem sido sugerido estar associado à alterações sensoriais e motoras e à problemas com a integração das informações sensoriais no sistema nervoso central (HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989). Entretanto, esta hipótese ainda necessita ser melhor examinada e empiricamente comprovada.

Embora, ainda hoje perceba-se uma tendência dos estudos com controle postural de idosos focarem apenas o aspecto sensorial ou o aspecto motor isoladamente, o que pode ser verificado é que aparentemente o problema que ocorre com o sistema de controle postural, após certa idade, poderia ser decorrente do relacionamento entre informação sensorial e ação motora e não apenas destes dois aspectos tratados de forma isolada. O paradigma da sala móvel, portanto, seria útil no sentido de ser uma ferramenta que possibilita verificar este ciclo percepção (informações sensórias) e ação (atividade muscular) no controle postural, de forma a permitir encontrar possíveis alterações neste relacionamento.

2.2.3. O Ciclo Percepção-Ação no Controle Postural de Idosos

Considerando que o sistema de controle postural exige um relacionamento coerente e estável entre informação sensorial e ação motora e que, a partir do paradigma da sala móvel é possível verificar este relacionamento, Wade, Lindquist, Taylor e Treat-Jacobson (1995) examinaram a influência da informação

visual na oscilação corporal de idosos através de movimentos discretos de uma sala móvel. Os resultados obtidos revelaram que indivíduos idosos foram mais susceptíveis às manipulações do fluxo óptico e apresentaram maior oscilação corporal quando comparados aos adultos jovens. Segundo estes autores, os idosos oscilam mais devido, principalmente, à uma diminuição da capacidade dos sistemas somatossensorial e vestibular em detectar movimentos corporais, resultando em uma maior influência das informações visuais no controle da postura.

Polastri, Barela e Barela (2001) realizaram um estudo para verificar, de forma mais quantitativa, o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal em idosos. Neste estudo, também foi utilizado o paradigma da sala móvel, porém, esta sala foi movimentada de forma contínua durante 60 segundos. Os resultados indicaram que idosos são suscetíveis à manipulação da informação visual proveniente da sala móvel, mostrando oscilação corporal correspondente na mesma frequência que a sala foi movimentada. Além disso, foi encontrada uma tendência para o grupo de idosos em apresentar um acoplamento mais forte entre informação sensorial e oscilação corporal, além de serem mais influenciados pelos movimentos da sala do que os adultos jovens. Com isto, os autores sugeriram que idosos teriam maior dificuldade em integrar as informações sensoriais provenientes dos sistemas sensoriais. Assim, o sistema de controle postural de idosos tem dificuldade de integrar todas as informações sensoriais e distinguir a informação conflitante (visual) para que não haja uma susceptibilidade tão

acentuada com relação à informação visual que, por sua vez, faz com que o indivíduo seja mais influenciado pela situação da sala móvel.

Um dado ainda mais interessante foi constatado neste estudo. Enquanto todos os adultos jovens relataram ter percebido o movimento da sala, após o término do experimento, nenhum idoso foi capaz de relatar que a sala havia se movimentado. Novamente, a sugestão dos autores é a de que idosos não foram capazes de discriminar a situação de movimento da sala por dificuldade em integrar de forma mais precisa as informações sensoriais (POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001).

Com base nestes dados intrigantes do estudo de Polastri, Barela e Barela (2001), o controle postural de idosos necessitava ser examinado de forma mais cuidadosa. Desta forma, Prioli, Freitas Júnior e Barela (2005) realizaram um estudo envolvendo idosos ativos e sedentários. Neste caso a tarefa experimental consistia em ficar em posição ereta dentro da sala móvel, que foi movimentada de duas formas: 1) movimento contínuo, onde a sala foi movimentada de forma contínua e oscilatória, na frequência de 0,2 Hz e 2) movimento discreto, onde a sala foi movimentada para frente ou para trás. Na situação contínua, os resultados mostraram que idosos apresentaram maiores valores de coerência e ganho do que adultos jovens, indicando que o acoplamento entre o movimento da sala e a oscilação corporal foi mais forte para os idosos do que para adultos jovens, além disso, idosos foram mais influenciados pela informação visual proveniente da sala móvel. Na situação discreta, idosos sedentários apresentaram maior deslocamento corporal, induzido pelo movimento da sala, comparados com idosos

ativos e adultos jovens. Ainda, idosos ativos apresentaram maior deslocamento corporal quando comparados com adultos jovens. Com base nos resultados, idosos ativos e sedentários não apresentariam problemas, pelo menos no caso da sala móvel, em detectar a informação sensorial manipulada, tendo em vista que em ambas as situações em que a sala foi movimentada, eles sofreram influência da informação visual manipulada. Entretanto, tendo em vista que idosos foram mais influenciados pelo movimento da sala, é possível sugerir que estes apresentariam problemas no processo de integração sensorial que possibilitaria discriminar situações de conflito sensorial e, com base na utilização de informação sensorial mais adequada (relevante), produzir atividade motora apropriada para alcançar ou manter uma posição corporal desejada. Mais ainda, de acordo com os resultados da situação discreta, parece que a prática de atividade física minimiza estas alterações que ocorrem no sistema de controle postural com o envelhecimento.

Com base nos resultados sobre a performance do sistema de controle postural em idosos em situações de conflito sensorial, a questão que surge é o que estaria ocorrendo com o envelhecimento que dificultaria a integração sensorial e a resolução de conflitos sensoriais? Assim, algumas das principais alterações que ocorrem com o envelhecimento e que poderiam estar relacionadas a esta questão serão discutidas a seguir.

2.3. Aspectos Relacionados ao Envelhecimento

O envelhecimento é marcado por várias mudanças que são chamadas de declínios fisiológicos, funcionais, mecânicos, etc. O que pode ser verificado é que, com o passar dos anos, os seres vivos passam por mudanças orgânicas que os levam a adotar estratégias diferentes para se adaptar as novas condições deste organismo. Quando se parte do princípio de que o envelhecimento é apenas o passar do tempo ou dos anos, parece lógico sugerir que um ser vivo começa a envelhecer a partir do momento em que nasce.

Spirduso (1995) define o envelhecimento como processos que ocorrem no organismo onde, com o passar do tempo é possível perceber uma perda de adaptabilidade, ocorrência de danos funcionais e, eventualmente, a morte. Ainda, afirma esta autora, poucas pessoas morrem em decorrência de estarem velhas. Na verdade, a maioria morre devido a uma perda da capacidade de resistir aos fatores estressantes, tanto do organismo, quanto do ambiente (SPIRDUSO, 1995).

Ainda, quando se pensa em envelhecimento não é raro se ouvir que se trata de uma fase na vida do indivíduo onde o desenvolvimento já cessou. Contudo, se o desenvolvimento é marcante e primordial na infância, que é a fase onde o indivíduo passa por mudanças relativamente drásticas, no envelhecimento não seria diferente, tendo em vista que é nesta etapa da vida que o ser humano tem que se adaptar aos limites do seu corpo. E é esta capacidade de adaptação que refletirá na independência destes idosos (SANTOS; DANTAS; OLIVEIRA, 2004).

Assim, levando em consideração que o envelhecimento é caracterizado por mudanças que ocorrem no organismo como um todo, para este estudo faz-se

necessário saber quais seriam estas mudanças referentes a performance do sistema de controle postural e porque, após certa idade, os indivíduos passam a apresentar performance inferior aos seus pares jovens.

2.3.1. Aspectos Sensoriais

Com o envelhecimento também é possível observar alterações com relação ao sistema sensorial, que podem trazer consequências para o funcionamento do controle postural. No sistema somatossensorial é possível observar uma diminuição na capacidade dos receptores articulares em detectar movimentos e dos fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi em detectar mudanças no comprimento e na tensão gerada pelos músculos (HURLEY; REES; NEWHAN, 1998; PETRELLA; LATTANZIO; NELSON, 1997).

Com relação ao sistema vestibular é possível verificar uma diminuição no número de células ciliadas e sua substituição por tecido fibroso, além de um declínio no número de neurônios vestibulares que levam as informações ao sistema nervoso central (RAUCH; VELAZQUEZ-VILLASEÑOR; DIMITRI; MERCHANT, 2001). Ainda é possível verificar uma perda progressiva das células ciliadas e das fibras nervosas que levam a mudanças no reflexo vestibulo-ocular (MAKI e McILOY, 1996).

Com o avanço da idade também é possível perceber uma diminuição da acuidade visual, ou seja, idosos têm problemas em detectar alvos com contrastes pequenos ou muito grandes. Além disso, é possível verificar com o

envelhecimento uma diminuição no contraste visual (GRENNE; MADDEN, 1987). Como conseqüência, idosos apresentam certa dificuldade em detectar mudanças no ambiente, sejam elas pequenas ou grandes. Neste caso, características do piso, algum desnível ou mesmo a existência de um objeto no caminho, poderiam trazer problemas para idosos (LORD; SHERRINGTON; MENZ, 2001).

Em estudo realizado por Woollacott, Shumway-Cook e Nashner (1986), onde o objetivo foi verificar o papel da visão no controle postural de idosos e adultos jovens, os autores observaram que a informação visual ambiental foi mais importante para os idosos do que para os jovens, já que estes mantiveram na condição sem visão o mesmo nível de equilíbrio apresentado na condição com visão ambiental.

Desta forma, fica evidente que o envelhecimento pode trazer alterações nos sistemas sensoriais e que estas alterações podem refletir em declínio no funcionamento do sistema de controle postural. Porém, parece pouco provável que estas mudanças sensoriais sejam responsável pela instabilidade postural de idosos. Neste caso, cabe ressaltar outros aspectos que poderiam contribuir neste sentido.

2.3.2. Aspectos Motores

Com o avanço da idade também é possível observar mudanças no que se refere às estruturas funcionais do sistema neuromuscular. Estas alterações incluem uma diminuição nos níveis de força (HÄKKINEN; PASTINEN; KARSIKAS;

LINNAMO, 1995), um aumento do tempo para que o sistema neuromuscular leva para a produção máxima de força (VANDERVOORT, 1992; YOUNG; SKELTON, 1994).

Laughton, Slavin, Katdare et al (2003) examinaram o efeito do envelhecimento e do índice de quedas na atividade muscular e oscilação corporal. O que estes autores encontraram foi que idosos, independente do índice de quedas, apresentaram maior quantidade de oscilação corporal e de atividade muscular do que adultos jovens. Porém, estes autores afirmam que não ficou claro se o aumento da atividade muscular é a precursora de maior oscilação corporal, ou se esta característica da atividade muscular é uma resposta compensatória à maior oscilação corporal (LAUGHTON, SLAVIN, KATDARE et al, 2003). Portanto, parece que o aparato muscular pode não ser o maior responsável pelo declínio do sistema de controle postural, ou seja, estas alterações musculares podem estar presentes como uma forma de adaptação à outros problemas.

Assim, mesmo na presença de alterações que afetam o sistema de controle postural, idosos conseguem se adaptar às estas limitações através de uma maior exigência do sistema muscular. Como salientado anteriormente Berger; Chuzel; Buisson e Rougier (2005) verificaram que indivíduos idosos desenvolveram uma nova estratégia caracterizada por mobilização de alta energia muscular para manter o equilíbrio.

Embora a literatura esteja repleta de estudos que mostram que o idoso apresenta déficits motores, parece que quando leva-se em consideração o torque realizado na articulação do tornozelo, esta afirmação não é totalmente válida.

Klass, Baudry e Duchateau (2005) realizaram um estudo para verificar a contribuição dos mecanismos neurais e musculares para a força de idosos, na execução de contrações musculares isométricas, concêntricas e excêntricas, comparados com adultos jovens. Os músculos analisados foram os dorsiflexores do tornozelo. Os resultados deste estudo mostraram déficit de força durante as contrações concêntricas e isométricas. Porém, quando analisaram a contração excêntrica, os autores não encontraram diferenças entre adultos e idosos e sugeriram que idosos são hábeis para ativar voluntariamente os dorsiflexores do tornozelo tão eficientemente quanto os adultos jovens.

Seguindo nesta mesma linha de pesquisa, Simoneau, Martin, e Van Hoecke (2005) realizaram um estudo para comparar o torque voluntário máximo, os aspectos neurais, a coativação muscular e os parâmetros periféricos dos dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo de homens adultos jovens e idosos. Em concordância com o estudo relatado anteriormente, estes autores verificaram que o torque dos dorsiflexores não foi afetado pelo envelhecimento. As alterações encontradas no torque dos flexores plantares, sugerem estes autores, ocorreram em decorrência de mudanças com relação ao nível periférico.

O fato de idosos não apresentarem alterações, em termos de torque, na articulação do tornozelo não é um resultado totalmente inesperado. De fato, idosos apresentam uma manutenção da performance do sistema muscular quando considera-se as atividades da vida diária, bem como a manutenção da força usada em ângulos articulares menores (SPIRDUSO, 1995). Desta forma, quando o idoso

necessita apenas manter a postura em pé, é provável que a articulação do tornozelo esteja em condições satisfatórias para a manutenção desta postura.

Considerando, portanto, que idosos apresentam alterações no sistema motor, mas que os estudos ainda não mostram de forma satisfatória que estas alterações seriam causa principal de um declínio no sistema de controle postural, será que idosos realmente mantêm uma certa capacidade motora, porém necessitam de um tempo maior para que a atividade muscular possa trazer resultados satisfatórios?

2.3.3. Lentidão

Com o envelhecimento, o que pode ser verificado é uma alteração com relação à condução de impulsos nervosos, que se caracteriza por uma diminuição na velocidade de transmissão do impulso nervoso nos neurônios sensoriais e motores, tanto no sistema nervoso periférico, quanto no sistema nervoso central (DORFMAN; BOSLEY, 1979). A degeneração dos axônios, diminuição no número e da intensidade das fibras nervosas e o aumento da presença de tecido conectivo poderiam ser as causas desta diminuição da velocidade de transmissão de impulsos. Nos neurônios da medula espinhal, as causas seriam a degeneração e a desmielinização dos axônios que ocorrem em função da idade (DORFMAN; BOSLEY, 1979).

Com o envelhecimento também podem ser verificadas mudanças estruturais no sistema nervoso central, como perda significativa de neurônios, de

dendritos e redução no número de ramificações nervosas que prejudicam a comunicação entre as células nervosas. Além disso, também ocorre uma diminuição do metabolismo cerebral, redução da perfusão cerebral e alteração no metabolismo dos neurotransmissores (MAKI; MCILROY, 1996). Estes fatores provocam maior lentidão nas respostas a quaisquer tipos de estímulos. Segundo Spirduso (1995), idosos apresentam um maior tempo de reação (TR) comparado aos adultos jovens e este tempo de reação tem um aumento muito maior quando a tarefa envolve um maior processamento de informação (TR de escolha e TR discriminativo).

Alguns estudos recentes têm apontado para alterações com o passar da idade no que se refere ao tempo de resposta (tempo de reação (TR) e tempo de movimento (TM)). Como por exemplo, Lajoie e Gallagher (2004) realizaram um estudo para analisar, dentre outras medidas, o tempo de reação simples de idosos para então determinar um modelo efetivo de prevenção de quedas. Para isto, 45 idosos que caíam e 80 idosos que não caíam realizaram as tarefas experimentais. Dentre os vários testes, para medir o tempo de reação os pesquisadores instruíram os participantes a responderem verbalmente, o quanto antes possível, à um estímulo sonoro que foi apresentado enquanto eles mantinham a postura em pé, o mais estável possível, em uma plataforma de força. O que estes autores encontraram foi que idosos que não caíam apresentaram um tempo de reação significativamente menor do que aqueles que caíam. Ainda, realizaram uma análise que permitiu prever a probabilidade de quedas em função do tempo de

reação e concluíram que, pelo fato do tempo de reação aumentar com a idade, o idoso não tem tempo suficiente para reagir e prevenir a queda.

Marsh e Geel (2000) utilizaram-se do paradigma da “tarefa dupla” para verificar a demanda atencional no controle postural durante a postura quieta de idosas e adultas jovens. A tarefa primária consistia em manter a postura quieta com perturbação da visão e/ou propriocepção do tornozelo. A tarefa secundária envolvia, além da manutenção da postura, o tempo de reação verbal a um determinado estímulo. Os resultados mostraram que idosas apresentaram um tempo de reação verbal mais lento do que adultas jovens e esta lentidão aumentou conforme a postura foi mais perturbada. Os autores sugerem que estes dados podem implicar em um maior risco de quedas para idosas, principalmente quando estas estão realizando uma tarefa adicional.

Ainda, é possível verificar diferenças e compensações no tempo de resposta de idosos em tarefas cotidianas. Por exemplo, Nishida (1999) examinou as características do dirigir de motoristas jovens e idosos que perseguiram outro veículo, utilizando a velocidade do veículo, tempo de progresso, operação dos pedais de freio e aceleração e condições de tráfico da estrada. Foram analisados o tempo de reação, o tempo de progresso e o tempo de freio no caso do motorista ter a reação de frear em virtude de um veículo que está a sua frente. Os resultados mostraram que o tempo de reação de idosos foi maior que de jovens, porém, a velocidade de idosos foi mais baixa e o tempo de progresso foi maior para compensar o maior tempo de reação.

