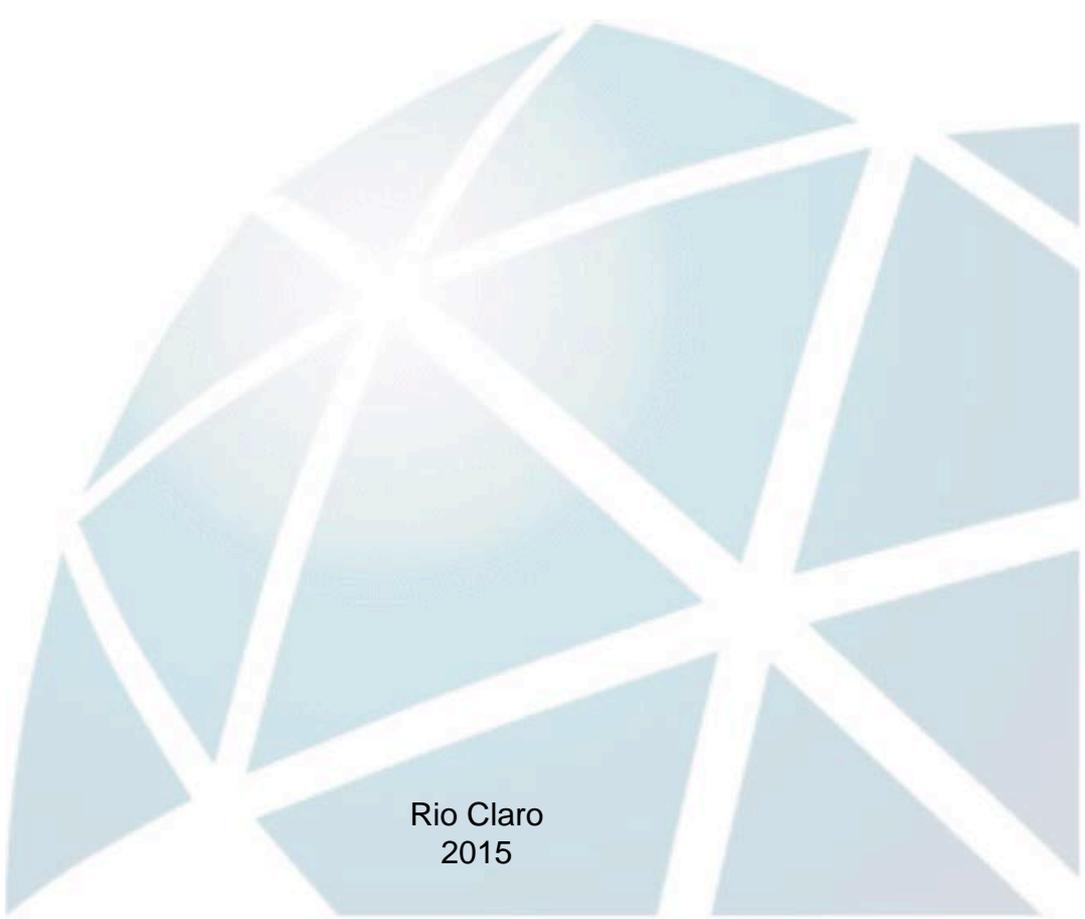

Educação Física

Giovanna Gracioli Genoves

**Efeitos de uma tarefa dupla e demandas da
tarefa no controle postural de adultos jovens**



Rio Claro
2015

Giovanna Gracioli Genoves

Efeitos de uma tarefa dupla e demandas da tarefa no controle postural de adultos jovens

Orientador: José Angelo Barela

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharela em Educação Física

Rio Claro
2015

796.022 Genoves, Giovanna Gracioli
G335e Efeitos de uma tarefa dupla e demandas da tarefa no
controle postural de adultos jovens / Giovanna Gracioli
Genoves. - Rio Claro, 2015
43 f. : il., gráfs.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Educação
Física) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Biociências de Rio Claro

Orientador: José Angelo Barela

1. Cinesiologia. 2. Controle motor. 3. Atenção. 4.
Demanda atencional. 5. Dual-task. I. Título.

Dedico esse trabalho ao meu herói, meu pai
e minha, sempre amorosa, mãe.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois sem ele nada foi possível. Agradeço ao meu pai, João Carlos Genoves (*in memoriam*) pelo amor incondicional e pelo exemplo de força para lidar com as situações mais difíceis. Para sempre estará em meu coração e será sempre meu herói. Agradeço a minha mãe pelo amor e incentivo de sempre continuar a perseguir meus sonhos. Amo muito vocês.

Agradeço ao meu, todo paciente, orientador (o melhor do mundo) Prof. Dr. José Angelo Barela, que sem ele não estaria onde estou hoje, que foi louco e aceitou ser meu orientador e desde aquele dia em diante não mediu esforços para me ajudar, me ensinou que ser paciente, organizada e que ler (e muito) iria fazer com que superasse meus limites a cada dia, que durante meu intercambio esteve sempre do meu lado. Nunca me deixou na mão e apesar de não estar todos os dias na UNESP nunca se mostrou ausente quando solicitado.

Durante os anos de graduação agradeço por toda a amizade construída no BLEF 2010, muitos já não estão tão presentes hoje, mas sempre pude aprender algo com cada um. Em especial agradeço a Mariana, por me aturar até hoje.

Quando iniciei a faculdade alguns professores foram de imprescindível importância para mim. Profa. Dra. Sara Quenzer Matthiesen que além de ser um modelo de professora no meio acadêmico para mim, com ela tive minha primeira bolsa e graças a ela me interessei pelo ramo acadêmico, o GEPPA e todos desse laboratório sempre terão um lugar especial no meu coração. Ao Prof. Dr. Sebastião Gobbi que me ensinou a ter, principalmente, paciência e ainda transmite conhecimento com as mais simples conversas nos corredores do DEF. A Prof. Dra. Lillian Bucken Gobbi que sempre foi uma inspiração de professora para mim. Ao Prof. Dr. Wilson do Carmo por sempre ter as palavras certas nos momentos de mais desespero e me ajudar a lidar com as pedras no caminho da graduação. A Profa. Dra. Cynthia Yukio Hiraga e Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini pelas conversas e por me ajudarem a sempre melhorar e me manter no caminho correto dentro do meio acadêmico.

Ao LEM por proporcionar a estrutura necessária para que o todo o crescimento científico ocorresse e em especial à Caroline Sanches que se tornou uma amiga incomparável, me ajudou a de tantas maneiras que nem tenho palavras para explicar.

Um agradecimento especial a todos os membros do LABORDAM em especial Prof. Paulo R. Higassiaraguti por todo o café, conversas, conselhos, por ser como um irmão para mim para sempre e sempre serei grata por cada minuto que passamos juntos no laboratório.

Ainda ao pessoal da cantina da UNESP, Rogério e Vanessa sempre me atenderam com um sorriso no rosto e animaram meu dia com um (muitos) cafés fresquinhos.

Esdras, Nazita, Lais, Alicinha, Livia, Natasha, Glorinha, Lucas, Vera (Anderson), Renan meus amigos do ciência sem fronteiras, amo muitos vocês! University of Tennessee e University of Maryland onde pude expandir meus conhecimentos durante o ano de 2014 com um incrível intercambio proporcionado pelo programa Ciência sem Fronteiras.

Por ultimo mas não menos importante a PROEX, CAPES, Cnpq, FAPESP por apoiar a pesquisa e extensão e financiar meus estudos.

RESUMO

Controle postural envolve um relacionamento complexo entre informação sensorial e ação motora. Em tarefas posturais mais difíceis, tem sido sugerido que este relacionamento entre informação sensorial e ação motora necessita ser mais preciso. Dessa forma a questão que surge é se nestes casos a demanda atencional seria maior. Portanto, o objetivo do presente estudo foi examinar os efeitos da realização de uma tarefa dupla no relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta com diferentes demandas de dificuldades em adultos jovens. Para tanto participaram 30 adultos jovens, com idade entre 18 a 25 anos de ambos os sexos, que mantiveram a posição em pé dentro de uma sala móvel, olhando um alvo posicionado na parede frontal da mesma. Os participantes foram distribuídos em um grupo de tarefa fácil (GTF), que mantiveram a posição com os pés paralelos, e um grupo de tarefa difícil (GTD), que mantiveram a mesma posição, porém sobre uma base de madeira com largura de 8 cm. Foram realizadas 9 tentativas, sendo a primeira com a sala estacionária. Nas demais tentativas, a sala foi movimentada de forma oscilatória, para frente e para trás. Nas quatro primeiras tentativas a sala foi movimentada e os participantes não foram informados sobre o movimento da mesma e em duas dessas tentativas os participantes realizaram contagem decrescente com intervalo de 3 valores, sendo caracterizada com uma tarefa dupla (100, 97, ...). Nas últimas quatro tentativas, os participantes foram informados sobre o movimento da sala e em duas destas tentativas, os mesmos tiveram que realizar a contagem. Para verificar os efeitos da manipulação visual foram utilizadas as variáveis: amplitude média de oscilação, coerência, ganho, fase, SFSA, variabilidade de velocidade e variabilidade de posição. Os resultados indicaram que manipulação visual induziu oscilação corporal em todos os participantes. Ainda o fornecimento da informação sobre o movimento oscilatório da sala móvel enfraqueceu a relação entre informação sensorial e ação motora, porém somente para tarefas posturais mais fáceis, a execução de uma tarefa concomitante com a tarefa postural não alterou a relação para tarefas posturais mais difíceis indicando que a demanda atencional para a execução dessa tarefa postural foi maior. Assim podemos concluir a demanda de atenção depende da dificuldade da tarefa, sendo que em casos de tarefas mais difíceis a demanda de atenção é mais elevada e, conseqüentemente, a alteração desse acoplamento é mais difícil.

