

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**O USO DA INFORMAÇÃO VISUAL GLOBAL E LOCAL NO CONTROLE DA
POSTURA E DO *TIMING* DURANTE TAREFA DE AGARRAR UM OBJETO EM
APROXIMAÇÃO**

GISELE CRISTINA BERTOLONI

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

**RIO CLARO
São Paulo – Brasil
Dezembro/2007**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**O USO DA INFORMAÇÃO VISUAL GLOBAL E LOCAL NO CONTROLE DA
POSTURA E DO *TIMING* DURANTE TAREFA DE AGARRAR UM OBJETO EM
APROXIMAÇÃO**

GISELE CRISTINA BERTOLONI

Orientador: Prof. Dr. SÉRGIO TOSI RODRIGUES

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

**RIO CLARO
São Paulo – Brasil
Dezembro/2007**

*Dedico este trabalho aos meus pais **Ademar e Benê** e aos meus irmãos, **Carlos e Marcos**, pelo apoio constante e amor incondicional, tornando possível a conclusão deste sonho.*

Agradecimentos

A Deus, por iluminar e abençoar mais esta etapa da minha vida

Ao Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues, por todos esses anos de apoio, dedicação e amizade. Pelos sábios conselhos e conhecimento transmitido

Aos membros da Banca Examinadora Prof. Dr. Renato Moraes e Prof^a. Dra. Ana Maria Forti Barela pelas valiosas sugestões e importante contribuição dadas a este estudo

Ao pessoal do LEM: Carol, Matheus, Gleber, Thátia, Dani, Ivan, Paula, Paulão, Diana, Natália, Mário, Adriana e Aline Cardozo. Com alguns, convivi pouco, com outros mais, mas todos foram importantes em alguma etapa da realização deste trabalho. E, em especial, agradeço à Milena Razuk por ter sido meu braço direito nas coletas

Ao Prof. Dr. José Ângelo Barela por ter me acolhido nas dependências do LEM; um ambiente extremamente rico em equipamentos e conhecimento

À FAPESP pelo apoio financeiro concedido a este trabalho

Às amigas Ana Paula, Thais, Marcela, Levi, Rosiele, Delta e Ellen pelo apoio, carinho e por todas as risadas ao longo desses anos

Às queridas ex-professoras e sempre amigas Jô e Mônica pelo exemplo, amizade e ajudas constantes

A minha família pela força e motivação tão necessárias nos últimos meses

o meu mais sincero... Muito Obrigada!

RESUMO

O controle concomitante da postura e da mão, baseado em informação visual contida no fluxo ótico, é imprescindível para o sucesso da ação de agarrar um objeto. O presente estudo investigou o efeito das fontes de informação visual global e local sobre a oscilação corporal e controle da mão durante a tarefa de agarrar uma bola em aproximação, em adultos jovens. Doze participantes tiveram que manter a posição em pé durante 18 segundos olhando para a bola fixa numa haste, acoplada a uma sala móvel; a tarefa foi agarrar a bola parada ou em aproximação, enquanto a sala móvel se moveu na mesma direção ou em direção oposta ao movimento da bola, totalizando nove condições experimentais, com cinco tentativas cada. Informações cinemáticas sobre o movimento do tronco, da mão, da sala móvel e da bola foram coletadas e possibilitaram duas análises: (A) para identificar o efeito de agarrar ou não a bola estacionária sobre a postura, e (B) para identificar o efeito da bola estar estacionária ou se aproximando sobre as ações do braço e da postura. A análise A mostrou que os participantes estiveram sintonizados à informação global (sala), com o conflito sensorial sendo apropriadamente resolvido; a informação local (bola) parece ter funcionado como um fator de restrição no controle da postura para que o agarrar fosse realizado com sucesso. A análise B mostrou sintonia dos participantes às informações global e local do ambiente para resolver o respectivo conflito sensorial e promover ajustes e compensações necessárias, priorizando a ação de agarrar a bola. Relevância e papel das fontes de informação local e global são discutidos para a combinação do controle postural e do agarrar.

ABSTRACT

The simultaneous posture and hand control, based on information in the optic flow field, is essential for the grasp successful. The present paper has investigated the global and local visual information effect on the body balance and postural control during the grasp an approximation ball task, on young adults. Twelve participants have had to maintain the stand up position during 18 seconds looking the ball fixed in the shaft within the moving room. The task has been to grasp a stationary or a closing ball, while the moving room have moved in the same direction or in the opposite direction of ball movement, the total of nine experimental conditions, with five trials each condition. Cinematic information about the trunk's, hand's, moving room's, and ball's movement has been collected. Two analysis have done: (A) to identify the grasp's presence effect on the posture and (B) to identify the ball's movement effect on the postural and hand controls. The analysis A has showed that the participants have been sintonized on the global information and solving the sensorial conflito; the local information seems to act like a restriction factor on the postural control for the succeed grasp. The analysis B has showed the participants' sensitivity to the global and local ambience information to solve the respective sensorial conflito and to provide the necessary compensation and adjustment to grasp the ball, priority. Relevance and function of the global and local information are discussed to the combined postural and grasp control.

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Controle do timing.....	4
2.1.1. Distinção entre tau local e global	8
2.2. Controle do agarrar.....	10
2.3. Controle postural	12
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo Geral.....	17
3.2. Objetivos Específicos	17
4. MATERIAS E MÉTODO.....	18
4.1. Participantes.....	18
4.2. Equipamentos.....	19
4.3. Procedimentos.....	22
4.4. Tratamento e Análise dos Dados	26
4.5. Análise Estatística	28
5. RESULTADOS.....	31
5.1. Análise dos efeitos do movimento da sala e do agarrar	

sobre as variáveis da postura (A)	31
5.1.1. Amplitude média de oscilação	31
5.1.2. Coeficiente de correlação e diferença temporal	33
5.1.3. Deslocamento Corporal	34
5.2. Análise dos efeitos do movimento da sala e da bola sobre as variáveis da postura e do agarrar (B)	35
5.2.1. Amplitude média de oscilação	35
5.2.2. Coeficiente de correlação e diferença temporal	36
5.2.3. Deslocamento Corporal	37
5.2.4. Início do agarrar	39
5.2.5. Tempo de movimento e velocidade máxima de fechada	40
5.2.6. Tempo de aparecimento da velocidade máxima.....	40
6. DISCUSSÃO	42
7. CONCLUSÃO	52
8. REFERÊNCIAS.....	54
ANEXO	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Organização das condições experimentais em função dos movimentos da bola, da sala móvel e da presença da ação de agarrar	26
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1A. Foto do sistema de roldanas acoplado ao servo-mecanismo.....	22
Figura 1B. Foto da haste, dentro da sala móvel.....	23
Figura 2. Ilustração da situação experimental, mostrando o participante dentro da sala móvel contendo uma haste ligada a uma bola	25
Figura 3. Exemplo de uma tentativa típica na condição 4 (a sala se aproxima do participante). O movimento da sala móvel está indicado pela linha pontilhada e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do participante está representada pela linha contínua. O momento de reversão do movimento do participante é indicado pela seta	32
Figura 4. Média e erro padrão da variável AMO depois ¹ , nas condições de sala Parada, Aproxima e Afasta, com e sem agarrar	34
Figura 5. Média e erro padrão da variável AMO depois ¹ , nas condições de sala Parada, Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada e Aproxima	37
Figura 6. Média e erro padrão da variável coeficiente de correlação cruzada, nas condições de sala Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada Aproxima	38

Figura 7. Média e erro padrão da variável Deslocamento Corporal, nas condições de sala Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada e Aproxima	40
Figura 8. Média e erro padrão da variável Início do Agarrar nas condições de movimento da sala (a) e da bola (b).....	41
Figura 9. Média e erro padrão da variável tempo de aparecimento da velocidade máxima, nas condições em que a bola esteve parada, comparadas às que ela se aproximou do participante	42

1.INTRODUÇÃO

Manter-se em pé, de maneira estável, é o tipo de tarefa realizada todos os dias e inúmeras vezes por crianças, adultos e idosos, que requer modulações posturais baseadas em informação sensorial. Controle postural de natureza contínua, como este, dá suporte a outras ações de natureza discreta, que buscam sincronismo com objetos como a ação de agarrar; o controle deste sincronismo é influenciado pela percepção das propriedades ambientais necessárias à tarefa. Este estudo centra-se no entendimento sobre como as fontes de informação visual global e local afetam a ação motora, tanto no controle postural, do corpo como um todo, quanto no controle do sincronismo entre mão e objeto em aproximação.

O sincronismo espaço-temporal de ações como saltar em distância, alcançar um objeto e agarrar uma bola está, entre outras fontes de informação sensorial, sob o controle da visão (LEE; LISHMAN; THONSON, 1982; SAVELSBERGH; WHITING; BOOTSMA, 1991). Similarmente, o equilíbrio corporal é marcadamente afetado por manipulações da informação visual (PAULUS; STRAUBE; BRANDT, 1984).

A literatura sobre o relacionamento entre controle motor e informação visual apresenta alguns estudos sobre o controle do agarrar (e.g. SAVELSBERGH; WHITING; BOOTSMA, 1991) e o controle da postura (e.g. PRIOLI; FREITAS JUNIOR; BARELA, 2005). Está disponível uma descrição razoavelmente ampla sobre como o sistema perceptivo-motor se comporta ao realizar tais controles de forma isolada. A novidade do presente estudo reside na associação dessas duas tarefas, de manter-se em pé e agarrar um objeto em aproximação na mesma situação experimental.

A realização deste trabalho justifica-se, não somente, pela originalidade da situação experimental, mas também pela sua proximidade de situações do cotidiano. Em geral, os esportes coletivos com bola envolvem a tarefa de manter-se em pé, de forma equilibrada, e agarrar uma bola ou rebatê-la, como no beisebol, no futebol e no voleibol. O goleiro do futebol, por exemplo, para impedir o sucesso do ataque adversário, tem disponíveis as fontes de informação visual local (a bola) e global (o gramado, a trave e outras estruturas do ambiente) e deve, simultaneamente, manter-se posicionado apropriadamente em relação à trajetória da bola e sincronizar a ação de braço e mãos no momento de agarrá-la.

A fim de testar como ajustes posturais necessários para, simultaneamente, manter a postura ereta e realizar uma ação discreta como agarrar uma bola são controlados, foram utilizados o movimento de uma sala móvel, como agente de manipulação visual global, e a aproximação de uma bola, como agente de manipulação visual local, gerando um experimento com os componentes informacionais geral e específico da relação percepção-ação. Em suma, este

estudo investigou o efeito das fontes de informação visual global e local sobre os controles da postura e da mão numa tarefa de agarrar um objeto em aproximação, em adultos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A literatura essencial a este projeto concentra-se em três temas, que enfocam o controle do agarrar e o da postura, assim como suas bases informacionais. Inicialmente o controle do timing é revisado, descrevendo a noção de fluxo ótico e contendo explicações e exemplificações do uso da variável ótica tau. Em seguida, o controle do agarrar e da postura são explorados de modo a fundamentar e justificar a presente investigação.