Estudos também vêm sendo realizados para verificar o tempo de resposta em idosos que apresentam alguma patologia. Gordon, Yu, Qualls et al. (2004) realizaram um estudo para verificar se ocorria alteração da performance motora de pacientes parkinsonianos que recebiam implante de células embrionárias e aqueles que não recebiam. Para isto, estes autores usaram como medidas o tempo de reação e o tempo de movimento. Os resultados mostraram que a diferença nos resultados médios do TR + TM foi significativamente diferente entre os grupos e que esta diferença foi ainda maior em pacientes com 60 anos ou mais, ocorrendo maior deterioração nos pacientes que não receberam o implante. A partir deste estudo é possível verificar que, o idoso portador da doença de Parkinson ainda sofre maior declínio de sua performance motora no que se refere ao tempo de resposta, do que pessoas com menos de 60 anos, mas que este declínio pode ser amenizado através de técnicas cirúrgicas.

Tendo em vista estes estudos, é possível concluir que as várias alterações que ocorrem com o envelhecimento, como por exemplo: perda significativa de neurônios, de dendritos e redução no número de ramificações nervosas, diminuição na velocidade de transmissão do impulso nervoso nos neurônios sensoriais e motores, diminuição do metabolismo cerebral, etc., fazem com que idosos fiquem mais lentos com o passar do tempo e, esta lentidão pode trazer conseqüências graves como maior incidência de quedas e performance inferior do funcionamento do sistema de controle postural.

2.3.4. Discriminação das Informações Sensoriais

Na literatura, poucos estudos abordam esta questão de discriminação de informação sensorial em população idosa. No estudo de Era, Jokela, Suominen e Heikkinen (1986) foi verificado o limiar de vibração tátil em homens de diferentes idades (31-35, 51-55 e 71-75 anos). Neste estudo, a vibração foi aplicada sobre a pele do maléolo interno do tornozelo, em três frequências (50Hz, 100Hz e 250Hz). Os participantes ficavam sentados recebendo a estimulação tátil e tinham que reportar imediatamente após sentirem a vibração pela primeira vez. Basicamente o que estes autores encontraram foi que, o limiar de vibração tátil foi menor em todos os grupos na frequência de 100Hz e maior na frequência de 250Hz. Ainda, o limiar de vibração foi maior nos grupos mais velhos, nas três frequências de estímulo. Este último resultado, os autores justificam pelo fato de que indivíduos mais velhos apresentam mudanças degenerativas nos mecanoreceptores, diminuição das fibras aferentes e neuropatias que levam à uma diminuição da velocidade de condução de impulsos nervosos pelas fibras musculares (ERA; JOKELA; SUOMINEN; HEIKKINEN, 1986). Neste caso, é possível inferir que idosos precisaram de um tempo maior para discriminar a informação de vibração do maléolo e verbalizar este estímulo.

Em uma situação de conflito sensorial, é imprescindível que o sistema de controle postural discrimine a informação conflitante para que então seja realizada a ação motora mais adequada. No estudo de Prioli, Freitas Júnior e Barela (2005)

o que pode ser verificado é que na situação de movimentação discreta da sala móvel, idosos sedentários tiveram dificuldade em resolver a situação conflitante. Neste caso, quando a sala se aproxima do participante ocorre a primeira situação de conflito sensorial. A informação visual fornecida pela sala induz o sistema de controle postural a interpretar erroneamente que está ocorrendo um deslocamento corporal para frente, embora as demais informações indiquem que o corpo não está se deslocando. Predominando a influência da informação visual, o indivíduo passa a deslocar-se para trás, no mesmo sentido de movimentação da sala. Após o início do deslocamento na mesma direção que a sala móvel, ocorre uma manutenção da expansão da imagem na retina e, portanto, considerando apenas a informação visual, há uma interpretação errônea de que não há qualquer deslocamento corporal. Porém, com base nas informações vestibulares e somatossensoriais, é possível concluir corretamente que o corpo está em deslocamento para trás, caracterizando uma segunda situação de conflito sensorial, já que estas informações (vestibulares e somatossensoriais) se contradizem com a informação visual. Agora, o sistema de controle postural deve ser capaz de distinguir esta discrepância entre as informações sensoriais para interromper o movimento corporal, revertendo o deslocamento para frente e estabilizando novamente a postura.

Porém, como apontado neste estudo de Prioli, Freitas Júnior e Barela (2005), idosos sedentários apresentaram maior deslocamento corporal na situação de movimentação discreta da sala móvel. Os autores sugerem que as causas deste maior deslocamento podem ser: [1] no caso da segunda situação de conflito

sensorial descrita anteriormente, a magnitude da discrepância entre o estímulo visual (indicando erroneamente que não está ocorrendo oscilação corporal) e os estímulos provenientes dos sistemas somatossensorial e vestibular (indicando corretamente que está ocorrendo oscilação corporal), não é suficientemente grande para que idosos consigam resolver a situação conflitante logo no início do conflito, necessitando que a discrepância entre as informações divergentes venha a ficar maior, ou [2] a magnitude da discrepância entre as informações sensoriais é suficiente logo no início de ocorrência da mesma, porém, idosos necessitam de um tempo maior para processar todas as informações, presentes nesta situação, e resolver a situação conflitante, provocando assim um atraso para que a oscilação corporal seja revertida. Neste caso, o deslocamento corporal é maior quando comparado com adultos jovens.

2.4. Questões

A partir desta revisão de literatura, fica evidente que idosos apresentam diversas alterações que culminam no declínio da performance do sistema de controle postural. E que, quando se considera estudos baseados no paradigma da sala móvel, idosos são mais influenciados pela situação de conflito sensorial e, portanto, apresentam maior deslocamento corporal. Considerando que este deslocamento aparentemente não é resultado de um déficit motor, já que idosos apresentam a capacidade de gerar torque suficiente na articulação do tornozelo para bloquear esta oscilação, parece correto sugerir então que com o

envelhecimento, os indivíduos apresentam dificuldade em integrar e discriminar apropriadamente as informações sensoriais em situações de conflito sensorial. Desta forma, a questão que surge frente a estes resultados seria qual ou quais as possíveis causas desta dificuldade? Seria por decorrência de não conseguirem inicialmente uma resolução correta da situação conflitante devido a uma insuficiência na discrepância das informações, ou seria pelo fato de que eles necessitariam um tempo maior para resolver esta situação de conflito? Este estudo buscou elucidar melhor estas questões.

3. OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo analisar o acoplamento entre informação sensorial e ação motora em idosos e adultos jovens, durante a manutenção da postura em pé. Mais especificamente, este estudo buscou:

- Examinar o quão rápido idosos e adultos jovens conseguem retornar ao relacionamento entre informação visual e oscilação corporal em situações em que ocorre variação inesperada da informação sensorial disponível, durante a manutenção da postura em pé;
- Examinar a capacidade do sistema de controle postural de idosos e adultos jovens em discriminar uma situação de conflito sensorial, quando ocorre uma mudança nos parâmetros da informação manipulada, durante a manutenção da postura em pé.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Participantes

Participaram desde estudo 20 pessoas, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 25 anos, que fizeram parte do grupo dos adultos jovens e 20 pessoas, de ambos os sexos, com idade entre 60 e 69 anos que fizeram parte do grupo dos idosos, não envolvidos em qualquer prática regular de atividade física. A participação de todos esteve condicionada à autorização por escrito, através do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1) devidamente aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências, UNESP/RC (Anexo 1), e todos tiveram plena liberdade de interromper a participação no estudo em qualquer momento. As Tabelas 1 e 2 apresentam idade, gênero, peso e altura dos participantes adultos jovens e idosos.

Tabela 1: Idade, gênero, peso e altura dos participantes adultos jovens.

participante	idade (anos)	gênero	peso (kg)	altura(cm)	
1	23.4	M	68	176	
2	25.7	F	54	157.5	
3	22.6	F	47.5	156.5	
4	22.16	M	78.5	176.5	
5	19.8	M	61	173	
6	22.6	F	57.5	166	
7	23.6	M	72	169	
8	25.16	F	71	165.5	
9	20.8	M	60	174	
10	20.4	F	55	156	
11	20.6	M	75	165	
12	25.16	M	74	173	
13	25.3	F	54.5	159	
14	25.16	F	67.5	166.5	
15	19.08	F	73	163	
16	20.16	F	62	165	
17	20.8	M	74.5	165.5	
18	24.4	M	74.5	174	
19	22.08	F	63	161.5	
20	24.16	F	56.5	155	
Média	-	22.66	-	64.95	165.87
Desvio Padrão	-	2.12	-	8.97	6.92

Tabela 2: Idade, gênero, peso e altura dos participantes idosos.

participante	idade (anos)	gênero	peso (kg)	altura(cm)
1	65.08	F	83	153
2	67.4	F	63	138
3	68.9	M	76	173.5
4	66.16	M	82	161
5	62.7	F	61	155
6	60.3	M	90	173
7	64.6	F	100	160
8	69.08	F	59	159
9	62.9	F	76	163.5
10	60.4	F	77.5	150
11	65.9	M	84.5	169
12	64.4	F	59.5	148
13	67.9	F	80	148
14	66.9	M	77.5	171.5
15	61.9	M	76	163
16	60.2	M	71.5	165
17	61.2	M	48.5	163.5

	18	65.9	F	68	161
	19	64.08	M	64.5	148
	20	64.16	F	64.5	151.5
Média	-	64.50	-	73.10	158.73
Desvio Padrão	-	2.81	-	12.23	9.61

4.2. Procedimentos

Cada participante foi trazido ao Laboratório para Estudos do Movimento (LEM – Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP – RC) e após explicação dos objetivos e procedimentos, assinou o termo de consentimento para dar início aos procedimentos experimentais. Toda a condição experimental foi realizada no interior de uma “sala móvel”. Esta sala é constituída de três paredes e um teto (2,1 x 2,1 x 2,1 metros - altura, largura e comprimento) montados sobre quatro rodas que deslizam sobre trilhos, possibilitando o movimento da sala, para frente e para trás, independente do chão (Figura 1). O movimento desta sala é produzido por um sistema de servo-mecanismo (Compumotor Apex 6151), controlado pelo programa Motion Architect (Compumotor Apex 620-MC-NC). A oscilação corporal dos participantes e a oscilação da sala móvel foram obtidas através de um sistema de análise tridimensional de movimento (OPTOTRAK - 3020 - Northern Digital, Inc.). Para que isto fosse possível, um emissor infra-vermelho foi fixado nas costas dos participantes, entre as escápulas, e um outro emissor, na parte inferior da parede do fundo da sala. Através destas marcas e do sistema OPTOTRAK, a posição do

participante e da sala, nas direções ântero-posterior, médio-lateral e vertical foram obtidas em uma freqüência de 100 Hz.

Toda a tarefa experimental foi realizada num único dia. O primeiro experimento foi realizado antes do segundo experimento, já que as características do segundo experimento permitiriam que os participantes tivessem consciência do movimento da sala móvel, como pode ser verificado a seguir, mais detalhadamente. Houve um intervalo de 1 minuto entre os 2 experimentos. O tempo total de realização de toda a tarefa experimental foi de aproximadamente 20 minutos.

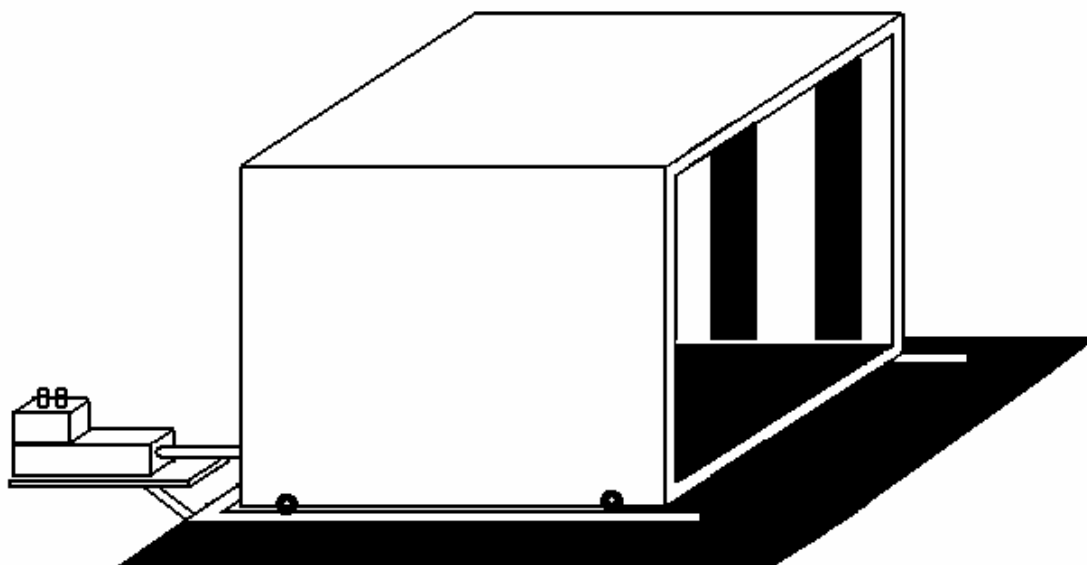


Figura 1: Figura ilustrativa da sala móvel

4.3. Experimento 1

No primeiro experimento, os participantes ficaram no interior da sala móvel, a uma distância de 1 metro da parede frontal, em postura em pé com os braços ao lado do corpo. A instrução foi para que ficassem relaxados e o mais estável possível, olhando para um círculo branco com 5 centímetros de diâmetro que foi afixado na parede da sala, na altura do olhar do participante.

Duas condições experimentais foram criadas: sem perturbação e com perturbação do estímulo visual. Na condição sem perturbação, a sala foi oscilada a uma frequência de 0,4 Hz, com uma velocidade de pico de aproximadamente 0,62 cm/s e uma amplitude de aproximadamente 0,55 cm, durante 60 segundos em cada tentativa. Na condição com perturbação do estímulo, ocorreu uma mudança na movimentação da sala na primeira e na segunda metade da tentativa, caracterizando uma perturbação do estímulo sensorial. Esta perturbação foi realizada de forma que quando a sala estivesse se deslocando em direção ao participante, haveria uma quebra do ciclo, mudando a direção em que a sala estava sendo movimentada para que houvesse o começo de um novo ciclo na direção oposta. Portanto, este ciclo modificado teve a metade da amplitude de deslocamento do que os demais.

Esta tarefa experimental permitiu verificar a estabilidade do relacionamento entre informação visual e oscilação corporal. Assim, após a perturbação, o sistema de controle postural deveria retornar à sua estabilidade entre informação visual e oscilação corporal anterior e, desta forma, foi possível verificar se idosos

apresentam alguma dificuldade em retomar esta estabilidade. Dificuldade ou necessidade de um tempo maior para retomar o relacionamento entre informação sensorial e ação motora comprometeria o funcionamento do controle postural em idosos em situações reais do dia-a-dia, tendo em vista a necessidade de resolução da situação de perturbação para a manutenção de postura desejada.

Foram realizadas 3 tentativas sem perturbação e 3 tentativas com perturbação. Houve um sorteio para definir se a primeira tentativa seria com ou sem perturbação. Após este sorteio, as tentativas subsequentes foram intercaladas, até totalizar 6 tentativas.

4.4. Experimento 2

No segundo experimento, o participante manteve a mesma posição descrita para o experimento 1. Foram realizadas 8 tentativas, sendo que nas 3 primeiras, a sala foi movimentada de forma contínua numa frequência de 0,2 Hz, com velocidade de pico de 0,6 cm/s e amplitude de aproximadamente 1 cm. Na quarta tentativa, foi mantida a frequência de 0,2 Hz, porém a velocidade de pico da sala foi de 3,5 cm/s e a amplitude de 7 cm. As próximas 3 tentativas (5^a, 6^a e 7^a tentativas) foram iguais às 3 primeiras, com frequência de 0,2 Hz, velocidade de pico de 0,6 cm/s e amplitude de aproximadamente 1 cm. Finalmente, na última tentativa, assim como na quarta tentativa, foi mantida também a frequência de 0,2 Hz, a velocidade de pico da sala de 3,5 cm/s e a amplitude de aproximadamente 7 cm. Desta forma, 4 condições foram criadas no presente experimento: tentativas

antes da variação do estímulo, 1 tentativa em que ocorreu variação do estímulo (durante), tentativas após a variação do estímulo e a última tentativa em que ocorreu a variação do estímulo.

Assim, já que em estudo anterior (PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005), idosos apresentaram uma dificuldade em resolver a situação de conflito sensorial numa tarefa experimental, esperou-se verificar se esta dificuldade estaria relacionada à capacidade do sistema de controle postural em discriminar alterações no estímulo sensorial. Dados preliminares de adultos indicaram que o controle postural de adultos jovens, após ser submetido à uma situação de conflito sensorial similar à proposta do experimento 2 deste estudo, altera a susceptibilidade à manipulação visual nas tentativas seguintes. Isto indica que o sistema consegue discriminar a manipulação sensorial e, mais importante, altera a influência desta informação levando em consideração que a mesma é incongruente. A dúvida foi verificar se idosos eram capazes de tal discriminação e alteração de funcionamento do sistema de controle postural.

4.5. Tratamento e Análise dos Dados

As variáveis dependentes para os dois experimentos investigaram o relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala móvel na direção ântero-posterior. Foram utilizadas quatro medidas: magnitude da coerência ao quadrado (coerência), ganho, fase relativa e desvio angular. A coerência expressa a força do relacionamento entre o movimento da sala e a oscilação corporal.

