

## *Desempenho de movimentos cíclicos e discretos realizados em tarefa de Fitts simulada em computador*

**Tiago Cesar Balio**

*Universidade de São Paulo, Brazil*

**Juliana Bayeux Dascal**

**Inara Marques**

*Universidade Estadual de Londrina, Brazil*

**Sergio Tosi Rodrigues**

*Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita, Brazil*

**Victor Hugo Alves Okazaki<sup>1</sup>**

*Universidade Estadual de Londrina, Brazil*

### **Resumo**

O presente estudo comparou o desempenho de movimentos cíclicos e discretos em tarefa de Fitts simulada em computador. Participaram do estudo 20 adultos com idade entre 25 e 30 anos. O software *Discrete Aiming Task* (v. 2.0) simulou a tarefa de Fitts nas condições discreta e cíclica, fornecendo o tempo de movimento (*TM*). Foram manipuladas 4 tamanhos de alvos e 3 distâncias entre os alvos para fornecer índices de dificuldade (*ID*) de 1 até 6 bits. A *ANOVA TWO WAY*, 3 (Condições) x 6 (*ID*), com medidas repetidas no último fator, comparou o *TM* nas diferentes condições. A análise de regressão linear verificou a relação *TM x ID*. Não houve diferença entre as condições de movimento; o ambiente virtual e o uso do mouse foram utilizados para explicar tais resultados. Todas as condições de movimento apresentaram uma relação *TM x ID* com  $R^2 > 0,990$ . Portanto, a lei de Fitts demonstrou robustez, independentemente do tipo de movimento realizado.

*Palavras-chave:* Lei de Fitts, movimentos discreto, movimento cíclico, relação velocidade-precisão, controle motor.

### **Performance of cyclical and discrete movements executed in Fitts' task simulated by computer Abstract**

This study compared the performance of cyclical and discrete movements in Fitts' task simulated by a computer. Twenty male adults, between 25 and 30 years old, participated as volunteers in the study. The software *Discrete Aiming Task* (v.2.0) simulated the Fitts' task, in the discrete and cyclical conditions, and provided the movement time (*TM*). It was manipulated 4 target widths and 3 distances between the targets to provide index of difficulties (*ID*) from 1 to 6 bits. The *ANOVA TWO WAY*, 3 (Conditions) x 6 (*ID*), with repeated measures in the last factor, compared the *TM* in the different conditions. Regression analysis verified the relationship between *TM x ID*. There were no significant differences between the conditions; the virtual environment and the mouse were used to explain such results. All movement conditions showed a straight relationship between *TM x ID* with  $R^2 > 0.990$ . Therefore, Fitts' law showed to be consistent, independently of the movement strategy performed.

*Keywords:* Fitts' Law, discrete movement, cyclical movement, speed-accuracy tradeoff, motor control.

Movimentos balísticos manuais direcionados a contatar alvos espaciais estão sujeitos a uma relação inversamente proporcional entre velocidade e preci-

são (Mathias et al., 2012; Okazaki & Rodacki, 2012; Okazaki et al., 2011a, 2013). Essa estratégia se apresenta em diferentes contextos e habilidades esportivas, de modo que as tarefas são realizadas em alta velocidade quando a demanda de precisão exigida é pequena. Em contrapartida, esse processo se inverte quando é necessário realizar tarefas que demandam precisão, na qual para se obter sucesso a velocidade no movimento é reduzida (Mathias et al., 2012; Okazaki & Rodacki,

<sup>1</sup> Correspondance about this article should be addressed to Victor Hugo Alves Okazaki; Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Educação Física; Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid Km 380; Caixa Postal: 6001 - CEP: 86051-990; Londrina - Paraná - Brasil. E-Mail: vhaokazaki@gmail.com

2012; Okazaki et al., 2011b, 2013). A equação matemática que expressa essa relação foi desenvolvida por Paul Fitts (1954), na qual foi demonstrada a relação entre o tempo médio de movimento ( $TM$ ), a distância entre os alvos ( $D$ ) e a largura dos alvos ( $L$ ):  $TM = a + b [\log_2(2D/L)]$ . O logaritmo do dobro da distância entre os alvos, dividido pela largura dos alvos, foi denominado índice de dificuldade ( $ID = \log_2[2D/L]$ ), e representa a quantidade de restrição espacial imposta na tarefa. Quando ocorre aumento no ID, há também aumento proporcional no tempo de realização da tarefa.