2.1. Controle do timing

O controle do timing é realizado com base na informação contida no fluxo ótico. Gibson (1979), descartando a premissa tradicional de que a informação visual está contida nas imagens retiniais, apresenta a noção de arranjo ótico. O arranjo ótico pode ser entendido como um conjunto de estreitos cones de luz com seus ápices no ponto de observação. Cada cone tem como sua base um elemento

distinto de textura ambiental e, assim, oticamente diferenciável de seus vizinhos em termos de intensidade e/ou composição espectral da luz que contém. Em cada ponto de observação existe um único arranjo ótico. Conseqüentemente, quando a cabeça está se movendo em relação ao ambiente, como ela normalmente está, o arranjo ótico no olho não é o mesmo de um momento para o próximo. O arranjo muda continuamente ao longo do tempo, dando lugar a um fluxo ótico.

Lee (1976), baseado numa análise matemática do fluxo ótico em mudança no ponto de observação do indivíduo (olho), buscou descobrir variáveis visuais simples que proporcionariam informação suficiente para o controle de ações. Em seu estudo, concluiu que a informação visual mais simples, suficiente e facilmente detectada por seres humanos é a de tempo para contato (TC) e que, num dado tempo t , seria especificado pela variável ótica tau, o inverso da quantidade de dilatação da imagem do objeto. Por exemplo, quando uma bola está se aproximando do observador, a quantidade de dilatação do tamanho da imagem da bola é menor quando o tempo remanescente ao contato é maior, da mesma forma que a quantidade de dilatação da imagem da bola é maior quando o tempo remanescente ao contato com o observador é menor.

A literatura da área de comportamento motor é repleta de exemplos da utilização da informação de tempo para contato. Lee e Reddish (1981) demonstraram que animais também são sensíveis à informação de fluxo ótico; concluíram que mergulhões utilizam a variável ótica tau no timing da retração de suas asas antes de entrarem na água.

Lee (1976) propôs a teoria de controle da freada, sugerindo que a taxa de mudança do tau em função do tempo, tau-dot, pode ser usada pelo motorista para informar se a desaceleração de seu carro está adequada para parar a tempo e evitar uma colisão com um obstáculo. Ele propôs que a desaceleração é adequada somente se tau-dot for igual a -0.5 e concluiu que a estratégia de freada segura deveria, então, consistir em um ajuste de freada para manter esta magnitude durante a desaceleração do veículo (LEE, 1980).

Desde sua formulação original, a estratégia tau e, de modo geral, o controle visual do timing, baseado em informação de tempo para contato, vêm sendo discutidos intensamente. Exemplos deste debate estão nos trabalhos subseqüentes de seu próprio autor e de outros autores da área (WARREN; YOUNG; LEE, 1986; BARDY; WARREN JUNIOR, 1997; LEE; LISHMAN; THOMSON, 1982; RODRIGUES, 2006).

Lee et al. (1983) concluíram que sujeitos humanos ao saltarem para bater uma bola caindo na direção deles, utilizaram a variável tau para controlar suas ações. Na mesma direção, Todd (1981) demonstrou que sujeitos podem apontar tempos de chegadas de objetos de diferentes tamanhos, iniciando de diferentes posições, com diferentes velocidades diretamente, com base na informação de TC. É interessante que tanto tarefas simples envolvendo um apertar de botão para julgamento da aproximação, como tarefas complexas como bater numa bola, parecem ser controladas por informação precisa sobre timing visual, como TC. Bootsma (1988), no sentido de valorizar a validade ecológica dos experimentos,

ênfatiou que quanto mais a exigência da ação for separada de um acoplamento percepção-ação natural, menos se encontrará uma resposta acurada de timing.

Recentemente, Rodrigues, Bertoloni, Ferracioli e Denardi (2006) realizaram um estudo para testar a hipótese de controle da freada formulada por Lee (1976), em situação de distintas velocidades de aproximação de uma bicicleta em relação a um obstáculo estacionário. A tarefa dos participantes foi pedalar a bicicleta em velocidade máxima, a partir do repouso, até atingir determinada demarcação, quando poderiam então, começar a frear para parar de maneira segura, sem atingir o obstáculo. A velocidade de aproximação da bicicleta foi manipulada através de distintas distâncias de início (27, 32 e 37 m) em relação ao obstáculo, resultando em velocidades de pico na aproximação de 16,6, 19,5 e 22,5 m/s, respectivamente. Os resultados mostraram que não houve diferença temporal significativa durante a fase de desaceleração entre as condições de velocidade baixa, média e alta, indicando que a duração da freada foi preservada; a regulação da intensidade da freada foi indicada pelos valores de tau-dot (variação do tau no tempo), os quais mostram valores próximos a -0.5, independente das condições iniciais de velocidade na freada, suportando a hipótese de controle da freada proposta por Lee (1976). Estes resultados também corroboram outros estudos sobre a informação de tempo para contato, que mostram que humanos são sensíveis e usam tal informação para dar início a suas ações (LEE; YOUNG; REDDISH; LOUGH; CLAYTON, 1983; LEE; YOUNG; REWT, 1992; YILMAZ; WARREN, 1995).

Entretanto, a utilização do tau como a única fonte para estimar o tempo para contato e sincronizar ações tem sido questionada já que trabalhos subseqüentes fazem a distinção dos componentes local e global desta variável e afirmam que seres humanos são sensíveis a estas distintas fontes de informação (TRESILIAN, 1991; KAISER; MOWAFY, 1993; KERZEL; HECHT; KIM, 1999; BOOTSMA; CRAIG, 2002; BERG; MARK, 2005).

2.1.1. Distinção entre tau local e global.

Há uma distinção terminológica (TRESILIAN, 1991) relevante aos objetivos do presente estudo; trata-se da distinção entre a informação que especifica a aproximação de objetos que entrarão em contato com o percebedor e a informação que especifica a aproximação de objetos que não entrarão em contato com o percebedor, e apenas passarão por ele. O fluxo ótico, como descrito acima, contém informação sobre tempo para contato (TC) de um objeto em aproximação com a mão ou outra parte do corpo do percebedor (ou ainda algum implemento por ele utilizado), a qual é essencial em muitas atividades tais como bater ou agarrar uma bola. Contém também, para outras atividades, informação de tempo para passagem (TP), que especifica o tempo remanescente até que o objeto passe pelo observador, com informação crucial a ações como atravessar uma avenida movimentada, ou ultrapassar um automóvel enquanto dirigindo. Desta forma, julgamentos de TC são obtidos através do padrão local de mudança do tamanho do objeto contido no fluxo ótico, denominado tau local. Julgamentos de

TP, por outro lado, são obtidos através do padrão de mudança angular da separação entre a posição do objeto e a direção do movimento do observador, denominado tau global (TRESILIAN, 1991).

Esta nomenclatura de Tresilian foi útil ao distinguir as várias definições da variável ótica tau formuladas por Lee. Bardy, Baumberger, Fluckiger e Laurent (1992) verificaram quais interações ocorrem entre a informação visual disponível durante o andar no fluxo ótico global e aquelas referentes à natureza mais local, determinadas pela taxa de dilatação do alvo na retina. Para os autores, a informação visual global é caracterizada pelo fluxo envolvendo o arranjo ótico inteiro, enquanto que a local envolve uma transformação específica de uma região particular do arranjo. O experimento consistia em andar e parar o mais perto possível de um alvo, localizado dentro de uma sala especial, onde a informação do tau global e local era manipulada. A manipulação da informação global foi feita através de pontos de luz no chão, que se afastavam ou se aproximavam do alvo, de forma virtual, em 3 velocidades (baixa, média e alta), enquanto que a informação local foi manipulada através dos tamanhos do alvo (pequeno e grande). Os resultados mostraram que, com ambos os alvos, as modificações feitas no fluxo ótico global afetaram significativamente a performance dos participantes na situação de velocidade de aproximação mais alta, pois os sujeitos pararam mais cedo antes do alvo. Os autores sugeriram, então, que a informação global pode ter uma influência maior no controle das atividades de locomoção em direção a um alvo, mas admitem que outros estudos devam ser realizados de modo a testar a contribuição exata destas fontes de informação.

Kaiser e Mowafy (1993) corroboram a idéia de que o tau global consiste em informação relevante ao afirmarem que o tau, baseado na expansão definida por dois pontos, ou na expansão definida pela imagem inteira do objeto, é denominado tau local e não deve ser generalizado como fonte principal de informação contida no fluxo ótico. Em seu estudo, os autores testaram a sensibilidade de observadores ao tau global, removendo toda informação de expansão local ao apresentarem simulações de movimento do observador por uma nuvem cheia de pontos/ marcas com tamanho constante. Os resultados obtidos foram interpretados como demonstração de que os participantes examinados são altamente sensíveis ao tau global e apresentam julgamentos fortemente acurados. Ainda, atribuíram diferenças na sensibilidade destas duas variáveis informacionais, sugerindo que a informação do tau local deveria ser usada para habilidades perceptivo-motoras precisas, tais como agarrar e a informação do tau global para situações de navegação mais global.

Numa situação na qual o percebedor encontra-se dentro de uma sala, em pé, e deve agarrar uma bola em aproximação, o percebedor necessita destes dois tipos de informação (global e local) para controlar tanto sua postura em pé quanto o sincronismo do agarrar: o fluxo ótico contém tanto informação da relação do indivíduo com a estrutura ambiental global (as paredes desta sala), quanto informação local de aproximação de um objeto (a bola). Este é o contexto da presente investigação.

2.2. Controle do Agarrar

Um exemplo clássico de controle do timing na ação de agarrar uma bola foi investigado por Savelsbergh, Whiting e Bootsma (1991). Foram usadas três bolas plásticas de diferentes diâmetros, sendo duas delas com tamanho constante de diâmetro 7.5 cm e 5.5 cm e a terceira bola tinha seu diâmetro alterado durante o voo de 7.5 cm para 5.5 cm. As três bolas, colocadas na ponta de um pêndulo, eram luminosas e o ambiente do experimento, escuro. O pêndulo era disparado a cada tentativa de agarrar a bola e os sujeitos permaneciam sentados, com o punho preso a uma espécie de descanso de braço, impossibilitando-os de realizar qualquer movimento que não fosse o de abrir e fechar a mão. Os participantes desconheciam o fato da bola murchando.

O registro das ações foi feito por meio de LEDs afixados no pêndulo e na mão direita (polegar e indicador) dos sujeitos. Os resultados foram consistentes com a proposta de Lee, na qual o aparecimento da velocidade de fechada máxima da mão foi mais atrasado para a bola murchando. Ajustes na fechada da mão em relação à bola murchando e aos diferentes tamanhos de bola indicaram uma ação baseada na informação de TC detectada diretamente pelo padrão de expansão ótica na retina.

Foram realizados dois experimentos na investigação supracitada. No final do primeiro experimento feito com visão binocular, os autores acreditaram que, embora os resultados suportassem a hipótese de que os sujeitos utilizam a informação de tempo para contato diretamente, especificada pela expansão ótica da bola, os autores sugeriram que, ao usar os 2 olhos, outros tipos de informação

poderiam estar sendo usados ou adicionados. Então, realizaram o segundo experimento utilizando exatamente o mesmo desenho experimental, com exceção da visão, sendo para este, monocular. Os resultados apresentaram algumas variáveis com magnitudes mais exageradas para a visão monocular, contudo, as diferenças significativas foram as mesmas. Talvez, o resultado mais interessante entre esses dois experimentos tenha sido o fato de que o desvio padrão diminuiu próximo ao contato, o que não ocorreu no Experimento. 1. Para os autores, este fato sugere que a informação visual se torna mais precisa quando o contato se aproxima. Sendo assim, nós utilizamos na presente situação experimental a visão binocular, assumindo que a visão monocular não adicionaria informações relevantes.