ABSTRACT

Postural control has been understood as resulting from a complex relationship between sensory information and motor action. In difficult postural tasks, it has been suggested that this relationship between sensory and motor action information needs to be more precise the question arises whether in these cases the attentional demand would be higher. The objective of the study is to examine the effects of performing a dual task in the relationship between sensory information and body sway during maintenance of upright posture with different demands of difficulties for young adults. The participants were 30 young adults, aged 18 to 25 years of both sexes, who kept standing position inside a room, looking at a target positioned on the front wall of the same. Participants were divided into an easy task group (GTF), which maintained the position with feet parallel and a difficult task group (GTD), which maintained the same position, but on a wooden base with a width of 8 cm. In a total of nine trials were conducted, the first with the stationary area. In the other trials, the room was moved an oscillatory manner, forward and back. In the first four attempts the room was moved and participants were not informed about the movement of the same and two of those attempts the participants performed countdown with an regression interval of 3 values (100, 97, ...), dual task. In the last four attempts the participants were informed about the movement of the room, also in two of these attempts, they had to make the count. To check the effects of visual manipulation those variables were used: mean sway amplitude, coherence, gain, phase, SFSA, speed variability and variability position. The results indicated that visual manipulation induced body sway in all participants. Although the provision of information on the oscillatory motion of the moving room weakened the relationship between sensory information and motor action, however only for easier postural tasks, implementation of a concurrent task with postural task does not change the relationship to more difficult tasks indicating postural, the attentional demand for the implementation of this postural task is greater. So we can conclude the demand of attention depends on the difficulty of the task, and in cases of the most difficult tasks demand attention is higher and hence the change that engagement is more difficult.

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1: Exemplo da uma série temporal de oscilação corporal (Ocap) de um adulto jovem e do movimento da sala (SMap) na direção ântero-posterior, ao longo de uma tentativa. .23
- Figura 2: Média e desvio-padrão de amplitude média de oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura ereta nas condições experimentais..... 24
- Figura 3: Média e desvio-padrão de coerência entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura n as quatro condições experimentais..... 25
- Figura 4: Média e desvio-padrão de ganho entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura n as quatro condições experimentais. 26
- Figura 5: Média e desvio-padrão de fase entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura n as quatro condições experimentais. 27
- Figura 6: Média e desvio-padrão de SFSA entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura n as quatro condições experimentais. 28
- Figura 7: Valores de variabilidade de posição entre o movimento da sala na direção ântero-posterior com a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura ereta durante as quatro condições experimentais..... 28
- Figura 8: Média e desvio-padrão de variabilidade de velocidade entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura nas quatro condições experimentais. 29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. Controle Postural	12
2.2. Informação Visual e Controle Postural	14
2.3. Atenção e Controle Postural	15
3. OBJETIVO	18
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1. Participantes	19
4.2. Procedimentos	19
4.3. Tratamento de dados	20
4.4. Análise estatística	22
5. RESULTADOS.....	23
5.1. Amplitude média de oscilação.....	23
5.2. Coerência	24
5.3. Ganho	25
5.4. Fase.....	26
5.5. Amplitude de oscilação na frequência do estímulo (SFSA)	27
5.6. Variabilidade de Posição	28
5.7. Variabilidade de Velocidade	29
6. DISCUSSÃO	30
7. CONCLUSÃO	33
8. REFERÊNCIAS	34
9. ANEXO	41
9.1. Termo de consentimento livre e esclarecido.....	41
9.2. Comitê de ética	42

1. INTRODUÇÃO

Um dos atributos mais notáveis do ser humano é a capacidade de manter a posição bípede o que remete à habilidade de se deslocar na posição vertical apoiando no solo com os membros inferiores. Por mais simples que essa tarefa pareça, o ato de manter uma postura ereta e estável envolve um intrincado relacionamento entre informação sensorial, proveniente de diversos canais sensoriais, e a produção de atividade muscular coerente com os objetivos da tarefa de manter uma posição corporal.

Tradicionalmente, o funcionamento do controle postural foi considerado como sendo um processo automático do ser humano o qual demandava o mínimo de atenção e processamento neural. Contudo alguns estudos têm mostrado que tal afirmação não é condizente com a realidade de funcionamento deste sistema (Nashner, 1972; Black *et al.*, 1988). Assim, para que ocorra um funcionamento adequado do sistema de controle postural, há necessidade do envolvimento de diversos centros do sistema nervoso central, para integrar os muitos estímulos sensoriais, provenientes dos canais sensoriais, somatosensório, visual e vestibular, e produzir ação motora apropriada visando manter o equilíbrio e a orientação postural nas mais diversas atividades que realizamos no nosso cotidiano (Nashner, 1981; Horak e Macpherson, 1996).

Considerando a importância e complexidade da relação sensório-motora no controle postural, diversos estudos têm procurado entender como esse relacionamento ocorre (Freitas Junior e Barela, 2004; Barela *et al.*, 2009). Neste caso, a manipulação da informação visual é comumente utilizada como uma ferramenta para observar esse relacionamento e como o mesmo influencia o desempenho e o funcionamento do sistema de controle postural durante mudanças e/ou manutenção de uma dada orientação postural. Por exemplo, o simples fato de provocar privação da informação visual, enquanto outras informações sensoriais são mantidas, causa um aumento na oscilação corporal (Bronstein, 1986). Em situações mais complexas em que o cenário visual é manipulado, por exemplo a partir de movimentos de uma sala móvel, a imagem projetada na retina se desloca e na tentativa de manter a projeção inalterada o sistema de controle postural produz oscilação corporal correspondente à manipulação visual, criando movimento corporal oscilatório coerente com a manipulação do cenário visual (Lestienne *et al.*, 1977; Stoffregen, 1985).

É importante mencionar que em situações de manipulação do cenário visual que envolvem pequenas amplitudes, oscilação corporal é desencadeada sem que a pessoa tenha conhecimento discriminativo sobre tal oscilação. Por outro lado, quando a pessoa é informada

sobre a manipulação visual e solicitada a resistir à influência da mesma ocorre uma diminuição significativa da oscilação corporal (Freitas Junior e Barela, 2004; Barela *et al.*, 2014b). Tais resultados sugerem que, em algumas situações, o relacionamento entre informação sensorial e ação motora no controle postural pode ocorrer sem envolvimento consciente por parte da pessoa e, em outras situações, esse relacionamento demanda atenção e/ou conhecimento prévio (Barela, Weiglet *et al.* 2014). A hipótese de que os centros superiores do sistema nervoso central atuam ativamente na dinâmica do controle postural implica assumir que demanda atencional, mesmo que mínima, faz-se necessária para a realização de tarefas posturais (Woollacott e Shumway-Cook, 2002).

A capacidade de processamento de informação do ser humano é limitada, ao realizar uma tarefa ou mais a demanda de atenção é alterada dando prioridade à uma ou outra tarefa (Siu e Woollacott, 2007). Como o sistema de controle postural também envolve e demanda atenção, surge a hipótese que esse sistema pode sofrer negativamente quando existe situações de atenção dividida. Estudos vem mostrando que a demanda de atenção exigida para a manutenção do equilíbrio e da postura aumenta quando há alterações na orientação da postura (Nashner, 1976; Lajoie *et al.*, 1993) . Neste caso, foi observado mudanças no comportamento postural quando a base de apoio sofreu mudanças, o reajuste do posicionamento dos pés (paralelos, em linha ou apoio em um pé) influenciou diretamente no aumento da oscilação corporal nas direções anteroposterior quanto na médio-lateral (Remaud *et al.*, 2012).

Apesar do aumento de conhecimento sobre o uso de informação sensorial pelo controle postural, o efeito da atenção no sistema de controle postural ainda é pouco conhecido. Mais ainda, pouco é conhecido sobre possíveis interações entre dificuldade da tarefa e a exigência de demanda de atenção no controle postural de adultos jovens. Dessa forma, esse estudo tem por objetivo examinar os efeitos da realização de uma tarefa dupla no relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta em diferentes demandas de adultos jovens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Controle Postural

Uma situação onde um objeto permanece inerte requer obrigatoriamente que o seu centro de gravidade esteja dentro da área de sua base de suporte. Essa regra também se aplica aos seres humanos. Durante a manutenção da postura ereta, o centro de gravidade, ponto imaginário localizado perto do umbigo quando ficamos na posição em pé, fica mais alto e a base de suporte, nesse caso a superfície coberta pelo pé, é reduzida o que dificulta a manutenção de uma postura ereta e estável (Warren *et al.*, 1996). Figuradamente o modelo de um pendulo invertido ilustra essa situação, indicando as dificuldades em manter o corpo na orientação postural em pé.

Segundo Horak e Macpherson (1996), o sistema de controle postural apresenta dois objetivos comportamentais: orientação e equilíbrio postural. Orientação postural refere-se ao posicionamento do corpo no ambiente e até mesmo de partes do corpo em relação a outras partes e destas partes em relação ao ambiente. Neste caso, a posição em pé, por exemplo, implica que os diversos segmentos corporais sejam orientados entre si e em relação ao ambiente, para que tal orientação corporal seja alcançada. Orientação postural refere-se às forças atuando no corpo, que devem ser controladas e balanceadas de tal forma que a orientação postural desejada seja mantida ou alcançada. Neste caso, a busca do equilíbrio postural implica em um estado no qual todas as forças atuantes no corpo humano estão balanceadas.