A relação inversa entre velocidade-precisão tem sido considerada um dos fenômenos mais consistentes em comportamento motor (Okazaki et al., 2011a, 2011b, 2013). Este fenômeno é explicado por meio de diferentes mecanismos de controle, tais como o uso do feedback e o ruído neural. Crossman e Goodeve (1983) apontam que o aumento da velocidade reduz o tempo para utilização do feedback sensorial para correção do movimento. Schmidt, Zelaznik e Frank (1978) propuseram que um ruído neural seria gerado pelo aumento na velocidade de movimento, podendo ser produzido em três diferentes níveis: processamento de informação, transmissão da informação para o sistema efetor e no sistema efetor durante desempenho de movimento. Desta forma, movimentos mais lentos produzem menor ruído neural, permitindo menor variabilidade de resposta e maior precisão (Meyer et al., 1988). Tentando associar os dois modelos anteriores, Meyer e colaboradores (1988) propuseram o modelo estocástico de submovimentos otimizados, no qual mecanismos de “feedback” passam a tomar parte no controle somente à medida que ajustes sejam necessários. Por exemplo, quando um submovimento inicial é pré-programado para atingir um alvo, se ele terminar dentro dos limites do alvo, nenhum submovimento adicional é necessário. Todavia, se o ponto final antecipado do submovimento inicial estiver fora dos limites do alvo, como consequência das perturbações provocadas pelo ruído neuromotor, um segundo submovimento é produzido para correção da trajetória desejada (Meyer et al., 1988). Apesar das contribuições destes modelos na compreensão do paradigma da relação inversa entre velocidade-precisão, ainda não são entendidos os efeitos específicos das restrições das tarefas sobre a regulação do movimento.

As restrições específicas dos diferentes tipos de movimentos possuem efeitos particulares sobre as estratégias de controle (Braganholo et al., 2013; Mathias et al., 2012; Okazaki et al., 2011a, 2011b). Por exemplo, Fitts e Peterson (1964) apresentaram uma desvantagem no desempenho de movimentos cíclicos devido à especificação dos parâmetros de controle durante a realização do movimento. Esse processo é

chamado de paralelismo parcial e não estaria presente em movimentos discretos, nos quais seriam permitidas as especificações dos parâmetros de controle antecipadamente (feedforward). Ademais, cada erro terminal no movimento cíclico induziria uma perturbação imposta às condições iniciais do próximo movimento, o que poderia ampliar o erro na medida em que o número de tentativas fosse aumentado, ao passo que, no movimento discreto é possível especificar as posições iniciais e finais do sistema efetor antes mesmo de realizar a tarefa (Fitts & Peterson, 1964). Como consequência, uma proporção de tempo de movimento na tarefa cíclica deve incluir algum tempo extra necessário para processar as informações de feedback. Apesar de todas as vantagens do movimento discreto apresentado anteriormente, Guiard (1997) sugere que movimentos cíclicos permitem armazenar e reutilizar a energia mecânica (cinética e potencial), em função das características do sistema efetor. Por exemplo, a inércia do movimento pode ser aproveitada para a manutenção e aumento na aceleração do movimento. Também, as forças de impacto podem auxiliar como mecanismo passivo de desaceleração, dispensando que forças da musculatura antagonista tenham que atuar na frenagem do movimento. Deste modo, a dinâmica de movimento parece auxiliar a regulação do movimento em movimentos cíclicos, proporcionando vantagens dinâmicas por meio das características do sistema efetor. Em contrapartida, em movimento discreto a energia cinética tende a ser dissipada no final do movimento.

As restrições específicas fornecidas pelos movimentos discretos e cíclicos fazem com que o movimento seja regulado por meio de estratégias particulares. Ou seja, existe uma vantagem em termos de processamento de informações para o planejamento do movimento discreto. Porém, há benefícios na realização de movimentos cíclicos em função da dinâmica de movimento. Todavia, a comparação entre o desempenho de movimentos cíclicos e discretos não tem sido foco de estudo. Assim, ainda não é compreendido qual dos dois tipos de movimento, o que usufrui de aspectos cognitivos para a programação da ação ou do sistema efetor por meio da dinâmica do movimento, pode resultar em ações mais rápidas e precisas.