Ainda, neste experimento os autores utilizaram algumas variáveis de estudos com agarrar e escolheram variáveis que fossem sensíveis à manipulação da bola murchando. O fato dos participantes serem capazes de sintonizar suas ações para mudanças perceptuais não-verídicas (ou não-conscientes) passa a ser um forte argumento para aceitar que a ação é baseada na informação ambiental e não uma ação programada, baseada em percepção indireta. Este acoplamento percepção-ação extremamente sintonizado pode ser visto nos ajustes de abertura da mão para a bola que murcha (SAVELSBERGH; WHITING; BOOTSMA, 1991).

2.3. Controle Postural

Ao manter a postura em pé ou sentado, informação visual baseada no ambiente é utilizada especificando a posição do corpo em relação ao espaço. Para a realização de qualquer ação motora, é necessário que o sistema de controle postural busque um relacionamento coerente e estável entre informação sensorial e ação motora (HORAK; MCPHERSON, 1996). As informações sensoriais são fornecidas pelos sistemas visual, somatosensorial e vestibular. A partir destas informações, o sistema de controle postural é capaz de produzir ação motora correspondente ao objetivo da tarefa.

Uma possível maneira de estudar o relacionamento entre informação visual e o controle da postura é o “paradigma da sala móvel”. Neste paradigma, o indivíduo permanece no interior da sala que, independentemente do chão, tem suas paredes e teto se movendo para frente e para trás. Este movimento produz informação conflitante em relação ao movimento do corpo, que oscila na mesma direção (BERTENTHAL; ROSE; BAI, 1997).

Lee e colaboradores utilizaram esta sala suspensa de forma a manipular a informação visual do indivíduo que se localizava em seu interior (LEE; ARONSON, 1974; LEE; LISHMAN, 1975; LISHMAN; LEE, 1973). Os movimentos para frente e para trás desta sala móvel produziam oscilações corporais nos participantes. Estes autores afirmaram que um campo visual móvel pode induzir uma percepção de movimento do próprio corpo e, mesmo que este estímulo visual provoque uma situação ilusória, uma oscilação corporal coerente e correspondente ao padrão de movimento da sala é desencadeada.

Assim, é possível afirmar que a visão é uma das fontes sensoriais importantes para o sistema de controle postural, pois fornece informações do ambiente e da direção e velocidade dos movimentos corporais em relação ao ambiente (NASHNER, 1981). A informação visual pode ser utilizada para diminuir a oscilação corporal, já que com os olhos fechados há um aumento da magnitude desta oscilação (PAULUS; STRAUBE; BRANDT, 1984), como também pode ser utilizada para induzir oscilação corporal, como visto anteriormente.

Muitos estudos realizados têm mostrado que a influência desta sala móvel é diferente nas várias faixas etárias. Há investigações com bebês (BARELA, GODOI, FREITAS JUNIOR; POLASTRI, 2000; BERTENTHAL; ROSE; BAI, 1997), crianças (LEE; ARONSON, 1974), adultos (LISHMAN; LEE, 1973) e idosos (POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995). No caso de bebês e crianças, uma possível explicação para esta influência seria que estes estariam passando por mudanças desenvolvimentais para permitir maior estabilidade e coerência no acoplamento entre informação sensorial e ação motora, provocando melhora na performance do controle postural até alcançar a performance observada em adultos. Em relação ao envelhecimento, o processo seria o inverso, portanto, marcado por um declínio na performance do controle postural. Então, sendo os adultos a população com comportamento mais estável e melhor performance do controle postural, recrutamos participantes com idade entre 18 e 30 anos para testar uma situação experimental nova e com grau, relativamente, elevado de dificuldade.

Prioli, Freitas Junior e Barela (2005) verificaram o acoplamento entre informação sensorial e ação motora em adultos, idosos ativos e sedentários. A tarefa realizada com adultos, sua respectiva metodologia e resultados obtidos norteiam a análise do controle postural da presente investigação. O experimento foi realizado em duas condições, baseadas no movimento da sala móvel: contínua e discreta (movimento único). A situação do presente estudo replica as características da condição discreta realizada por estes autores, utilizando os mesmos equipamentos, os mesmos parâmetros de movimento da sala móvel e a mesma distância entre o participante e a parede do fundo da sala. Há apenas uma diferença que diz respeito à configuração do corpo do participante no início da tentativa, pois no experimento atual o participante teve como posição inicial o cotovelo flexionado e o olho fixo na bola enquanto que, no experimento original, ele permanecia ao longo do corpo e com o olho fixo num alvo na parede do fundo da sala. Todas estas características estão descritas na metodologia deste trabalho.

Em estudo subsequente, Prioli, Cardozo, Freitas Junior e Barela (2006) realizaram um estudo para verificar o relacionamento entre informação visual e oscilação corporal no controle postural, em função da demanda da tarefa. Uma das tarefas experimentais envolvia a manutenção da postura em pé com os pés paralelos (suporte normal) em *tandem stance* (uma pé a frente do outro) e com a base de suporte reduzida (pés paralelos em cima de uma base de madeira com 9 cm de largura, 2,5 cm de altura e 2 m de comprimento). Os resultados mostraram que, na situação de suporte normal, idosos e adultos jovens apresentaram

performance semelhante, enquanto que na base de suporte reduzida, os idosos apresentaram uma maior oscilação corporal. Os autores sugeriram que quanto maior a dificuldade, maior a diferença entre idosos e adultos jovens.

Embora o nosso estudo não compare adultos com idosos, esta explicação dada pelos autores pode ser útil ao tentar explicar os possíveis efeitos do conflito gerado pela manipulação da informação visual global e local de forma simultânea, na situação em que a bola se aproxima do participante e, ao mesmo tempo, a sala se afasta, por exemplo. Este exemplo pode conter um grau de dificuldade maior quando comparada às outras situações do presente experimento.

Em suma, os estudos revisados acima mostraram as características informacionais globais e locais de uma situação de sincronismo entre propriedades ambientais e mecanismos de controle de movimento. Tais informações disponíveis dão suporte às peculiaridades da regulação da ação de agarrar um objeto em aproximação, assim como a manutenção apropriada das oscilações corporais; estes aspectos são essenciais para uma compreensão entre os controles simultâneos do agarrar e da postura, foco do presente estudo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Este estudo objetivou verificar como fontes de informação visual global e local afetam os controles da postura e da mão numa tarefa de agarrar um objeto em aproximação, em adultos.

3.2. Objetivos Específicos

1. Analisar a sincronização da ação do agarrar em função da aproximação da bola;
2. Analisar o controle postural durante a ação de agarrar em função do movimento de aproximação e afastamento da sala móvel;
3. Analisar a interação entre os controles da sincronização do agarrar e seu controle postural, com base nos efeitos individuais e coletivos das fontes de informação local e global.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Participantes

Participaram, como voluntários desde estudo, 12 universitários da Unesp, Campus de Rio Claro, 6 homens e 6 mulheres, com média de idade de 22,3 anos (DP= 2,3) e de altura de 169,8 cm (DP= 7,1), com acuidade visual normal ou corrigida para normal. Todos os participantes foram questionados sobre sua preferência manual para a atividade de escrita para definir se eram destros, já que esta atividade representa, em 93% dos casos, a classificação ideal da mão dominante do indivíduo, sendo destro ou canhoto, com melhor performance para um desses lados também em outras atividades (COREY, HURLEY, FOUNDAS, 2001).

Durante o recrutamento de participantes voluntários, foram excluídos os indivíduos com preferência manual esquerda para a escrita e com altura acima ou

abaixo do intervalo 160-180 cm devido à disposição dos equipamentos (altura e posição da haste e bola).

A participação de todos esteve condicionada à autorização por escrito, através do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências, UNESP/RC, protocolo nº 1617, datado de 09/03/2006, em anexo.

4.2. Equipamentos

O experimento foi realizado no interior de uma “sala móvel”. Esta sala foi constituída de três paredes e um teto (2,1 x 2,1 x 2,1 metros - altura, largura e comprimento), montada sobre quatro rodas que deslizam sobre trilhos, possibilitando o seu movimento, para frente e para trás, independente do chão. O movimento desta sala foi produzido por um sistema de servo-mecanismo (Compumotor Apex 6151), controlado pelo programa Motion Architect (Compumotor Apex 620-MC-NC). Um aparato foi construído de forma que uma haste com uma bola (6,0 cm de diâmetro) fixada na sua extremidade ficou acoplada ao mesmo mecanismo que move a sala. Um sistema de roldanas foi acoplado ao servo-mecanismo, como mostra a Figura 1A. O movimento da sala para frente ou para trás provocou o deslocamento da roldana em sentido horário ou anti-horário, movimentando a haste (Figura. 1B) numa velocidade e amplitude proporcionais ao movimento da sala. Desta forma, a sala e a haste se moveram simultaneamente, na mesma direção ou em direção oposta. A oscilação corporal

dos participantes, o movimento da mão, da sala e da haste foram obtidas através de um sistema de análise tridimensional de movimento (Optotrak - 3020 - Northern Digital, Inc.), na frequência de 100 Hz. Para que isto fosse possível, emissores infravermelhos foram fixados nas costas dos participantes, entre as escápulas, na altura da oitava vértebra torácica, no polegar e no dedo indicador (falanges distais) da mão direita (para que os marcadores não fossem encobertos durante o abrir ou fechar da mão, pequenos suportes foram fixados nas falanges distais dos dois dedos e os marcadores, colados nestes suportes), na parte inferior da parede do fundo da sala e na haste, a 30 cm acima da bola (esta distância foi estabelecida por meio de testes para evitar que a mão do participante encobrisse o marcador no momento do agarrar). Uma lâmpada foi instalada na parede do fundo da sala, na mesma direção da haste, 50 cm abaixo do teto, para indicar o momento a partir do qual o sujeito deveria realizar a ação do agarrar.

