



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Astolphi Lima, Camila; Sbeghen Ferreira de Freitas, Sandra Maria; Alouche, Sandra Regina

Avaliação instrumentada da função de membros superiores em tarefas simples e dupla

ConScientiae Saúde, vol. 10, núm. 1, 2011, pp. 93-101

Universidade Nove de Julho

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92917188012>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# Avaliação instrumentada da função de membros superiores em tarefas simples e dupla

*Instrumented assessment of arm function in simple and dual tasks*

Camila Astolphi Lima<sup>1</sup>; Sandra Maria Sbeghen Ferreira de Freitas<sup>2</sup>; Sandra Regina Alouche<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fisioterapeuta, Curso de Graduação em Fisioterapia – UNICID. São Paulo, SP – Brasil.

<sup>2</sup>Doutora, Docente do Programa de Mestrado em Fisioterapia – UNICID. São Paulo, SP – Brasil.

## Endereço para correspondência

Sandra Regina Alouche  
Programa de Mestrado em Fisioterapia – UNICID.  
R. Cesário Galeno, 448/475 – Tatuapé  
03071-000 – São Paulo – SP [Brasil]  
salouche@edu.unicid.br

## Resumo

**Introdução:** Os movimentos dos membros superiores são frequentemente realizados em conjunto com outras tarefas, o que pode afetar o seu desempenho.

**Objetivos:** Avaliar o desempenho de movimentos dirigidos a alvos em jovens, quando uma tarefa cognitiva é realizada simultaneamente. **Método:** Vinte jovens sadios, destros, realizaram traçados entre dois alvos, o mais rápido possível, sobre uma mesa digitalizadora, com o membro direito e esquerdo, isoladamente e durante a tarefa cognitiva. Alvos de diferentes dimensões (0,5 cm, 1 cm e 1,5 cm) ou posicionados em distâncias distintas do ponto de partida (15 cm, 25 cm e 35 cm) foram utilizados. **Resultados:** A duração foi maior para completar o traçado quando realizando a tarefa cognitiva, principalmente para os homens. A duração e o erro de linearidade foram maiores em razão da distância do alvo. **Conclusão:** A execução de uma tarefa cognitiva secundária interfere negativamente no desempenho de movimentos dos membros superiores dirigidos ao alvo.

**Descritores:** Atenção; Atividade motora; Membros superiores.

## Abstract

**Introduction:** Upper limb movements are often performed in conjunction with other tasks, which may affect its performance. **Objectives:** To evaluate the performance of movements toward a target in younger when a cognitive task is simultaneously performed. **Methods:** Twenty young adults, right-handed, traced a line between two targets, as fast as possible, on a tablet, with the right and left upper limb, isolated and during the cognitive task. Targets of different dimensions (0.5 cm, 1 cm and 1.5 cm) or placed on distinct distances from the initial point (15 cm, 25cm and 35 cm) were used. **Results:** The duration was greater to reach the target when the cognitive task was performed simultaneously, in particular for the men. The duration and the linearity error were greater for targets placed more distant. **Conclusion:** The execution of a secondary cognitive task interferes negatively on the performance of the upper limb movements toward a target.

**Key words:** Attention; Motor activity; Upper extremity.

## Introdução

Os movimentos unidirecionais dos membros superiores a partir de um ponto até uma posição final são componentes básicos das atividades do cotidiano. Tais movimentos são caracteristicamente influenciados pelo objetivo da tarefa, pela duração do movimento e pelo torque das articulações envolvidas<sup>1,2</sup>. Sua velocidade varia em decorrência da posição inicial e final dos membros superiores, mas o perfil da curva de velocidade parece ser uma característica invariável<sup>3</sup>.

A necessidade de realizar movimentos dirigidos a um alvo concomitantemente a de executar outras tarefas é frequente e requer o direcionamento do foco da atenção para itens independentes da tarefa do membro superior. Uma forma de avaliar a demanda atencional de uma determinada tarefa é analisar o prejuízo do seu desempenho no momento em que uma segunda tarefa é executada simultaneamente. Quando duas tarefas são realizadas ao mesmo tempo, que exijam alto grau de processamento de informações, o desempenho de uma ou de ambas é diminuído.

A execução de dupla tarefa também é conhecida como “desempenho simultâneo” e envolve a realização de uma tarefa primária, que é o foco principal de atenção, e uma secundária executada ao mesmo tempo. Caso haja um prejuízo da tarefa primária durante a execução da dupla tarefa, significa que não houve automatização dessa tarefa, sendo tal piora denominada “consequência da atividade dupla”. Esse prejuízo na tarefa primária, que pode suceder também com a secundária, ocorre porque ambas competem por demandas similares para seu processamento<sup>4</sup>. Recentemente, vários estudos têm demonstrado que o foco atencional pode afetar o desempenho de tarefas motoras<sup>5,6</sup>.