Diante do acima exposto, o presente estudo comparou o desempenho de movimentos cíclicos e discretos em tarefa de Fitts simulada em computador. Considerando a vantagem que movimentos cíclicos possuem em aproveitar a energia mecânica do movimento, foi levantada a hipótese de que o tempo de movimento em tarefas cíclicas serão maiores em IDs reduzidos, que permitem menor necessidade na especificação dos parâmetros de controle no movimento. Ao passo que, menor tempo de movimento será verificado com

o aumento no ID, em função da vantagem no processamento de informação. Ainda, movimentos discretos e cíclicos irão apresentar um aumento linear do tempo de movimento com aumento Índice de Dificuldade (ID).

## Métodos

### Participantes

Participaram do estudo 20 profissionais de Educação Física com idades entre 25 a 30 anos de ambos o sexo. Antes do início da avaliação, todos os participantes foram informados dos procedimentos de avaliação necessários para o estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido de participação. Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade local (parecer nº 215/10, CAAE nº 0197.0.268.000-10 e folha de rosto nº 368584).

### Instrumentos e Tarefa

Foi utilizado para o experimento o software *Discrete Aiming Task* v. 2.0 (Okazaki, 2007), um notebook (Acer Aspire 4710, com tela 14.1 polegadas) e um mouse óptico (LG XM – 110). A tarefa de Fitts (cf. Fitts, 1954) foi simulada em ambiente virtual, na qual os participantes realizavam movimentos de clicar com o botão esquerdo do mouse em barras (botões) paralelas com maior rapidez e precisão possíveis. Estes botões foram manipulados em função de seus tamanhos ( $A=2, 1, 0,5$  e  $2.5$  polegadas) e da distância entre si ( $D=2, 4$  e  $8$  polegadas) para fornecer índices de dificuldade de 1 até 6 ( $ID=\log_2 [2D/A]$ ). O software forneceu a variável de tempo de movimento médio entre as tentativas ( $TM$ ) e o número de erros quando o clique do botão do mouse ocorreu fora das delimitações dos botões alvo.

### Procedimentos Experimentais

Os participantes foram solicitados a sentar em uma cadeira, em frente a uma mesa, com a tela do computador posicionada na altura de seus olhos. Em seguida, foram realizadas três tentativas de adaptação (em cada condição de movimento), nas quais os participantes praticaram os movimentos específicos da tarefa nas diferentes condições experimentais (discretas e cíclicas). A tarefa foi acompanhada por um avaliador que orientou a tarefa e supervisionou possíveis erros. Após um sinal indicando que o movimento podia ser iniciado, os participantes realizaram a tarefa. O início do movimento foi determinado pelo instante de clique do mouse no primeiro alvo. Foi padronizado o sentido do movimento sempre iniciando com o clique do mouse no lado esquerdo para o lado direito. O final do movimento foi realizado quando o último toque no alvo com o cursor do mouse foi realizado, em função do número de toques determinado para cada condição

experimental (cíclica ou discreta). As tentativas foram descartadas quando: o clique do botão do mouse foi realizado fora do segundo alvo, quando o clique do botão do mouse não funcionou e quando houve erro do mouse em ir e voltar sobre algum alvo.

As condições experimentais foram manipuladas por meio do número de movimentos realizados em direção aos alvos. A condição discreta foi realizada em duas condições, uma com um movimento ( $D1$ ) e outra com dois movimentos ( $D2$ ). Na condição  $D1$ , foi realizado apenas um movimento em oito tentativas. Na condição  $D2$ , foram realizados dois movimentos em quatro tentativas. A condição cíclica ( $C8$ ) foi realizada com apenas uma tentativa com oito movimentos. O tempo médio das tentativas em cada condição experimental ( $D1$ ,  $D2$  e  $C8$ ) foi utilizado para a análise. Todas as condições experimentais, manipulando-se o número de movimentos, foram realizadas em cada condição de índice de dificuldade. A sequência dos índices de dificuldades foi randomizada entre os participantes. Após cada tentativa, o software forneceu o feedback do tempo de movimento ( $TM$ ) para os participantes.