Especificamente, coerência é uma medida que permite a verificação da correlação de dois conjuntos espectrais (neste caso, posição da sala e posição corporal) e é calculada em uma determinada frequência¹. Valores de coerência próximos a 1 indicam que o espectro dos sinais utilizados apresentam componentes similares, na referida frequência analisada. Diferentemente, valores próximos de zero, indicam que o espectro dos sinais utilizados não apresentam componentes similares, na referida frequência analisada. Valores entre 1 e zero indicam a proporcionalidade da similaridade nos componentes espectrais, na frequência especificada. O ganho é a razão entre a amplitude do espectro da oscilação corporal e a amplitude do espectro do movimento da sala. Desta forma, valores do ganho menores ou maiores do que 1 indicam que a resposta da oscilação corporal do participante foi menor ou maior que a amplitude do estímulo sensorial, respectivamente. Tanto a coerência quanto o ganho foram calculados na frequência em que a sala foi movimentada (0,4Hz para o primeiro experimento e 0,2Hz para o segundo experimento). A fase relativa foi calculada entre a oscilação corporal do participante e o movimento da sala, usando os pontos extremos da posição e da velocidade de cada sinal e foi computada calculando a diferença temporal entre o ponto extremo da oscilação corporal e um ponto extremo da sala,

¹ A magnitude de coerência ao quadrado entre dois sinais, $x(n)$ e $y(n)$ é:

$$C_{xy}(\omega) = \frac{|P_{xy}(\omega)|^2}{P_{xx}(\omega) P_{yy}(\omega)}$$

O coeficiente C_{xy} é um número real entre 0 e 1, que mede a correlação entre x (*oscilação da sala*) e y (*oscilação corporal*) na frequência ω . (Kraus, Shure e Little, 1994).

dividindo esta diferença temporal pelo período correspondente ao ciclo no qual o ponto extremo do sinal correspondente à sala foi identificado. O valor desta divisão foi multiplicado por 360° , para converter os valores para graus, e a média da fase relativa foi calculada para cada tentativa. Finalmente, o desvio angular fornece informações sobre a estabilidade da relação temporal verificada através da fase relativa. O desvio angular corresponde ao desvio padrão da fase relativa.

Além das variáveis apresentadas acima, duas outras variáveis descritivas foram calculadas: a amplitude média de oscilação, que corresponde à variabilidade ao redor da média de cada período, sendo calculada obtendo o desvio padrão após a subtração da média dos valores e que quantifica a magnitude de oscilação corporal ao longo da tentativa. A segunda foi a frequência média das oscilações posturais que foi calculada obtendo a média dos períodos de cada ciclo, dentro de uma tentativa, calculando o inverso deste período.

Uma variável adicional foi calculada no experimento 1, com base no estudo de Dijkstra, Shöner e Gielen (1994), denominada de tempo de relaxamento. Esta variável foi calculada para verificar o tempo necessário para que o sistema de controle postural recupere o padrão temporal após a ocorrência de mudança abrupta do movimento da sala (perturbação). Para o cálculo do tempo de relaxamento foi definida uma faixa ao redor da média da fase relativa de 1 vez seu desvio angular para a condição sem perturbação. Após a perturbação, a fase relativa geralmente sai desta faixa e, então, o tempo de relaxamento foi calculado ajustando uma função exponencial aos pontos fora da faixa e aos quatro primeiros pontos dentro da faixa. O tempo de relaxamento de uma tentativa foi a média dos

tempos de relaxamento que não foram excluídos em uma tentativa. Todas estas variáveis foram obtidas utilizando um conjunto de programas computacionais escritos em MatLab (Math Works, versão 7.0).

4.5.1 Análise Estatística

4.5.1.1. Experimento 1

Três MANOVAS (2x2), tendo como fatores os grupos (jovens e idosos) e as condições (com e sem perturbação), sendo este último fator tratado como medida repetida, e uma ANOVA foram utilizadas para a análise estatística do experimento 1. Antes da realização das mesmas, testes de normalidade e de homogeneidade de variância foram realizados e, quando necessário, os dados foram transformados de forma que estes dois pressupostos fossem atendidos. Estas análises permitiram examinar possíveis diferenças entre os grupos e entre as condições que apresentaram ou não perturbação. A primeira MANOVA teve como variáveis dependentes a coerência e o ganho. A segunda teve como variáveis dependentes a fase relativa e o desvio angular. A terceira teve como variáveis dependentes a amplitude média e a frequência média de oscilação. A ANOVA teve como variável dependente o tempo de relaxamento. No caso das MANOVAs, quando apropriado, testes univariados foram utilizados. As análises foram realizadas utilizando o programa SPSS e o nível de significância foi mantido em 0,05.

4.5.1.2. Experimento 2

Três MANOVAs (2 x 4), tendo como fatores os 2 grupos e as 4 condições (antes, durante, após e a última tentativa que ocorreu variação do estímulo), sendo este último fator tratado como medida repetida, foram utilizadas para a análise estatística do experimento 2. No caso das condições, foi utilizada para análise estatística a média das variáveis das 3 primeiras tentativas (antes), os valores para a quarta tentativa, quando a sala foi movimentada com maior velocidade e amplitude (durante), a média das variáveis das 3 tentativas (após) e o valor da última tentativa que houve variação do estímulo. Antes da realização das mesmas, testes de normalidade e de homogeneidade de variância foram realizados e, quando necessário, os dados foram transformados de forma que estes dois pressupostos fossem atendidos. A primeira MANOVA teve como variáveis dependentes a coerência e o ganho. A segunda teve como variáveis dependentes a fase relativa e o desvio angular. A terceira teve como variáveis dependentes a amplitude média e a frequência média de oscilação. Quando apropriado, testes univariados e *post hoc* de Tukey com ajustes de Bonferroni foram utilizados. As análises foram realizadas utilizando o programa SPSS e o nível de significância foi mantido em 0,05.

5. RESULTADOS

5.1. Experimento 1

Neste primeiro experimento foi possível verificar que a manipulação da informação visual decorrente da sala móvel induziu oscilação corporal, tanto nos participantes jovens, quanto nos participantes idosos, na frequência em que a sala oscilou (0,4Hz), mesmo esta não sendo a frequência preferencial de oscilação corporal. Ainda, foi possível verificar este mesmo comportamento nas tentativas sem perturbação e com perturbação. A Figura 2 apresenta a oscilação da sala e exemplos da oscilação corporal de um participante adulto jovem e de um idoso em uma tentativa que não ocorreu a perturbação. Como pode ser verificado, a oscilação corporal dos participantes acompanha a oscilação da sala ao longo de toda a tentativa (Figura 2a e 2d). Ainda, pode ser também observado que a análise espectral (Figura 2c e 2f) revelou um pico para a oscilação corporal ao redor da frequência de 0,4Hz, indicando a predominância da oscilação corporal

nesta frequência. A Figura 3 apresenta as mesmas informações para um participante jovem e um idoso, referente a uma tentativa em que ocorreu a perturbação.

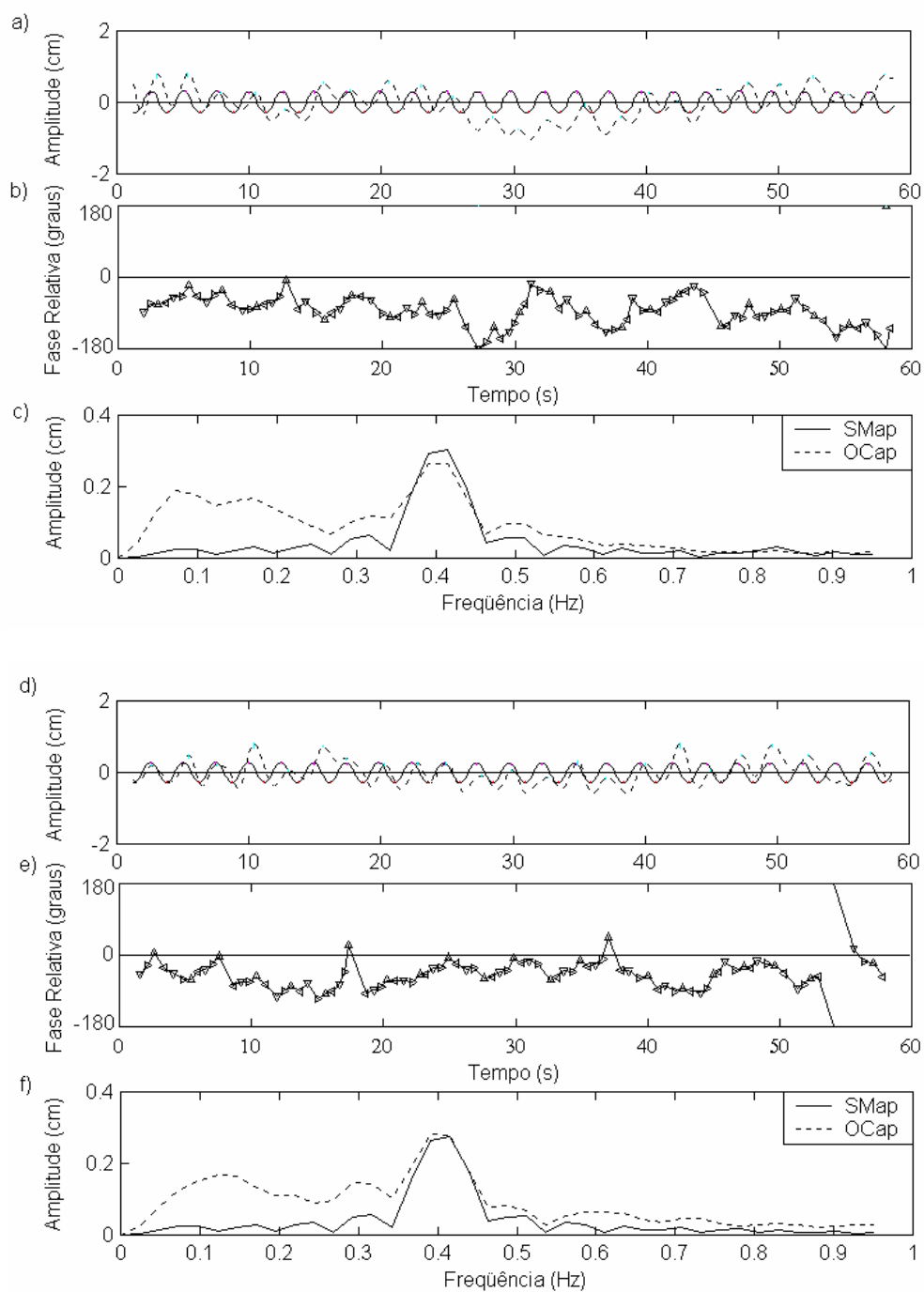
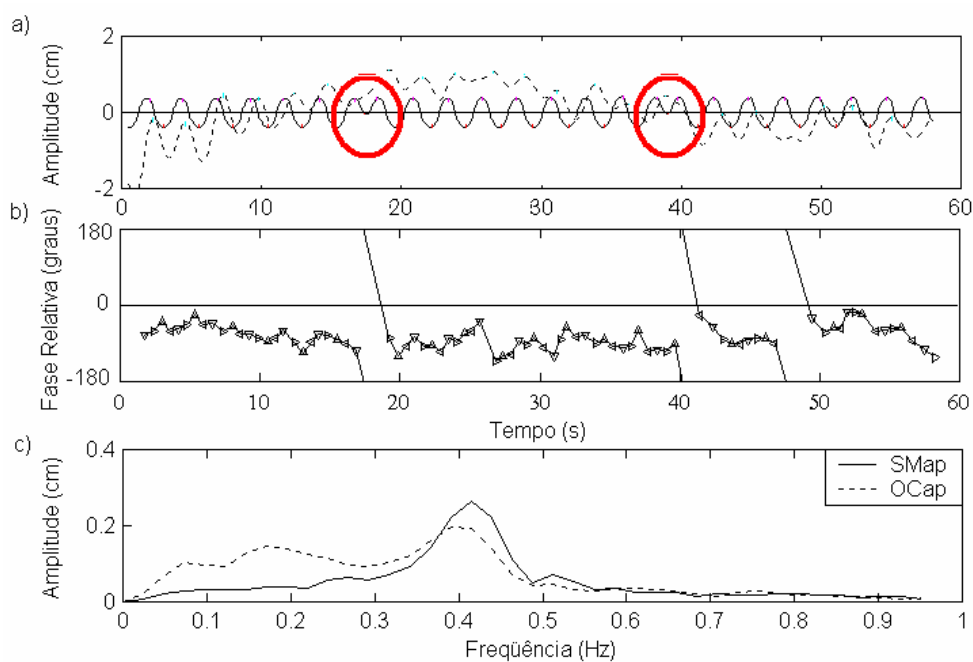


Figura 2: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,4Hz, onde não ocorreu perturbação. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.



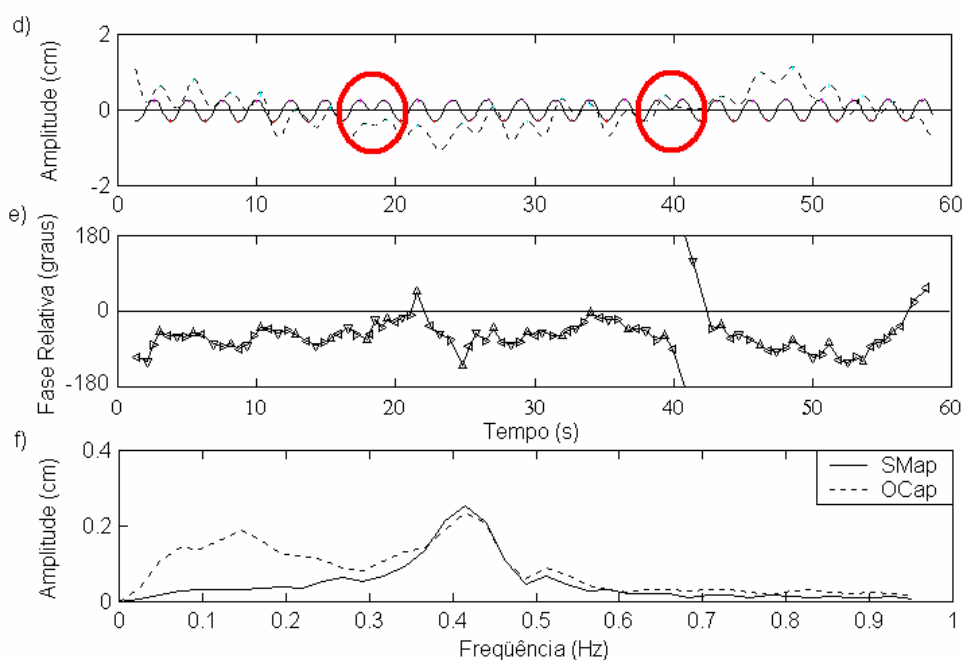


Figura 3: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,4Hz, onde ocorreu perturbação. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.

5.1.1. Comparação das tentativas com e sem perturbação

Quando foram comparadas as condições com e sem perturbação foi possível verificar que todos os participantes apresentaram maior amplitude média de oscilação nas tentativas sem perturbação. Ainda, ambos os grupos apresentaram frequência média de oscilação por volta de 0,4Hz. A Figura 4 apresenta os valores da amplitude média de oscilação e da frequência média de oscilação para adultos jovens e idosos, nas tentativas com e sem perturbação.

MANOVA não revelou diferença significativa para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,938, $F(2,37)=1,222$, $p>0,05$, e para a interação condição e grupo, Wilk's Lambda=0,854, $F(2,37)=3,175$, $p>0,05$. Porém, revelou diferença para o fator condição, Wilk's Lambda=0,814, $F(2,37)=4,240$, $p<0,05$. Análises univariadas revelaram diferença apenas para a variável amplitude média de oscilação, $F(1,38)=8,275$, $p<0,01$.

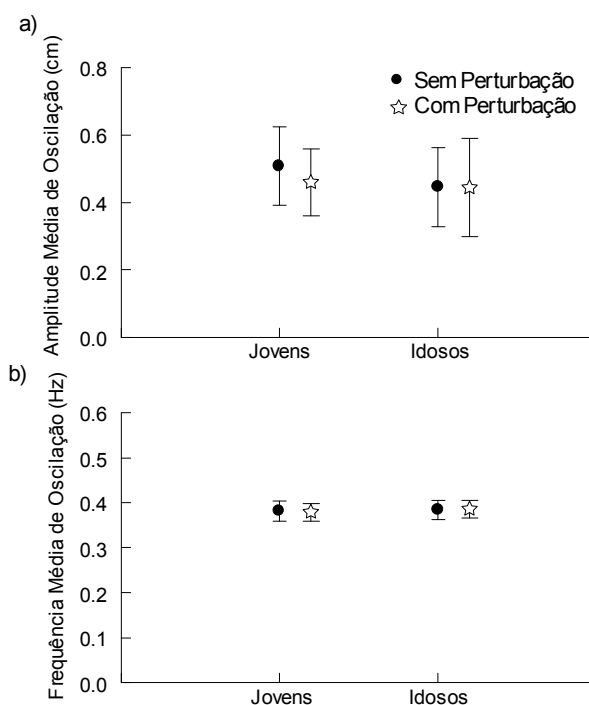


Figura 4: Amplitude média de oscilação corporal (a) e frequência média de oscilação corporal (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação.

Idosos apresentaram um acoplamento mais forte entre informação visual e oscilação corporal quando comparados aos adultos jovens. Além disso, tanto

idosos, quanto adultos jovens, apresentaram um acoplamento mais forte nas tentativas sem perturbação, como pode ser verificado nos valores de coerência. A influência da informação visual fornecida pela sala móvel foi semelhante para jovens e idosos. A Figura 5 apresenta os valores de coerência e ganho para jovens e idosos, nas tentativas com e sem perturbação. MANOVA não revelou diferença significativa para a interação condição e grupo, Wilk's Lambda=0,999, $F(2,37)=0,025$, $p>0,05$. Porém revelou diferença para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,809, $F(2,37)=4,364$, $p<0,05$, e para o fator condição, Wilk's Lambda=0,693, $F(2,37)=8,208$, $p<0,01$. Análises univariadas para o fator grupo revelaram diferença apenas para a variável coerência, $F(1,38)=7,092$, $p<0,05$. Para o fator condição, as análises univariadas também revelaram diferença apenas para a coerência, $F(1,38)=15,720$, $p<0,001$.

