

# ESTRATÉGIAS DE CONTROLE EM TAREFA INTERCEPTATIVA SIMULADA EM AMBIENTE VIRTUAL

FLAVIO JUNIOR GUIDOTTI,  
CRISTIANE REGINA COELHO CANDIDO,  
ALESSANDRA BEGGIATO PORTO,  
VICTOR HUGO ALVES OKAZAKI.

Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil  
[fjgfsio@hotmail.com](mailto:fjgfsio@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

Habilidades motoras interceptativas estão presentes nos esportes e em muitas tarefas do dia-a-dia (VELDE et al., 2005). A capacidade de perceber mudanças no meio ambiente é fundamental para planejar e implementar ações motoras, em especial nestas habilidades de interceptação (BRENNER; SMEETS, 2009; MAZYN et al., 2007). Tais habilidades envolvem grande integração entre os sistemas sensoriais e motores, no qual o sistema visual é um dos principais responsáveis por fornecer informações contínuas sobre o meio ambiente e sobre as posições corporais (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). Assim, a visão é essencial, principalmente, quando envolve a sincronização entre o deslocamento de um objeto e o movimento de um segmento corporal (VELDE et al., 2005; ANDRADE et al., 2005).

A informação visual possibilita que haja um reconhecimento de padrão e uma antecipação para a interceptação de um objeto em deslocamento. Tais ações ocorrem com base em um modelo interno que seria construído a partir das experiências prévias (BROWER et al., 2005; AZEVEDO NETO et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2006a). Assim, a prática teria capacidade de ajustar os parâmetros deste modelo interno (TEIXEIRA et al., 2006b), enquanto a informação visual seria usada indiretamente para estimar a chegada do alvo. Pelo menos três diferentes estratégias de controle motor podem ser destacadas para a realização de habilidades motoras interceptativas, a saber: pré-programação, programação e reprogramação (PORT et al., 1997).

A pré-programação consiste na escolha do programa motor generalizado e dos parâmetros de controle antes do início da ação de interceptação. Ou seja, nela há o reconhecimento de padrão (com base no modelo interno) e a antecipação. A programação se diferencia por ser realizada apenas após um estímulo determinante para a escolha da ação. Enquanto que, na reprogramação, ocorre uma mudança abrupta e inesperada no comportamento do objeto a ser interceptado que demanda nova programação do movimento (TEIXEIRA; FRANZONI, 2006; AZEVEDO NETO, 2009; TEIXEIRA et al., 2005). Tais mudanças inesperadas requerem a reprogramação do movimento com modificações espaço-temporais (TEIXEIRA; FRANZONI, 2006). Essas modificações demandam maior tempo de processamento das informações (TEIXEIRA; FRANZONI, 2006). Por conseguinte, seria esperado pior desempenho na estratégia de controle da reprogramação, em comparação às demais estratégias. Ademais, haveria vantagem para a pré-programação, pois nela é possível especificar os detalhes do movimento antes de sua realização. Todavia, a comparação do desempenho destas diferentes estratégias de controle motor não tem sido foco de estudo.

Em função do acima exposto, foi comparado o desempenho das estratégias de pré-programação, programação e reprogramação, no controle de habilidade motora interceptativa simulada em ambiente virtual. O presente estudo tem potencial para analisar o efeito que o uso das diferentes estratégias de controle motor em tarefas de interceptação possui sobre o desempenho.

## **MÉTODOS**

### **Amostra**

O experimento foi realizado no Laboratório GEPEDAM da Universidade Estadual de Londrina, com nove participantes (idade  $M= 27,7$  anos,  $DP= 6,15$ ), sendo oito destros e um canhoto. Todos os participantes apresentaram visão normal ou corrigida (uso de óculos). Após o esclarecimento da pesquisa os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido da pesquisa.