### Variáveis de Estudo

As variáveis independentes do estudo foram o tipo de movimento realizado ( $D1$ ,  $D2$  e  $C8$ ) e o índice de dificuldade da tarefa ( $ID$ ). A variável dependente utilizada para analisar os movimentos foi o tempo de movimento médio dos toques realizados ( $TM$ ). A variável de erro foi utilizada como controle para as tentativas falhas que foram desconsideradas do estudo.

### Análise Estatística

Os dados foram analisados a partir de estatística descritiva de média e desvio-padrão. Para análise das diferentes estratégias de controle foram realizadas estatísticas associativas por meio de uma Análise de Regressão Linear Simples. Para tanto, foram analisadas as relações entre o  $TM$  e o  $ID$ . Para comparar as diferentes estratégias de controle motor foi utilizada uma *ANOVA TWO WAY*, 3 (Condições:  $D1$ ,  $D2$  e  $C8$ ) x 6 ( $ID$ : 1 até 6), com medidas repetidas no último fator. As comparações posteriores foram realizadas por meio do teste de *Post Hoc de Tukey*. A significância adotada nas análises estatísticas foi estabelecida em  $\alpha=5\%$  ( $P<0,05$ ).

## Resultados

A comparação entre os diferentes movimentos analisados ( $D1$ ,  $D2$  e  $C8$ ) apresentaram efeito para o fator  $ID$  ( $F_{1,5}=327,18$ ;  $P<0,0001$ ) e interação para os fatores  $ID$  x Condições ( $F_{1,2}=2,48$ ;  $P=0,008$ ). Todavia, não foi verificado efeito para o fator Condições ( $F_{1,10}=2,06$ ;

$P=0,141$ ). O *post hoc de Tukey* demonstrou diferenças significantes, dentro do fator *ID*, entre todas as condições de índice de dificuldade ( $P's < 0,001$ ). A interação *ID x Movimentos* apresentou apenas diferenças ( $P's < 0,05$ ) entre os diferentes *IDs*, mas, dentro da

mesma condição experimental de movimento analisado (tabela 1). De forma geral, a interação demonstrou maiores tempos de movimento, em função do acréscimo no índice de dificuldade da tarefa, conforme predito pela lei de Fitts.

Tabela 1  
*TM (média e desvio padrão) em função do ID para as condições experimentais D1, D2 e C8.*

ID (bits)	TM (s) das Condições Experimentais		
	Movimento discreto de um toque (D1)	Movimento discreto de dois toques (D2)	Movimento cíclico de oito toques (C8)
1	0,27 (0,09) <sup>2,3,4,5,6</sup>	0,30 (0,14) <sup>3,4,5,6</sup>	0,25 (0,06) <sup>2,3,4,5,6</sup>
2	0,38 (0,08) <sup>1,3,4,5,6</sup>	0,35 (0,07) <sup>3,4,5,6</sup>	0,33 (0,06) <sup>1,3,4,5,6</sup>
3	0,48 (0,08) <sup>1,2,4,5,6</sup>	0,45 (0,08) <sup>1,2,4,5,6</sup>	0,44 (0,07) <sup>1,2,4,5,6</sup>
4	0,57 (0,10) <sup>1,2,3,5,6</sup>	0,56 (0,10) <sup>1,2,3,5,6</sup>	0,55 (0,09) <sup>1,2,3,5,6</sup>
5	0,65 (0,09) <sup>1,2,3,4,6</sup>	0,67 (0,11) <sup>1,2,3,4,6</sup>	0,64 (0,10) <sup>1,2,3,4,6</sup>
6	0,75 (0,10) <sup>1,2,3,4,5</sup>	0,75 (0,14) <sup>1,2,3,4,5</sup>	0,78 (0,13) <sup>1,2,3,4,5</sup>

Números (<sup>1, 2, 3, 4, 5 e 6</sup>) representam a diferença ( $P < 0,05$ ) para os respectivos *IDs* dentro da mesma condição de movimento analisada (*D1, D2 e C8*).