Os mecanismos fisiológicos inerentes à dupla tarefa ainda não são completamente conhecidos. Uma das possibilidades é a capacidade limitada dos recursos atencionais que levam o indivíduo a privilegiar a seleção da resposta

ou a execução da tarefa<sup>7,8</sup>. De forma alternativa, a execução de um plano motor pode envolver comandos inibitórios a estruturas não relacionadas diretamente à ação voluntária<sup>8,9</sup>. Estudos enfatizam ainda o declínio no desempenho devido ao aumento da demanda dos recursos centrais, causado pela fadiga decorrente da tarefa motora<sup>10</sup>. Sendo assim, uma alteração cognitiva ou no controle motor (ou em ambos) na execução de uma dupla tarefa pode ser um importante indicador do estado funcional que se encontra um paciente durante uma doença ou durante um período de reabilitação.

A avaliação da função dos membros superiores é necessária para determinar a efetividade das intervenções em reabilitação. Para tanto, medidas válidas e sensíveis são necessárias para determinar mudanças relevantes<sup>11</sup>. Escalas diversas são utilizadas na prática clínica para esse fim; no entanto, a sensibilidade dessas escalas não é suficiente para demonstrar as melhorias diárias possíveis na reabilitação de pacientes, tornando a avaliação qualitativa e subjetiva<sup>12</sup>. A utilização de análise cinematográfica é, a princípio, inviável pela necessidade de equipamentos específicos, pelo custo financeiro e pelo tempo necessário para sua realização.

Com o objetivo de desenvolver uma análise clínica mais fidedigna, Christe et al.<sup>12</sup> propuseram a utilização de uma mesa digitalizadora como instrumento de avaliação. Baseando-se na Lei de Fitts, que relata a relação entre duração e precisão do movimento em tarefas envolvendo movimentos de alcance dos membros superiores<sup>13</sup>, as autoras validaram o uso dessa ferramenta. No entanto, não se sabe ainda se essa avaliação instrumentada é capaz de detectar possíveis prejuízos aos movimentos de alcance a um alvo, quando uma tarefa cognitiva é realizada simultaneamente. Dessa forma, o objetivo neste estudo foi verificar o desempenho de indivíduos saudáveis, do gênero feminino e masculino, em movimentos de membros superiores dirigidos a alvos isoladamente e durante a execução de dupla tarefa cognitiva, utilizando uma avaliação instrumentada como a proposta por Christe et al.<sup>12</sup>.

## Material e método

Trata-se de um estudo transversal, realizado após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cidade de São Paulo, sob o protocolo número 0049.0.186.000-10. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos aos quais seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento concordando formalmente em participar do estudo, conforme orientações para pesquisas com seres humanos, segundo a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Participaram do estudo 20 jovens sadios, sendo 10 do gênero feminino, e 10, do masculino, com idades entre 18 e 29 anos ( $23,9 \pm 3,09$  anos). Todos os participantes eram destros, de acordo com o questionário de Oldfield<sup>14</sup>, e tinham visão normal ou corrigida para o normal, segundo o teste de Snellen.

Os voluntários foram posicionados sentados confortavelmente em frente a uma mesa sobre a qual foi posicionada uma mesa digitalizadora de 12 polegadas (Wacon Intus2®). Em seguida, foram solicitados a realizar movimentos dirigidos a alvos, usando uma caneta sobre a superfície sensível da mesa digitalizadora. Os estímulos foram apresentados em um monitor LCD 14 polegadas, colocado a 50 cm de distância do participante, em frente da mesa digitalizadora. Para cada teste, as coordenadas espaciais da caneta foram registradas com uma frequência de aquisição de 100 Hz e uma resolução espacial de 0,25 mm por meio do software MovAlyze 4.95® (NeuroScript, LLC). Os dados foram coletados em um 1,58 GHz AMD Turion (tm) com Windows XP.