Considerando os dois objetivos comportamentais, apresentados por Horak e Macpherson (1996), a realização de qualquer tarefa postural envolve diversos fatores e sistemas que devem funcionar de forma apropriada. Por exemplo, a manutenção da postura ereta, que parece uma tarefa trivial considerando a aparente facilidade que temos para realizá-la, envolve uma complexa interação entre diversos sistemas. Durante a manutenção da postura ereta, informação sensorial deve ser obtida de forma a indicar a posição dos diversos segmentos corporais em relação aos demais segmentos e em relação ao ambiente. Ainda, informação sensorial também deve ser obtida de forma a indicar as forças atuando no corpo. Portanto, informação sensorial deve propiciar condições para que a pessoa identifique a orientação e as forças atuando em cada segmento corporal e, conseqüentemente, no corpo como um todo. Com base nestas informações, o sistema de controle postural deve produzir

atividade muscular correspondente para manter ou alterar a posição dos segmentos corporais de forma a manter a orientação postural desejada (Horak & Macpherson, 1996).

Todo esse funcionamento do sistema de controle postural torna-se ainda mais complicado, pois informação sensorial é alcançada a partir de integração de estímulos sensoriais provenientes de diversos canais sensoriais. O controle postural utiliza estímulos sensoriais provenientes dos sistemas visual, vestibular e somatosensorio (Nashner, 1976). Estímulos sensoriais provenientes de uma variedade de fontes, embora dificultam o uso dos mesmos, possibilitam o conhecimento do ambiente que nos cerca e o conhecimento da relação do corpo com esse ambiente, informando sobre a posição relativa dos segmentos corporais e das forças atuando neste corpo nas mais variadas situações.

Além dos muitos estímulos sensoriais, o sistema de controle postural também tem que controlar um corpo que é composto por muitos segmentos corporais, cada qual com muitos grupos musculares e possibilidade de controle. Portanto, após obter informação precisa sobre a orientação corporal e das forças atuando neste corpo, o sistema de controle postural precisa especificar atividade muscular para um número enorme de grupos musculares com o objetivo de manter a orientação postural desejada.

A tarefa do controle postural é ainda mais complexa, pois é impossível para o ser humano manter uma posição totalmente estática. Mesmo durante a postura em pé, por exemplo, diversas forças atuam no corpo de forma a mantê-lo em constante movimento e que precisa ser controlado. Dessa forma, mesmo em uma posição relativamente estática, o equilíbrio postural é um equilíbrio dinâmico, pois contrações musculares ajustam movimentos, para que o centro de gravidade do corpo esteja sempre contido no perímetro da base de suporte (Warren *et al.*, 1996).

As primeiras explicações sobre o funcionamento do controle postural foram baseadas em respostas automáticas e atividade reflexa (Horak, 1987). No final do século passado, o controle postural passou a ser entendido como uma atividade mais complexa que envolve a participação dos centros superiores do sistema nervoso central (Horak, 1987; Runge *et al.*, 1998). Considerando a relação entre informação sensorial e atividade muscular inerente na manutenção de uma dada orientação postural, diversos estudos têm buscado examinar como esse relacionamento é alcançado. Mais ainda, o entendimento desse relacionamento pode fornecer informação importante sobre o funcionamento do controle postural em humanos.

2.2. Informação Visual e Controle Postural

A manutenção da postura é baseada em uma complexa relação entre informação sensorial e ação motora. Uma das informações sensoriais que influenciam diretamente nessa relação é a informação visual. Estímulos visuais fornecem informações sobre o ambiente em volta e é através desse canal que percebemos o movimento do nosso corpo e objetos e também de sua velocidade de movimento. Os primeiros estudos que investigaram a importância da qualidade da informação visual no controle postural foram realizados por Edwards (1946), quando o indivíduo fechou os olhos ou a iluminação do ambiente foi reduzida a completa escuridão, foi observado que o valor da oscilação corporal chegou a dobrar. A partir desse estudo pioneiro diversos outros estudos observaram que privação da visão provoca aumento da magnitude da oscilação corporal em adultos (Gantchev *et al.*, 1971).

Na realidade, a privação da informação visual não compromete o funcionamento coerente do controle postural, mas faz com que o sistema dependa de outros canais sensoriais e com isso aumente a oscilação corporal.

Uma explicação sobre o uso da informação visual para atenuar a oscilação corporal é através da percepção do ambiente pelo sistema visual percebendo o deslocamento do panorama de imagem do ambiente na retina do observador. Durante a manutenção de qualquer postura, com os olhos abertos, o cenário em volta do observador é projetado diretamente na retina do mesmo. Quando o cenário não sofre alteração essa situação é entendida como sem movimento, estacionária, porém quando há o aumento do cenário percebido na retina do observador essa situação é interpretada como movimento do observador, um deslocamento para frente, o que poderia causar desequilíbrio, quase imediatamente após a constatação dessa mudança no ambiente atividade muscular é desencadeada corrigindo a postura a fim de minimizar as possíveis variações de movimento do cenário na retina do observador.

Diferentemente de um cenário estacionário que pode auxiliar na estabilização corporal, um cenário que é movimentado pode induzir oscilação corporal. O movimento de um cenário ao redor de um indivíduo, que se mantém estacionário a esse ambiente, pode causar uma ilusão de movimento e desencadear oscilação corporal correspondente a magnitude do movimento do cenário. (Lestienne *et al.*, 1977).

No início da década de setenta, Lee e colaboradores conduziram os primeiros estudos que desencadearam uma oscilação corporal utilizando a manipulação da informação visual (Lishman e Lee, 1973; Lee e Aronson, 1974). Utilizando como ferramenta uma “sala móvel”,

composta de tres paredes e um teto que podiam ser movimentadas na direção ântero-posterior de forma independente do chão, sujeitos era posicionados de frente para o fundo da sala e quando a sala era movimentada respostas posturais correspondentes eram observadas.

Freitas Júnior e Barela (2004) utilizaram o paradigma da sala móvel para verificar os efeitos do conhecimento prévio da manipulação visual nas respostas posturais desencadeadas por tal manipulação. Para tanto, um grupo foi informado sobre o movimento da sala enquanto o outro não tinha tal conhecimento. Os resultados mostraram que o grupo que tinha conhecimento foi menos influenciado pela manipulação da informação visual, do que o grupo que não tinha conhecimento. Apesar de ser menos influenciado, o grupo com conhecimento não conseguiu evitar totalmente a influencia dos estímulos visuais (Freitas Junior e Barela, 2004)

Recentemente Barela *et al.* (2014a) utilizando a sala móvel examinou a diferença entre o conhecimento prévio da movimentação do cenário e o conhecimento, dessa movimentação. Adquirido através de um mudança de grande magnitude. Os sujeitos desse estudo iniciaram o mesmo protocolo experimental, quando metade dos sujeitos foram informados sobre o movimento da sala móvel, a outra metade experiênciou uma maior magnitude de movimento (maior amplitude e movimento) da sala móvel sendo nesse momento perceber o movimento descarado da sala móvel. Os resultados mostraram que ambos diminuíram a oscilação corporal após saberem do movimento, ainda a influencia do movimento do cenário foi menor nas tentativas subsequentes.

Ambos os estudos (Freitas Junior e Barela; Barela *et al.*) demonstraram que o conhecimento o cenário em volta altera o relacionamento entre informação sensorial e ação motora e conseqüentemente a resposta do controle postural. Uma possível explicação para esses resultados é que sabendo que a informação a ser recebida pelo canal sensorial da visão sofreria alterações o sistema de controle postural diminui, mas não exclui, a influência da visão no controle postural e passa a se basear mais em outros canais sensoriais. Porém quais poderiam ser as alterações no controle postural se além de saber da alteração no cenário a atenção dedicada a perceber mudanças no estímulo visual estivesse focada em outra tarefa?

2.3.Atenção e Controle Postural

O sistema de controle postural, inicialmente foi considerado um processo automático, sugerindo que esse sistema, para seu funcionamento, faça o mínimo uso da demanda de atenção. A atenção é um processo cognitivo pelo qual é possível focalizar em estímulos

sensoriais e estabelecer relação entre eles (Woollacott e Shumway-Cook, 2002). Segundo Schmidt e Wrisberg (2008), o conceito de atenção é explicado como a capacidade de processamento de informação, porém, essa capacidade é limitada.

Estudos recentes sugerem, contrariamente do que era considerado, que o controle postural demanda atenção significativa e que, também, essa demanda atencional varie de acordo com a dificuldade da tarefa empregada (Rankin *et al.*, 2000). Pesquisas que estudam o efeito da atenção no controle postural usam do paradigma da tarefa dupla para examinar essa relação. A tarefa dupla é usada para avaliar o compartilhamento da capacidade de atenção entre, manter uma postura ereta estável, considerada a tarefa primária a ser realizada e uma tarefa cognitiva secundária. Para que esse sistema funcione três suposições são necessárias: a capacidade de atenção é limitada; realizar uma tarefa requer parte dessa capacidade de atenção e; se duas tarefas forem realizadas ao mesmo tempo necessitem mais atenção do que o limite disponível uma ou ambas tarefas poderiam ser prejudicadas.

O primeiro estudo relacionando a demanda de atenção e o controle postural foi feito por Kerr *et al.* (1985) com adultos jovens. Esse estudo comparou o desempenho de uma tarefa de memória cognitiva em diferentes tarefas posturais e concluiu que o controle postural demanda atenção, contudo, diferentes tarefas cognitivas interferem de maneira diferente no controle postural. Lajoie *et al.* (1993) compararam diferentes tarefas posturais, com diferentes níveis de complexidade, posição sentado, em pé com uma base de apoio ampla, em pé com os pés paralelos e andando, com o tempo de reação à uma tarefa cognitiva. Os resultados sugerem que quanto maior o nível de complexidade da tarefa postural maior é o foco atenção para essa tarefa como consequência a performance da tarefa cognitiva foi prejudicada.