“Os resultados demonstraram que com acréscimo do *ID* os *TMs* também aumentaram, confirmando uma relação linear direta entre *TM* e *ID* (figura 1). A relação *TM x ID* apresentou para o movimento discreto (*D1*)

$r=0,999$  ( $F_{1,4}=1719,5$ ;  $P < 0,0001$ ), para o movimento com dois toques (*D2*)  $r=0,995$  ( $F_{1,4}=428,3$ ;  $P < 0,0001$ ) e para o movimento cíclico (*C8*)  $r=0,997$  ( $F_{1,4}=804,1$ ;  $P < 0,0001$ ). Por conseguinte, a análise de regressão li-

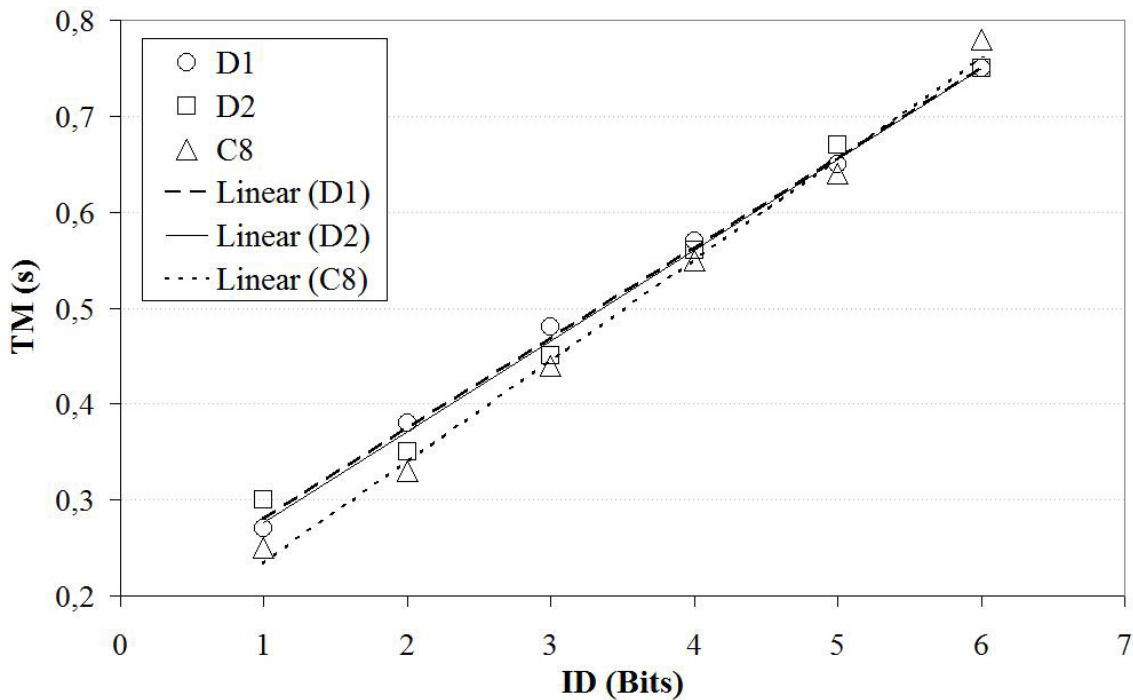


Figura 1. Relação *TM x ID* nas condições experimentais *D1, D2 e C8*.

near simples apresentou valores de coeficiente de determinação  $R^2$  superiores a 0,990 para todas as condições experimentais. Tais resultados confirmam a lei de Fitts na tarefa utilizada, independentemente da estratégia de movimento analisada.