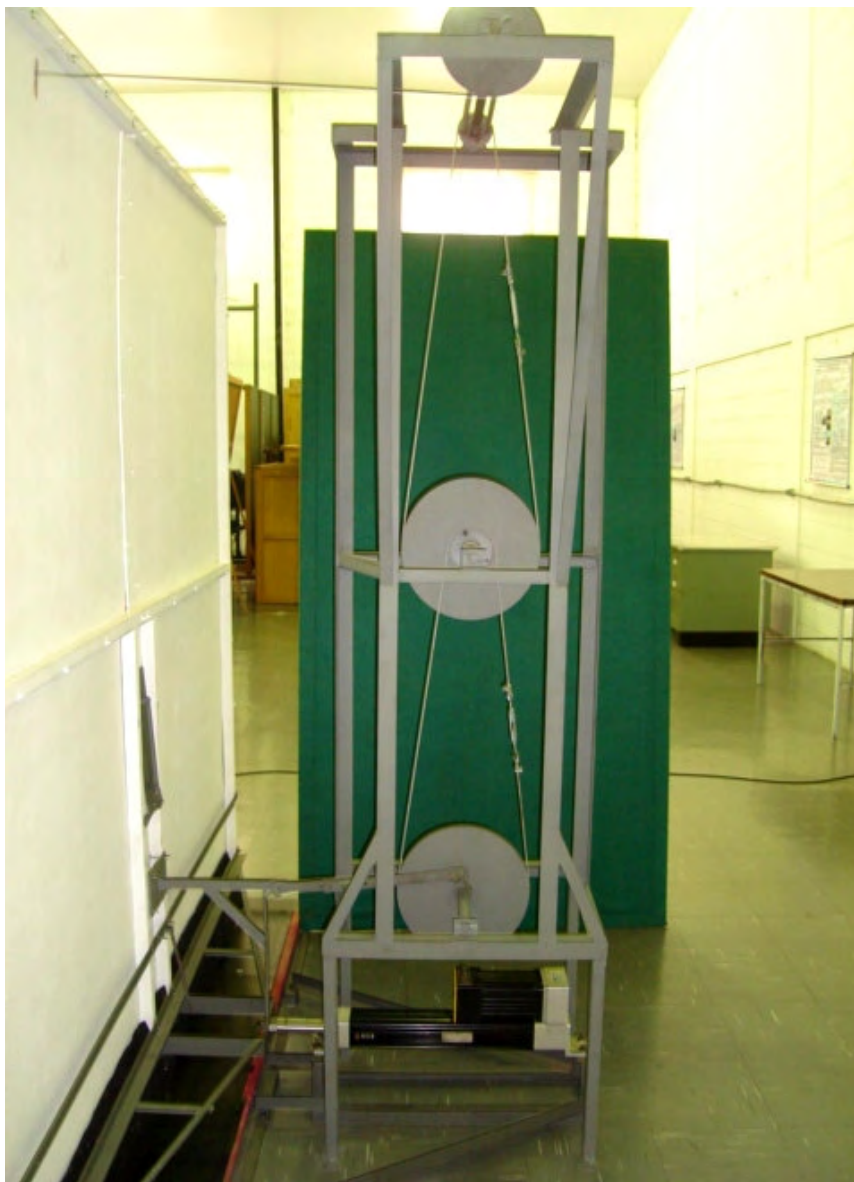


Figura 1A. Foto do sistema de roldanas acoplado ao servo-mecanismo.



Figura 1B. Foto da haste, dentro da sala móvel.

4.3. Procedimentos

Cada participante foi levado ao Laboratório para Estudos do Movimento (LEM – Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP – RC) e, após explicação do experimentador sobre os objetivos e procedimentos do estudo, assinou o termo de consentimento para dar início à coleta de dados. Os

participantes ficaram no interior da sala móvel, a uma distância de 1,0 metro do fundo da mesma (Figura 2). A posição inicial do braço esquerdo do participante foi a vertical, com a mão para baixo, enquanto que o braço direito formava um ângulo de 90 graus na articulação do cotovelo, com antebraço na horizontal e mão direcionada à frente. Os pés permaneceram paralelos, na linha do ombro e a mão direita com o polegar e indicador estendidos e unidos; os demais dedos estavam unidos ao indicador. Após realizarem 10 tentativas de familiarização com a tarefa na condição 3 do experimento (Tabela 1), os participantes foram instruídos a, permanecerem o mais estável possível na posição inicial e:

- Na condição 1, 4 e 5, mantê-la até o final da tentativa;
- Na condição 2, agarrar a bola logo após o acendimento da luz;
- Na condição 3, 6, 7, 8 e 9 agarrar a bola a partir do acendimento da luz, quando julgasse pertinente; a luz acendeu exatamente no mesmo momento em que a haste e sala começaram a se mover, por volta do 5^o segundo.

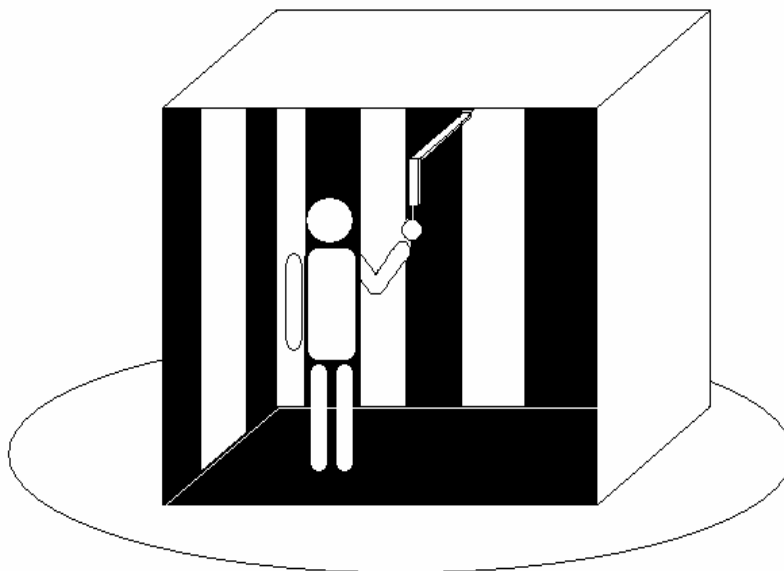


Figura 2. Ilustração da situação experimental, mostrando o participante dentro da sala móvel contendo uma haste ligada a uma bola.

Em cada tentativa, a sala realizou um movimento discreto (movimento único), para frente ou para trás, com duração de 2 segundos, pico de velocidade de 2,6 cm/s e uma amplitude de movimento da sala de 2,5 cm, em média, seguindo as características sugeridas por Prioli, Freitas Junior e Barela (2005). A haste foi movimentada, em cada tentativa, para frente, com duração de 2 segundos, pico de velocidade de 74,8 cm/s e amplitude de movimento de 53 cm, em média. Na situação em que o participante agarrou a bola parada, esta foi fixada a 10 cm do final de sua trajetória, para todos os participantes. Foram realizadas 5 tentativas por condição, sendo 9 condições (Tabela 1), totalizando 45 tentativas coletadas para cada participante. Em todas as condições, os participantes tiveram que manter a posição em pé durante 18 segundos olhando para a bola fixa na haste. Cada tentativa de 18 segundos foi dividida em: 4

segundos antes do início do movimento da sala, 2 segundos de movimento da sala e duas janelas de 4 segundos após o movimento da sala, totalizando 14 segundos utilizados para o cálculo das variáveis dependentes; os segundos restantes foram descartados.

A ordem de apresentação das condições foi distribuída randomicamente para evitar possíveis efeitos de ordem, tais como aprendizagem e fadiga. Intervalos de descanso foram dados a cada 5 tentativas ou de acordo com a necessidade do participante.

Tabela 1. Organização das condições experimentais em função dos movimentos da bola, da sala móvel e da presença da ação de agarrar.

Condição	Movimento da bola	Movimento da Sala	Agarrar
1	Parada	Parada	Sem
2	Parada	Parada	Com
3	Aproxima	Parada	Com
4	Parada	Aproxima	Sem
5	Parada	Afasta	Sem
6	Parada	Aproxima	Com
7	Parada	Afasta	Com
8	Aproxima	Aproxima	Com
9	Aproxima	Afasta	Com

4.4. Tratamento e Análise dos Dados

As variáveis dependentes do controle postural descrevem o relacionamento entre a oscilação corporal e o movimento da sala móvel na direção ântero-posterior. A oscilação corporal foi analisada na direção ântero-posterior antes, durante e após o movimento da sala.

Variáveis dependentes do controle postural:

- ***amplitude média de oscilação (AMO)*** – esta variável foi obtida para três períodos de cada tentativa: período de 4 segundos, precedente ao movimento da sala (AMO antes) e período de 8 segundos posterior ao movimento da sala, dividido em duas janelas consecutivas de 4 segundos cada (AMO depois1 e AMO depois2); esta variável corresponde à variabilidade ao redor da média de cada período, sendo calculada obtendo-se o desvio padrão após a subtração da média dos valores e quantifica a magnitude de oscilação corporal ao longo da tentativa. Assim, a amplitude média de oscilação corresponde à variância dos dados, sendo que valores menores indicam dispersão menor e uma melhor performance do funcionamento do sistema de controle postural. Valores maiores indicam o contrário (TOLEDO, RINALDI, BARELA, 2006).
- ***deslocamento corporal*** desencadeado pelo movimento da sala (2 segundos) - é a medida que verifica o efeito da informação visual

proveniente da movimentação da sala, no deslocamento corporal dos participantes. Corresponde à distância entre o início e o final do deslocamento corporal, quando a sala foi movimentada para frente ou para trás. Valores menores do deslocamento indicam uma menor influência da manipulação visual e uma resolução mais rápida do conflito sensorial criado pelo movimento da sala (TOLEDO; RINALDI; BARELA, 2006).

- **coeficiente de correlação e a diferença temporal**, obtidos a partir da análise de correlação cruzada entre a oscilação corporal e a posição da sala. Esta variável indica o quão relacionados estiveram os movimentos da sala e do participante. Valores próximos a 1 indicam que ambos estavam altamente relacionados e valores próximos a 0, indicam o contrário.

As variáveis dependentes do controle do agarrar descrevem o relacionamento entre o movimento da mão e o movimento simultâneo da bola e da sala móvel.

Variáveis dependentes do agarrar:

- **tempo de início do agarrar** – esta variável indica quanto tempo o participante demorou para iniciar o movimento de agarrar a bola. Corresponde ao tempo entre o início do movimento da bola e a abertura máxima da mão; a abertura máxima da mão determina o início da agarrar.
- **tempo de movimento** – esta variável indica quanto tempo o participante levou para realizar o movimento de agarrar. Corresponde ao tempo entre o

início do agarrar - abertura máxima da mão - e o momento de fechada máxima da mão;

- **velocidade máxima de fechada**- esta variável indica o quão rápido o participante fechou a mão durante o movimento de agarrar. Corresponde a velocidade máxima de fechada da mão;
- **tempo de aparecimento da velocidade máxima (de fechada da mão)** – momento em que se deu o pico da velocidade de fechada da mão.

As variáveis foram obtidas através do processamento feito por programas computacionais escritos em Matlab (Math Works, versão 6.5). Os dados da oscilação corporal foram filtrados por meio de um filtro digital Butterworth, de 2ª ordem e com frequência de corte de 5 Hz. Para os dados do agarrar o filtro utilizado foi o Butterworth de 4ª ordem e com frequência de corte de 4 Hz. As variáveis baseadas no movimento da sala ou da bola foram calculadas somente para as condições nas quais ocorreram os respectivos movimentos.

4.5. Análise Estatística

Os dados de todos os participantes foram submetidos, individualmente, por variável dependente, a duas análises de variância (ANOVA) de medidas repetidas nos três fatores, da seguinte forma:

Somente para as variáveis dependentes relativas ao controle postural:

- (A) Movimento da Sala (Parada, Aproxima, Afasta) pelo Agarrar (Com, Sem), pela Tentativa (1 a 5), envolvendo, respectivamente, as condições 1, 2, 4, 6, 5 e 7;

Para as variáveis dependentes relativas ao controle postural e ao agarrar:

- (B) Movimento da Sala (Parada, Aproxima, Afasta) pelo Movimento da Bola (Parada, Aproxima), pela Tentativa (1 a 5), envolvendo, respectivamente, as condições 2, 3, 6, 8, 7 e 9;

Para as variáveis: tempo de início do agarrar e tempo de movimento, a análise B não usou o nível Parada para o efeito principal Movimento da Sala, contendo apenas os níveis Aproxima e Afasta, uma vez que estas variáveis dependentes foram definidas com base na informação do início do movimento da bola ou da sala, ausentes na condição 2. Para as variáveis coeficiente de correlação, diferença temporal e deslocamento corporal, as análises A e B também não usaram o nível Parada para o efeito principal Movimento da Sala; as variáveis foram calculadas com base na informação do movimento da sala, ausente nas condições 1, 2 e 3.