Yardley *et al.* (1999) questionaram o efeito da execução de uma segunda tarefa durante a manutenção da postura ereta. Participantes foram testados em três diferentes tarefas cognitivas, contar em silêncio, repetir números e contar em voz alta, sendo que um grupo permaneceu em uma base estável e outro em uma base instável. Quando repetiram números em voz alta os sujeitos obtiveram maiores valores de oscilação corporal. Os resultados mostram que a tarefa postural não afetou a tarefa cognitiva, mas a tarefa cognitiva afetou a tarefa postural. Os autores concluíram que com menos capacidade de atenção disponível para a tarefa postural, essa ficou prejudicada durante a performance da tarefa cognitiva (Rankin *et al.*, 2000; Brauer *et al.*, 2001)

Prioli, A. C. *et al.* (2006) examinou a influência da informação visual e diferentes demandas de atenção para manter a postura ereta em diferentes tipos de base de suporte, essas bases de suporte foram determinadas a partir do posicionamento dos pés paralelos, na posição

calcanhar-dedo e paralelos sobre uma base de madeira o que limitava a base de suporte. Quando os sujeitos foram privados da informação visual foi observado que a oscilação corporal aumentou quando comparado com as tentativas de olhos abertos e ainda ficaram menos estáveis durante a manutenção da postura ereta com os pés sobre a base de suporte reduzida. Indicando que a manutenção da postura ereta demanda mais atenção e foco, dependendo da dificuldade da tarefa.

Com base nos resultados dos estudos de atenção e de diferentes demandas de tarefa, é possível sugerir que para realização de uma tarefa postural, faz-se necessário o uso da atenção. Ainda, com o aumento da dificuldade da tarefa postural, maior demanda atencional é requerida. Apesar desses indicativos, nenhum estudo observou essa possível interação no relacionamento entre informação sensorial e ação motora. Esse estudo pretende preencher essa lacuna.

3. OBJETIVO

O objetivo geral desse estudo foi examinar os efeitos da realização de uma tarefa dupla no relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta com diferentes demandas de dificuldade em adultos jovens.

A hipótese é que a realização de uma tarefa concomitante altera o funcionamento do sistema de controle postural, com os participantes sendo mais influenciados pela manipulação sensorial. Ainda, o efeito da alteração no controle postural decorrente da tarefa concomitante será maior na tarefa postural de maior dificuldade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1.Participantes

Participaram desse estudo 30 adultos jovens, idade entre 18 e 25 anos ($21,7 \pm 2,1$ anos), de ambos os sexos, recrutados por meio de convite verbal e/ou convites realizados em mídias sociais. Esses participantes não deveriam apresentar nenhum comprometimento neuromuscular que afetasse o desempenho durante o experimento. Os participantes foram distribuídos de forma aleatória em dois grupos: grupo de tarefa fácil (GTF) e grupo de tarefa difícil (GTD). A participação de todos esteve condicionada a autorização, com a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 01), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências. UNESP/RC (Anexo 02), e todos tiveram plena liberdade de interromper a participação no estudo a qualquer momento.

4.2.Procedimentos

Cada participante fez uma visita ao Laboratório para Estudos do Movimento (LEM – Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP – RC). Após a explicação dos objetivos e dos procedimentos, o participante assinou o termo de consentimento antes do início dos procedimentos experimentais.

Os participantes permaneceram em pé dentro de uma “sala móvel” durante todo o experimento. Esta sala é constituída de três paredes e um teto montado sobre quatro rodas que deslizam sobre trilhos, possibilitando o movimento da sala, para frente e para trás, independente do chão. As dimensões desta sala são 2,1 x 2,1 x 2,1 metros (altura, largura e comprimento). Uma lâmpada foi afixada no teto da sala e mantida acesa, ao longo do experimento, para manter as condições de luminosidade constante ao longo dos procedimentos experimentais e entre tentativas. O movimento da sala foi produzido por um motor AC (Ottome, modelo SM23 SSF1192108) e drive para motor (Ottome, MBD 2278AC), controlados por computador utilizando o programa Motion Planner 4.3.

Os participantes do GTF mantiveram a postura ereta dentro da sala móvel e sobre uma plataforma de força. (Marca Kirstler, modelo 9286-A), com os pés paralelos e aproximadamente na largura do quadril, com braços relaxados ao lado do corpo e fixando o olhar na parede frontal da sala. Os participantes do GTD mantiveram a mesma postura, porém com os pés posicionados sobre um suporte de madeira de 8 cm de largura e 2 cm de altura,

propiciando uma base de suporte reduzida (Prioli, Ana Caroline *et al.*, 2006). Dessa forma, a manutenção da postura em pé foi dificultada, pois não ocorreu o contato dos dedos e da área do calcanhar no chão, reduzindo a base de suporte na direção ântero-posterior.

Participantes de ambos os grupos realizaram 9 tentativas, cada uma com 60 segundos de duração, sendo solicitado aos participantes que mantenham a postura em pé o mais estável possível durante cada tentativa. A primeira tentativa foi sem movimento da sala, com olhos abertos e fixados em um alvo. Nas demais tentativas, a sala foi movimentada, para frente e para trás com amplitude de 0,6 cm e velocidade de 0,6 cm/s) (Prioli, Ana Caroline *et al.*, 2006). Nas primeiras tentativas em que a sala foi movimentada (tentativas 2, 3, 4 e 5), os participantes não foram informados sobre o movimento da sala. Nas 4 tentativas subsequentes (tentativas 6, 7, 8 e 9), os participantes foram informados sobre o movimento da sala e que o mesmo desencadeia oscilação corporal, porém que deveriam resistir à influencia da manipulação visual, evitando oscilar junto com a sala. Em 2 destas tentativas, os participantes mantiveram a postura em pé, resistindo ao movimento da sala, porém realizando uma tarefa de contar em ordem decrescente, a partir de 100, com intervalo de 3 (e.g., 100, 97, 94, 91, 88 ...). A ordem para realização dos blocos de tentativas de resistir ao movimento da sala e de realizar a contagem em ordem decrescente foi definida aleatoriamente a partir de sorteio. Estimativa de oscilação corporal dos participantes foi obtida a partir das forças aplicadas na plataforma de força, possibilitando a estimativa do centro de pressão. O movimento da sala na direção ântero-posterior, foi obtido a partir de um eletrogoniômetro (Marca EMG – System do Brasil). Os dados da plataforma de força e eletrogoniômetro foram coletados via sistema OPTOTRAK, utilizando a unidade de dados analógicas, ODAU II, a uma frequência de amostragem de 100Hz.

4.3.Tratamento de dados

Após a obtenção dos dados da plataforma de força o centro de pressão foi calibrado, para as direções ântero-posterior e médio-lateral. Posteriormente, o centro de pressão e a posição da sala móvel foram filtrados, filtro passa-baixa digital Butter Worth, frequência de controle de 5Hz. Para fins de análise futuras, o centro de pressão, na direção ântero-posterior, foi utilizado como indicador de oscilação corporal e a posição da sala móvel, como indicador da manipulação visual.

O desempenho do controle postural foi examinado a partir da magnitude de oscilação corporal. Para tanto, a amplitude média de oscilação, que corresponde à variabilidade ao redor

da média em cada tentativa, foi calculada obtendo o desvio padrão após a subtração de um polinômio de primeira ordem e da média dos valores centro de pressão na direção ântero-posterior de uma tentativa. Neste caso, valores menores/maiores da amplitude média de oscilação indicam maior/menor estabilidade durante a manutenção posição em pé.

O relacionamento entre informação visual e oscilação corporal foi examinado a partir das variáveis de coerência, ganho, fase, amplitude de oscilação na frequência do estímulo (SFSA – Stimulus Frequency Sway Amplitude), variabilidade de posição e variabilidade de velocidade. A coerência foi utilizada para examinar a força do relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala será analisado, sendo que coerência indica a dependência/independência dos dois conjuntos de valores no domínio de frequência. Valores de coerência próximos de 1/0 indicarão que a oscilação corporal esta fortemente/fracamente relacionada com o movimento da sala. Neste caso, a coerência será obtida na frequência de apresentação do estímulo (movimento da sala), especificamente, na frequência de 0,2 Hz.

Para o cálculo do ganho e da fase, uma Frequency-Response Function (FRF) foi computada a partir dos dados de oscilação corporal dos participantes e do estímulo visual proveniente da sala para cada participante e tentativa. Esta função consiste em dividir as transformações de Fourier da oscilação corporal pelas transformações de Fourier dos estímulos visuais, gerando uma função de valores complexos (transfer function). A partir destes valores complexos, as variáveis de ganho e fase foram calculadas para cada tentativa. O ganho foi computado obtendo o valor absoluto dos valores complexos e indicará a magnitude da influência do estímulo visual na oscilação corporal na frequência do estímulo. Valores de ganho de 1 significam que a amplitude do espectro de oscilação corporal é igual à amplitude do espectro do movimento da sala. Valores de ganho maiores ou menores que 1 significam que a amplitude do espectro da oscilação corporal foi maior ou menor que a amplitude do espectro do movimento da sala, respectivamente. A fase foi computada obtendo o argumento dos valores complexos da transfer function, convertidos de radianos para graus, e indicaram o relacionamento temporal entre o estímulo visual e a oscilação corporal. Valores positivos de fase indicam que a oscilação corporal esteve à frente do movimento da sala e valores negativos indicam que a oscilação corporal apresentou um atraso com relação ao movimento da sala.

Amplitude de oscilação na frequência do estímulo, Stimulus Frequency Sway Amplitude (SFSA), é o valor da amplitude do espectro na frequência em que o estímulo foi manipulado, neste caso, na frequência de 0,2Hz e indica a influência do estímulo visual na

oscilação corporal. Quanto maior o valor de SFSA, maior foi a oscilação desencadeada pelo movimento da sala.