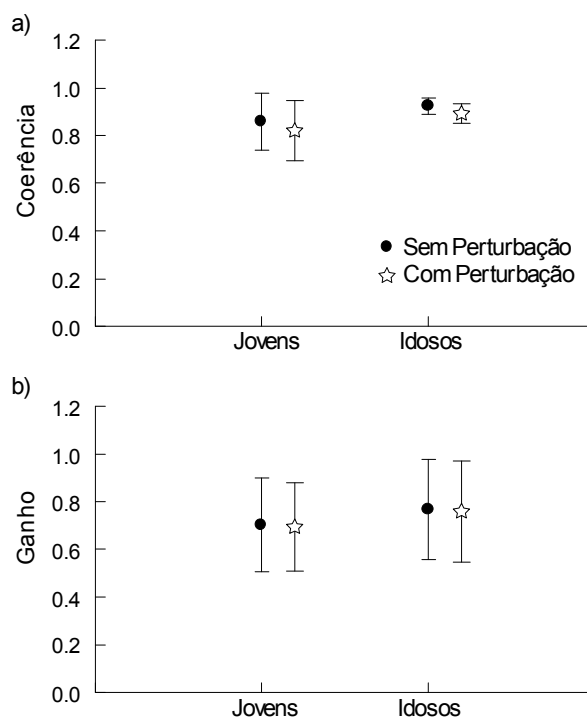


Figura 5: Coerência (a) e ganho (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação.

Participantes de ambos os grupos apresentaram um maior atraso temporal nas tentativas com perturbação, quando comparados com as tentativas sem perturbação, como pode ser verificado nos valores de fase relativa. Os valores de desvio angular foram semelhantes entre os grupos nas tentativas com e sem perturbação. A Figura 6 apresenta os valores da fase relativa e do desvio angular entre o movimento da sala e a oscilação corporal para os dois grupos. MANOVA não revelou diferença significativa para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,965, $F(2,37)=0,667$, $p>0,05$, e para a interação entre condição e grupo, Wilk's Lambda=0,961, $F(2,37)=0,742$, $p>0,05$. Porém, revelou diferença para o fator

condição, Wilk's Lambda=0,458, $F(2,37)=21,897$, $p<0,001$. Análises univariadas revelaram diferença apenas para a variável fase relativa, $F(1,38)=44,802$, $p<0,001$.

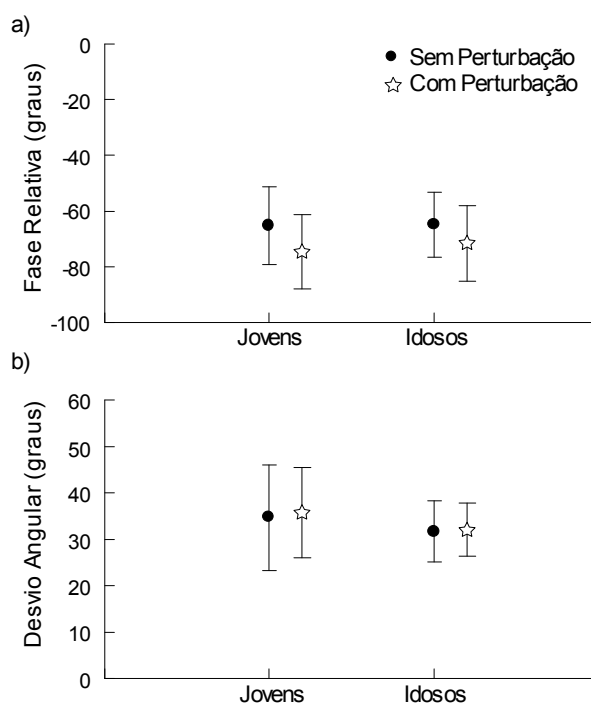


Figura 6: Fase relativa (a) e desvio angular (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação e sem perturbação.

5.1.2. Tempo de Relaxamento

Jovens e idosos apresentaram valores semelhantes do tempo de relaxamento. A Figura 7 apresenta os valores do tempo de relaxamento para os dois grupos. ANOVA não revelou diferença para o fator grupo, $F(1,20)=1,826$, $p>0,05$.

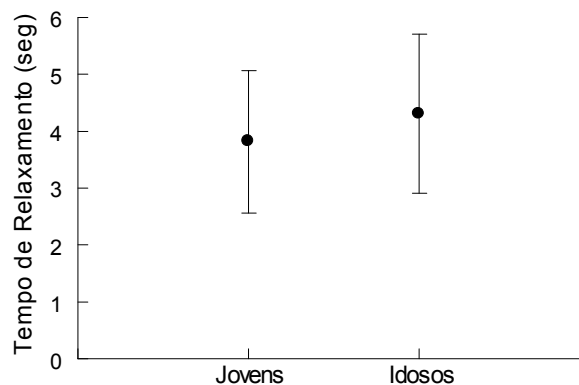
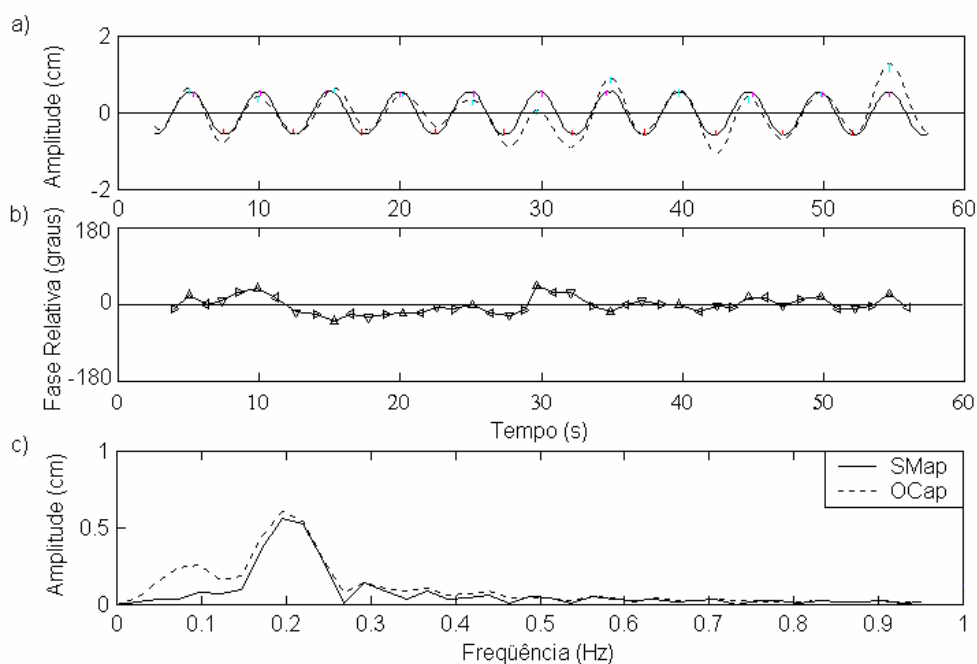


Figura 7: Tempo de relaxamento de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas com perturbação.

5.2. Experimento 2

Da mesma forma que ocorreu no experimento 1, no experimento 2, a informação visual proveniente da sala móvel também induziu oscilação corporal correspondente nos participantes, na frequência em que a sala foi oscilada (0,2Hz). Mais interessante é que esta indução ocorreu tanto nas tentativas onde a sala foi movimentada com velocidade de pico de 0,6 cm/s, quanto nas tentativas onde a velocidade de pico foi de 3,5 cm/s. A Figura 8 apresenta a oscilação da sala e exemplos da oscilação corporal de um participante adulto jovem e de um idoso em uma tentativa antes da variação do estímulo, com velocidade de pico de 0,6 cm/s. Como pode ser verificado, a oscilação corporal dos participantes acompanha a oscilação da sala ao longo de toda a tentativa (Figura 8a e 8d). Ainda, pode ser também observado que a análise espectral (Figura 8c e 8f) revelou um pico para a oscilação corporal ao redor da frequência de 0,2Hz,

freqüência em que a sala oscilou. A Figura 9 apresenta as mesmas informações para um participante jovem e um idoso, referente a uma tentativa em que ocorreu a variação do estímulo, ou seja, a sala foi movimentada com velocidade de pico de 3,5 cm/s e, neste exemplo, não é possível verificar de forma tão clara o pico da análise espectral do participante por volta de 0,2Hz. A Figura 10 também apresenta as mesmas informações, mas referente a um exemplo de tentativa que ocorreu após a variação do estímulo, com velocidade de pico de 0,6 cm/s. E finalmente, a Figura 11 apresenta as mesmas informações para um exemplo da última tentativa, em que ocorreu a variação do estímulo novamente, portanto, a sala foi movimentada numa velocidade de 3,5 cm/s e, neste caso, também não é possível verificar de forma clara o pico da análise espectral do participante.



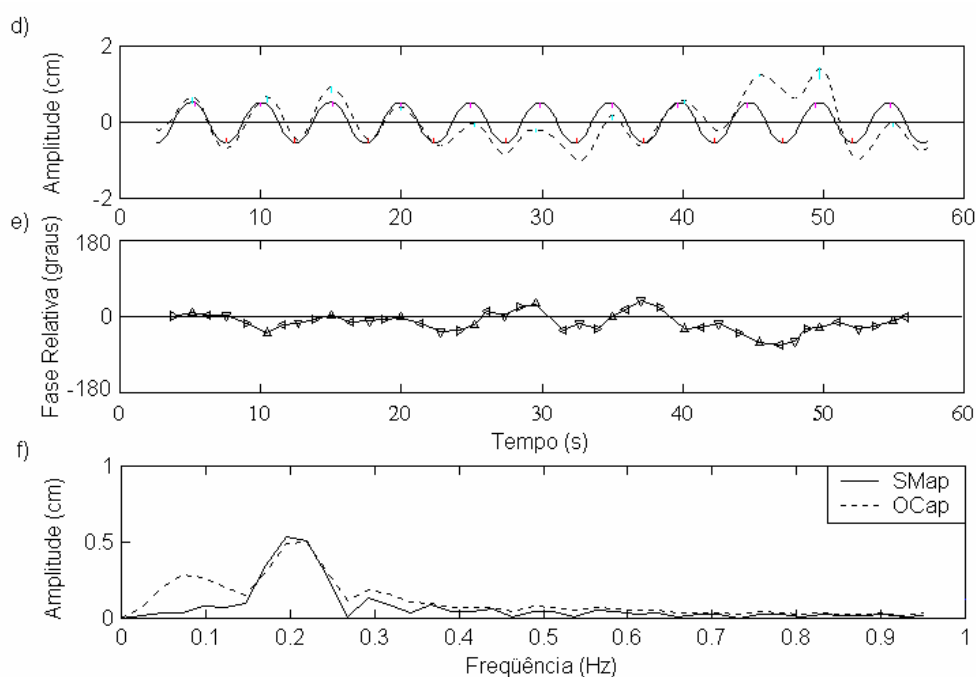


Figura 8: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,2Hz, antes de ocorrer variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 0,6 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.

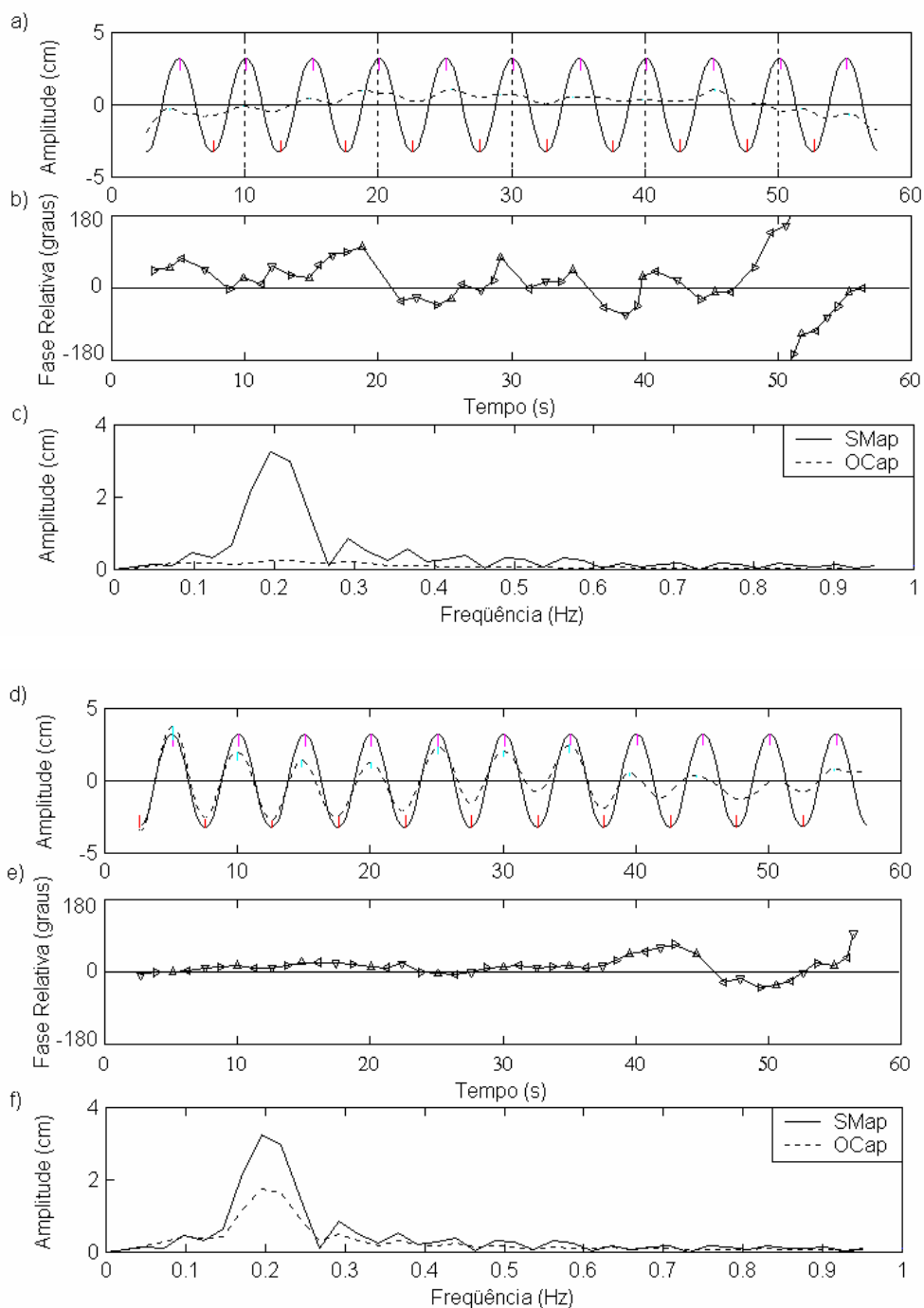
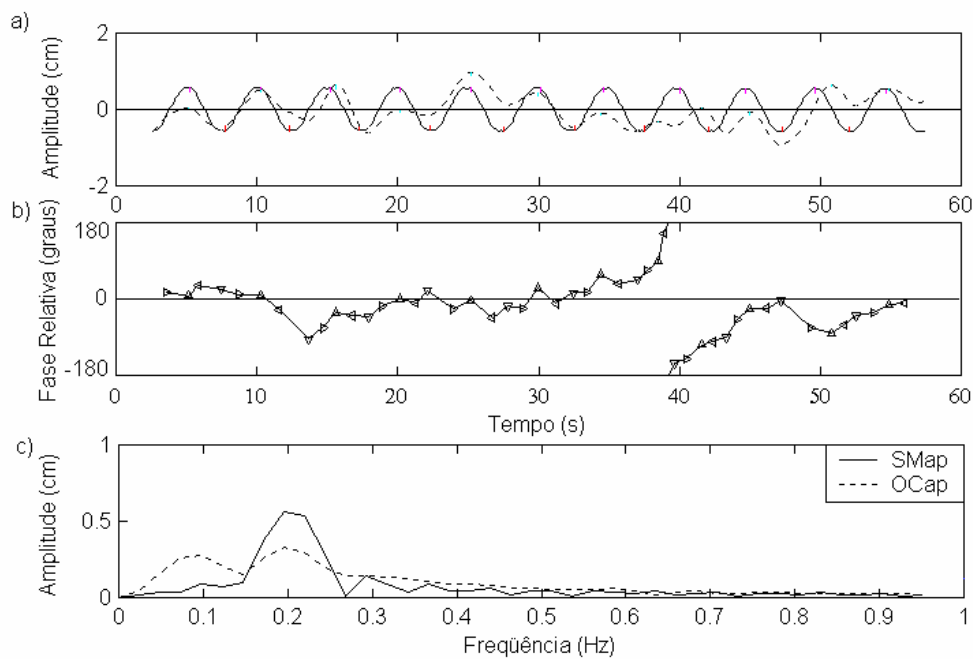


Figura 9: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,2Hz, onde ocorreu variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 3,5 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação

corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.