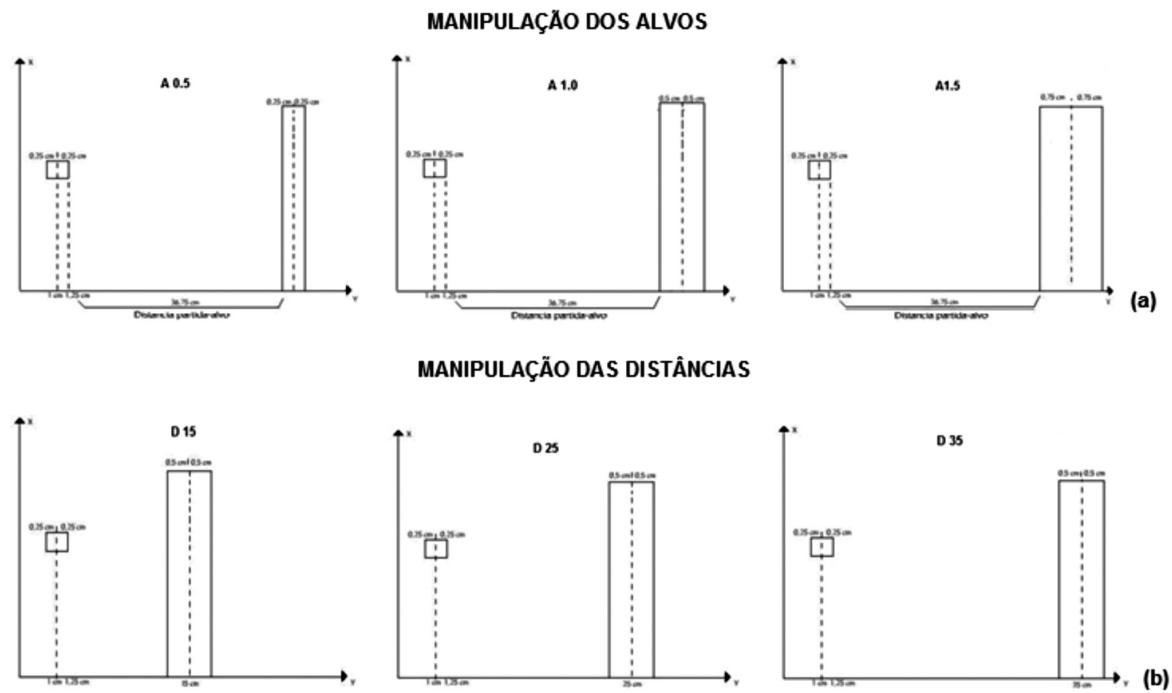
Os estímulos apresentados na tela do monitor consistiam em um ponto de partida e um alvo. Durante os movimentos, os participantes ainda eram capazes de ver os traçados realizados do ponto de partida em direção ao alvo. Foram desenvolvidas duas condições experimentais baseadas no paradigma velocidade-acurácia. Na primeira condição, o tamanho do alvo foi manipulado. Os movimentos deveriam ser realizados para alvos de três dimensões diferentes: 0,5; 1,0 e

1,5 cm, posicionados na mesma linha horizontal a 36,75 cm do ponto de partida (A0,5, A1,0 e A1,5, respectivamente), como mostra a Figura 1 (a). Na segunda condição, a distância do ponto inicial ao alvo foi manipulada. Um único alvo de 1 cm foi utilizado, e as distâncias do ponto de partida podiam variar entre 15, 25 e 35 cm (D15, D25 e D35, respectivamente), como mostra a Figura 1 (b). A ordem de realização das condições experimentais e da apresentação dos alvos foram aleatórias entre os participantes. Em uma segunda etapa, o mesmo procedimento foi realizado conjuntamente a uma segunda tarefa cognitiva de subtração sucessiva do valor 7 de 100 (dupla tarefa), enquanto a tarefa motora era executada.

Em cada condição experimental foram realizadas 10 tentativas para cada alvo, totalizando 30 tentativas para cada membro na tarefa única, e 30, na dupla tarefa. Portanto, 120 tentativas foram realizadas em cada uma das condições experimentais. As tentativas não realizadas pelos participantes foram repostas ao final da décima tentativa.

Os voluntários foram instruídos a realizar os movimentos em direção ao alvo o mais rapidamente possível, procurando ser acurados. A instrução foi reforçada a cada tentativa pelo experimentador. Esse procedimento foi realizado com o membro superior direito e com o esquerdo e a ordem entre os lados foi distribuída aleatoriamente.

As coordenadas espaciais da caneta foram analisadas em cada tentativa e as seguintes variáveis foram utilizadas para análise do desempenho motor nos domínios temporal e espacial: tempo de movimento, velocidade média absoluta, pico de velocidade e erro de linearidade. Tempo de movimento foi definido como a duração média do movimento do ponto de partida até atingir o alvo. Velocidade média absoluta foi definida pela distância percorrida do ponto de partida até o alvo em um determinado tempo, e o pico de velocidade foi determinado como a velocidade máxima alcançada. Erro de linearidade foi calculado a partir da estimativa da distância (perpendicular) de cada ponto do traçado e dividido pelo comprimento total da linha.