Variabilidade de posição e variabilidade de velocidade da oscilação corporal foram computadas obtendo o desvio padrão da trajetória de oscilação corporal após o componente de oscilação corporal correspondente à frequência do estímulo visual ser removido, obtendo assim a trajetória residual (c.f., Jeka *et al.*, 2000). A variabilidade de posição e velocidade indicaram a amplitude de oscilação corporal em frequências diferentes da frequência do estímulo visual (0,2 Hz). Valores elevados de variabilidade indicam que a oscilação foi realizada em frequências diferentes da do estímulo visual. Por outro lado, valores baixos de variabilidade indicam que a oscilação corporal foi realizada na frequência do estímulo visual.

Considerando o objetivo do presente estudo, apenas as tentativas em que a sala móvel foi movimentada foram analisadas e os respectivos dados são apresentados. O cálculo das variáveis foi realizado por rotinas específicas, escritas na Linguagem Matlab (MathWorks Inc.). Considerando que, finalmente duas tentativas para cada condição experimental foram feitas, a média dessas tentativas em cada uma das condições foi calculada e utilizada para análise estatística.

4.4. Análise estatística

Considerando que a manipulação visual, quando ocorreu, foi na direção anteroposterior, com movimentos da sala para frente e para trás em relação ao participante, as análises envolvendo a relação entre estímulo sensorial e oscilação corporal foram realizadas apenas nesta direção.

Análises estatísticas envolveram análises de variância (ANOVAs), tendo como fatores os dois grupos (GTF e GTD) as quatro condições: sem informação e sem contagem; sem informação e com contagem; com informação e sem contagem; e com informação e com contagem. com movimento e sem informação; sendo este último fator tratado como medidas repetidas. As variáveis dependentes serão as variáveis mencionadas (coerência, ganho, fase, SFSA, variabilidade de posição e de velocidade e amplitude média de variância). Quando necessário, testes post hoc de Tukey (HSD) foram realizados, sendo que todas as análises realizadas foram feitas utilizando o software SPSS e o nível de significância mantido em 0,05.

5. RESULTADOS

A manipulação de informação visual, proveniente do movimento da sala móvel, induziu oscilação corporal correspondente em adultos jovens. A Figura 1 apresenta o exemplo de uma tentativa com oscilação corporal, na direção ântero-posterior de um adulto jovem e do movimento da sala. É possível perceber que a oscilação corporal acompanhou o movimento da sala móvel ao longo dos 60 segundos, com oscilação corporal coerente com a manipulação visual.

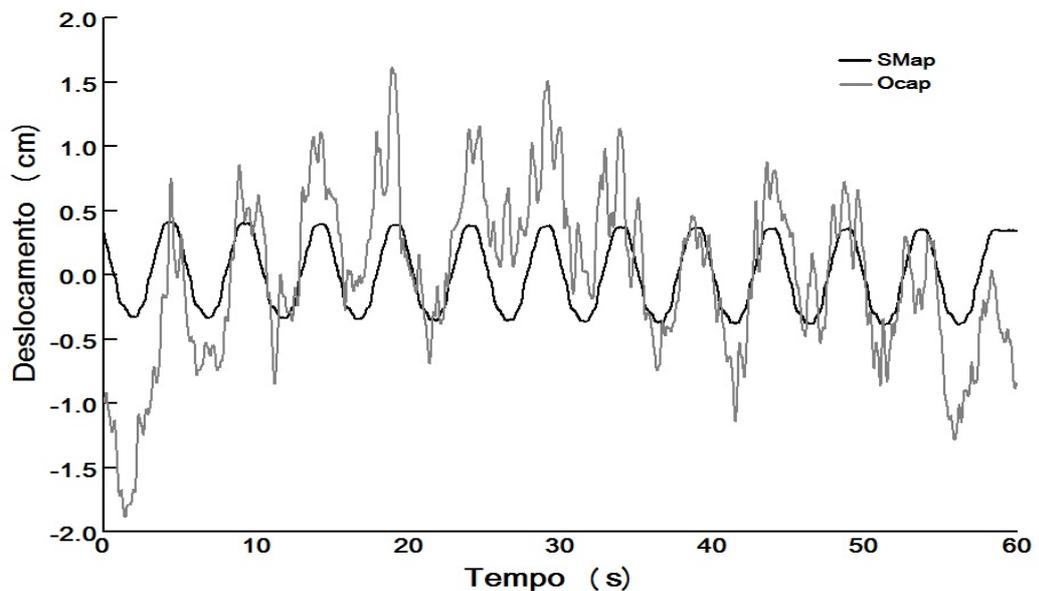


Figura 1: Exemplo de uma série temporal de oscilação corporal (Ocap) de um adulto jovem e do movimento da sala (SMap) na direção ântero-posterior, ao longo de uma tentativa.

5.1. Amplitude média de oscilação

A Figura 2 apresenta os valores da amplitude média de oscilação para ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=73.088$, $p<0,001$, e condição, $F(3,84)=10,064$, $p>0,001$, porém não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)=1,654$, $p>0,5$. A magnitude da oscilação corporal foi maior para o grupo da tarefa difícil do que para o grupo da tarefa fácil. Testes post hoc indicaram que a magnitude de oscilação corporal diminuiu após a informação sobre o movimento da sala, quando comparado com a magnitude de oscilação corporal nas tentativas sem informação sobre o movimento da sala.

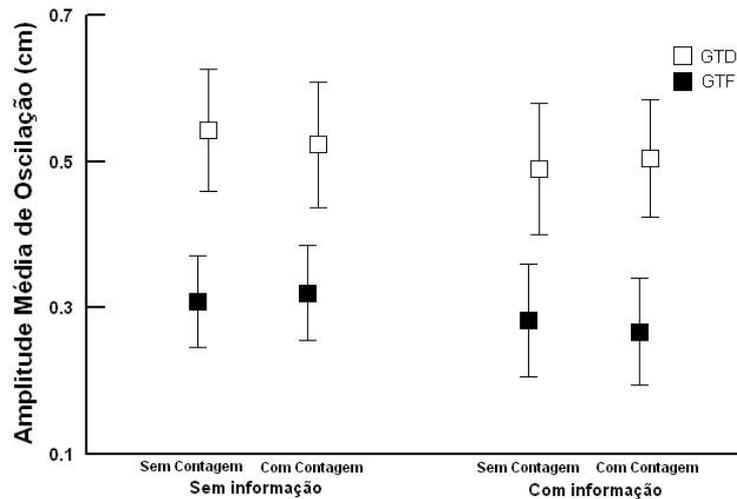


Figura 2: Média e desvio-padrão de amplitude média de oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura ereta nas condições experimentais.

5.2. Coerência

A Figura 3 apresenta os valores de coerência para os ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=6,255$, $p<0,001$, e condição, $F(3,84)=6,079$, $p<0,001$, e interação grupo e condição, $F(3,84)=4,635$, $p<0,005$. Testes post hoc indicaram que nas condições sem informação os valores de coerência foram similares entre os grupos, porém após a apresentação da informação sobre o movimento da sala os valores de coerência para GTF diminuíram e se tornaram diferentes dos valores observados para o GTD. Finalmente, os valores de coerência não foram diferentes entre os grupos na condição com informação e com a tarefa de contagem.

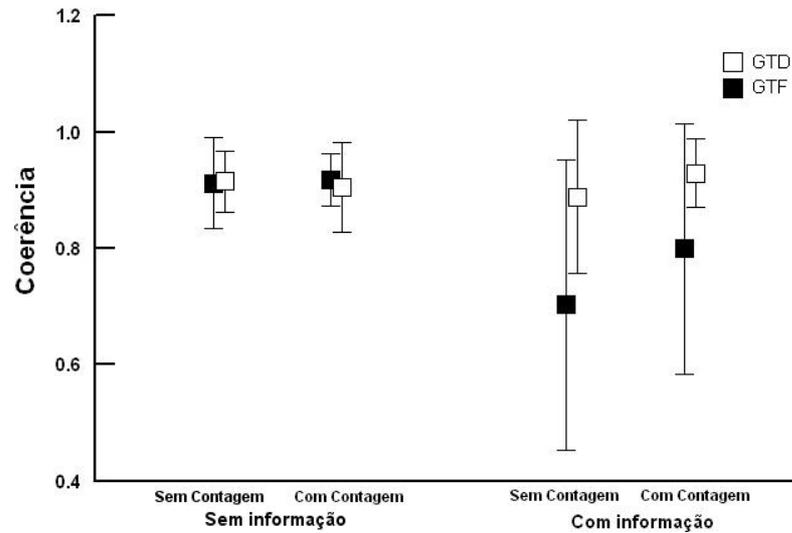


Figura 3: Média e desvio-padrão de coerência entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura nas quatro condições experimentais.

5.3. Ganho

A Figura 4 apresenta os valores de ganho para ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=67,146$, $p<0,001$, e condição, $F(3,84)=12,683$, $p<0,001$, porém não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)= 2,165$, $p>0,5$. A indução da oscilação corporal, decorrente da manipulação da visão, foi maior para o grupo de tarefa difícil do que para o grupo de tarefa fácil. Ainda, testes post hoc indicaram que após o fornecimento da informação sobre o movimento da sala, ambos os grupos foram menos influenciados pela manipulação visual, indicados pela redução dos valores de ganho.

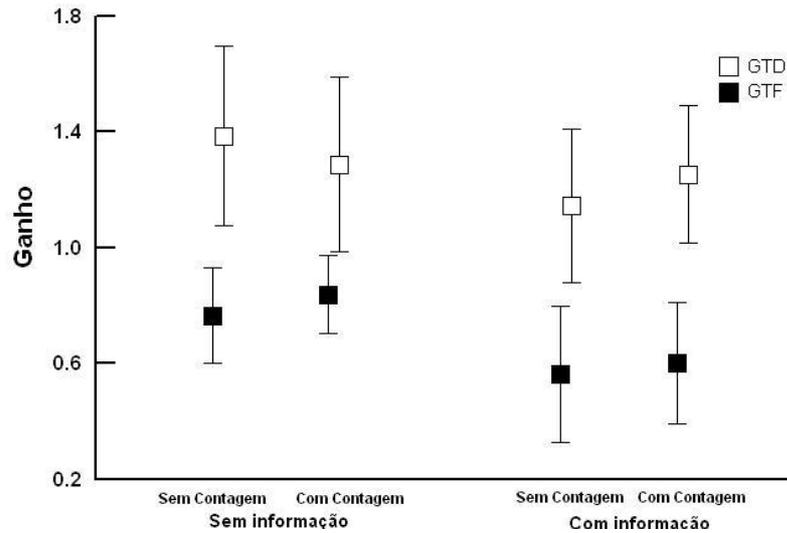


Figura 4: Média e desvio-padrão de ganho entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura n as quatro condições experimentais.