A análise A buscou determinar possíveis efeitos da presença da ação de agarrar sobre o controle da postura, nas condições de bola parada. A análise B, por outro lado, tentou encontrar possíveis efeitos do agarrar sobre o controle da postura e, reciprocamente, efeitos das alterações posturais advindas do movimento da sala sobre o agarrar, quando houve aproximação da bola.

Comparações aos pares foram realizadas quando necessário, submetidas à ANOVA, com ajuste de Bonferroni, dividindo o nível de significância pelo número de comparações realizadas. O nível de significância adotado foi de 0,05 para todas as análises. No caso de violação do pressuposto de esfericidade dos dados, foi utilizado o ajuste de Greenhouse-Geisser (MAXWELL; DELANEY, 1990). O software utilizado foi o SPSS (SPSS Inc., versão 9).

5. RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi organizada em duas partes, de acordo com as duas análises estatísticas realizadas. A primeira (A) parte refere-se ao conjunto de variáveis do controle da postura e a segunda (B) refere-se às variáveis do controle da postura e do agarrar. Os resultados estão descritos, separadamente em cada análise, por variável dependente.

5.1. Análise dos efeitos do movimento da sala e do agarrar sobre as variáveis da postura (A)

5.1.1. Amplitude média de oscilação

A Figura 3 mostra uma tentativa típica na qual os participantes oscilavam naturalmente para frente e para trás, antes da alteração da informação visual, provocada pelo movimento da sala. Assim que o movimento da sala foi iniciado,

neste caso em aproximação ao participante, a oscilação corporal ocorreu na mesma direção do movimento da sala. Logo após o término do movimento da sala, o participante reverteu seu movimento e procurou voltar à posição corporal inicial.

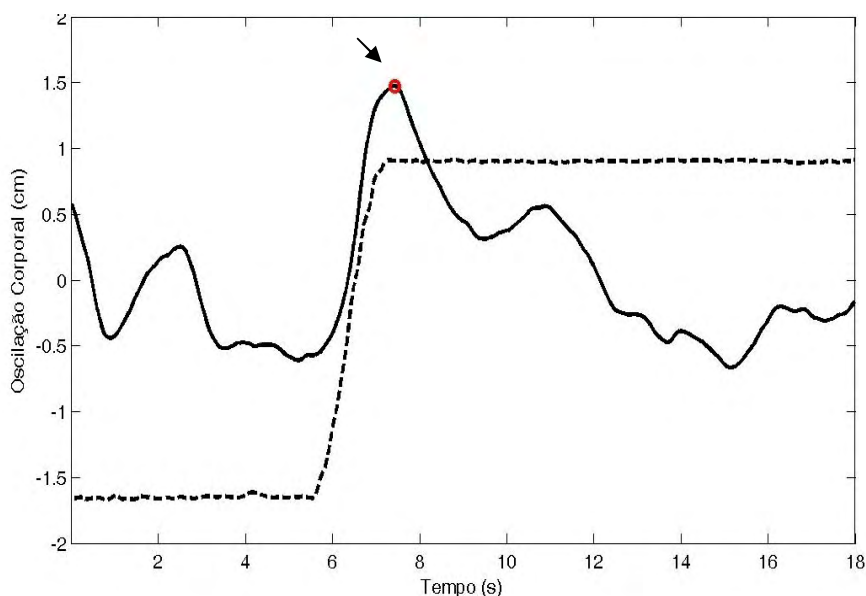


Figura 3. Exemplo de uma tentativa típica na condição 4 (a sala se aproxima do participante). O movimento da sala móvel está indicado pela linha pontilhada e a oscilação corporal na direção ântero-posterior do participante está representada pela linha contínua. O momento de reversão do movimento do participante é indicado pela seta.

Os resultados da presente variável mostraram que, no período precedente ao movimento da sala, a amplitude média de oscilação não foi significativamente afetada pela manipulação da sala móvel, nem pela presença ou ausência do agarrar ($M = 0,122$ cm, $EP = 0,009$).

Entretanto, no período de quatro segundos após a reversão do movimento do participante, a ANOVA dos valores de AMO depois1 revelou a interação

significativa Sala x Agarrar, $F(2,88) = 20,968$, $p < 0,001$, assim como o efeito principal significativo Agarrar, $F(1,88) = 9,106$, $p = 0,012$. Estes resultados mostraram que AMO depois1 foi significativamente maior para as condições com agarrar ($M = 0,165$ cm, $EP = 0,014$), do que para as condições sem agarrar ($M = 0,126$ cm, $EP = 0,010$). Três comparações aos pares com ajuste de probabilidades de Bonferroni para comparações múltiplas foram realizadas e, portanto, cada comparação foi testada a um nível alfa de $0,05/3$ ou $0,0167$. Estas comparações mostraram que, quando a sala esteve parada, AMO depois1 foi significativamente maior quando o agarrar esteve presente ($M = 0,198$ cm, $EP = 0,021$) do que quando ele não ocorreu ($M = 0,109$ cm, $EP = 0,010$), $F(1,44) = 23,892$, $p < 0,001$, como mostra a Figura 4. Não foram observadas diferenças significativas nas outras duas comparações entre as condições com e sem agarrar; as médias (EP) de AMO depois 1 nas situações da sala aproximando e afastando foram, respectivamente, $0,147$ cm ($0,015$) e $0,136$ cm ($0,009$). A variável AMO depois2 não foi afetada de forma significativa pelo movimento da sala e nem pela presença ou ausência do agarrar ($M = 0,146$ cm, $EP = 0,013$).

5.1.2. Coeficiente de Correlação e Diferença Temporal

ANOVA apontou um nível significativamente maior do coeficiente de correlação para as condições com agarrar ($M = 0,664$, $EP = 0,042$) do que para as condições sem agarrar ($M = 0,537$, $EP = 0,033$), $F(1,88) = 5,673$, $p = 0,036$. Não

foram observadas diferenças significativas para diferença temporal ($M = 0,070$, $EP = 0,028$).

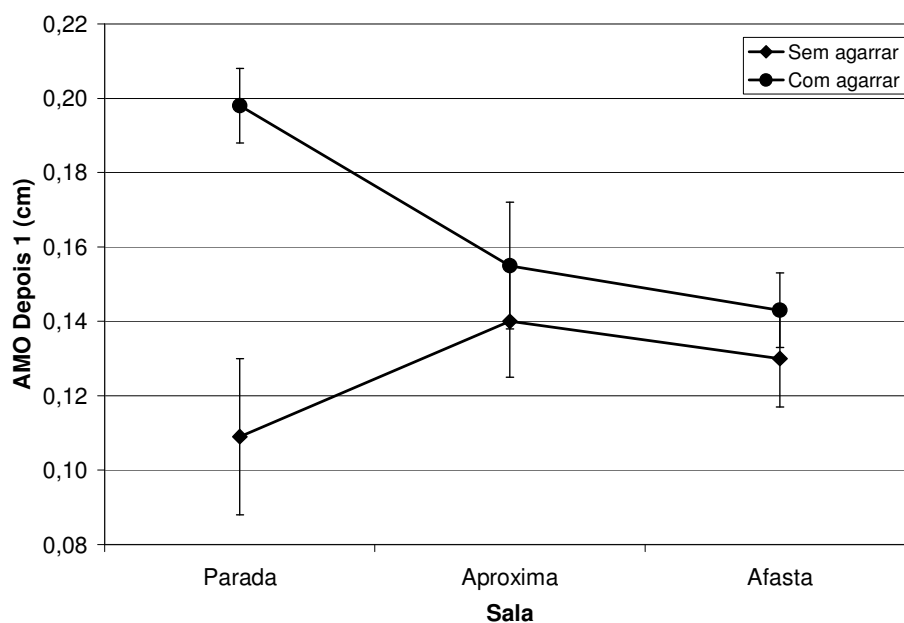


Figura 4. Média e erro padrão da variável AMO depois1, nas condições de sala Parada, Aproxima e Afasta, com e sem agarrar.

5.1.3. Deslocamento Corporal

ANOVA apontou que o deslocamento corporal foi afetado significativamente pelos fatores principais Sala, $F(1,44) = 5,445$, $p=0,04$, Agarrar, $F(1,44) = 20,209$, $p=0,001$ e Tentativa, $F(4,44) = 8.370$, $p<0.001$. O deslocamento corporal foi significativamente maior quando a sala se afastou ($M = 1,420$ cm, $EP = 0,160$) do que quando a sala se aproximou ($M = 0,984$ cm, $EP = 0,118$). Adicionalmente, o deslocamento corporal foi significativamente maior quando o participante agarrou

a bola ($M = 1,568$ cm, $EP = 0,153$) do que quando não realizou a ação de agarrar ($M = 0,836$ cm, $EP = 0,109$). Os resultados apontaram que o deslocamento corporal foi significativamente diferente entre as cinco tentativas, com as respectivas médias (EP) de $1,479$ cm ($0,113$), $1,363$ cm ($0,129$), $1,074$ cm ($0,147$), $1,144$ cm ($0,133$) e $0,950$ cm ($0,093$).

5.2. Análise dos efeitos do movimento da sala e da bola sobre as variáveis da postura e do agarrar (B)

5.2.1. Amplitude média de oscilação

Como na primeira análise, a amplitude média de oscilação não foi significativamente afetada pelas variáveis independentes no período precedente (AMO antes) e nem para a segunda janela de quatro segundos posterior ao movimento da sala (AMO depois2), cujas médias (EP) foram $0,122$ cm ($0,009$) e $0,146$ cm ($0,013$), respectivamente. Para AMO depois1, ANOVA revelou que alcançaram o nível de significância o efeito principal Bola, $F(1,88) = 5,442$, $p=0.040$, e a interação Sala x Bola, $F(2,88) = 3,924$, $p=0,038$. Os participantes apresentaram amplitude média de oscilação significativamente maior na condição em que a bola esteve parada ($M = 0,165$ cm, $EP = 0,014$) do que quando a bola se aproximou ($M = 0,136$ cm, $EP = 0,008$). Três comparações aos pares com ajuste de probabilidades de Bonferroni para comparações múltiplas foram realizadas e, portanto, cada comparação foi testada a um nível alfa de $0,05/3$ ou $0,0167$. Estas

comparações mostraram que, na situação na qual a sala esteve parada, AMO depois1 foi significativamente maior quando o participante agarrou a bola parada ($M = 0,198$ cm, $EP = 0,021$) do que quando agarrou a bola em aproximação ($M = 0,138$ cm, $EP = 0,011$), $F(1,44) = 9,043$, $p=0,012$, como mostra a Figura 5. Não foram observadas diferenças significativas nas outras duas comparações; as médias (EP) de AMO depois 1 foram, respectivamente, 0,146 cm (0,011) para a situação da sala aproximando e 0,138 cm (0,009) para a situação da sala afastando.