**Figura 1:** Representação esquemática da condição estimulatória com a manipulação da dimensão do alvo (a) e da distância (b)

Para análise, foram encontradas as médias das dez tentativas realizadas pelos participantes para cada alvo. Após verificação da normalidade dos dados por meio do teste Komogorov-Smirnov, uma análise de variância (ANOVA) em ambas as condições experimentais (dimensão do alvo ou distância) foi realizada. Consideraram-se como fatores principais o grupo (masculino ou feminino), e como medidas repetidas, a tarefa (única e dupla), o membro (direito e esquerdo) e as condições (dimensões: A1,5, A1,0 e A0,5; ou distâncias D15, D25 e D35 cm). A análise *post-hoc* com o Teste de Tukey foi utilizada quando apropriada. Considerou-se um nível de significância de 5%.

## Resultados

Foram manipuladas duas condições diferentes neste estudo: a dimensão e a distância do alvo em relação ao ponto de partida. Os resultados detalhados do desempenho a partir

da manipulação das dimensões dos alvos estão descritos na Tabela 1; e os resultados do desempenho para a manipulação das distâncias dos alvos, na Tabela 2.

Em relação ao tempo de movimento, quando houve manipulação da dimensão do alvo, a ANOVA demonstrou haver uma diferença estatisticamente significante entre as tarefas ( $F_{1,18} = 8,01; p=0,01$ ), sendo na tarefa única o tempo de movimento menor que na dupla tarefa, como mostra a Figura 2. Não houve diferença entre as condições ( $F_{1,36} = 1,14; p=0,3$ ), os lados ( $F_{1,18}=0,015; p=0,9$ ) e os grupos ( $F_{1,18}=0,08; p=0,8$ ). Para manipulação das distâncias, não foi constatada diferença entre os grupos ( $F_{1,18} = 0,001; p=0,9$ ) e entre os lados ( $F_{1,18} = 1,94; p=0,2$ ). Já entre a tarefa única e a dupla verificou-se uma diferença significativa ( $F_{1,18} = 7,61; p=0,01$ ), tendo a tarefa única um tempo de movimento menor em relação à dupla tarefa. Além disso, observou-se diferença estatisticamente significante entre as condições ( $F_{1,36} = 36,12; p<0,001$ ) e o teste *post-hoc* revelou que a condição D15, a D25 e a D35 são

**Tabela 1:** Desempenho dos 20 participantes para a manipulação da dimensão dos alvos apresentados, na tarefa única e na dupla tarefa, com o lado direito e esquerdo, de acordo com as variáveis analisadas (valores apresentados em média e desvio padrão)

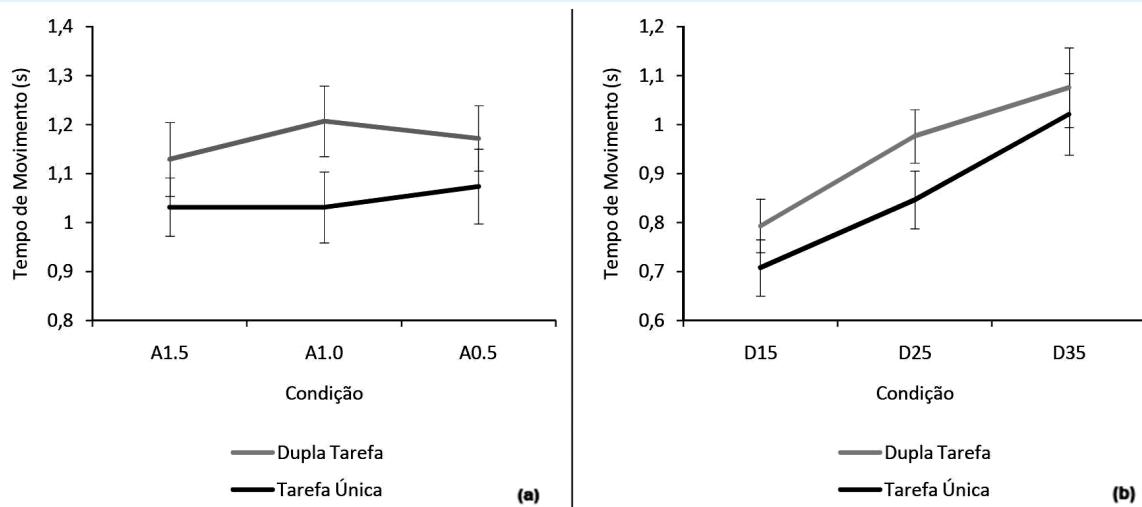
Tarefa Única				Dupla Tarefa				
	Tempo de Movimento (s)	Pico de Velocidade (cm/s)	Erro de Linearidade	Velocidade Média (cm/s)	Tempo de Movimento (s)	Pico de Velocidade (cm/s)	Erro de Linearidade	Velocidade Média (cm/s)
Direito	A1.5 1,01 0,29	53,0 15,6	0,010 0,007	28,4 8,7	1,11 0,42	50,1 16,4	0,009 0,004	27,8 9,7
	A1.0 0,34	46,3 18,9	0,010 0,006	30,1 11,5	1,19 0,41	52,7 17,6	0,010 0,005	25,4 7,1
	A0.5 0,44	46,7 18,8	0,010 0,020	29,7 10,4	1,15 0,33	48,0 18,8	0,009 0,005	25,4 8,4
	A1.5 0,27	52,2 15,9	0,009 0,005	28,3 8,7	1,14 0,29	55,1 14,1	0,009 0,004	26,4 6,9
Esquerdo	A1.0 0,34	53,7 15,0	0,009 0,004	30,1 11,5	1,22 0,28	56,3 14,4	0,009 0,005	24,0 6,0
	A0.5 0,3	49,1 16,8	0,008 0,004	29,7 10,5	1,18 0,31	53,9 15,9	0,008 0,003	23,6 7,5