5.4.Fase

A Figura 5 apresenta os valores de fase para ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=17,976$, $p<0,001$, e condição, $F(3,84)=3,932$, $p<0,001$, porém não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)= 0,520$, $p>0,5$. Valores de fase indicaram que a oscilação corporal do grupo de tarefa difícil esteve a frente do movimento da sala. Diferentemente, a oscilação corporal do grupo de tarefa fácil esteve atrasado com relação ao movimento da sala. Testes post hoc indicaram que os valores de fase para a tentativa sem informação e sem contagem foram menores aos observados para as demais condições.

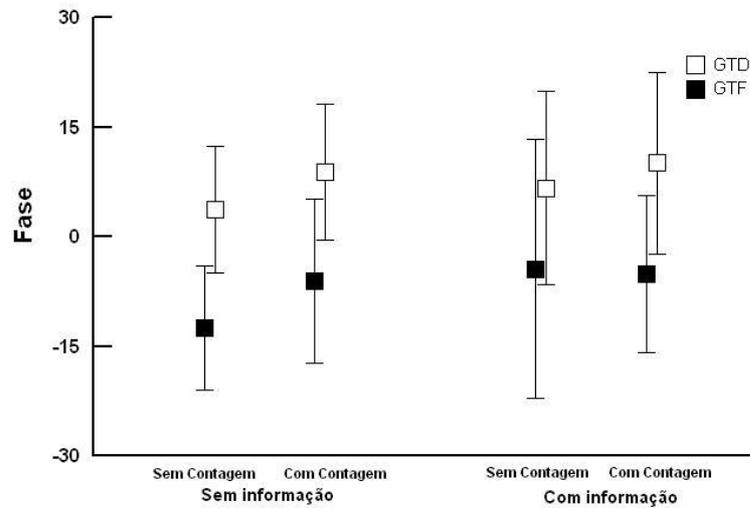


Figura 5: Média e desvio-padrão de fase entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura nas quatro condições experimentais.

5.5. Amplitude de oscilação na frequência do estímulo (SFSA)

A Figura 6 apresenta os valores de SFSA para ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=69,889$, $p<0,001$, e condição, $F(3,84)=15,539$, $p<0,001$, porém não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)=69,889$, $p>0,5$. A manipulação visual desencadeou maior magnitude a oscilação corporal no grupo de tarefa difícil do que no grupo de tarefa fácil. Ainda, testes post hoc mostraram que após o fornecimento da informação sobre o movimento da sala, a oscilação corporal causada pela manipulação visual, apresentou menor magnitude para ambos os grupos.

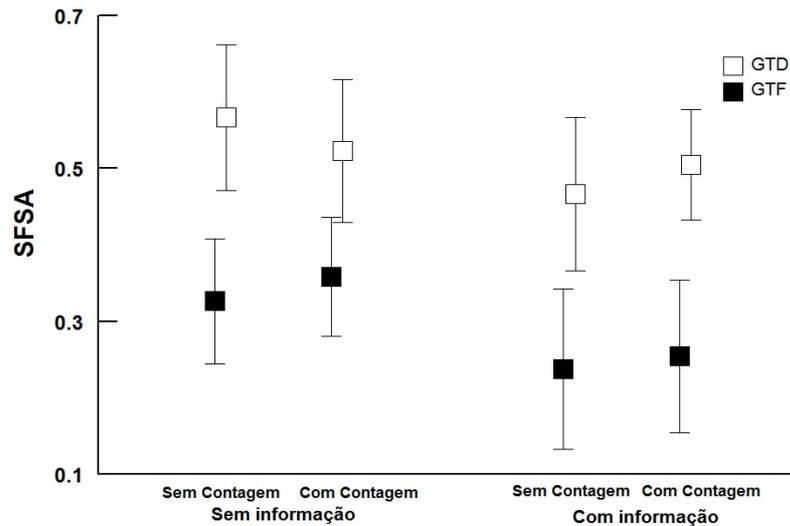


Figura 6: Média e desvio-padrão de SFSA entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura nas quatro condições experimentais.

5.6. Variabilidade de Posição

A Figura 7 apresenta os valores de variabilidade de posição para os ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=12,304$, $p<0,005$, e condição, $F(3,84)=4,363$ $p<0,05$, porém não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)=2,304$, $p>0,5$. O grupo de tarefa difícil apresentou maior variabilidade de oscilação corporal do que o grupo de tarefa fácil. Testes post hoc mostraram que a variabilidade de oscilação corporal foi menor na condição com informação e com contagem do que na condição sem informação e com contagem. Nenhuma outra diferença entre condições foi observado.

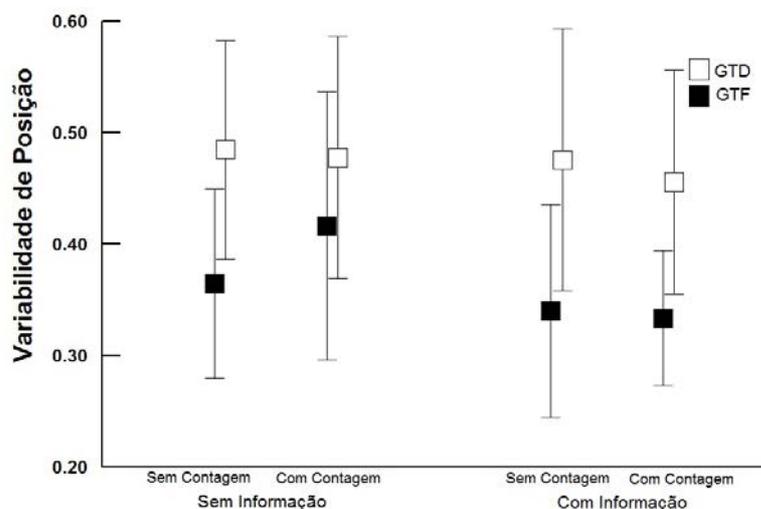


Figura 7: Valores de variabilidade de posição entre o movimento da sala na direção ântero-posterior com a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil

(GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura ereta durante as quatro condições experimentais.

5.7.Variabilidade de Velocidade

A Figura 8 apresenta os valores de variabilidade de velocidade para ambos os grupos nas quatro condições experimentais. ANOVA revelou efeito de grupo, $F(1,28)=51,626$, $p<0,001$, mas não revelou efeito de condição, $F(3,84)=2,117$ $p>0,05$, e não revelou interação grupo e condição, $F(3,84)=0,539$, $p>0,5$. O grupo GTD apresentou maior de variabilidade de velocidade de oscilação corporal nas quatro condições experimentais do que o grupo de tarefa fácil.

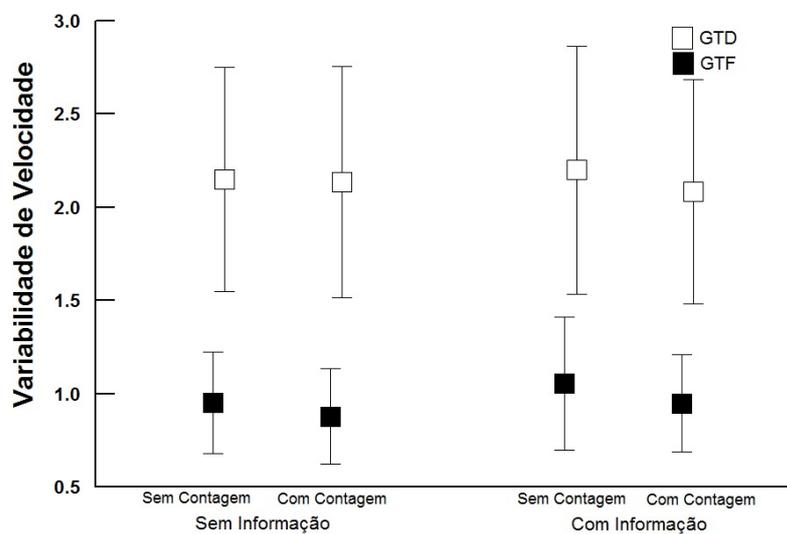


Figura 8: Média e desvio-padrão de variabilidade de velocidade entre o movimento da sala e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do grupo tarefa fácil (GTF) e grupo tarefa difícil (GTD) na manutenção da postura nas quatro condições experimentais.

6. DISCUSSÃO

O objetivo geral desse estudo foi examinar os efeitos da realização de uma tarefa dupla no relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta com diferentes demandas de dificuldade de adultos jovens. Os resultados do presente estudo indicam que a manipulação da informação visual induz oscilação corporal correspondente independente da condição experimental analisada. Entretanto, a força do relacionamento entre informação visual e oscilação corporal é alterada pelo fornecimento de informação sobre a manipulação visual e a solicitação de resistir a essa manipulação. Ainda, o desempenho do controle postural e a força do relacionamento entre informação sensorial e oscilação corporal é influenciado pela dificuldade da tarefa, de tal forma que em condições mais difíceis a realização de uma tarefa dupla na afeta o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal.