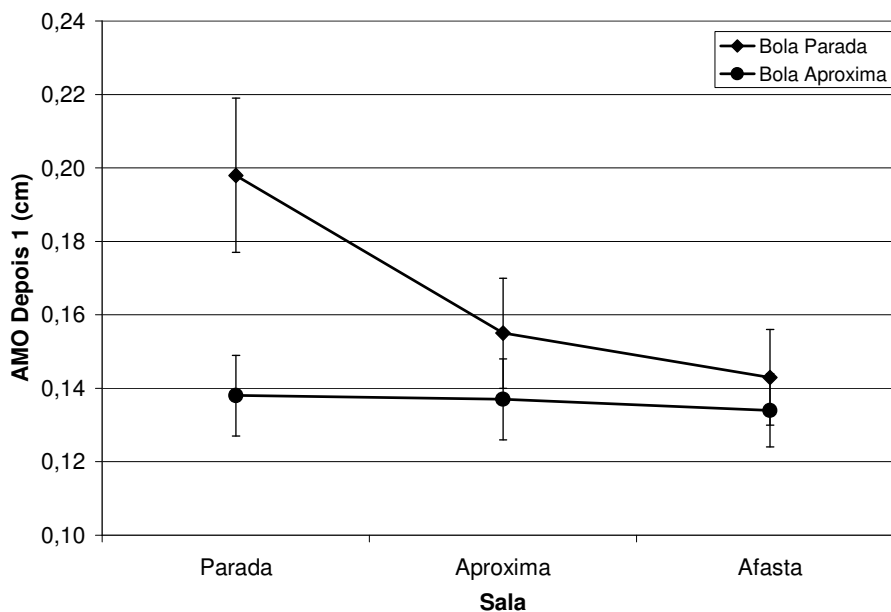


Figura 5. Média e erro padrão da variável AMO depois1, nas condições de sala Parada, Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada e Aproxima.

5.2.2. Coeficiente de correlação e diferença temporal

ANOVA apontou um nível significativamente maior do coeficiente de correlação para a situação na qual a bola esteve parada ($M = 0,664$, $EP = 0,042$) do que para a situação na qual a bola se aproximou ($M = 0,462$, $EP = 0,028$), $F(1,44) = 18,188$, $p=0,001$. Adicionalmente, ANOVA revelou interação significativa entre Sala x Bola, $F(1,44) = 16,613$, $p=0,038$. Duas comparações aos pares com ajuste de probabilidades de Bonferroni para comparações múltiplas foram realizadas e, portanto, cada comparação foi testada a um nível alfa de $0,05/2$ ou $0,025$. Estas comparações revelaram que, na situação na qual a sala se afastou, o coeficiente de correlação foi significativamente maior quando os participantes agarraram a bola parada ($M = 0,745$, $EP = 0,035$) do que quando agarraram a bola em aproximação ($M = 0,347$, $EP = 0,045$), $F(1,44) = 59,263$, $p<0,001$, como mostra a Figura 6. Quando a sala se aproximou do participante, não houve efeito significativo da presença ou ausência do movimento da bola ($M = 0,579$, $0,063$). Adicionalmente, não foram observadas diferenças significativas para diferença temporal ($M = 0,115$, $EP = 0,027$).

5.2.3. Deslocamento Corporal

ANOVA apontou que o deslocamento corporal foi significativamente afetado pelos fatores principais Bola, $F(1,44) = 22,833$, $p=0,001$, Tentativa $F(1,44) = 3,649$, $p=0,012$ e pela interação Sala x Bola, $F(1,44) = 10,618$, $p=0,008$. O deslocamento corporal foi maior quando a bola ficou parada ($M = 1,568$ cm, $EP = 0,153$) do que quando a bola se aproximou do participante ($M = 1,045$ cm, $EP = 0,133$).

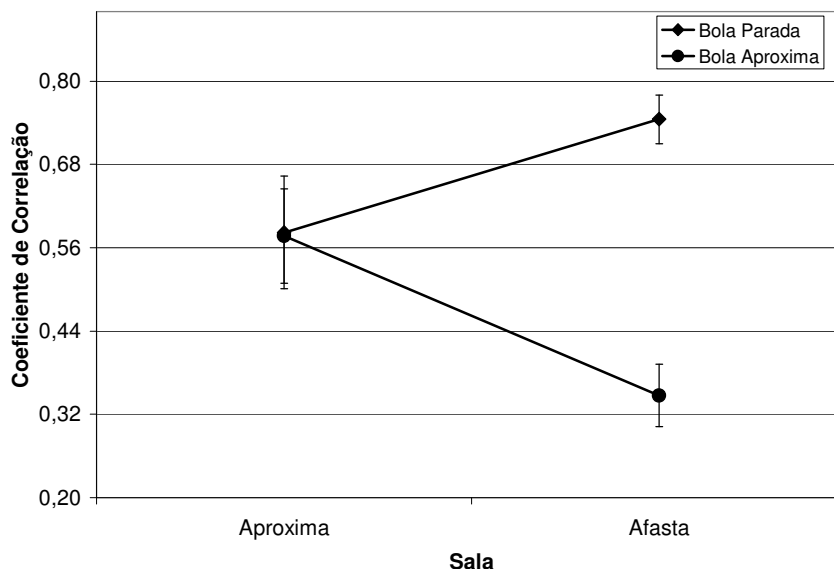


Figura 6. Média e erro padrão da variável coeficiente de correlação cruzada, nas condições de sala Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada e Aproxima.

O deslocamento apresentou uma tendência de queda ao longo das cinco tentativas, como mostram as médias (EP) 1,479 cm (0,113), 1,363 cm (0,129), 1,074 cm (0,147), 1,144 cm (0,133), 0,950 cm (0,093), respectivamente. A interação significativa foi seguida por duas comparações aos pares, com ajuste de probabilidades de Bonferroni para comparações múltiplas, e cada comparação foi testada a um nível alfa de 0,05/2 ou 0,025. Estas comparações mostraram que, quando a sala se afastou do participante, o deslocamento corporal foi significativamente maior para a situação na qual ele agarrou a bola parada ($M = 1,939$ cm, $EP = 0,225$) do que quando agarrou a bola em aproximação ($M = 1,098$ cm, $EP = 0,199$), $F(1,44) = 20,157$, $p=0,001$, como mostra a Figura 7. Quando a sala se aproximou do participante, não houve efeito significativo da presença ou ausência do movimento da bola ($M = 1,094$ cm, $EP = 0,191$).

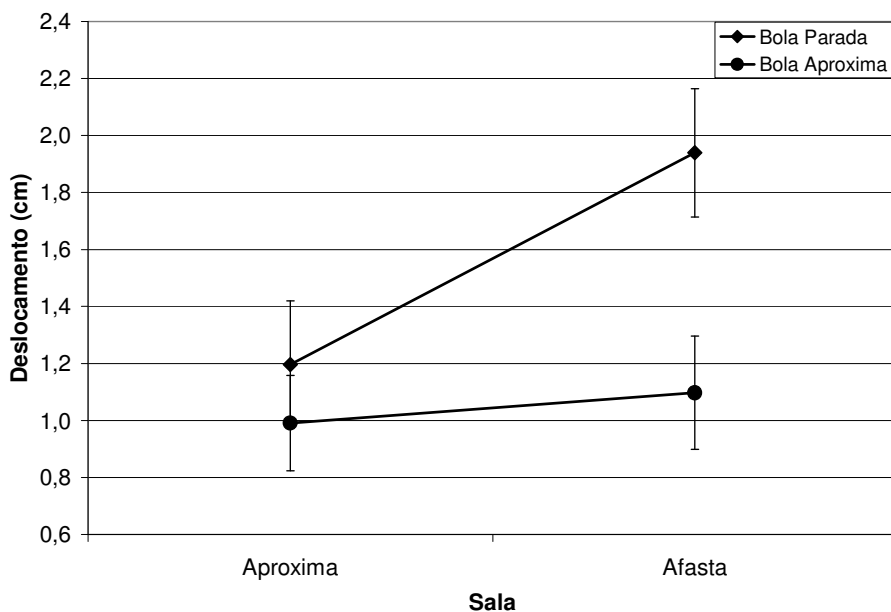


Figura 7. Média e erro padrão da variável Deslocamento Corporal, nas condições de sala Aproxima e Afasta, nas situações de bola Parada e Aproxima.

5.2.4. Início do agarrar

ANOVA apontou que o início do agarrar foi significativamente afetado pelo movimento da sala, $F(1,11) = 20,733$, $p=0,001$, e da bola, $F(1,11) = 105,948$, $p<0,001$. O início do agarrar foi mais tardio quando a sala se aproximou ($M = 0,685$ s, $EP = 0,032$), do que quando ela se afastou do participante ($M = 0,574$ s, $EP = 0,037$). Semelhantemente, o início do agarrar foi mais tardio quando a bola se aproximou do participante ($M = 0,885$ s, $EP = 0,047$), do que quando ela ficou parada ($M = 0,373$ s, $EP = 0,035$), como mostra a Figura 8.

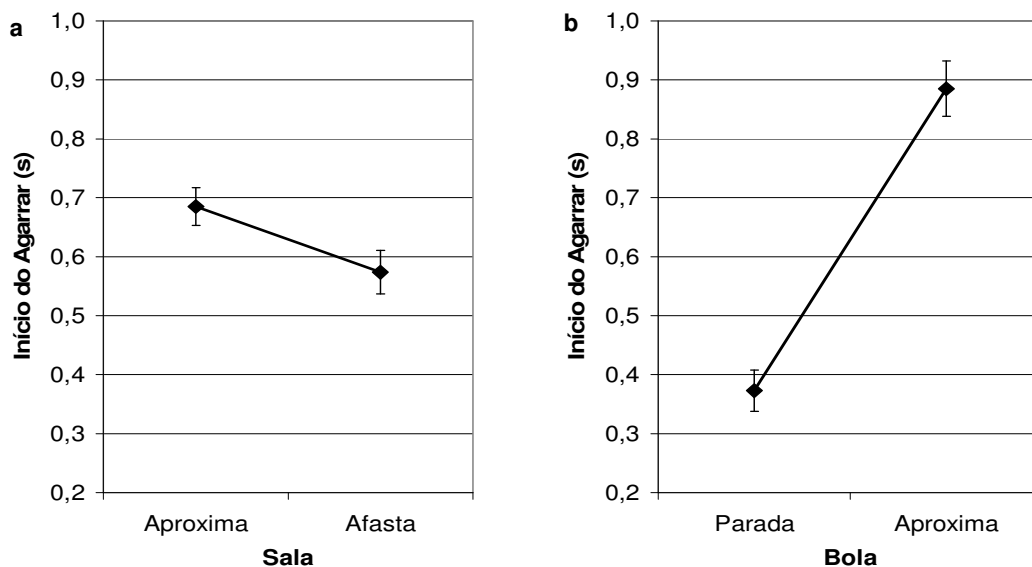


Figura 8. Média e erro padrão da variável Início do Agarrar nas condições de movimento da sala (a) e da bola (b).

5.2.5. Tempo de movimento e Velocidade máxima de fechada

As variáveis dependentes tempo de movimento ($M = 0,301$ s, $EP = 0,023$) e velocidade máxima de fechada ($M = 18,168$ cm/s, $EP = 1,810$) não foram significativamente afetadas pelo movimento da sala móvel, pelo movimento da bola, nem pelas tentativas.

5.2.6. Tempo de aparecimento da velocidade máxima

ANOVA apontou que o momento de aparecimento da velocidade máxima de fechada da mão foi mais tardio quando a bola se aproximou do participante (M

= 6,982 s, EP = 0,057) do que quando ela esteve parada (M = 6,414, EP = 0,045), $F(1,11) = 91,432$, $p < 0,001$, como mostra a Figura 9.