**Tabela 2:** Desempenho dos 20 participantes para a manipulação da distância dos alvos apresentados, na tarefa única e na dupla tarefa, com o lado direito e esquerdo, de acordo com as variáveis analisadas (valores apresentados em média e desvio padrão)

Tarefa Única				Dupla Tarefa				
	Tempo de Movimento (s)	Pico de Velocidade (cm/s)	Erro de Linearidade	Velocidade Média (cm/s)	Tempo de Movimento (s)	Pico de Velocidade (cm/s)	Erro de Linearidade	Velocidade Média (cm/s)
Direito	D15 0,7 0,26	44,4 17,0	0,007 0,006	28,9 7,0	0,78 0,24	45,4 16,7	0,008 0,007	23,87 7,39
	D25 0,87 0,26	44,8 19,8	0,009 0,008	27,2 8,3	1,03 0,34	43,8 19,5	0,009 0,006	24,37 5,44
	D35 0,99 0,41	42,9 17,7	0,01 0,008	28,0 7,9	1,13 0,41	45,6 17,9	0,009 0,007	26,68 8,78
	D15 0,71 0,29	48,4 12,6	0,009 0,005	21,5 5,1	0,8 0,28	49,7 12,4	0,009 0,007	20,13 5,12
Esquerdo	D25 0,82 0,31	48,8 15,4	0,008 0,006	25,0 6,4	0,91 0,33	51,9 16,9	0,009 0,008	23,36 5,03
	D35 1,04 0,35	49,0 12,6	0,009 0,006	25,5 6,1	1,01 0,39	47,3 16,4	0,008 0,007	24,07 8,12

diferentes entre si, evidenciando que, quanto mais perto o alvo, menor o tempo de execução da tarefa. Embora um efeito principal de grupo não tenha sido observado, houve uma interação significativa entre o grupo e o membro que realizou os movimentos ( $F_{1,18} = 10,4$ ;  $p=0,004$ ). O grupo masculino apresentou menor tempo de movimento ao realizar as tarefas com o membro esquerdo, enquanto o feminino levou menor tempo com o direito.

O erro de linearidade não apresentou diferença significativa entre as comparações analisadas (grupo:  $F_{1,18} = 1,03$ ,  $p=0,3$ ; tarefa:  $F_{1,18} = 2,20$ ,  $p=0,1$ ; lado:  $F_{1,18} = 2,48$ ,  $p=0,1$  e condição:  $F_{1,36} = 0,41$ ,  $p=0,6$ ) para manipulação das dimensões dos alvos. Para a manipulação das distâncias, obteve-se diferença significativa para as condições ( $F_{1,36} = 0,40$ ;  $p=0,02$ ), tendo a condição D15 mostrado um erro de linearidade menor do que as condições D25 e D35; e as condições D25 e



**Figura 2:** Tempo de movimento (média ± EPM) para as tarefas única e dupla obtidos com a manipulação da dimensão do alvo (a) e com a manipulação das distâncias (b) para os 20 participantes do estudo