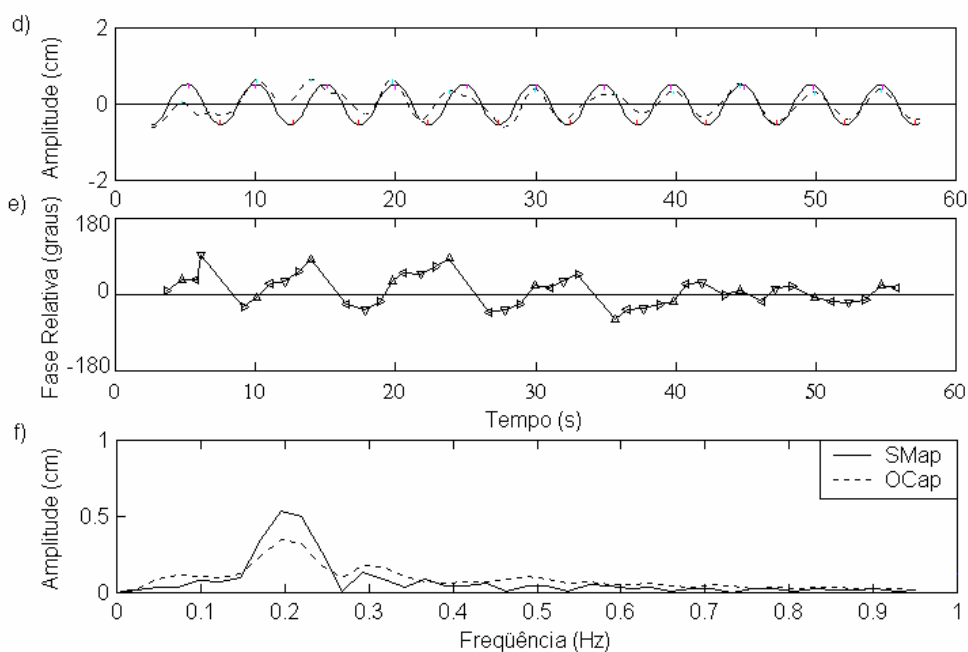


Figura 10: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na freqüência de 0,2Hz, após ocorrer variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 0,6 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c) apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.

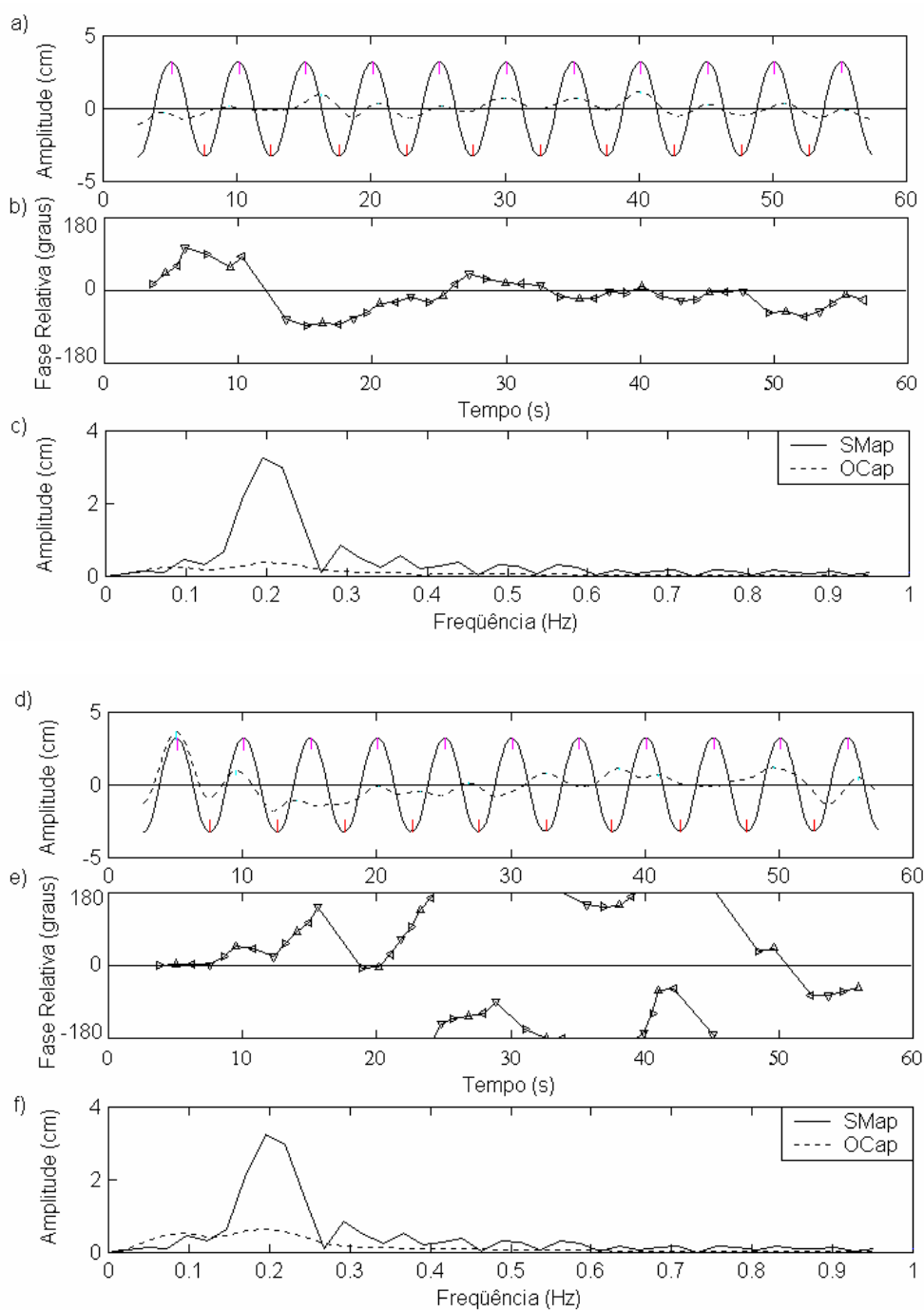


Figura 11: Exemplo de uma tentativa de um adulto jovem e de um idoso com movimentação contínua da sala na frequência de 0,2Hz, onde ocorreu variação do estímulo e a sala foi movimentada com velocidade de pico de 3,5 cm/s. O painel (a) apresenta a oscilação da sala e a oscilação corporal do adulto jovem durante a tentativa, o painel (b) apresenta a fase relativa (baseada na posição e velocidade) entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do adulto jovem, o painel (c)

apresenta o espectro do movimento da sala e da oscilação corporal do adulto jovem. Os painéis (d), (e) e (f) apresentam as mesmas informações para uma tentativa realizada com um idoso. Nota: na legenda SMap é a movimentação da sala móvel na direção antero-posterior e OCap é a oscilação corporal na direção antero-posterior.

Idosos e adultos jovens apresentaram valores semelhantes com relação à amplitude média de oscilação nas quatro condições de estímulo (antes, durante, após e última). Ainda, apresentaram uma frequência de oscilação próxima a oscilação da sala móvel, ou seja, 0,2Hz. Porém, foi possível verificar que a amplitude média de oscilação foi diferente nas quatro condições. A Figura 12 apresenta os valores da amplitude média de oscilação e da frequência média de oscilação para adultos jovens e idosos, nas tentativas antes, durante e após a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo. MANOVA não revelou diferença significativa para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,951, $F(2,35)=0,903$, $p>0,05$, e para a interação entre grupo e condição, Wilk's Lambda=0,821, $F(6,31)=1,126$, $p>0,05$. Porém, revelou diferença para o fator condição, Wilk's Lambda=0,450, $F(6,31)=6,306$, $p<0,001$. Análises univariadas revelaram diferença apenas para a variável amplitude média de oscilação, $F(3,108)=16,515$, $p<0,001$. Teste *post hoc* revelaram que a amplitude média de oscilação antes do estímulo foi menor do que durante a variação do estímulo. Ainda, que a amplitude foi maior durante a variação do que após. E finalmente, que a amplitude foi maior na última tentativa do que nas tentativas logo após o estímulo.

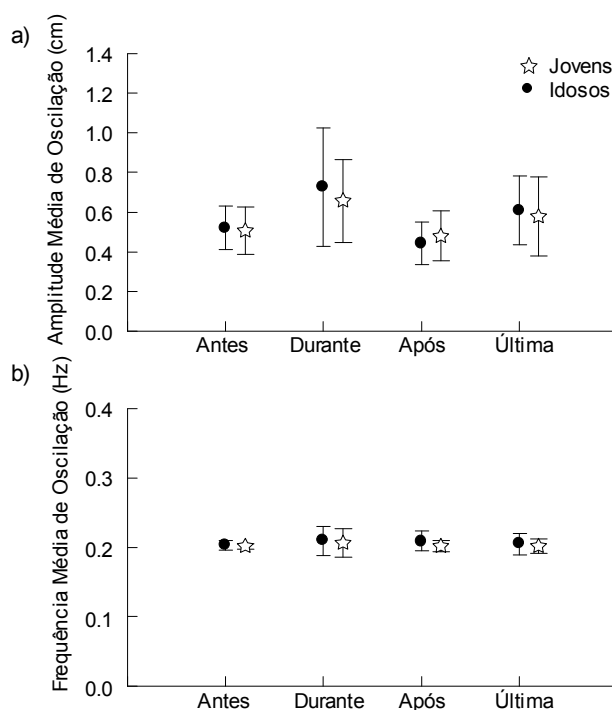


Figura 12: Amplitude média de oscilação corporal (a) e frequência média de oscilação corporal (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s).

Idosos e adultos jovens apresentaram acoplamento semelhante entre informação sensorial e ação motora durante as quatro condições. Ainda, a influência da informação visual foi similar para os grupos. Entretanto, o acoplamento e a influência da sala foram diferentes com relação às condições. A Figura 13 apresenta os valores de coerência e ganho para jovens e idosos, nas tentativas antes, durante e após a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo. MANOVA não revelou diferença significativa para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,989, $F(2,35)=0,191$, $p>0,05$, e para a interação entre

grupo e condição, Wilk's Lambda=0,725, $F(6,31)=1,959$, $p>0,05$. Porém, revelou diferença para o fator condição, Wilk's Lambda=0,286, $F(6,31)=12,896$, $p<0,001$. Análises univariadas revelaram diferença para coerência, $F(3,108)=32,288$, $p<0,001$, e para ganho, $F(3,108)=18,496$, $p<0,001$. Testes *post hoc* realizados para coerência revelaram que o acoplamento foi mais forte antes da variação do estímulo do que durante. Ainda, que o acoplamento foi mais forte antes do que após a variação do estímulo. O acoplamento foi ainda, mais forte antes da variação do estímulo do que na última tentativa. O acoplamento foi mais fraco durante do que após a variação do estímulo. E finalmente, o acoplamento foi mais forte após o estímulo do que na última tentativa. Testes *post hoc* realizados para o ganho revelaram que a influência da sala móvel foi maior antes do que durante a variação do estímulo. Ainda, que a influência foi maior antes do que na última tentativa que ocorreu a variação do estímulo. A influência foi menor durante do que após a variação do estímulo. E finalmente, a influência foi maior após a variação do estímulo do que na última tentativa.

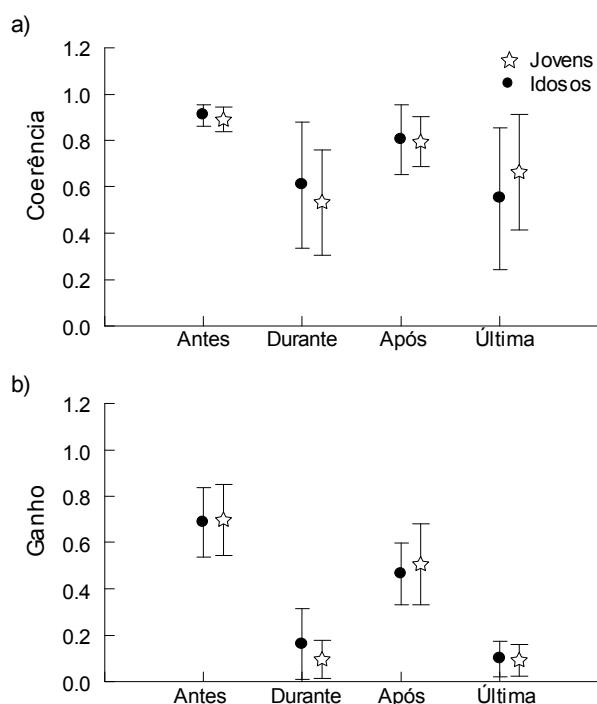


Figura 13: Coerência (a) e ganho (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s).

Os participantes também apresentaram valores semelhantes de fase relativa e desvio angular, porém, foi possível verificar diferenças de acordo com as condições. A Figura 14 apresenta os valores de fase relativa e desvio angular para jovens e idosos, nas tentativas antes, durante e após a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo. MANOVA não revelou diferença significativa para o fator grupo, Wilk's Lambda=0,951, $F(2,35)=0,910$, $p>0,05$, e para a interação entre grupo e condição, Wilk's Lambda=0,805, $F(6,31)=1,255$, $p>0,05$. Porém, revelou diferença para o fator condição, Wilk's Lambda=0,330, $F(6,31)=10,495$, $p<0,001$. Análises univariadas revelaram diferença para fase

relativa, $F(3,108)=5,715$, $p<0,005$, e para desvio angular, $F(3,108)=16,442$, $p<0,001$. Apesar de ter sido apontada diferença na análise univariada, testes *post hoc* para a variável fase relativa não revelaram diferenças entre as condições. Testes *post hoc* para a variável desvio angular revelaram que o relacionamento temporal entre a oscilação corporal e a informação visual fornecida pela sala móvel foi mais estável antes do que durante a variação do estímulo. Ainda, que o relacionamento temporal foi mais estável antes do que após a variação do estímulo. E finalmente, o relacionamento temporal foi mais estável antes do que na última tentativa em que houve a variação do estímulo.

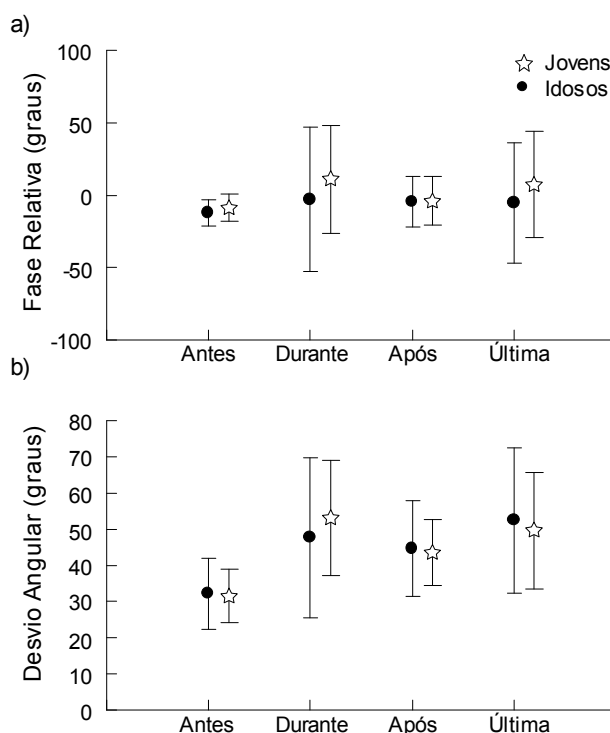


Figura 14: Fase relativa (a) e desvio angular (b) na direção ântero-posterior de adultos jovens e idosos durante a manutenção da postura em pé com a movimentação da sala, nas tentativas antes (0,6 cm/s), durante (3,5 cm/s) e após (0,6 cm/s) a variação do estímulo e a última tentativa com variação do estímulo (3,5 cm/s).

6. DISCUSSÃO

A partir da realização deste estudo, foi possível observar diversos aspectos referentes ao relacionamento entre informação visual e oscilação corporal em idosos e adultos jovens e, principalmente, com relação ao funcionamento do sistema de controle postural de idosos. Inicialmente, ficou evidente que em ambos os experimentos, a informação visual proveniente da sala móvel induziu oscilação corporal em todos os participantes, independente da frequência em que a sala estava sendo movimentada e da variação do estímulo sensorial. Além disso, idosos apresentam um acoplamento mais forte entre informação visual e oscilação corporal quando comparados aos adultos jovens. Ainda, idosos e adultos jovens apresentam a mesma estabilidade temporal entre informação visual e oscilação corporal após a ocorrência de uma perturbação. E finalmente, idosos são sensíveis à variação do estímulo sensorial e, mais interessante, após a ocorrência desta variação, o sistema de controle postural desta população se adapta, assim como ocorre com adultos jovens.

A indução de oscilação corporal correspondente quando idosos, bem como em outras populações, são expostos à situação da sala móvel, não é um resultado novo. Vários outros estudos têm verificado este fenômeno em bebês (BARELA; GODOI; FREITAS JÚNIOR; POLASTRI, 2000; BERTHENTAL; ROSE; BAI, 1997), crianças (LEE; ARONSO, 1974), adultos (LISHMAN; LEE, 1973) e idosos (POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995). Inclusive, alguns estudos têm verificado a influência da sala móvel quando esta é movimentada de forma contínua (POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005) e discreta (PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995). O mais interessante é que, embora alguns estudos apontem declínios nos sistemas sensoriais de idosos, em específico, a visão (HURLEY; REES; NEWHAN, 1998; GRENNE; MADDEN, 1987; PETRELLA; LATTANZIO; NELSON, 1997; RAUCH; VELAZQUEZ-VILLASEÑOR; DIMITRI; MERCHANT, 2001), estes indivíduos ainda são influenciados pela informação visual fornecida pela sala móvel. Em outras palavras, os déficits nos sistemas sensoriais não foram suficientes para impedir a influência da sala móvel e o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal para os indivíduos idosos.