A manipulação visual, proveniente da sala móvel, induziu oscilação corporal em todas as condições experimentais do presente estudo. Os resultados do presente estudo, portanto, corroboram com resultado de diversos estudos anteriores (Lishman e Lee, 1973; Lee e Aronson, 1974; Freitas Junior e Barela, 2004; Prioli *et al.*, 2005; Prioli, A. C. *et al.*, 2006). É importante mencionar que a indução de oscilação corporal correspondente decorrente da manipulação visual, como a ocorrida no presente estudo, ocorre sem o conhecimento discriminativo do participante. Dessa forma, pode-se assumir que tal relacionamento não envolve uma capacidade atencional muito elevada, como sugerido recentemente (Barela et al, 2014). Tal mecanismo é importante, pois assim é possível a execução de tarefas concomitantes a manutenção da postura ereta, sendo que ainda há um debate se essa relação é automática, podendo ser involuntária, independente das características da tarefa ou atividade realizada (Stoffregen *et al.*, 2006).

O resultado do presente estudo indicam que, parece que a relação entre informação visual e oscilação corporal não é automática, pois o mesmo é influenciado pela característica da tarefa. A execução de uma tarefa postural mais difícil, no caso do presente estudo de uma base reduzida, apresentou um acoplamento entre informação visual e oscilação corporal mais forte, indicado por uma maior magnitude de oscilação corporal induzida pela manipulação da informação visual da sala móvel e pela força do acoplamento. Assim, para realização de uma tarefa postural mais difícil, o sistema de controle postural depende mais da informação visual para manter a orientação postural desejada. Portanto, embora não discriminativo o relacionamento entre informação sensorial e ação motora varia de acordo com a necessidade

de realizar tarefas com diferentes exigências, sendo que o sistema de controle postural consegue se adequar às estas condições para satisfazer as exigências da tarefa e manter a postura desejada.

A relação dinâmica entre informação sensorial e ação motora que o sistema de controle postural possui é capaz de se ajustar de acordo com a situação apresentada, variações no estímulo ou intenção da tarefa são capazes de produzir alterações nessa relação. A informação priori a manipulação da informação visual é capaz de reduzir a influência da informação visual no controle postural (Horak *et al.*, 1989). Os resultados do presente estudo, entretanto, propiciaram avanço importante no entendimento desse fenômeno. Especificamente, a magnitude de alteração no acoplamento entre informação visual e oscilação corporal depende da dificuldade da tarefa. No caso do presente estudo, na condição de tarefa difícil, os participantes não conseguiram alterar esse acoplamento, como observado para o grupo de tarefa fácil. Novamente, informação sobre a manipulação visual produziu redução da oscilação corporal, porém não da mesma forma para ambos os grupos.

Uma explicação para a redução da influencia da manipulação visual é que com o conhecimento sobre a referida manipulação, os participantes passem a dispendar atenção e alterar o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal que se dá de forma menos consciente (Barela *et al.*, 2009; Barela *et al.*, 2014). Com base nos resultados do presente estudo, pode-se sugerir que quando informação sobre o movimento realizado pela sala móvel é apresentada para tarefas posturais mais fáceis é possível diminuir a influencia da informação visual na oscilação corporal, já em tarefas posturais mais difíceis a demanda de atenção para a realização da tarefa postural é maior e a força do acoplamento entre informação visual e oscilação corporal não foi alterada. Os valores de coerência, observados para o presente estudo, indicam claramente essa situação.

Outro resultado interessante desse estudo foi a respeito do relacionamento temporal entre informação visual e oscilação corporal em diferentes demandas de dificuldade da tarefa. relacionamento temporal entre informação visual e oscilação corporal foi diferente entre grupos devido a dificuldade da tarefa postural analisada. A manutenção da postura ereta pelo grupo de tarefa fácil apresentou valores de fase similares aos encontrados na literatura (Freitas Junior e Barela, 2004; Barela *et al.*, 2014c). Os valores de fase abaixo ou próximo de zero indicam que a relação temporal da oscilação corporal se manteve próximo ao movimento da sala, mas em momento algum o grupo de tarefa fácil foi capaz de antecipar o movimento temporal da sala móvel. Diferentemente, o grupo de tarefa difícil, em todas as condições experimentais, apresentou valores de fase acima de zero, o que indica antecipação temporal

em relação ao movimento da sala. Essa constatação é uma indicação de que o sistema de controle postural na condição de tarefa difícil procura antecipar à informação visual para manter um relacionamento mais estável.

Finalmente, o presente estudo também avançou nosso conhecimento em um aspecto importante relacionado com a demanda atencional para manter o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal. Os resultados indicam que em situação corriqueira desse relacionamento, por exemplo, mantendo a postura ereta e oscilando com a sala sem conhecimento, a demanda atencional para a realização dessa tarefa é pequena. A tarefa cognitiva realizada nesse estudo, uma contagem de regressão subtraindo três em silêncio, demanda atenção, não alterou o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal, mesmo quando realizando a tarefa difícil. Diferentemente, após a solicitação de resistir ao movimento da sala, a realização da tarefa dupla alterou a força do acoplamento, fazendo com que o mesmo ficasse similar ao observado antes que os participantes soubessem da manipulação visual. Entretanto, tal comportamento foi observado apenas para o caso dos participantes do grupo de tarefa fácil.

Assim, os resultados do presente estudo comprovam sugestões anteriores de que para alterar a relação entre informação visual e oscilação corporal há necessidade de demanda atencional (Freitas Júnior & Barela, 2004; Barela et al., 2009; Barela et al., 2014). Mais ainda, os resultados também indicam que a demanda de atenção depende da dificuldade da tarefa, sendo que em casos de tarefas mais difíceis a demanda de atenção é mais elevada e, conseqüentemente, a alteração desse acoplamento é mais difícil.

7. CONCLUSÃO

Ao final desse estudo algumas conclusões podem ser feitas com base nos resultados obtidos. As conclusões estão principalmente relacionadas entre a relação entre informação visual e oscilação corporal e a dificuldade da tarefa.

A manipulação da informação visual provocou oscilação corporal, independente da condição analisada, ainda o conhecimento da manipulação visual alterou a força dessa relação diminuindo a influencia da informação visual na oscilação corporal. Ainda essa relação não é automática, pois foi influenciada pela característica da tarefa, em tarefa posturais mais difíceis o controle postural depende mais da informação visual para manter a postura ereta.

Entretanto a realização de uma tarefa concomitante com a manutenção da postura ereta altera essa relação somente em tarefas posturais mais fáceis, indicando que a demanda de atenção necessária para que essa relação seja alterada depende da dificuldade da tarefa postural realizada.

A diferença observada entre grupos, na relação temporal entre informação visual e oscilação corporal, mostrou que em tarefas posturais mais difíceis antecipação da oscilação corporal é necessária para a manutenção da postura ereta, enquanto que para tarefas posturais mais fáceis o comportamento observado foi o oposto.

Com base nesses resultados, o funcionamento do controle postural que envolve a relação entre informação visual e oscilação corporal, não é um processo automático e demanda atenção dependendo da dificuldade da tarefa postural empregada. Investigações futuras ainda são necessárias para o melhor entendimento sobre a relação entre esses fatores.

8. REFERÊNCIAS

BARELA, A. M. et al. Influence of imposed optic flow characteristics and intention on postural responses. **Motor Control**, v. 13, n. 2, p. 119-29, Apr 2009. ISSN 1087-1640 (Print) 1087-1640 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19454775> >.

BARELA, J. A. et al. Explicit and implicit knowledge of environment states induce adaptation in postural control. **Neurosci Lett**, Feb 25 2014a. ISSN 1872-7972 (Electronic) 0304-3940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582899> >.

_____. Explicit and implicit knowledge of environment states induce adaptation in postural control. **Neurosci Lett**, v. 566C, p. 6-10, Feb 25 2014b. ISSN 1872-7972 (Electronic) 0304-3940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582899> >.

_____. Explicit and implicit knowledge of environment states induce adaptation in postural control. **Neurosci Lett**, v. 566, p. 6-10, Apr 30 2014c. ISSN 1872-7972 (Electronic) 0304-3940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582899> http://ac.els-cdn.com/S0304394014001335/1-s2.0-S0304394014001335-main.pdf?_tid=8cdf9e90-d6ad-11e3-aef5-0000aacb360&acdnat=1399552843_1e81a0c6663f9e66ebcd92b448b9a3b4 >.

BLACK, F. O. et al. Abnormal postural control associated with peripheral vestibular disorders. **Prog Brain Res**, v. 76, p. 263-75, 1988. ISSN 0079-6123 (Print) 0079-6123 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3265212> >.

BRAUER, S. G.; WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. The interacting effects of cognitive demand and recovery of postural stability in balance-impaired elderly persons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 56, n. 8, p. M489-96, Aug 2001. ISSN 1079-5006 (Print) 1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11487601> <http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/56/8/M489.full.pdf> >.

BRONSTEIN, A. M. Suppression of visually evoked postural responses. **Exp Brain Res**, v. 63, n. 3, p. 655-8, 1986. ISSN 0014-4819 (Print) 0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3489640> http://download.springer.com/static/pdf/216/art%3A10.1007%2F00237488.pdf?auth66=1415104860_281820e46a2d87c9cdf54710d01d987c&ext=.pdf >.

EDWARDS, A. S. Body sway and vision. **J Exp Psychol**, v. 36, n. 6, p. 526-35, Dec 1946. ISSN 0022-1015 (Print) 0022-1015 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20279299> >.

FREITAS JUNIOR, P. B.; BARELA, J. A. Postural control as a function of self- and object-motion perception. **Neurosci Lett**, v. 369, n. 1, p. 64-8, Oct 7 2004. ISSN 0304-3940 (Print) 0304-3940 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15380309> http://ac.els-cdn.com/S0304394004009590/1-s2.0-S0304394004009590-main.pdf?_tid=c6891b7c-db8e-11e3-b55b-00000aab0f02&acdnat=1400089381_48747151b5de94e0a69b267ed6efd2de >.