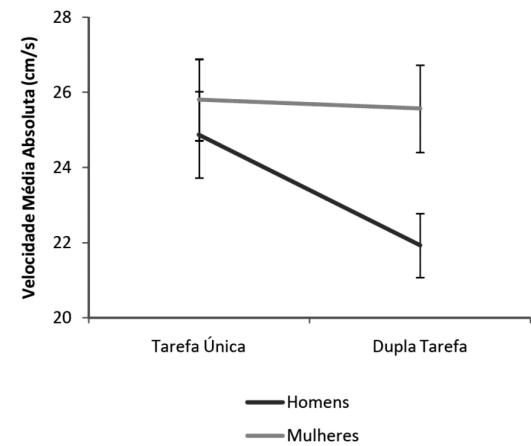
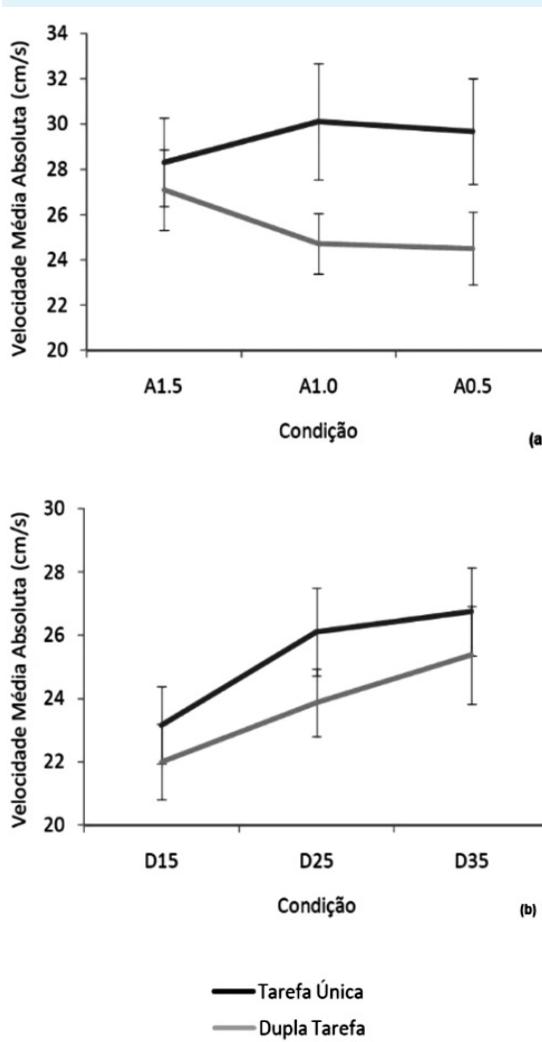
D35 mostraram-se iguais. Não houve diferença entre os grupos ( $F_{1,18} = 1,43; p=0,2$ ), as tarefas ( $F_{1,18} = 0,40; p=0,5$ ) e os lados ( $F_{1,18} = 0,03; p=0,8$ ). Observaram-se ainda duas interações relacionadas ao erro de linearidade. A primeira entre a tarefa e a condição ( $F_{1,36} = 4,51; p=0,02$ ), sendo na tarefa única a condição D15 diferente das condições D35 e D25 na dupla tarefa. A segunda ocorreu entre o lado e a condição ( $F_{1,36} = 3,60; p=0,04$ ), o lado direito apresentando a condição D15 diferente das condições D25 e D35, e o esquerdo não mostrando diferença entre as condições.

Para a dimensão dos alvos, o pico de velocidade apresentou diferença entre as condições ( $F_{1,36} = 3,20; p=0,05$ ). O pós-teste demonstrou uma tendência à diferença entre as condições A0,5 e A1,5. Não houve diferença entre as tarefas ( $F_{1,18} = 2,51; p=0,1$ ), os lados ( $F_{1,18} = 1,17; p=0,6$ ) e os grupos ( $F_{1,18} = 0,2; p=0,3$ ). Para a distância entre o alvo e o ponto de partida, não houve diferença entre as comparações analisadas para o pico de velocidade (grupo:  $F_{1,18} = 2,05, p=0,1$ ; tarefa:  $F_{1,18} = 0,3, p=0,6$ ; lado:  $F_{1,18} = 3,13, p=0,09$  e condição:  $F_{1,36} = 0,17, p=0,8$ ).

A Figura 3 mostra a velocidade média absoluta para as três condições analisadas para a manipulação da dimensão e da distância ao alvo. Houve diferença significativa para a velocidade média absoluta para a manipulação da

dimensão dos alvos entre as tarefas realizadas ( $F_{1,18} = 5,59; p=0,03$ ), sendo a velocidade menor na realização da dupla tarefa que na tarefa única. Não houve diferença entre os grupos ( $F_{1,18} = 0,01; p=0,9$ ), os lados ( $F_{1,18} = 1,52; p=0,2$ ) e as condições ( $F_{1,36} = 0,25; p=0,8$ ). Observou-se ainda, uma interação entre a tarefa e a condição ( $F_{1,36} = 4,26; p=0,02$ ). No pós-teste, verificou-se que a condição A0,5 da tarefa única foi similar a condição A0,5 da dupla tarefa, mas as outras duas condições (A1,0 e A1,5) tiveram maiores velocidades na tarefa única que na dupla tarefa.