Além de serem influenciados, idosos apresentaram um acoplamento mais forte entre informação visual e oscilação corporal quando comparados aos adultos jovens. Este acoplamento mais forte pode ser resultado de uma dificuldade, que idosos apresentam, em utilizar de forma apropriada e precisa as informações

sensoriais disponíveis quando submetidos à situação da sala móvel. A situação ilusória criada pela sala faz com que o sistema de controle postural tenha que receber as informações sensoriais e com base nestas informações, escolher a ação motora mais apropriada, porém, parece que o controle postural de idosos apresenta uma dificuldade em resolver esta situação de conflito sensorial e, portanto, produzir uma ação motora coerente com base nas informações disponíveis.

Patla, Prentice e Gobbi (1996) sugeriram que as informações sensoriais e o sistema efetor poderiam ser comparados a pedaços de um quebra-cabeça. Então, haveria uma peça para cada uma das partes, ou seja, para as informações visuais (exteroceptivas e exproprioceptivas), para as informações cinestésicas, para as propriedades do sistema efetor e para a dinâmica intersegmentar. Durante o desenvolvimento, estas peças são modeladas e unidas. Porém, com o envelhecimento ocorrem “rachaduras” ou “fendas” entre as conexões das peças deste quebra-cabeça. Desta forma, parece que o que ocorre é que, adultos jovens apresentam esta conexão entre as peças muito bem definida e, assim, ao serem submetidos à situação da sala móvel, a informação visual que aparece evidenciada se combina com as outras informações e o sistema de controle postural apresenta um acoplamento da informação visual e da oscilação corporal. Por outro lado, com idosos, como esta conexão não está muito bem ajustada (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996), parece que a informação visual manipulada acaba sobrepondo ainda mais as outras informações sensoriais disponíveis, o que resulta num acoplamento entre informação visual e oscilação corporal mais forte

em idosos quando comparado com o acoplamento observado para adultos jovens. Esta também poderia ser uma explicação para os resultados que indicam que idosos oscilam mais que adultos jovens (COLLEDGE; CANTLEY; PEASTON; BRASH; LEWIS; WILSON, 1994, FERRAZ; BARELA; PELLEGRINI, 2001; McCLEMAGHAN; WILLIAMS; DICKERSON; DOWDA; THOMBS; ELEAZER, 1996). Assim, se o controle postural de idosos apresenta uma dificuldade em trabalhar com as informações sensoriais, mesmo numa situação onde não há uma demanda evidente da tarefa, idosos oscilariam mais quando comparados aos adultos jovens.

Recentemente, Oie, Kiemel e Jeka (2002) sugeriram que o sistema de controle postural é capaz de “re-pesar” as informações sensoriais disponíveis, no sentido de melhorar o controle da postura, em ambientes onde há uma alteração de alguma informação sensorial. Com os idosos, o que pode estar ocorrendo é que, ao serem submetidos à situação da sala móvel, como o relacionamento entre as informações sensoriais apresenta este problema de ajuste, a informação visual manipulada passa a ter um peso sensorial muito superior às outras informações (vestibular e somatossensorial) quando comparado com o mesmo fenômeno em adultos jovens, e assim, idosos apresentam um acoplamento mais forte entre informação visual e ação motora. Ainda, este peso maior dado à informação visual, pode fazer com que idosos sejam mais influenciados pela situação da sala móvel, principalmente quando a dificuldade da tarefa é maior (PRIOLI; CARDOZO; FREITAS JÚNIOR; BARELA, no prelo). Desta forma, parece que o sistema de controle postural de idosos apresenta uma dificuldade em discriminar a informação

conflitante, como foi proposto em estudo anterior (PRIOLI; FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005), para que seja possível trabalhar estas informações sensoriais e aplicar o peso correto a cada uma delas, com base nas condições da realização da tarefa em um ambiente específico.

Com relação ao tempo de relaxamento, foi possível verificar, como salientado anteriormente, que idosos e adultos jovens foram capazes de retomar o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal em tempos semelhantes. Este resultado não corrobora com outros estudos que verificaram que idosos apresentam alterações no sistema nervoso, como por exemplo, degeneração dos axônios, diminuição no número e da intensidade das fibras nervosas e o aumento da presença de tecido conectivo, etc (DORFMAN; BOSLEY, 1979; RIVNER; SWIFT; MALIK, 2001), que culminam em lentidão do processamento de informação, resultando em tempo de reação e tempo de movimento maiores (LAJOIE; GALLAGHER; 2004; MARSH; GEEL, 2000). Porém, ao analisar as características da tarefa realizada neste experimento e compará-las com outros estudos, é possível verificar similaridades e diferenças. Primeiramente, neste estudo e em outros relacionados à lentidão do processamento de informação verificada no envelhecimento (LAJOIE; GALLAGHER, 2004; MARSH; GEEL, 2000; NISHIDA, 1999) foi utilizado uma medida de tempo, como variável, para verificar o quanto idosos se diferem de indivíduos mais jovens. Contudo, uma característica essencial difere o presente estudo dos demais: a realização de uma tarefa de forma voluntária, com a ocorrência de uma discriminação e muitas vezes, verbalização durante a tarefa. Nestes outros estudos, os participantes

tinham que responder a algum estímulo o mais rápido possível (LAJOIE; GALLAGHER, 2004; MARSH; GEEL, 2000) ou mesmo realizar alguma tarefa no menor tempo possível (NISHIDA, 1999). No presente estudo, idosos foram submetidos a uma perturbação sensorial que não foi percebida de forma consciente, já que nenhum idoso, até o fim da realização do primeiro experimento, verbalizou o movimento da sala. Portanto, parece coerente pensar que em virtude desta diferença, os resultados obtidos no presente estudo não necessariamente iriam corroborar com outros estudos que também se apoiaram na questão temporal para verificar os problemas relacionados ao envelhecimento.

A hipótese inicial era de que idosos apresentariam valores maiores de tempo de relaxamento quando comparados aos adultos jovens. Porém, considerando que idosos apresentam um acoplamento mais forte entre informação visual e oscilação corporal, e que este acoplamento mais forte poderia ser em decorrência de um peso maior dado à informação sensorial em evidência (visual) em detrimento das demais, a observação que o tempo de relaxamento seja igual ao de adultos jovens, ou até menor não é surpresa. Se a informação visual apresenta um maior peso sensorial em detrimento das outras informações, seria provável que ao ocorrer a perturbação sensorial, o controle postural de idosos retornaria rapidamente ao acoplamento entre informação visual e oscilação corporal, no sentido de fortalecê-lo. No caso dos adultos jovens, como esta conexão entre as informações sensoriais e o sistema efetor está melhor ajustada, parece correto pensar que o controle postural deva manter o mesmo comportamento durante toda tentativa, e quando ocorre a perturbação sensorial, o

sistema volta rapidamente ao mesmo relacionamento entre a informação sensorial e a oscilação corporal que havia até então.

Um resultado intrigante foi o fato da amplitude média de oscilação ser maior nas tentativas sem perturbação sensorial. Assim, idosos e adultos jovens foram melhores nas tentativas em que houve perturbação. Este resultado é contraditório a outros estudos que verificaram um maior deslocamento do centro de massa e centro de pressão, quando ocorre uma perturbação externa (GU; SCHULTZ; SHEPARD; ALEXANDER, 1996; NAKARUMA; TSUCHIDA; MANO, 2001; OKADA; HIRAKAWA; TAKADA; KINOSHITA, 2001). O que poderia ser pensado inicialmente, é que a perturbação do presente estudo não foi suficiente para alterar o comportamento dos participantes, porém, foi verificado que nas tentativas com perturbação houve uma mudança do relacionamento temporal entre a informação visual e oscilação corporal, confirmando que a perturbação sensorial alterou o comportamento que os participantes adotaram até então. O que pode ter ocorrido é que, no início da tentativa o sistema de controle postural acoplou a oscilação corporal ao movimento da sala, mas quando houve a perturbação, parece que esta oscilação corporal foi restringida até que retornasse novamente ao acoplamento que ocorria até então. Assim, nas tentativas com perturbação, o que dá para perceber é que esta restrição na oscilação corporal provocada pela perturbação, fez com que os valores da amplitude média de oscilação não fossem altos. Apesar desta sugestão, este foi um resultado intrigante que necessita ser melhor examinado.

Outro resultado importante é que idosos foram sensíveis à variação do estímulo e após esta variação, assim como os adultos jovens, idosos foram capazes de se adaptar. Primeiramente, foi possível verificar que a variação do estímulo foi significativa, já que, durante esta variação, a maior parte das variáveis analisadas apresentou diferenças estatísticas nos valores. O mais importante é que o comportamento de ambos os grupos foi diferente nas tentativas após a variação do estímulo, como pôde ser verificado através dos valores de coerência e desvio angular. Sendo assim, a magnitude da discrepância entre as informações sensoriais foi suficiente para que idosos e adultos jovens discriminassem a informação conflitante (visual) e a partir desta discriminação, houve um processo adaptativo, resultando na alteração do comportamento após a variação do estímulo. O mais importante com relação a este fato, é que idosos apresentam a capacidade de discriminar uma situação de conflito sensorial, quando há uma variação e o estímulo se torna mais evidente.

Estudos mostram que a magnitude do estímulo sensorial é um fator importante para gerar mudanças no funcionamento do sistema de controle postural de adultos (BARELA; POLASTRI; GODOI; WEIGELT, em preparação; SCHÖNER; DIJKSTRA; JEKA, 1998). Desta forma, no presente estudo, a variação do estímulo que ocorreu na quarta tentativa foi a precursora desta mudança no funcionamento do sistema de controle postural. Em outras palavras, o funcionamento do controle postural dos participantes, passou por um processo adaptativo, sendo que, o funcionamento do sistema se alterou com o objetivo de compensar as mudanças nas condições ambientais.

O conceito de processos adaptativos e como isto ocorre no controle postural ainda não é um tema muito bem explorado pela literatura, porém, é possível verificar em alguns estudos que este tema é tratado de forma indireta, como é o caso do estudo de Patla, Prentice e Gobbi (1996), que verificaram que com o envelhecimento, o indivíduo apresenta uma adaptação na transposição de obstáculos. O mais importante com relação ao presente estudo, é que ele dá subsídios para pensar que além de adultos jovens, o sistema de controle postural de idosos também consegue se adaptar, quando há uma mudança da informação sensorial disponível.

Tendo em vista estes aspectos discutidos com relação ao sistema de controle postural de idosos e adultos jovens, a seguir é dada maior ênfase ao funcionamento do sistema de controle postural de idosos e a contribuição deste estudo com relação a este tópico.

6.1. Funcionamento do sistema de controle postural de idosos

O funcionamento do sistema de controle postural de idosos e adultos jovens apresenta os mesmos parâmetros de controle, porém há uma diferença em como ocorre o ajuste da magnitude nestes parâmetros do sistema. Esta alteração reflete numa performance diferente do sistema de controle postural de idosos, quando comparados com adultos jovens. Algumas evidências suportam esta afirmação. Primeiramente, estudos mostram que idosos oscilam mais do que adultos jovens (COLLEDGE; CANTLEY; PEASTON; BRASH; LEWIS; WILSON, 1994, FERRAZ;

BARELA; PELLEGRINI, 2001; McCLEMGHAN; WILLIAMS; DICKERSON; DOWDA; THOMBS; ELEAZER, 1996). Além disso, outros estudos vêm sendo realizados no sentido de amenizar as possíveis causas e conseqüências causadas pelo maior índice de quedas observado com o envelhecimento (LAJOIE; GALLAGHER, 2004; LAUGHTON, SLAVIN, KATDARE et al, 2003). O maior número de quedas é um dos principais problemas decorrentes das alterações que ocorrem no sistema de controle postural. A ocorrência destas quedas pode estar relacionada ao fato de que, o controle postural de idosos não é capaz de ter uma resposta rápida e apropriada a ponto de reverter a perda do equilíbrio e prevenir a queda.

Esta situação fica mais evidente quando a demanda da tarefa é maior (PRIOLI; CARDOZO; FREITAS JÚNIOR; BARELA, no prelo). Neste caso, quando o sistema de controle postural de idosos é mais exigido, é verificado que idosos apresentam maior oscilação corporal e são mais influenciados pela situação da sala móvel. Sendo assim, a dificuldade da tarefa é um fator importante quando se considera o sistema de controle postural de idosos, ou seja, a diferença no funcionamento de controle postural de idosos e adultos jovens se torna muito mais evidente quando estes são submetidos a situações onde o sistema de controle postural é mais exigido (PRIOLI; CARDOZO; FREITAS JÚNIOR; BARELA, no prelo).

Uma possível razão para a diferença encontrada entre o controle postural de idosos e adultos jovens reside no fato de que, aparentemente, a organização de todo o processo que envolve o sistema de controle postural é semelhante entre

idosos e adultos jovens, o que poderia estar ocorrendo é uma alteração na magnitude dos componentes que envolvem esta organização. O sistema de controle postural envolve basicamente três grandes níveis de coordenação e controle. O primeiro deles se refere às informações sensoriais. Estas necessitam ser integradas nos centros superiores do sistema nervoso e, dependendo da situação, um peso é aplicado a cada uma delas (OIE; KIEMEL; JEKA, 2002). O segundo está relacionado ao sistema efetor. Dependendo da situação em questão, é necessário que o sistema de controle postural selecione os músculos que serão recrutados e ainda, defina o quanto estes músculos serão ativados. O terceiro envolveria o relacionamento entre o sistema sensorial e o sistema efetor.

Considerando estes fatores que influenciam a performance do sistema de controle postural, parece que o controle postural de idosos consegue resolver todas estas questões de coordenação e controle, assim como adultos jovens, principalmente em situações de pouca demanda da tarefa. Este fato foi confirmado neste estudo, já que o controle postural de idosos apresenta a mesma capacidade de adaptação que adultos jovens. Porém, parece que a forma como isto ocorre é diferente entre estes grupos. O foco deste problema poderia estar na forma como o controle postural de idosos coordena e controla as informações sensoriais, dando peso correspondente a cada uma delas.

Metcalfe, Chen, Chang, McDowell, Jeka e Clark (2005) realizaram um estudo para verificar a organização temporal da postura durante o primeiro ano do andar independente. O que estes autores encontraram foi que durante este primeiro ano, onde há mudanças desenvolvimentais, ocorre uma alteração nos

parâmetros do sistema de controle postural, mais do que na magnitude destes parâmetros. Exemplos destes parâmetros podem ser a velocidade e a posição. Com adultos, ocorre o contrário, os parâmetros se mantêm, porém há uma diferença na magnitude destes parâmetros (METCALFE; CHEN; CHANG; MSDOWELL; JEKA; CLARK, 2005). Com o envelhecimento, parece que o que ocorre é o mesmo que ocorre com adultos jovens. A diferença está em como ocorre a calibração desta magnitude das informações sensoriais no controle postural. O controle postural de idosos, em situações de conflito sensorial, dá maior peso para a informação em evidência, acoplando de forma mais forte a ação motora à esta informação sensorial. Numa situação de maior demanda da tarefa, além do problema relacionado à coordenação e controle das informações sensoriais, o controle postural de idosos não consegue extrair a informação mais pertinente num curto espaço de tempo, para que então seja possível a retomada do equilíbrio, sem conseqüências mais graves.

7. CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível verificar alguns aspectos importantes sobre o controle postural de idosos, quando estes são comparados com adultos jovens. Idosos apresentam um forte acoplamento entre informação visual e oscilação corporal, durante a manutenção da postura em pé. Por outro lado, idosos e adultos jovens apresentam a mesma estabilidade temporal entre informação visual e oscilação corporal, quando há uma perturbação sensorial. Ainda, ao ser submetido a uma situação em que ocorre a variação do estímulo, o sistema de controle postural de idosos é sensível a esta variação e passa por um processo adaptativo, assim como ocorre com adultos jovens.

Há evidências na literatura de que o controle postural de idosos não apresenta o mesmo funcionamento quando comparados aos adultos jovens, em alguns aspectos (COLLEDGE; CANTLEY; PEASTON; BRASH; LEWIS; WILSON, 1994, FERRAZ; BARELA; PELLEGRINI, 2001; MCCLEMAGHAN; WILLIAMS; DICKERSON; DOWDA; THOMBS; ELEAZER, 1996; PRIOLI; CARDOZO;

FREITAS JÚNIOR; BARELA, no prelo; PRIOLI, FREITAS JÚNIOR; BARELA, 2005). Idosos oscilam mais, apresentam maior propensão a quedas e, ainda, estas alterações são mais evidenciadas em situações de maior demanda da tarefa. Desta forma, o que poderia estar ocorrendo é um problema em como o sistema de controle postural de idosos se organiza, no sentido de trabalhar com todas as informações sensoriais disponíveis e ainda, a partir destas informações, produzir uma atividade motora apropriada. Parece que idosos não apresentam a mesma capacidade que adultos jovens têm de discriminar a informação conflitante (neste caso, visual), e com base nesta discriminação, diminuir o peso sensorial que é dado para esta informação. Além disso, em situações onde a demanda da tarefa é maior, como por exemplo, uma perda de equilíbrio, o controle postural de idosos não é capaz de extrair a informação mais pertinente em tempo hábil para que haja um retorno do equilíbrio e não ocorra a queda.

Apesar do presente estudo colaborar no sentido de entender como ocorre o funcionamento do sistema de controle postural de idosos, outros estudos devem ser realizados, verificando as reais condições do controle postural de idosos, quando estes são submetidos a situações de maior exigência, como por exemplo, a perda do equilíbrio, já que estas são as situações cotidianas que podem resultar em quedas.