### Discussão

O presente estudo analisou as estratégias de controle motor utilizadas para a regulação de movimentos cíclicos e discretos, dentro do paradigma de Fitts. Foram levantadas duas hipóteses de estudo fundamentadas em duas abordagens que se contrapõem. A primeira hipótese aponta que os participantes apresentariam melhores desempenhos durante a realização de movimentos discretos na tarefa de Fitts, comparados aos movimentos cíclicos, em função da possibilidade de programação dos parâmetros de controle do movimento, previamente à ação do mesmo (Fitts & Peterson, 1964). Ademais, movimentos cíclicos poderiam ser parametrizados apenas durante a realização de seus desempenhos. Por outro lado, a segunda hipótese aponta que movimentos cíclicos apresentariam vantagem sobre movimentos discretos, em função do aproveitamento da energia reativa do movimento. Ou seja, o sistema efetor poderia aproveitar a inércia do movimento para o acionamento do movimento seguinte (Guiard, 1997). Tais hipóteses foram analisadas por meio da tarefa de Fitts simulada em ambiente virtual em computador.

Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve diferenças de desempenho na tarefa de Fitts entre os movimentos discretos (um e dois toques) e cíclicos (oito toques). Por conseguinte, independentemente do tipo de movimento utilizado, não houve desempenho superior, nem em função de melhor programação do movimento (abordagem de processamento de informações) e nem de um melhor aproveitamento das forças que atuam sobre o sistema efetor (abordagem sistêmica e dinâmica). Tais resultados divergem de outros estudos prévios (Guiard, 1997; Miall & Ivry, 2004; Buchanan, Park, Shea, 2006).

Elliot, Welchman e Wing (2009) apontam que há uma clara distinção entre o controle de movimentos contínuos e discretos, reforçando a diferença nos mecanismos responsáveis por suas ações. Cada estratégia de controle representa uma unidade de ação independente, de tal modo que o movimento cíclico não pode ser decomposto em movimentos discretos e que a ação discreta não é um limitador do ciclo de movimento (Buchanan, Park, Shea, 2006). Miall e Ivry (2004) afirmam que a condição de movimentos cíclicos requer uma demanda adicional no processo de decisão, pois há necessidade de se decidir quando iniciar cada movimento e monitorar quanto tempo se passou a fim

de suprir exigências específicas da tarefa, ou seja, não produzir movimentos discretos de maneira periódica. Desta maneira, atividades neurais extras, como geradores de ritmo que controlam o início e a parada de cada movimento geram maior demanda para sincronizar os intervalos entre cada ação discreta.

Guiard (1997), que também analisou a tarefa de Fitts, demonstrou que a abordagem de processamento de informação prevê que a superioridade do movimento discreto seria magnificada sobre o movimento cíclico, à medida que o índice de dificuldade fosse acrescido. Do ponto de vista do processamento de informação, a continuidade do movimento possui mais consequências negativas sobre o desempenho do que positivas. Afinal, para cada movimento que é repetido, uma nova programação (e/ou parametrização) seria necessária. Ao passo que, em índices de dificuldade mais baixos, a estratégia da dinâmica do sistema efetor prevê que o movimento cíclico seja realizado em tempo de movimentos menores, resultando em maior aceleração em direção ao próximo movimento (Guiard, 1997). Todavia, mesmo com a manipulação do ID (acréscimo/diminuição), não foi verificada diferença entre os diferentes tipos de movimentos analisados (D1, D2 e C8). Explicação para esta semelhança no desempenho dos diferentes tipos de movimentos analisados foi realizada em função das características da tarefa experimental.

A tarefa utilizada por Fitts e Peterson (1964) e Guiard (1997), em seus experimentos foi semelhante à tarefa do experimento clássico de Fitts (1954). Ou seja, nesta tarefa os participantes eram instruídos a fazer movimentos alternadamente, com uma ponteira segura por uma das mãos, entre alvos, no qual o tamanho do alvo (A) e a distância entre eles (D) eram manipulados para formar diferentes índices de dificuldade (ID). Ao comparar o desempenho na tarefa proposta por Fitts (1954), na qual não foram utilizados recursos virtuais, com a tarefa utilizada no presente estudo que fez uso de um ambiente virtual e de recursos tecnológicos (tal como o uso do mouse ao invés da ponteira), percebem-se diferenças claras na funcionalidade da tarefa. Por exemplo, a distância de movimento na tarefa de Fitts (1954) representa a medida espacial real entre os centros dos alvos dispostos paralelamente. Por outro lado, na tarefa realizada virtualmente, a distância de movimento representa uma medida virtual entre os centros dos alvos. A distância real movida pela mão do participante que manipulou o mouse foi inferior (e dependente do nível de sensibilidade do mouse) à medida virtual. Este movimento inferior de deslocamento durante a realização da tarefa, possivelmente, teve implicações sobre as hipóteses levantadas. Aparentemente, a utilização de medidas reais inferiores às medidas virtuais fornecidas (ou àquelas utilizadas por Fitts e outros estudos do



paradigma) não permitiu que a vantagem da estratégia do sistema efetor emergisse.