Na análise da velocidade média absoluta para a manipulação da distância, não foi observada diferença entre os grupos ( $F_{1,18} = 0,94; p=0,3$ ). Houve diferença entre as tarefas ( $F_{1,18} = 10,51; p=0,004$ ), sendo a dupla tarefa mais lenta que a tarefa única; entre as condições ( $F_{1,36} = 10,74; p=0,0002$ ), em que a condição D15 foi diferente das condições D25 e D35 e entre os lados ( $F_{1,18} = 6; p=0,02$ ). Verificou-se ainda, uma interação entre o grupo e a tarefa ( $F_{1,18} = 7,67; p=0,01$ ). O grupo feminino apresentou velocidades similares entre as tarefas única e dupla. O grupo masculino, no entanto, foi mais lento na execução da dupla tarefa. Nessa tarefa, os homens foram, inclusive, mais lentos que as mulheres (Figura 4).



garam a dupla tarefa durante movimentos dos dedos<sup>9</sup>. O fato de uma tarefa cognitiva ser realizada em conjunto com uma motora gera um maior tempo para essa ser completada indicando que tanto a tarefa primária (motora) como a cognitiva requerem certa demanda de recursos atencionais para serem realizadas<sup>6,15</sup>. Quando a atenção para realizar uma tarefa é dividida, o tempo para executá-la aumenta. Alguns estudos mostram que o desempenho de uma nova tarefa motora está associado com automatismos e progressiva redução da participação de áreas secundárias inicialmente envolvidas com o planejamento cognitivo. Portanto, o desempenho na tarefa mostra-se mais eficiente quando há pouca participação de áreas secundárias<sup>8</sup>, o que gera menor tempo para realizá-la. Os resultados demonstram que o maior tempo de movimento para um indivíduo executar a dupla tarefa é consequência da necessidade de sua atenção nas duas tarefas e possível envolvimento das áreas secundárias no seu planejamento cognitivo.

Observa-se que, no geral, o grupo dos homens é mais rápido que o das mulheres para completar as tarefas, mas sofrem maior influência na realização simultânea de uma tarefa com demanda cognitiva. Estudos anteriores mostram que homens iniciam e executam tarefas motoras

## Discussão

Os resultados deste estudo realizado com indivíduos jovens saudos mostram que, tanto para manipulação das distâncias quanto para manipulação das dimensões, o desempenho observado na tarefa única foi prejudicado, quando o indivíduo realizava uma segunda atividade associada. Tais resultados são compatíveis com os encontrados em outros estudos que investi-

de forma mais rápida que as mulheres<sup>16</sup>, além disso, eles tendem a ser mais velozes nos movimentos únicos enquanto elas apresentam uma vantagem na programação de uma sequência de movimentos e são mais precisas ao final da tarefa<sup>17</sup>. Contudo, os resultados no estudo aqui apresentado sugerem que os homens imprimem à tarefa motora uma alta demanda atencional e, dessa forma, atingem uma maior velocidade; entretanto, quando lhes é solicitado que uma segunda tarefa seja realizada simultaneamente, dividindo a carga atencional, seu desempenho fica claramente comprometido, o que não ocorre com as mulheres.

Quando a distância do alvo em relação ao ponto de partida foi manipulada, o tempo de movimento foi diferente para cada condição. Observou-se que o tempo para completar a tarefa é proporcional à distância do alvo e inversamente proporcional à dimensão do alvo. Esses resultados são compatíveis com a Lei de Fitts<sup>13</sup>, utilizada como base teórica para o desenvolvimento deste estudo, em que a tarefa relativamente simples de apontar para um alvo torna-se extremamente poderosa, abordando questões como percepção, controle de movimento ou a relação entre os dois<sup>18</sup>. Para as condições em que os alvos estavam posicionados a uma distância maior do ponto de partida, a citada lei foi mais claramente evidenciada, tanto pelo tempo para completar o movimento como pela velocidade média absoluta, sendo menor a velocidade para o alvo posicionado a uma distância reduzida do ponto de partida do que para os alvos mais distantes. Além disso, o erro de linearidade foi menor na condição em que o alvo estava mais próximo ao ponto de partida. Dessa forma, é possível dizer que a linearidade é menor quanto maior a distância e o tempo para completar o movimento.

Cabe ressaltar que os participantes foram instruídos a realizar as tarefas o mais rapidamente possível, o que acelera o início do movimento e impele os voluntários a concluir o plano motor durante a execução do movimento dirigido ao alvo<sup>19</sup>. Essa orientação provavelmente

causou a diminuição do pico de velocidade para o alvo de menor dimensão. No entanto, como neste estudo o tempo de reação não foi avaliado, não é possível discutir possíveis contribuições do planejamento motor para as mudanças observadas no comportamento dos integrantes da amostra nesta pesquisa. Novos estudos que avaliem a demanda de planejamento nas condições propostas aqui são necessários.