### **Equipamentos e tarefa**

A tarefa consistiu em acionar um botão no instante em que um objeto em deslocamento chegasse ao final de uma trajetória percorrida em ambiente virtual. O desempenho na tarefa de interceptação foi analisado com a utilização de notebooks (processador acima de Dual Core, memória acima de 1GB, das marcas ACER, CCE, Toshiba e HP) e do software *Interception Task* (OKAZAKI, 2008). O software controlava um alvo vermelho de formato retangular (2,3 cm x 1 cm) que se movia ao longo de um percurso demarcado em linha reta (19,7 cm x 3 cm), em direção horizontal e com sentido de movimento realizado da esquerda para a direita. As características de deslocamento do alvo (velocidade) foram manipuladas pelo software. Para simular a pré-programação (PRÉ) foi utilizado um conjunto de tentativas com velocidade constante. Deste modo, permitindo uma adaptação ao participante para poder estimar, antes do início do movimento, o programa motor e os parâmetros de controle específicos para a tarefa. A programação (PRO) foi realizada através de três velocidades constantes diferentes randomizadas pelo software. Assim, o participante sempre precisaria esperar o objeto se deslocar para poder realizar a seleção e a programação de sua resposta. Na reprogramação (REP) foram utilizadas repetições da velocidade constante (probabilidade de 80%) e de uma velocidade aleatória (probabilidade de 20%), com aumento da velocidade no meio do percurso. A acurácia temporal nesta tarefa foi medida pela diferença entre a chegada do alvo ao ponto final e o tempo de resposta do participante (pressionando um botão no mouse de um computador)

### **Procedimentos**

Os Participantes eram informados sobre os posicionamentos corporais corretos, em frente ao computador, bem como os procedimentos e os objetivos da pesquisa. Foram realizadas 20 tentativas de familiarização, para estabilizar o desempenho. Para a coleta de dados, foi realizado um conjunto de tentativas até que, pelo menos, cinco tentativas específicas na velocidade intermediária ( $V_2$ ) fossem realizadas. Os participantes receberam feedback visual (conhecimento de resultados) sobre os erros temporais a cada tentativa.

As tentativas da fase experimental foram separadas por blocos, pseudo-aleatorizados entre os participantes. A condição de pré-programação foi realizada com velocidade do alvo constante com  $V_1=14,2$  cm/s. A condição de programação foi realizada com três velocidades constantes, randomizadas pelo software, com magnitudes de  $V_1=21,3$  cm/s,  $V_2=14,2$  cm/s e  $V_3=10,6$  cm/s. Enquanto, na condição de reprogramação foi utilizada a velocidade  $V_1= 14,2$  cm/s (probabilidade de 80%) e a velocidade com aumento durante a metade do percurso com velocidade média de  $V_2= 20,6$  cm/s. Tanto na programação quanto na reprogramação somente as tentativas com velocidade de 14,2 cm/s eram utilizadas para análise. A quantificação do erro absoluto, obtido durante a coleta, foi normalizada em função do tempo da tarefa.

### **Análise estatística**

Desempenho foi analisado pelos erros temporais (diferença entre o tempo da chegada do alvo e a efetiva ação pressionar o botão do mouse). Foram calculados os erros absoluto, quadrático, variável e constante. A comparação entre as condições foi realizada por meio do teste de ANOVA com medidas repetidas, seguidas pelo teste de Bonferroni. A significância adotada foi de 5% ( $P<0,05$ ).

## RESULTADOS

O erro absoluto ( $F_{2,16}=1,493$ ;  $P=0,254$ ), quadrático ( $F_{1,9}=0,833$ ;  $P=0,4$ ) e variável ( $F_{1,8}=0,875$ ;  $P=0,381$ ), não demonstraram diferença entre as estratégias de controle utilizadas. O erro constante indicou efeito significativo ( $F_{2,16}=11,754$ ;  $P=0,001$ ), no qual houve maior erro na condição de reprogramação em comparação à pré-programação ( $P=0,004$ ) e à programação ( $P=0,019$ ). Foi verificada, na condição de pré-programação e de programação, uma tendência direcional de erro para respostas adiantadas ( $M= -0,00135$  s,  $M= -0,0039$  s, respectivamente para PRÉ e PRO), enquanto que, na reprogramação a direção predominante dos erros foi de respostas atrasadas ( $M= 0,0105$ ). A figura 1 apresenta os valores em média e desvios padrão do desempenho para cada tipo de erro calculado.