A explicação apresentada, entretanto, não corrobora com o estudo de Smits-Engelsman, Swinnen e Duysens (2006). Estes autores analisaram a influência da manipulação da amplitude e do peso no controle de movimentos cíclicos e discretos. As manipulações na amplitude foram utilizadas para analisar a vantagem de movimentos cíclicos, enquanto o aumento no peso foi utilizado para a análise de estratégias de utilização de padrão de controle semelhante ao de movimentos locomotores (osciladores neurais). Foi sugerido que a maior vantagem em movimentos cíclicos seria decorrente de circuitos oscilatórios ou de unidades geradoras de disparo, e não de aspectos mecânicos, tal como ciclos alongamento-encurtamento muscular. Deste modo, a explicação de que houve ausência na participação de aspectos mecânicos, em função da utilização de dispositivos eletrônicos (mouse), também não explicaria por si só o fato de não ter sido verificada vantagem para os movimentos discretos. Isto foi explicado pelo fato da tarefa ser realizada com pequena amplitude, o que, talvez, possibilitou melhor parametrização de ambos os movimentos (discretos e cíclicos). Entretanto, o presente estudo sugere que tais suposições, utilizadas para explicar a igualdade verificada no desempenho das tarefas cíclicas e discretas na tarefa de Fitts realizada em ambiente virtual, sejam analisadas com mais recursos, tal como a análise dos submovimentos por meio de uma análise cinemática do cursor do mouse.

Um aspecto comum às diferentes estratégias de movimento analisadas foi a consistência verificada na relação  $TM \times ID$ . Ou seja, observado que o aumento no índice de dificuldade da tarefa leva ao acréscimo no tempo de movimento. Assim, a lei de Fitts (1954) que aponta esta relação  $TM \times ID$  de forma linear foi assegurada no presente experimento, independentemente do tipo de movimento realizado (discreto ou cíclico). Corroboração com esta consistência na lei de Fitts em tarefas com restrição espacial simuladas em computador também foram verificadas em outros estudos (Okazaki et al., 2011; Okazaki et al., 2008).

### Conclusão

O presente estudo comparou o desempenho de movimentos discretos e cíclicos em tarefa de Fitts simulada por computador. Apesar das particularidades no controle de movimentos cíclicos e discretos, não foram verificadas diferenças no desempenho desses dois tipos de movimento. Esta similaridade no desempenho foi explicada pelas características da tarefa simulada em computador. Em ambiente virtual, utilizando-se o mouse, a tarefa de Fitts foi realizada com movimentos

reais com pequenos deslocamentos do mouse. Por conseguinte, não houve a possibilidade do aproveitamento da dinâmica do movimento para otimizar o desempenho na tarefa realizada em condição cíclica. Por outro lado, em função da tarefa ter sido realizada com movimentos de pequena amplitude, possivelmente a demanda na parametrização de ambos os movimentos (discretos e cíclicos) pode ter ocorrido com mesma proficiência. Foram sugeridos novos estudos que analisem movimentos discretos e cíclicos, em condições reais e simuladas em ambientes virtuais, mas, contemplando a avaliação de submovimentos por meio de cinemática para análise das estratégias de controle motor empregado na regulação destes dois tipos de movimentos.