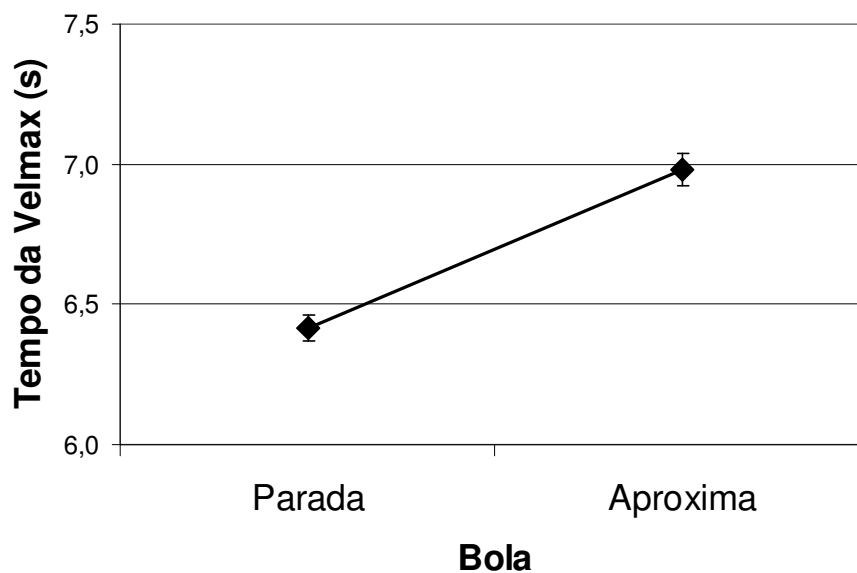


Figura 9. Média e erro padrão da variável tempo de aparecimento da velocidade máxima, nas condições em que a bola esteve parada, comparadas às que ela se aproximou do participante.

Todos os efeitos principais e interações não reportados nas descrições das análises e variáveis dependentes acima não alcançaram o nível de significância.

6. DISCUSSÃO

Este estudo buscou, de modo geral, verificar como distintas fontes de informação visual (global e local) afetam os controles da postura e da mão em uma tarefa de agarrar um objeto em aproximação, em adultos. Para tanto, variáveis relativas ao controle da postura e ao controle da mão foram usadas para quantificar os ajustes feitos pelos participantes para que a tarefa fosse realizada com sucesso.

Adultos jovens foram submetidos a situações nas quais a informação visual disponível era manipulada nos seus componentes geral (movimento das paredes da sala móvel) e específico (aproximação da bola) de forma individual e simultânea. Em todas as condições experimentais, ajustes posturais foram quantificados e analisados para verificar os possíveis efeitos da presença e direção do movimento da sala móvel, da presença ou ausência do agarrar e da aproximação ou não da bola. Os ajustes da mão durante o agarrar foram

analisados para a identificação de possíveis efeitos da direção do movimento da sala e da aproximação ou não da bola.

A literatura apresenta estudos sobre controle postural utilizando o método da sala móvel para melhor entender a dinâmica de acoplamento entre informação sensorial e ação motora (e.g. LEE; ARONSON, 1974; LEE; LISHMAN, 1975; LISHMAN; LEE, 1973; PRIOLI; FREITAS JUNIOR; BARELA, 2005), enquanto que a ação de agarrar tem sido investigada em situações de controle do timing (e.g. SAVELSBERGH; WHITING; BOOTSMA, 1991; CALJOUW; VAN DER KAMP; SAVELSBERGH, 2004). A novidade do presente estudo está na associação dessas duas tarefas, de manter-se em pé e agarrar um objeto em aproximação na mesma situação experimental. Assim, este estudo analisou o controle postural durante o agarrar, o controle da ação motora de agarrar e as interações entre essas ações durante a manipulação das fontes locais e globais de informação no ambiente, como forma de perturbação do sistema de controle motor.

A primeira análise estatística (A) foi realizada para alcançar o segundo objetivo deste estudo, ou seja, analisar o controle postural durante a ação de agarrar em função do movimento de aproximação e afastamento da sala móvel. Nesta análise, os requerimentos temporais de sincronismo mão-objeto foram minimizados, uma vez que a bola estava parada. Os resultados da amplitude média de oscilação, referentes a esta análise, mostraram que os participantes oscilaram naturalmente antes de o movimento da sala ser iniciado (AMO antes), o que indica um comportamento característico da manutenção da postura ereta, que se manteve semelhante para todas as condições, uma vez que nenhuma

manipulação ocorreu neste período. Dada a novidade da tarefa, a confirmação dos níveis de oscilação corporal nesta janela de tempo, próximos aos dos observados em estudos sem a tarefa de agarrar um objeto em aproximação (e.g. BARELA; GODOI; FREITAS JUNIOR; POLASTRI, 2000; BERTENTHAL; ROSE; BAI, 1997; LEE; ARONSON, 1974; LISHMAN; LEE, 1973; POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995) serviu como controle, uma vez que com a presença do agarrar o participante poderia ter apresentado, neste período, possível preparação ou antecipação dos ajustes da postura e da mão em função do movimento de agarrar a bola.

Como foi visto em outros estudos (PRIOLI; FREITAS JUNIOR; BARELA, 2005; WADE; LINDQUIST; TAYLOR; TREAT-JACOBSON, 1995), ao mover a sala móvel na direção do participante, a expansão do tamanho da imagem do ambiente todo faz com que o participante se mova para trás a fim de manter a estabilidade desta informação visual (tamanho da imagem constante); enquanto isto, outras fontes de informação sensorial o avisam de que esta informação é equivocada e ilusória, gerando uma situação de conflito sensorial. Após resolver este conflito, o participante busca retornar à posição inicial revertendo seu movimento e tentando manter a postura estável.

Na busca de conhecer as respostas posturais frente à presença ou ausência da ação de agarrar a bola parada, a primeira análise estatística mostrou que, após a reversão do movimento, a amplitude média de oscilação (AMO depois¹) foi maior para as condições nas quais o participante realizou a ação de agarrar. A interação entre os tipos de movimento da sala e a presença da ação de

agarrar indicou que o movimento da sala pode ter restringido a oscilação corporal dos participantes quando esta se moveu para frente ou para trás. A ação de agarrar só afetou o controle da postura quando a sala não se moveu (Figura 4). Este resultado indica que a ação de agarrar a bola, neste caso estacionária, requer estabilidade postural do corpo todo para que seja realizada com sucesso. No último período temporal desta variável (AMO depois2), não foram observados efeitos da manipulação da sala móvel nem da presença do agarrar sobre a postura.

A variável coeficiente de correlação indica o quão relacionados estiveram os movimentos da sala e do participante. Valores próximos a 1 indicam que sala e participantes estiveram fortemente relacionados. Os resultados apontaram que esta relação esteve mais forte com a presença do agarrar. A diferença temporal manteve-se inalterada entre todas as condições comparadas.

A ação de agarrar provocou um maior deslocamento corporal dos participantes em todas as situações de manipulação da informação global. Além disso, com e sem agarrar, o movimento da sala para trás (Afasta) gerou um maior deslocamento corporal dos participantes corroborando os resultados de estudo recente sobre controle postural (TOLEDO; RINALDI; BARELA, 2006). Em situações do cotidiano, informação visual global contida no fluxo ótico sobre aproximação de objetos parece estar associada com comportamentos fortes, que podem colocar em risco a sobrevivência e/ou requerem resposta motora adequada, como nos casos de esquiva e ações coincidentes. Deste modo, a situação experimental na qual a sala se afasta dos participantes gera maior

dificuldade em resolver o conflito sensorial existente entre informação visual e somatosensorial resultando num maior deslocamento corporal. Além disso, deslocar para frente pode ser mais seguro e mais fácil, devido à base de suporte ser maior nesta direção.

Em suma, os dados desta primeira análise mostraram que os participantes estiveram sintonizados à informação global e, apesar da movimentação da sala gerar conflito sensorial, isto parece ter sido apropriadamente resolvido de forma a realizar a dupla tarefa de manter-se em pé de forma equilibrada e agarrar a bola estacionária. A informação local do ambiente parece ter funcionado como um fator de “restrição” no controle da postura para que a ação de agarrar a bola parada fosse realizada com sucesso. Esta restrição pode ser entendida como redução dos graus de liberdade dos movimentos a serem controlados, contribuindo para a coordenação dessas duas tarefas simultâneas (BERNSTEIN, 1967).

A segunda análise estatística (B) foi realizada para alcançar o primeiro e terceiro objetivos deste estudo, ou seja, analisar a sincronização da ação de agarrar em função da aproximação da bola e analisar a interação entre os controles da sincronização do agarrar e seu controle postural, com base nos efeitos individuais e coletivos das fontes de informação local e global. Assim, os possíveis efeitos da direção do movimento da sala e de aproximação da bola na mesma direção ou em direção oposta (divergência de informação) foram analisados. A manipulação da informação global poderia ter uma ação de facilitar ou dificultar o controle do agarrar.

Nesta segunda análise, a interação significativa Sala x Bola dos dados de AMO depois¹ mostrou que, agarrar a bola tanto parada quanto aproximando não diferiu entre as situações de sala Aproxima e Afasta; em outras palavras, a ausência de movimento da bola ou a sua aproximação não afetou o controle da postura quando houve movimento da sala, independentemente da direção deste movimento. Porém, quando a sala permaneceu parada, a ação de agarrar a bola quando esta não se moveu, induziu maior oscilação corporal dos participantes (Figura 5). Novamente, como na primeira análise, o movimento da sala e da bola parece ter restringido o movimento de oscilação corporal, provocando ajustes no controle da postura para que a ação do agarrar fosse prioritariamente bem sucedida. Os participantes parecem ter encontrado algum modo de “congelar” os músculos e articulações, restringindo o movimento deles. Deste modo, os músculos e articulações envolvidas na habilidade em questão (manter-se em pé e agarrar a bola) agiram como uma unidade singular, isto é, como uma estrutura coordenativa (e.g. TULLER; TURVEY; FITCH, 1982). Os participantes parecem ter coordenado diferentes aspectos e demandas, promovendo as compensações necessárias para o sucesso da tarefa.

Ao se mover junto com a sala, o participante demonstra forte acoplamento entre percepção e ação; este acoplamento pode ser indicado pela variável coeficiente de correlação. Nas situações nas quais a sala se aproximou do participante, o nível do coeficiente de correlação não se alterou com a manipulação da informação local. Por outro lado, a divergência de informação visual (bola se aproximando e sala se afastando) provocou um menor nível de

correlação, um fraco acoplamento. Este fato pode indicar que a situação na qual a sala se afasta e a bola se aproxima representa informação adicional ao participante, confirmando a direção de ambos, ajudando-o a resolver o conflito sensorial, resultando num acoplamento mais fraco. Assim, o movimento da bola só afetou a correlação na situação na qual a sala se afastou do participante (Figura 6).

O controle da postura, afetado pela divergência de informação visual, também pôde ser visto no deslocamento corporal dos participantes. Os resultados mostraram que a ação de agarrar a bola parada ou em aproximação só diferiu significativamente quando a sala se afastou. A Figura 7 mostra que o deslocamento corporal, na situação na qual a sala se afastou, foi maior quando o participante agarrou a bola parada. Neste sentido, o movimento da bola restringiu o deslocamento corporal dos participantes. Ainda, houve efeito significativo das tentativas nos dados do deslocamento corporal nas duas análises estatísticas realizadas, mas que não indicaram uma clara tendência, passível de interpretação lógica no presente contexto.