GANTCHEV, G. et al. [Body sway studied in subjects with closed or open eyes]. **C R Seances Soc Biol Fil**, v. 165, n. 6, p. 1237-41, 1971. ISSN 0037-9026 (Print) 0037-9026 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4262020> >.

HORAK, F. B. Clinical measurement of postural control in adults. **Phys Ther**, v. 67, n. 12, p. 1881-5, Dec 1987. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3685116>
<http://ptjournal.apta.org/content/67/12/1881.full.pdf> >.

HORAK, F. B.; DIENER, H. C.; NASHNER, L. M. Influence of central set on human postural responses. **J Neurophysiol**, v. 62, n. 4, p. 841-53, Oct 1989. ISSN 0022-3077 (Print)
0022-3077 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2809706> >.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural Orientation and Equilibrium. **Handbook of physiology** p. 37, 1996.

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

KERR, B.; CONDON, S. M.; MCDONALD, L. A. Cognitive spatial processing and the regulation of posture. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 11, n. 5, p. 617-22, Oct 1985. ISSN 0096-1523 (Print)
0096-1523 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2932533>
<http://psycnet.apa.org/journals/xhp/11/5/617.pdf> >.

LAJOIE, Y. et al. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. **Exp Brain Res**, v. 97, n. 1, p. 139-44, 1993. ISSN 0014-4819 (Print)
0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8131825> >.

LEE, D. N.; ARONSON, E. Visual Proprioceptive Control of Standing in Human Infants. **Perception & Psychophysics**, v. 15, n. 3, p. 529-532, 1974. ISSN 0031-5117. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1974T878400021
http://download.springer.com/static/pdf/923/art%3A10.3758%2F03199297.pdf?auth66=1400848909_21e9ace19ffc4f38a78fdc95e2852c90&ext=.pdf>.

LESTIENNE, F.; SOECHTING, J.; BERTHOZ, A. Postural readjustments induced by linear motion of visual scenes. **Exp Brain Res**, v. 28, n. 3-4, p. 363-84, Jun 27 1977. ISSN 0014-4819 (Print)
0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/885185> >.

LISHMAN, J. R.; LEE, D. N. The autonomy of visual kinaesthesia. **Perception**, v. 2, n. 3, p. 287-94, 1973. ISSN 0301-0066 (Print)
0301-0066 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4546578> >.

NASHNER, L. M. Vestibular postural control model. **Kybernetik**, v. 10, n. 2, p. 106-10, Feb 1972. ISSN 0023-5946 (Print)
0023-5946 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4537349> >.

_____. Adapting reflexes controlling the human posture. **Exp Brain Res**, v. 26, n. 1, p. 59-72, Aug 27 1976. ISSN 0014-4819 (Print)
0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/964327> >.

_____. **Analysis of stance posture in humans.** In A. L. Towe & E. S. Luschei (Eds.). New York, NY: Plenum Press, 1981. 38.

PRIOLI, A. C. et al. Task demand effects on postural control in older adults. **Hum Mov Sci**, v. 25, n. 3, p. 435-46, Jun 2006. ISSN 0167-9457 (Print)
0167-9457 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16647771>
http://ac.els-cdn.com/S0167945706000297/1-s2.0-S0167945706000297-main.pdf?_tid=4b1a74b6-cf97-11e3-bb39-00000aab0f26&acdnt=1398773625_f5725cede8f08b5e66ee8196771ba94b
http://ac.els-cdn.com/S0167945706000297/1-s2.0-S0167945706000297-main.pdf?_tid=53d1fc5a-cf97-11e3-abc0-00000aacb362&acdnt=1398773640_a4114e5c2bf5140b4a0f1b02f979c173 >.

PRIOLI, A. C. et al. Task demand effects on postural control in older adults. **Human Movement Science**, v. 25, p. 435-446, 2006.

PRIOLI, A. C.; FREITAS JUNIOR, P. B.; BARELA, J. A. Physical activity and postural control in the elderly: coupling between visual information and body sway. **Gerontology**, v. 51, n. 3, p. 145-8, May-Jun 2005. ISSN 0304-324X (Print)
0304-324X (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15832038> >.

RANKIN, J. K. et al. Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 55, n. 3, p. M112-9, Mar 2000. ISSN 1079-5006 (Print)
1079-5006 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10795721>
<http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/55/3/M112.full.pdf> >.

REMAUD, A. et al. Attentional demands associated with postural control depend on task difficulty and visual condition. **J Mot Behav**, v. 44, n. 5, p. 329-40, 2012. ISSN 1940-1027 (Electronic)
0022-2895 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22934664>
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00222895.2012.708680> >.

RUNGE, C. F. et al. Role of vestibular information in initiation of rapid postural responses. **Exp Brain Res**, v. 122, n. 4, p. 403-12, Oct 1998. ISSN 0014-4819 (Print) 0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9827859> >.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Motor Learning and Performance: a situation-based learning approach**. Human Kinetics, 2008. ISBN 978-0-7360-6964-9.

SIU, K. C.; WOOLLACOTT, M. H. Attentional demands of postural control: the ability to selectively allocate information-processing resources. **Gait Posture**, v. 25, n. 1, p. 121-6, Jan 2007. ISSN 0966-6362 (Print) 0966-6362 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16554158> http://ac.els-cdn.com/S0966636206000324/1-s2.0-S0966636206000324-main.pdf?_tid=acd3d48c-cf0f-11e3-8f5c-00000aacb361&acdnat=1398715378_39faf5981310e55b6223f7e46e4b9aaf >.

STOFFREGEN, T. A. Flow structure versus retinal location in the optical control of stance. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 11, n. 5, p. 554-65, Oct 1985. ISSN 0096-1523 (Print) 0096-1523 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2932530> <http://psycnet.apa.org/journals/xhp/11/5/554.pdf> >.

STOFFREGEN, T. A. et al. Voluntary and involuntary postural responses to imposed optic flow. **Motor Control**, v. 10, n. 1, p. 24-33, Jan 2006. ISSN 1087-1640 (Print) 1087-1640 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16571906> >.

WARREN, W. H.; KAY, B. A.; YILMAZ, E. H. Visual control of posture during walking: functional specificity. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 22, n. 4, p. 818-38, Aug 1996. ISSN 0096-1523 (Print)

0096-1523 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8756954>
<http://psycnet.apa.org/journals/xhp/22/4/818.pdf> >.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait Posture**, v. 16, n. 1, p. 1-14, Aug 2002. ISSN 0966-6362 (Print)

0966-6362 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12127181>
http://ac.els-cdn.com/S0966636201001564/1-s2.0-S0966636201001564-main.pdf?_tid=9245128a-b4e7-11e3-ab64-00000aacb362&acdnat=1395839423_670cc7a1bd483ad3c71a353354bffd5f >.

YARDLEY, L. et al. Effect of articulatory and mental tasks on postural control.

Neuroreport, v. 10, n. 2, p. 215-9, Feb 5 1999. ISSN 0959-4965 (Print)

0959-4965 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10203311> >.

9.2.Comitê de ética



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Rio Claro



DECISÃO CEP Nº 082/2012

Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 3102 Data de Registro CEP: 19.04.2012	
Projeto de Pesquisa: "Efeitos de uma tarefa dupla e demandas da tarefa no controle postural de adultos jovens"	

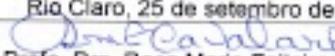
Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável: -.-
	Colaboradores: -.-
Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: José Angelo Barela
	Orientando(a): Giovanna Gracioli Genoves
Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: -.-
	Orientador: -.-

Objetivo Acadêmico:	<input checked="" type="checkbox"/> TCC <input type="checkbox"/> Mestrado <input type="checkbox"/> Doutorado <input checked="" type="checkbox"/> Outros – (especificar) -Iniciação Científica (Bolsa PIBIC)
---------------------	--

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua 51ª reunião ordinária, realizada em 25/09/2012.

<input type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
<input type="checkbox"/>	Desde que atendidas as pendências apontadas na reunião (vide anexo), aprova o Projeto de Pesquisa acima citado.
<input checked="" type="checkbox"/>	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado.
<input type="checkbox"/>	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
<input type="checkbox"/>	Não Aprovou.
<input type="checkbox"/>	Retirou, devido à permanência das pendências.
<input type="checkbox"/>	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha, com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa- CONEP/MS, por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

↙ "Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados"
Data de Entrega: Novembro de 2013

Rio Claro, 25 de setembro de 2012.

 Profa. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavalari
 Coordenadora do CEP



Rio Claro, 18 de Junho de 2014.

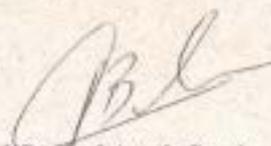
Profa. Dra. **Débora Cristina Fonseca**
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
IB - UNESP/Rio Claro

Prezada Coordenadora,

Solicito prorrogação da vigência da aprovação do projeto intitulado "Efeitos de uma tarefa dupla e demandas da tarefa no controle postural de adultos jovens", protocolo no 3102, sob minha responsabilidade e da aluna Giovanna Gracioli Genoves. Tal solicitação decorre do fato de que a aluna Giovana foi contemplada com uma bolsa de estudo para intercâmbio internacional (Ciência sem Fronteira) ficando afastada de suas atividades junto ao curso de graduação do Instituto de Biociências durante o ano de 2013. Com o retorno da aluna, estamos retomando as atividades do projeto de pesquisa que constituirá o trabalho de conclusão de curso da referida aluna.

Limitado ao exposto e no aguardo de um retorno de Vossa Senhoria, renovo protestos de elevada estima e distinta consideração e coloco-me a disposição para qualquer esclarecimento.

Atenciosamente,



Prof. Dr. José Angelo Barela
Departamento de Educação Física
Laboratório de Estudos do Movimento

*link
de aprovação
16/07/14*