8. REFERÊNCIAS

AMIRIDIS, I.G.; HATZITAKI, V.; ARABATZI, F. Age-induced modifications of static postural control in humans. **Neuroscience Letters**, Amsterdam v.350, p.137-140, 2003.

AUGUSTO, M.; BARBIERI, J. Brasil é hoje um país de meia-idade. **Techway**. Disponível em <http://www.techway.com.br/techway/revista_idoso/economia/economia_mario.htm>. Acesso em 30 mar. 2004

BARELA, J.A. *Development of postural control: the coupling between somatosensory information and body sway*. 1997. 352f. Tese (Doctor of Philosophy) - College Park, University of Maryland, Maryland, 1997.

BARELA, J.A. Estratégias de controle em movimentos complexos: Ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, suplemento 3, p. 79-88, 2000.

BARELA, J.A.; GODOI, D.; FREITAS JÚNIOR, P.B.; POLASTRI, P.F. Visual information and body sway in infants during sitting acquisition. **Infant Behavior and Development**, Norwood, v.23, n.3-4, p.99-105, 2000.

BARELA, J. A.; POLASTRI, P. F.; GODOI, D.; WEIGELT, M. Explicit and implicit knowledge of environment states in postural control, em preparação.

BERGER, L.; CHUZEL, M.; BUISSON, G.; ROUGIER, P. Undisturbed upright stance control in the elderly: part 1. Age-related changes in undisturbed upright stance control. **Journal of Motor Behavior**, College Park, v.37, n.5, p.348-358, 2005.

BERTENTHAL, B.I.; ROSE, J.L.; BAI, D.L. Perception-action coupling in the development of visual control of posture. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, Washington, v.23, n.6, p.1631-1643, 1997.

BLASZCZYK, J. W.; LOWE, D. L.; HANSEN, P. D. Ranges of postural stability and their changes in the elderly. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.2, p.11-17, 1994.

COLLEDGE, N.R.; CANTLEY, P.; PEASTON, I.; BRASH, H.; LEWIS, S.; WILSON, J.A. Ageing and balance: the measurement of spontaneous sway by posturography. **Gerontology**, Basel, v.40, p.273-278, 1994.

DI FABIO, R. P.; EMASITHI, A. Aging and the mechanism underlying head and postural control during voluntary motion. **Physical Therapy**, Alexandria, v.77, p.458-475, 1997.

DIJKSTRA, T. M. H.; SCHÖNER, G.; GIELEN, C. C. A. M: Temporal stability of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment. **Experimental Brain Research**, Berlin, v.97, p.477-486, 1994.

DORFMAN, L.J.; BOSLEY, M.D. Age-related changes in peripheral and central nerve conduction in man. **Neurology**, Minneapolis, v. 29, n. 1, p. 38-44, 1979.

ERA, P.; JOKELA, J.; SUOMINEN, H.; HEIKKINEN, E. Correlates of vibrotactile thresholds in men of different ages. **Acta Neurologica Scandinavica**, Copenhagen, v.74, p.210-217, 1986.

FERRAZ, M.A.; BARELA, J.A.; PELLEGRINI, A. M. Acoplamento sensório-motor no controle postural de indivíduos idosos fisicamente ativos e sedentários. **Motriz**, Rio Claro, v.7, n.2, p.99-105, 2001.

GORDON, P.H.; YU, Q.; QUALLS, C.; WINFIELD, H.; DILLON, S.; GREENE, P.E.; FAHN, S.; BREEZE, R.E.; FREED, C.R.; PULLMAN, S.L. Reaction time and movement time after embryonic cell implantation in parkinson disease. **Archives of Neurology**, Chicago, v.61, p.858-861, 2004.

GRENE, H.A.; MADDEN, D.J. Adult age differences in visual acuity, stereopsis, and contrast sensitivity. **American Journal of Optometry & Physiological Optics**, Baltimore, v.64, n.10, p.749-753, 1987.

GU, M.J.; SCHULTZ, A.B.; SHEPARD, N.T.; ALEXANDER, N.B. Postural control in young and elderly adults when stance is perturbed: Dynamics. **Journal of Biomechanics**, Oxford, v.29, n.3, p.319-329, 1996.

HÄKKINEN, K.; PASTINEN, U-M.; KARSIKAS, R. LINNAMO, V. Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v.70, p.518-527, 1995.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L. B.; SHEPARD, J. T. **Handbook of physiology**, New York: Oxford University Press, p.255-92, 1996.

HORAK, F.B.; SHUPERT, C.L.; MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in elderly: a review. **Neurobiology of Aging**, Oxford, v.10, p.727-738, 1989.

HURLEY, M.V.; REES, J.; NEWHAN, D.J. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. **Age and Ageing**, London, v.27, p.55-62, 1998.

JEKA, J.J.; OIE, K.; KIEMEL, K.S. Multisensory information for human postural control: integrating touch and vision. **Experimental Brain Research**, New York, v.134, p.107-125, 2000.

KLASS, M.; BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Aging does not affect voluntary activation of the ankle dorsiflexors during isometric, concentric, and eccentric contractions. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.99, p.31-38, 2005.

LAJOIE, Y.; GALLAGHER, S.P. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, Amsterdam, v.38, p.11-26, 2004.

LAUGHTON, C.A.; SLAVIN, M.; KATDARE, K.; NOLAN, L.; BEAN, J.F.; KERRIGAN, D.C.; PHILLIPS, E.; LIPSITZ, L.A.; COLLINS, J.J. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.18, n.2, p.101-108, 2003.

LEE, D.N.; ARONSON, E. Visual proprioceptive control of standing in human infants. **Perception and Psychophysics**, Austin, v.15, n.3, p.529-532, 1974.

LEE, D. N.; LISHMAN, J. R. Visual proprioceptive control of stance. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.1, p.87-95, 1975.

LISHMAN, J.R.; LEE, D.N. The autonomy of visual kinaesthesia. **Posture**, Amsterdam, v.2, p.287-294, 1973.

LORD, S.R.; SHERRINGTON, C.; MENZ, H.B. **Falls in older people: risk factors and strategies for prevention**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 249 p.

MAKI, B.E.; McILROY, W. E. Postural control in the older adult. **Clinics in Geriatric Medicine**, Philadelphia, v. 12, n. 4, p. 635-658, 1996.

MARSH, A.P.; GEEL, S.E. The effect of age on the attentional demands of postural control. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.12, p.105-113, 2000.

MASSION, J. Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. **Progress in Neurobiology**, Oxford, v.38, p.35-56, 1992.

McCLEMAGHAN, B. A.; WILLIAMS, H. G.; DICKERSON, J.; DOWDA, M.; THOMBS, L.; ELEAZER, P. Spectral characteristics of aging postural control. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.4, p.112-121, 1996.

METCALFE; J.S.; CHEN, L.C.; CHANG, T.Y.; McDOWELL, K.; JEKA, J.J.; CLARK, J.E. The temporal organization of posture changes during the first year of independent walking. **Experimental Brain Research**, New York, v.161, p.405-416, 2005.

NAKAMURA, H.; TSUCHIDA, T.; MANO, Y. The assessment of posture control in the elderly using the displacement of the center of pressure after forward platform translation. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Oxford, v. 11, p. 395-403, 2001.

NASHNER, L.M. Analysis of stance posture in humans. In: TOWE, A.L.; LUSCHEI, E.S. **Handbook of Behavioral Neurology**. New York: Plenum, 1981. v.5, p.527-565.

NEWELL, K.M. Constraints on the development of coordination. In: M.G. Wade & H.T.A. Whiting (Ed), **Motor development in children: aspects of coordination and control**. Boston, MA: Marint Nighoff, 1986, p.341-360.

NISHIDA, Y. Driving characteristics of the elderly: risk compensation of the elderly driver from the viewpoint of reaction behavior. **JSAE Review**, v.20, p.375-380, 1999.

OIE, K.; KIEMEL, T.; JEKA, J. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. **Cognition Brain Research**, v.14, n. 1, p. 164-176, 2002.

OKADA, S.; HIRAKAWA, K.; TAKADA, Y.; KINOSHITA, H. Age-related differences in postural control in humans in response to a sudden deceleration generated by postural disturbance. **European Journal Of Applied Physiology**, Berlin, v.85, p.10-18, 2001.

PATLA, A.E.; PRENTICE, S.D.; GOBBI, L.T. Visual control of obstacle avoidance during locomotion: strategies in young children, young and older adults. In: STELMACH, G.E.; VROON, P.A. **Changes in sensory motor behavior in aging**. Elsevier, 1996. p.257-277.

PAULUS, W.M.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. **Brain: a journal of neurology**, Oxford, v.107, p.1143-1163, 1984.

PAULUS, W.M.; STRAUBE, A.; KRAFCZYK, S.; BRANDT, T. Differential effects of retinal target displacement, changing size, and disparity in control of anterior posterior and lateral body sway. **Experimental Brain Research**, berlin, v.78, p.243-252, 1989.

PELECCHIA, G.L. Dual-task training reduces impact of cognitive task on postural sway. **Journal of Motor Behavior**, College Park, v.37, n.3, p.239-246, 2005.

PETRELLA, R.J.; LATTANZIO, P.J.; NELSON, M.G. Effect of age and activity on knee joint proprioception. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, Baltimore, v.76, n.3, p.235-241, 1997.

PRIOLI, A.C.; CARDOZO, A.S.; FREITAS JÚNIOR, P.B.; BARELA, J.A. Task demands effects on postural control in older adults. **Human Movement Science** (no prelo).

PRIOLI, A.C.; FREITAS JÚNIOR, P.B.; BARELA, J.A. Physical activity and postural control in elderly: coupling between visual information and body sway. **Gerontology**, Basel, v.51, p.145-148, 2005.

POLASTRI, P. F.; BARELA, A. M. F.; BARELA, J. A. Controle postural em idosos: relacionamento entre informação visual e oscilação corporal. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 9. 2001, Gramado. **Anais....** Porto Alegre: Escola de Educação Física. UFRGS, 2001. v.2, p.132-137.

RAUCH, S.D.; VELAZQUEZ-VILLASENÖR, L.; DIMITRI, P.S.; MERCHANT, S.N. Decreasing Hair Cell Counts in Aging Humans. **Annals of New York Academy of Science**, New York, v.942, p.220-227, 2001.

RIVNER, M.H.; SWIFT, T.R.; MALIK, K. Influence of age and height on nerve conduction. **Muscle and Nerve**, New York, v. 24, p. 1134-1141, 2001

SAGE, G.H. **Motor learning and control: a neuropsychological approach**. Iowa: Wm. C. Brown, 1984. 423p.

SANTOS, S.; DANTAS, L.; OLIVEIRA, J.A. Desenvolvimento motor de crianças, de idosos e de pessoas com transtorno de coordenação. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.18, p.33-44, 2004.

SCHÖNER, G.; DIJKSTRA, T.M.H.; JEKA, J.J. Action-perception patterns emerge from coupling and adaptation. **Ecological Psychology**, Hartford, v.10, n.3-4, p.323-346, 1998.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle motor: teorias e aplicações práticas**. São Paulo, Manole, 2003.

SIMONEAU, E.; MARTIN, A.; VAN HOECKE, J. Muscular performances at the ankle joint in young and elderly men. **The Journals of Gerontology**, Washington, v.60A, n.4, p.439-447, 2005.

SOUSA, S.J.F. Fisiologia e desenvolvimento da visão. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.30, p.16-19, 1997.

SPIRDUSO, W.W. **Physical dimensions of aging**. Champaign, Human Kinetics, 1995

STREEPEY, J.W.; ANGULO-KINZLER, R.M. The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.21, p.423-438, 2002.

THELEN, E. Grounded in the world: developmental origins of embodied mind. **Infancy**, Mahwah, v.1, n.1, p.3-28, 2000.

VANDERVOORT, A.A. Effects of ageing on human neuromuscular function: implications for exercise. **Canadian Journal of Sport Science**, Ottawa, v.17, n.3, p.178-184, 1992.

WADE, M.; LINDQUIST, R.; TAYLOR, J.; TREAT-JACOBSON, D. Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. **Psychological Sciences**, Princeton, v.50B, p.51-58, 1995.

WINTER, D.A. Human balance and posture control during standing and walking. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.3, p.193-214, 1995.

WOOLLACOTT, M.H.; SHUMWAY-COOK, A.; NASHNER, L.M. Aging and posture control changes in sensory organization and muscular coordination. **International Journal of Aging and Human Development**, New York, v.23, n.2, p.97-114, 1986.

YOUNG, A.; SKELTON, D.A. Applied physiology of strength and power in old age. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.15, p.149-151, 1994.

**ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética do Instituto de Biociências
(UNESP/RC)**

unesp



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"**

Câmpus de Rio Claro
Seção Técnica Acadêmica
Coordenadoria de Fomento e Registro



Rio Claro, 15 de setembro de 2004

Ofício CEP 236/2004

Prezada Senhora,

Informo que em reunião realizada em 14/09/2004, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Câmpus de Rio Claro (CEP/IB-UNESP), aprovou o projeto de pesquisa intitulado *Resolução do Conselho Senorial do Conselho Pastoral de Idosos e Adultos Jovens* sob sua responsabilidade (protocolo 387), datado de 05/08/2004.

Atenciosamente

Profa. Dra. **Rosa Maria Faltoro Cavalari**
Coordenadora do Comitê

ANA CAROLINE PRIOLI
Av. 65-A, 228
13506-122 Rio Claro SP

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Nome do Participante: _____ **Data:** ___/___/_____

Projeto: Resolução de conflito sensorial no controle postural de idosos.

Declaração de Idade: Eu declaro que tenho mais de 18 anos e aceito a participação no projeto de pesquisa conduzido pela aluna Ana Caroline Prioli e pelo Prof. Dr. José Angelo Barela no Laboratório para Estudos do Movimento (LEM) – Departamento de Educação Física – Instituto de Biociências.

Objetivo: Eu entendo que o objetivo deste projeto é verificar o acoplamento entre informação sensorial e ação motora em idosos e adultos jovens.

Procedimentos: Os procedimentos deste projeto requerem uma visita ao LEM quando ficarei em pé, o mais estável possível, olhando para um alvo no fundo da parede de uma sala. A duração total do experimento será de aproximadamente 15 minutos, porém será permitido intervalo entre as tentativas de acordo com a minha necessidade.

Riscos: Eu entendo que não corro risco algum decorrente da participação neste projeto.

Confidencialidade: Eu entendo que todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais e que o meu nome não será divulgado em momento algum. Ainda, toda e qualquer informação será utilizada para fins acadêmicos.

Benefícios: Eu entendo que o desenvolvimento deste projeto e a minha participação não implicam em me proporcionar qualquer benefício, sendo que este projeto busca apenas examinar o controle postural.

Liberdade para Interromper a Participação: Eu entendo que a qualquer momento posso pedir para interromper minha participação na realização do experimento. Eu também entendo que, se assim desejar, o responsável pelo estudo irá fornecer os resultados da minha participação em outra oportunidade.

Identificação do responsável pelo estudo:

ANA CAROLINE PRIOLI – fone: 3526-4312
Laboratório para Estudos do Movimento
Departamento de Educação Física – IB – UNESP/RC

Assinatura do Participante

APÊNDICE B – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 1, de idosos e adultos jovens, nas tentativas sem perturbação.

		IDOSOS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas sem perturbação		1	0.951	0.943	-56.842	27.733	0.378	0.392
		2	0.937	0.872	-48.915	25.881	0.421	0.399
		3	0.966	1.213	-54.416	26.645	0.455	0.398
		4	0.874	0.797	-71.510	31.954	0.582	0.394
		5	0.851	0.609	-69.906	47.387	0.318	0.372
		6	0.929	0.927	-75.159	26.377	0.743	0.387
		7	0.945	0.653	-51.417	32.890	0.378	0.384
		8	0.933	0.782	-66.353	26.778	0.614	0.388
		9	0.962	0.968	-53.728	27.084	0.660	0.399
		10	0.924	1.033	-58.885	24.983	0.433	0.397
		11	0.885	0.303	-87.688	47.387	0.333	0.303
		12	0.938	0.673	-57.988	28.459	0.347	0.390
		13	0.951	0.680	-60.222	32.088	0.397	0.383
		14	0.915	0.559	-74.796	37.226	0.466	0.371
		15	0.918	0.559	-77.852	33.521	0.450	0.384
		16	0.859	0.713	-67.920	36.557	0.402	0.379
		17	0.937	0.730	-45.248	30.006	0.302	0.397
		18	0.955	1.010	-83.372	23.856	0.384	0.392
		19	0.930	0.569	-71.014	32.527	0.418	0.378
		20	0.894	0.753	-67.366	33.406	0.444	0.394
	Média	0.923	0.767	-65.030	31.637	0.446	0.384	
	D.P.	0.033	0.210	11.661	6.585	0.117	0.021	

		ADULTOS JOVENS					
	participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas sem perturbação	1	0.807	0.536	-55.848	45.038	0.437	0.382
	2	0.891	0.809	-65.131	33.826	0.421	0.401
	3	0.873	0.747	-79.074	40.721	0.786	0.366
	4	0.842	0.636	-49.374	21.870	0.489	0.377
	5	0.949	0.741	-69.218	27.218	0.347	0.394
	6	0.471	0.300	-45.611	64.042	0.480	0.319
	7	0.892	0.705	-66.411	29.108	0.740	0.372
	8	0.635	0.274	-56.479	54.301	0.415	0.337
	9	0.943	0.810	-56.708	25.002	0.550	0.400
	10	0.867	0.586	-72.274	45.630	0.510	0.359
	11	0.863	1.000	-67.576	28.211	0.560	0.395
	12	0.885	0.696	-59.630	30.350	0.454	0.384
	13	0.931	0.900	-70.727	23.531	0.550	0.389
	14	0.926	0.541	-33.845	44.923	0.385	0.410
	15	0.967	1.016	-55.180	23.283	0.442	0.402
	16	0.862	0.665	-92.100	32.394	0.440	0.378
	17	0.944	0.670	-85.511	28.555	0.414	0.377
	18	0.789	0.756	-77.126	36.118	0.697	0.391
	19	0.966	0.941	-75.942	23.875	0.551	0.400
	20	0.855	0.696	-72.332	34.838	0.503	0.394
	Média	0.858	0.701	-65.305	34.642	0.508	0.381
	D.P.	0.118	0.196	14.002	11.326	0.117	0.023

APÊNDICE C – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm), frequência média de oscilação (fmo) (Hz) e tempo de relaxamento (t_relax) (seg) referentes ao Experimento 1, de idosos e adultos jovens, nas tentativas com perturbação.