Os efeitos da dupla tarefa sobre os movimentos dirigidos ao alvo de membros superiores em indivíduos saudáveis encontrados neste trabalho ressaltam a relevância desse tópico para a reabilitação. A mudança do foco atencional durante o desempenho de tarefas motoras parece oferecer uma alternativa terapêutica no decorrer do processo de reabilitação<sup>20</sup> e deve ser considerada tanto para a avaliação quanto para a intervenção na função de membros superiores.

## Conclusão

A avaliação instrumentada utilizada foi sensível para a realização de uma avaliação quantitativa do desempenho dos membros superiores durante a execução de uma tarefa dupla. Essa avaliação permitiu verificar que a tarefa dupla interfere negativamente no desempenho de movimentos dos membros superiores dirigidos ao alvo tornando-os mais lentos e que os homens sofrem maior interferência da dupla tarefa que as mulheres. Dessa forma, é possível concluir que o incremento da distância do alvo aumenta o tempo para completar e reduz a linearidade do movimento executado.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) e a Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) pelo apoio financeiro.

## Referências

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor. 2<sup>a</sup> ed. Barueri: Manole; 2002.
2. Dounskaia NV, Ketcham CJ, Stelmach GE. Influence of biomechanical constraints on horizontal arm movements. *Motor Control*. 2002 Oct;6(4):366-87.
3. Wolpert DM, Ghahramani Z, Jordan MI. Are arm trajectories planned in kinematic or dynamic coordinates? An adaptation study. *Exp Brain Res*. 1995;103(3):460-70.
4. Teixeira NB, Alouche SR. Dual task performance in Parkinson's Disease. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(2):127-32.
5. Zentgraf K, Lorey B, Bischoff M, Zimmermann K, Stark R, Munzert J. Neural correlates of attentional focusing during finger movements: A fMRI study. *J Mot Behav*. 2009 Nov;41(6):535-41.
6. Wulf G, Tollner T, Shea CH. Attentional focus effects as a function of task difficulty. *Res Q Exerc Sport*. 2007 Jun;78(3):257-64.
7. Hiraga CY, Garry MI, Carson RG, Summers JJ. Dual-task interference: attentional and neurophysiological influences. *Behav Brain Res*. 2009 Dec 14;205(1):10-8.
8. Begeman M, Kumru H, Leenders K, Valls-Sole J. Unilateral reaction time task is delayed during contralateral movements. *Exp Brain Res*. 2007 Aug;181(3):469-75.
9. Thomson RH, Garry MI, Summers JJ. Attentional influences on short-interval intracortical inhibition. *Clin Neurophysiol*. 2008 Jan;119(1):52-62.
10. Zijdewind I, van Duinen H, Zielman R, Lorist MM. Interaction between force production and cognitive performance in humans. *Clin Neurophysiol*. 2006 Mar;117(3):660-7.
11. Ashford S, Slade M, Malaprade F, Turner-Stokes L. Evaluation of functional outcome measures for the hemiparetic upper limb: a systematic review. *J Rehabil Med*. 2008 Nov;40(10):787-95.
12. Christe B, Burkhard PR, Pegna AJ, Mayer E, Hauert CA. Clinical assessment of motor function: a processes oriented instrument based on a speed-accuracy trade-off paradigm. *Behav Neurol*. 2007;18(1):19-29.
13. Fitts PM. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *J Exp Psychol*. 1954 Jun;47(6):381-91.
14. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*. 1971 Mar;9(1):97-113.
15. Wulf G, McNevin N, Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *Q J Exp Psychol A*. 2001 Nov;54(4):1143-54.
16. Rodrigues PC, Vasconcelos O, Barreiros J, Barbosa R. Manual asymmetry in a complex coincidence-anticipation task: handedness and gender effects. *Laterality*. 2009 Jul;14(4):395-412.
17. Nicholson KG, Kimura D. Sex differences for speech and manual skill. *Percept Mot Skills*. 1996 Feb;82(1):3-13.
18. Bootsma RJ, Fernandez L, Mottet D. Behind Fitts' law: kinematic patterns in goal-directed movements. *Int J Human-Computer Studies*. 2004;61:811-21.
19. Mirabella G, Pani P, Ferraina S. Context influences on the preparation and execution of reaching movements. *Cogn Neuropsychol*. 2008 Oct-Dec;25(7-8):996-1010.
20. McNevin NH, Wulf G, Carlson C. Effects of attentional focus, self-control, and dyad training on motor learning: implications for physical rehabilitation. *Phys Ther*. 2000 Apr;80(4):373-85.