### Referências

- Braganholo, W., Faquin, B.S., Guidotti, F.Jr., Sereza, F.A.V., Marques, L., & Okazaki, V.H.A. (2013). Efeito da quantidade de prática sobre a interferência contextual no aprendizado de tarefa motora manipulativa. *Revista Interamericana de Psicologia/International Journal of Psychology*, 47(1), 25-32.
- Buchanan, J. J., Park, J.-H., & Shea, C. H. (2006). Target width scaling in a repetitive aiming task: switching between cyclical and discrete units of action. *Experimental Brain Research*, 175(4), 710-725.
- Crossman, E. R., & Goodeve, P. J. (1983). Feedback control of hand-movement and Fitts' Law. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 35(2), 251-278.
- Elliott, M. T., Welchman, A. E., & Wing, A. M. (2009). Being discrete helps keep to the beat. *Experimental Brain Research*, v. 192(4), 731-737.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381-391.
- Fitts, P. M., & Peterson, J. R. (1964). Information capacity of discrete motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, 67, 103-112.
- Fiuzza, C. R., & Okazaki, V. H. A. (2009). Efeito da mudança de direção sobre a lei de Fitts na tarefa de traçar linhas retas. In: Teixeira, L. A. et al. (Org.). *Especialização em Aprendizagem Motora*. São Paulo: USP, 2009. v. 02, p. 29-37.
- Guiard, Y. (1997). Fitts' law in the discrete vs. cyclical paradigm. *Human Movement Science*, 16(1), 97-131.
- Mathias, K. R., Candido, C. R. C., Faquin, B. S., Guidotti, F. JR., & Okazaki, V. H. A. (2012). Control of fast and accurate movements. *The FIEP Bulletin*, 82, 582-584.
- Meyer, D. E., Abrams, R.A., Kornblum, S., Wright, C.E., & Smith, J.E.K. (1988). Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, 95(3), 340-370.
- Miall, R. C., & Ivry, R. Moving to a different beat. *Nature Neuroscience*, 7(10), 1025-1026, 2004.
- Okazaki, V. H. A. (2007). *Discrete Aiming Task* (v.2.0). Software de análise da tarefa de Fitts para o paradigma da relação inversa velocidade precisão (2007). Disponível em: (<http://okazaki.webs.com>). Acesso: 26/04/2011.
- Okazaki, V. H. A., Brandalize, D., Okazaki, N. K., Drabovski, B., & Ladewig, I. (2011a). Relação Velocidade-Acurácia em Tarefas de Contornar Figuras Geométricas. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 33, 249-264.

- Okazaki, V. H. A., Fiuza, C. R., Silva, R. R., Dascal, J. B., & Ladewig, I. (2011b). Relação velocidade-accurácia em tarefa de contornar figuras geométricas e traçar linhas. *Revista da Educação física/UEM (Online)*, 22, 337-347.
- Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Lima, E. S., Caminha, L. Q., & Teixeira, L. A. (2008). Modelo Estocástico de Submovimentos Otimizados em Movimentos com Restrição Espacial Simulados em Computador. *Revista Brasileira de Biomecânica*, 9(16), 18-26.
- Okazaki, V. H. A., Pereira, C.F., Okazaki, F. H. A., & Dascal, J. B. (2013). Restrições espaciais no controle motor de movimentos rápidos e precisos. *Motricidade*, 9, 74-84.
- Okazaki, V. H. A., & Rodacki, A. L. F. (2012). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 231-237.
- Pereira, C. F., & Okazaki, V. H. A. (2008). Efeito da aprendizagem no controle de movimentos rápidos e precisos. In: Teixeira, L.A., et al.(Org.). *Especialização em Aprendizagem Motora*. São Paulo: USP, 2008: v.1, p.130-143.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N., & Frank, J. S. (1978). Sources of Inaccuracy in Rapid Movement. In: Stelmach, G.E. (Ed.), *Information Processing in Motor Control and Learning*. New York: Academic Press, 1978, p.183-203.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Swinnen, S. P., & Duysens, J. (2006). The advantage of cyclic over discrete movements remains evident following changes in load and amplitude. *Neuroscience Letters*, 396(1), 28-32.

Received: 07/12/2012

Accepted: 01/01/2014

**Tiago Cesar Balio.** Universidade de São Paulo, Brazil

**Juliana Bayeux Dascal.** Universidade Estadual de Londrina, Brazil

**Inara Marques.** Universidade Estadual de Londrina, Brazil

**Sergio Tosi Rodrigues.** Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita, Brazil

**Victor Hugo Alves Okazaki.** Universidade Estadual de Londrina, Brazil