		IDOSOS							
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo	t_relax
Tentativas com perturbação		1	0.878	1.027	-72.255	31.802	0.456	0.396	3.315
		2	0.937	0.730	-55.734	30.732	0.325	0.393	4.713
		3	0.911	1.078	-62.667	32.279	0.430	0.390	
		4	0.919	0.925	-69.505	27.771	0.559	0.394	3.545
		5	0.838	0.617	-59.344	43.854	0.288	0.398	
		6	0.885	0.917	-85.511	25.842	0.904	0.373	4.680
		7	0.874	0.729	-67.595	26.282	0.351	0.399	5.385
		8	0.931	0.886	-73.459	26.969	0.692	0.397	
		9	0.950	0.910	-54.206	25.193	0.541	0.389	3.530
		10	0.929	1.061	-63.584	25.040	0.433	0.400	3.625
		11	0.805	0.285	-96.092	42.020	0.283	0.334	7.735
		12	0.944	0.659	-72.179	29.433	0.343	0.400	3.290
		13	0.852	0.747	-69.123	38.162	0.469	0.394	2.980
		14	0.892	0.531	-76.667	38.372	0.433	0.360	6.975
		15	0.835	0.469	-96.512	35.832	0.476	0.370	4.955
		16	0.859	0.713	-67.920	36.557	0.402	0.379	5.235
		17	0.923	0.861	-51.799	29.032	0.313	0.417	3.135
		18	0.931	0.881	-95.882	26.320	0.404	0.390	3.530
		19	0.874	0.498	-78.940	33.349	0.408	0.351	3.530
		20	0.885	0.670	-62.705	35.354	0.381	0.397	3.030
	Média	0.893	0.760	-71.584	32.010	0.445	0.386	4.305	
	D.P.	0.041	0.212	13.470	5.740	0.146	0.020	1.398	

		ADULTOS JOVENS							
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo	t_relax
Tentativas com perturbação	1		0.836	0.718	-67.519	33.272	0.417	0.388	2.280
	2		0.827	0.740	-72.026	34.858	0.447	0.388	6.073
	3		0.709	0.558	-93.246	39.785	0.563	0.343	3.210
	4		0.829	0.749	-75.903	36.653	0.389	0.379	
	5		0.892	0.650	-78.692	33.368	0.366	0.386	5.465
	6		0.367	0.263	-66.258	65.188	0.435	0.333	2.270
	7		0.844	0.678	-77.871	32.527	0.636	0.374	
	8		0.698	0.354	-68.512	48.094	0.325	0.346	5.625
	9		0.899	0.791	-72.962	28.707	0.605	0.394	3.582
	10		0.853	0.541	-70.422	49.221	0.351	0.379	4.623
	11		0.977	1.100	-77.661	22.958	0.542	0.404	2.975
	12		0.858	0.707	-68.187	29.070	0.404	0.383	2.620
	13		0.898	0.828	-83.276	32.164	0.545	0.376	
	14		0.869	0.683	-34.877	40.759	0.345	0.394	3.543
	15		0.905	0.819	-59.248	24.429	0.339	0.401	5.007
	16		0.833	0.657	-92.520	31.038	0.465	0.374	
	17		0.853	0.686	-87.612	31.496	0.410	0.368	2.840
	18		0.726	0.677	-93.609	36.500	0.623	0.377	3.130
	19		0.920	0.998	-72.618	27.141	0.541	0.393	3.985
	20		0.811	0.694	-79.437	37.150	0.440	0.393	
Média			0.820	0.695	-74.623	35.719	0.459	0.379	3.815
Desvpad			0.127	0.186	13.336	9.683	0.100	0.019	1.253

APÊNDICE D – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, nas tentativas antes da variação do estímulo.

		IDOSOS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas antes da variação do estímulo	1		0.952	0.792	-9.168	29.949	0.455	0.205
	2		0.963	0.696	-13.026	23.531	0.472	0.203
	3		0.880	0.673	4.240	40.492	0.527	0.209
	4		0.927	0.796	-6.131	25.613	0.598	0.202
	5		0.929	0.740	-21.067	27.466	0.457	0.193
	6		0.970	1.039	-21.182	21.850	0.885	0.203
	7		0.941	0.766	-19.100	21.889	0.477	0.200
	8		0.907	0.717	-14.631	27.447	0.673	0.192
	9		0.919	0.757	-21.106	29.089	0.570	0.202
	10		0.938	0.739	-17.343	22.557	0.483	0.201
	11		0.845	0.343	-13.504	59.649	0.323	0.223
	12		0.910	0.595	-6.685	30.140	0.475	0.199
	13		0.793	0.487	4.202	44.770	0.504	0.210
	14		0.930	0.641	-27.160	41.008	0.539	0.208
	15		0.863	0.561	-20.208	36.042	0.521	0.199
	16		0.921	0.678	-3.457	37.150	0.510	0.202
	17		0.825	0.433	3.667	42.746	0.472	0.199
	18		0.938	0.784	-14.898	24.677	0.490	0.199
	19		0.936	0.701	-12.663	23.569	0.459	0.201
	20		0.872	0.800	-15.185	32.852	0.502	0.201
Média			0.908	0.687	-12.220	32.124	0.520	0.203
D.P.			0.047	0.152	9.088	9.810	0.109	0.007

		ADULTOS JOVENS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas antes da variação do estímulo	1		0.842	0.657	-9.856	32.737	0.685	0.199
	2		0.945	0.833	-5.042	26.816	0.502	0.202
	3		0.913	0.803	-19.654	28.650	0.507	0.199
	4		0.812	0.526	-3.304	41.141	0.388	0.205
	5		0.899	0.518	0.382	39.021	0.329	0.197
	6		0.842	0.650	-13.733	39.422	0.440	0.199
	7		0.906	0.716	-19.501	24.104	0.527	0.201
	8		0.796	0.449	-7.545	39.594	0.388	0.200
	9		0.921	0.660	-5.711	29.872	0.502	0.206
	10		0.852	0.563	-20.361	45.172	0.456	0.210
	11		0.875	0.894	-18.298	22.462	0.893	0.194
	12		0.900	0.553	-11.517	30.006	0.443	0.197
	13		0.926	0.743	-8.691	24.696	0.493	0.201
	14		0.777	0.417	22.634	42.822	0.438	0.210
	15		0.950	0.853	-4.183	18.642	0.450	0.201
	16		0.924	0.689	-11.536	27.103	0.463	0.202
	17		0.892	0.822	-6.991	30.980	0.492	0.202
	18		0.946	0.852	-7.831	28.440	0.559	0.202
	19		0.928	0.934	-12.052	31.611	0.606	0.201
	20		0.949	0.807	-11.441	27.046	0.559	0.200
Média			0.890	0.697	-8.712	31.517	0.506	0.201
D.P.			0.053	0.154	9.367	7.349	0.121	0.004

APÊNDICE E – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, na tentativa durante a variação do estímulo.

		IDOSOS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas durante a variação do estímulo	1		0.361	0.086	-11.002	68.817	0.701	0.231
	2		0.451	0.066	-26.301	59.707	0.521	0.184
	3		0.886	0.384	44.579	25.556	1.209	0.204
	4		0.762	0.093	-38.678	46.184	0.610	0.183
	5		0.432	0.034	3.610	69.448	0.357	0.247
	6		0.796	0.481	1.089	23.722	1.476	0.203
	7		0.951	0.196	21.602	22.175	0.711	0.200
	8		0.732	0.120	-40.053	46.929	0.629	0.194
	9		0.130	0.036	-66.926	71.281	0.595	0.175
	10		0.472	0.092	32.604	54.550	0.590	0.222
	11		0.955	0.439	-10.314	13.924	1.130	0.198
	12		0.634	0.065	5.673	58.618	0.443	0.210
	13		0.672	0.058	26.759	56.211	0.530	0.210
	14		0.148	0.018	-162.789	72.886	0.473	0.261
	15		0.423	0.042	9.225	69.448	0.642	0.223
	16		0.580	0.072	28.765	64.806	0.590	0.229
	17		0.853	0.367	17.305	19.482	1.149	0.200
	18		0.916	0.261	15.127	21.946	0.795	0.198
	19		0.821	0.297	10.601	15.185	0.904	0.201
	20		0.164	0.031	81.080	72.370	0.445	0.212
Média			0.607	0.162	-2.902	47.662	0.725	0.209
D.P.			0.272	0.152	49.861	22.057	0.299	0.021

		ADULTOS JOVENS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas durante a variação do estímulo	1		0.617	0.049	-15.299	55.925	0.468	0.181
	2		0.355	0.061	51.799	51.685	0.753	0.182
	3		0.792	0.093	5.558	56.956	0.499	0.221
	4		0.733	0.066	10.199	52.086	0.721	0.206
	5		0.397	0.026	61.769	62.915	0.364	0.245
	6		0.408	0.048	-22.691	74.948	0.829	0.231
	7		0.618	0.063	7.793	52.601	0.520	0.191
	8		0.652	0.049	17.648	46.986	0.428	0.171
	9		0.905	0.319	-1.547	24.066	1.050	0.209
	10		0.518	0.050	3.896	60.853	0.372	0.219
	11		0.267	0.054	-22.805	60.910	0.517	0.199
	12		0.909	0.266	4.412	15.013	0.914	0.198
	13		0.386	0.081	-9.455	56.727	0.561	0.207
	14		0.508	0.054	86.867	58.561	0.596	0.238
	15		0.200	0.064	-1.089	70.078	0.721	0.185
	16		0.458	0.043	106.062	54.893	0.442	0.209
	17		0.870	0.206	-31.229	29.624	0.959	0.195
	18		0.269	0.079	-17.706	66.010	0.699	0.197
	19		0.582	0.197	3.782	35.813	0.902	0.204
	20		0.189	0.060	-21.258	75.120	0.843	0.235
Média			0.532	0.096	10.835	53.088	0.658	0.206
D.P.			0.229	0.082	37.420	16.039	0.209	0.020

APÊNDICE F – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, nas tentativas após a variação do estímulo.

		IDOSOS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas após a variação do estímulo	1		0.952	0.671	1.910	32.776	0.490	0.202
	2		0.920	0.500	-13.332	33.310	0.363	0.204
	3		0.927	0.591	29.567	35.755	0.420	0.204
	4		0.577	0.391	-2.750	56.803	0.453	0.203
	5		0.714	0.320	-5.367	57.453	0.340	0.230
	6		0.927	0.698	-24.563	31.611	0.768	0.198
	7		0.844	0.594	-21.335	29.242	0.423	0.189
	8		0.768	0.532	-4.527	48.514	0.530	0.207
	9		0.861	0.513	-17.916	44.006	0.535	0.192
	10		0.845	0.495	-0.898	35.354	0.413	0.198
	11		0.869	0.350	-26.778	53.652	0.317	0.223
	12		0.911	0.471	13.294	39.270	0.368	0.208
	13		0.774	0.406	-5.596	52.239	0.470	0.214
	14		0.527	0.282	38.697	67.194	0.582	0.222
	15		0.807	0.413	-30.312	43.835	0.445	0.201
	16		0.648	0.327	-17.553	66.124	0.476	0.237
	17		0.887	0.401	8.213	38.353	0.392	0.201
	18		0.943	0.683	-6.303	28.421	0.384	0.201
	19		0.939	0.381	-3.858	32.623	0.308	0.200
	20		0.427	0.266	-2.044	68.531	0.372	0.239
Média		0.803	0.464	-4.573	44.753	0.443	0.209	
D.P.		0.152	0.133	17.547	13.229	0.106	0.014	

		ADULTOS JOVENS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Tentativas após a variação do estímulo	1		0.856	0.434	-15.738	39.804	0.650	0.188
	2		0.824	0.522	-25.613	42.880	0.510	0.211
	3		0.902	0.640	-16.159	30.694	0.414	0.196
	4		0.652	0.334	27.886	50.004	0.422	0.198
	5		0.741	0.350	-0.535	49.565	0.280	0.201
	6		0.615	0.411	11.708	55.237	0.452	0.201
	7		0.777	0.433	-18.546	42.746	0.507	0.203
	8		0.752	0.322	-4.317	50.214	0.467	0.210
	9		0.777	0.385	-1.528	41.982	0.408	0.198
	10		0.863	0.526	-10.925	55.619	0.552	0.224
	11		0.954	0.857	-14.669	28.707	0.576	0.203
	12		0.838	0.420	-4.890	40.053	0.353	0.209
	13		0.885	0.574	-16.502	37.894	0.542	0.195
	14		0.666	0.294	44.178	49.603	0.284	0.202
	15		0.919	0.707	-7.239	25.231	0.402	0.201
	16		0.564	0.321	9.455	59.306	0.325	0.212
	17		0.795	0.574	-7.946	43.930	0.617	0.195
	18		0.732	0.567	-15.853	49.908	0.747	0.199
	19		0.896	0.921	-3.209	36.748	0.636	0.194
	20		0.878	0.557	-11.517	40.377	0.461	0.205
Média			0.794	0.507	-4.098	43.525	0.480	0.202
D.P.			0.108	0.175	16.687	9.088	0.126	0.008

APÊNDICE G – Média e desvio padrão dos valores de coerência, ganho, fase relativa (graus), desvio angular (graus), amplitude média de oscilação (amo) (cm) e frequência média de oscilação (fmo) (Hz) referentes ao Experimento 2, de idosos e adultos jovens, na última tentativa em que ocorreu a variação do estímulo.

		IDOSOS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Última tentativa que ocorreu variação do estímulo	1		0.729	0.072	-17.018	61.254	0.512	0.219
	2		0.685	0.075	-5.272	48.934	0.651	0.198
	3		0.809	0.212	55.352	30.999	0.971	0.201
	4		0.783	0.059	-29.911	52.430	0.429	0.210
	5		0.577	0.028	2.464	62.342	0.318	0.188
	6		0.155	0.080	-1.089	79.819	0.987	0.196
	7		0.911	0.154	20.513	25.670	0.488	0.197
	8		0.724	0.097	-30.140	55.237	0.547	0.207
	9		0.061	0.014	-83.028	72.886	0.586	0.199
	10		0.080	0.021	53.919	65.093	0.630	0.200
	11		0.974	0.282	-16.560	13.523	0.756	0.199
	12		0.502	0.041	5.386	70.937	0.405	0.242
	13		0.500	0.077	38.620	54.206	0.636	0.203
	14		0.061	0.014	-73.058	74.891	0.578	0.212
	15							
	16		0.507	0.088	37.990	68.130	0.725	0.238
	17		0.652	0.154	-2.006	35.641	0.626	0.204
	18		0.721	0.176	15.528	28.937	0.704	0.199
	19		0.873	0.193	13.351	23.780	0.593	0.197
	20		0.125	0.023	-85.893	70.937	0.413	0.178
Média		0.549	0.098	-5.308	52.402	0.608	0.205	
D.P.		0.307	0.077	41.670	20.150	0.174	0.015	

		ADULTOS JOVENS						
		participante	coerência	ganho	fase relativa	desvio angular	amo	fmo
Última tentativa que ocorreu a variação do estímulo	1		0.121	0.027	2.922	72.141	0.541	0.205
	2							
	3		0.855	0.107	-22.805	42.116	0.468	0.197
	4		0.747	0.079	9.168	42.574	0.679	0.207
	5		0.661	0.053	23.780	60.509	0.319	0.217
	6		0.599	0.122	-5.157	43.720	0.917	0.212
	7		0.698	0.061	29.739	44.408	0.707	0.181
	8		0.783	0.055	8.939	50.481	0.441	0.210
	9		0.977	0.272	-3.495	15.643	0.920	0.200
	10		0.818	0.045	-58.847	65.895	0.444	0.201
	11		0.795	0.125	4.298	48.189	0.656	0.198
	12		0.956	0.183	-5.157	29.968	0.582	0.197
	13		0.712	0.096	-11.689	39.652	0.509	0.200
	14		0.784	0.047	94.488	47.788	0.399	0.204
	15		0.679	0.048	19.425	66.984	0.394	0.212
	16		0.324	0.036	89.846	60.108	0.419	0.175
	17		0.806	0.107	1.719	36.386	0.539	0.201
	18		0.084	0.019	-16.732	76.094	0.653	0.203
	19		0.731	0.219	19.310	32.375	1.018	0.202
	20		0.458	0.053	-39.021	67.901	0.370	0.211
Média			0.663	0.092	7.407	49.628	0.578	0.202
D.P.			0.249	0.068	36.772	16.027	0.200	0.010