As variáveis relativas ao controle do agarrar revelam o comportamento específico da mão/braço frente à manipulação das informações locais e globais do experimento, bem como os possíveis efeitos da postura sobre a ação de agarrar. A manipulação da informação visual global e local afetou o momento de início do agarrar e o tempo de aparecimento da velocidade máxima de fechada da mão. O início do agarrar foi mais tardio quando a sala se aproximou do participante. Este fato se deve, possivelmente, ao acoplamento percepção-ação entre informação

visual global e oscilação corporal, no qual a sala se aproximou do participante, desencadeando oscilação corporal para trás, enquanto que a tarefa exigia ação motora do participante para frente. Adicionalmente, o início do agarrar e o tempo de aparecimento da velocidade máxima foram mais tardios na situação na qual os participantes agarraram a bola em aproximação. Este fato pode ser explicado pelo atraso temporal imposto pelo experimento; com a bola parada, o participante poderia agarrar assim que a luz se acendesse; com a bola em aproximação, o participante poderia agarrar a bola assim que julgasse pertinente, a partir do acendimento da luz, evidentemente quando a bola estivesse em sua área de alcance, o que justifica tal atraso.

Savelsbergh, Whiting e Bootsma (1991) encontraram que o tempo de aparecimento da velocidade máxima foi significativamente afetado pelo padrão de expansão ótica. A tarefa utilizada envolvia apenas o controle do agarrar. Para a condição na qual a bola murchava, o tempo de aparecimento da velocidade máxima foi mais tardio do que para bolas que não murchavam. Os autores atribuíram este achado à sensibilidade do sistema de controle do *timing* ao padrão de expansão ótica, especificamente à informação de tempo para contato. Apesar do uso da mesma tarefa, o presente estudo difere da referida situação experimental porque envolve outra tarefa simultânea e o padrão de expansão da bola foi mantido entre as condições. Porém, semelhança reside no fato de, em ambos os casos, tanto o tempo de início do agarrar, quanto o tempo de aparecimento da velocidade máxima estiveram associados com a informação visual local disponível: com a bola estacionária, o controle do agarrar era baseado

na informação da posição original da bola, enquanto que com a bola em aproximação, o agarrar foi regulado com base na taxa de expansão ótica.

As variáveis tempo de movimento e velocidade máxima de fechada se mantiveram inalteradas. Este fato indica que ajustes posturais e atrasos no início do movimento da mão foram realizados para que a ação de agarrar propriamente dita se mantivesse inalterada em todas as condições, sendo prioritariamente realizada. Tradicionalmente, a sincronização entre mão e objeto tem sido explicada pela consistência da duração do movimento, com o disparar de seu início de acordo com o momento apropriado que foi aprendido pelo executante (e.g., a hipótese de timing operacional de Tyldesley e Whiting, 1975).

Em suma, os dados da análise B descritos acima indicam, semelhantemente à primeira análise, que os participantes se mostraram sintonizados às informações global e local do ambiente, resolvendo a situação de conflito sensorial e promovendo ajustes e compensações das estruturas coordenativas de modo a realizar a ação de agarrar a bola, mantendo-se em pé, de forma equilibrada. Tanto a informação da bola se aproximando, quanto da sala se movimentando para frente ou para trás, restringiram o movimento dos participantes na direção ântero-posterior.

Os resultados discutidos acima podem indicar preponderância da informação local sobre a global, uma vez que o sucesso da ação de agarrar foi mantido enquanto o controle postural se ajustou às manipulações realizadas; a postura se adaptou para que o agarrar fosse realizado e o contrário não ocorreu. Os dados de AMO depois¹ e do deslocamento corporal mostraram que, com a

aproximação da bola, os participantes oscilaram e se deslocaram menos. Além de funcionar como restrição, a informação local pode ter sido adotada pelos participantes como mais importante e relevante do que a informação global. Esta preponderância de uma fonte de informação visual sobre a outra foi discutida em estudos anteriores sobre tau local, global e composto (BARDY; BAUMBERGER; FLUCKIGER; LAURENT, 1992; KAISER; MOWAFY, 1993; KERZEL; HECHT; KIM, 1999; BOOTSMA; CRAIG, 2002) no contexto no qual havia uma única tarefa. Além da novidade de tarefas simultâneas de controle contínuo (postura) e discreto (agarrar), a suposta preponderância da informação local sobre a informação global, observada no presente estudo, pode ter sido influenciada pelas diferenças de magnitude entre estas fontes, aspecto que requer análise específica em futuras investigações.

Em geral, os resultados mostraram que os participantes estiveram sintonizados às informações global e local disponíveis no ambiente e responderam a elas com ajustes corporais apropriados, dando prioridade à realização da ação de agarrar.

7. CONCLUSÃO

Este estudo investigou o efeito das fontes de informação visual global e local sobre os controles da postura e da mão numa tarefa de agarrar um objeto em aproximação, em adultos.

Quando submetidos à comparação dos efeitos do movimento da sala e da presença ou ausência do agarrar (a bola parada) sobre as variáveis da postura, os participantes mostraram-se sintonizados à informação global e, apesar da movimentação da sala gerar conflito sensorial, isto parece ter sido apropriadamente resolvido de forma a realizar a dupla tarefa de manter-se em pé de forma equilibrada e agarrar a bola estacionária. A informação local do ambiente parece ter funcionado como um fator “restritor” no controle da postura para que a ação de agarrar a bola parada fosse realizada com sucesso. Esta restrição pode ser entendida como redução dos graus de liberdade dos movimentos a serem controlados, contribuindo para a coordenação dessas duas tarefas simultâneas (BERNSTEIN, 1967).

Quando submetidos à comparação dos efeitos do movimento da sala e da bola sobre as variáveis da postura e do agarrar, os participantes se mostraram sintonizados às informações global e local do ambiente, resolvendo a situação de conflito sensorial e promovendo ajustes e compensações das estruturas coordenativas de modo a realizar a ação de agarrar a bola, prioritariamente.

Estes achados mostram avanços no entendimento de como os indivíduos resolvem a situação de conflito sensorial gerado pela perturbação da sala móvel e da aproximação da bola, extraindo informação relevante e promovendo ajustes corporais apropriados para realizar a tarefa com sucesso. Porém, outros estudos deverão ser realizados a fim de aprofundar as explicações dadas aos resultados encontrados no presente estudo.

8. REFERÊNCIAS

BARDY, B. G.; BAUMBERGER, B.; FLUCKIGER, M.; LAURENT, M. On the role of global and local visual information in goal-directed walking. **Acta Psychologica**, v. 81, p. 199-210, 1992.

BARDY, B. G.; WARREN JR., W. H. Visual control of braking in goal-directed action and sport. **Journal of Sports Sciences**, v. 15, p. 607-620, 1997.

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.

BERG, W. P.; MARK, L. S. Information of step length adjustment in running. **Human Movement Science**, v. 24, p.496-531, 2005.

BERNSTEIN, N. A. **The coordination and regulation of movements.** Oxford: Pergamon Press, 1967.

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**, v.23, n.6, p.1631-1643, 1997.

BOOTSMA, R. J. **The timing of rapid interceptive actions: perception-action coupling in the control and acquisition of skill.** Amsterdam: Free University Press, 1988.

BOOTSMA, R. J.; CRAIG, C. M. Global and local contributions to the optical specification of time to contact: Observer sensitivity to composite tau. **Perception**, v. 31, p. 901-924, 2002.

COREY, D. M.; HURLEY, M. M.; FOUNDAS, A. L. Right and Left Handedness Defined. **Neuropsychiatry, Neuropsychology and Behavior Neurology**, v.14, p. 144-152, 2001.

GIBSON, J.J. **The ecological approach to visual perception.** Boston: Houghton Mifflin, 1979.

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.

KAISER, M. K.; MOWAFY, L. Optical specification of time-to-passage: observers' sensitivity to global tau. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 19 (5), p. 1028-1040, 1993.

KERZEL, D.; HECHT, H.; KIM, N. G. Image velocity, not tau, explains arrival-time judgments from global optical flow. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 25 (6), p. 1540-1555, 1999.

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

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. A theory of visual braking based on information about time-to-collision. **Perception**, v. 5, p. 437-459, 1976.

LEE, D. N.; REDDISH, P. E. Plummeting Gannets: A Paradigm of Ecological Optics. **Nature**, v. 293 (5840), p. 93-294, 1981.

LEE, D. N. The Optic Flow Field: The Foundation of Vision. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 290, p. 169-179, 1980a.

LEE, D. N. Visuo-motor Coordination in Space-Time. In: G. E. STELMACH & J. REQUIN (Eds.). **Tutorials in Motor Behavior**. Amsterdam: North-Holland, 1980b.

LEE, D. N.; LISHMAN, J. R.; THOMSON, J. A. Regulation of Gait in Long Jumping. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 8 (3), p. 448-459, 1982.

LEE, D. N.; YOUNG, D. S.; REDDISH, P. E.; LOUGH, S.; CLAYTON, T. M. H. Visual timing in hitting an accelerating ball. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 35A, p.333-346, 1983.

LEE, D.N.; YOUNG, D.S.; REWT, D. How do somersaulters land on their feet? **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 18, p. 1195-1202, 1992.

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

MAXWELL, S. E.; DELANEY, H. D. **Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective**, Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Co, 1990.

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.

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.

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

PRIOLI, A. C.; CARDOZO A. S.; FREITAS JUNIOR, P. B.; BARELA, J. A. Task demand effects on postural control in older adults, **Human Movement Science**, v. 25, p. 435-446, 2006.

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.

RODRIGUES, S. T. O timing visual e a informação de tempo para contato. In A. M. Pellegrini (Ed.), **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I**, São Paulo: Movimento, p. 97-108, 1997.

RODRIGUES, S. T. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação. In L. A. Teixeira (Ed.), **Avanços em Comportamento Motor**, São Paulo: Movimento, p. 122-146, 2001.

RODRIGUES, S. T. Controle visual de ações no tênis de mesa. In W. Marinovic; C. A. Lizuka; K. T. Nagaoka (Eds.), **Tênis de Mesa : Teoria e prática**, São Paulo: Phorte, p. 141-159, 2006.

RODRIGUES, S. T.; BERTOLONI, G. C.; FERRACIOLI, M. C.; DENARDI, R. A. Controle visual do início e da intensidade da freada em ciclistas: A velocidade não afeta o uso da informação de tempo para colisão. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v. 1 (1), p. 64-72, 2006.

SAVELSBERGH, G. J. P.; WHITING, H. T. A. & BOOTSMA, R. J. Grasping Tau. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 17 (2), p. 315-322, 1991.

TODD, J. T. Visual Information about Moving Objects. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 7 (4), p. 795-810, 1981.

TOLEDO, D. R.; RINALDI, N. M.; BARELA, J. A. Controle postural em crianças: Efeito da manipulação da informação visual discreta. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v. 1 (1), p. 82-88, 2006.

TRESILIAN, J. R. Empirical and Theoretical Issues in the Perception of Time to Contact. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 17 (3), p. 865-876, 1991.

TULLER, B.; TURVEY, M. T.; FITCH, H. L. The Bernstein perspective: II. The concept of muscle linkage or coordinate structure. In J. A. S. Kelso (Ed.), **Human motor behavior: An introduction**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 253-270, 1982.

TYLDESLEY, D. A.; WHITING, H. T. A. Operational timing. **Journal of Human Movement Studies**, v. 1, p. 172-177, 1975.

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.

YILMAZ, E. H.; WARREN JR, W. H. Visual control of braking: A test of τ -dot hypothesis. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 21, n. 5, p. 996-1014, 1995.