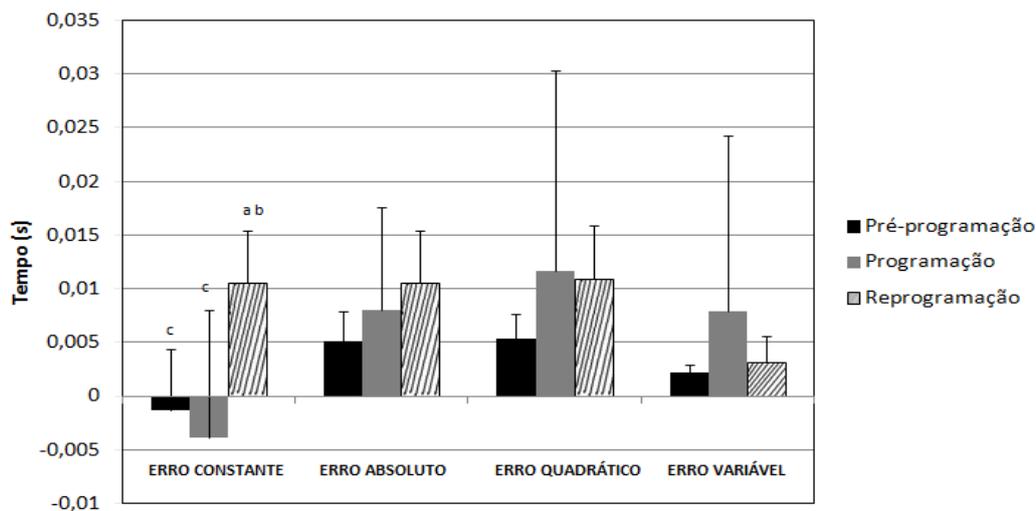


Figura 1 – Média e erros padrão dos erros temporais (s) (constantes, absoluto, quadrático e variável), nas condições pré-programação, programação e reprogramação. Diferença significativa ( $P<0,05$ ) em comparação à <sup>a</sup> pré-programação, <sup>b</sup> programação e <sup>c</sup> reprogramação

## DISCUSSÃO

Este estudo comparou o desempenho das estratégias de pré-programação, programação e reprogramação, no controle de habilidade motora interceptativa simulada em ambiente virtual. Foram levantadas as hipóteses de que a pré-programação apresentaria melhor desempenho em comparação às condições de programação e reprogramação, pois permitiria especificar detalhes do movimento antes de sua realização. Ao passo que, a condição de programação apresentaria melhor desempenho que a condição de reprogramação, pois na condição de reprogramação haveria maior demanda temporal para a reorganização do movimento (TEIXEIRA; FRANZONI, 2006).

Considerando a análise do erro absoluto, a condição de reprogramação apresentou maior erro temporal em comparação às condições de pré-programação e de programação. Deste modo, os resultados verificados corroboraram com os estudos de outros autores que também demonstraram maior erro na condição de reprogramação em comparação à pré-programação (LEE et al., 1997; AZEVEDO NETO; TEIXEIRA, 2006b). Segundo Teixeira e Franzoni (2006), a condição de menor incerteza leva ao melhor desempenho, resultando em respostas temporalmente mais precisas, principalmente, nestas situações com mudança de velocidade (TEIXEIRA; FRANZONI, 2006). A informação visual inicial é essencial para o desempenho de ações motoras de interceptação, podendo ser um fator que influencia nos processos de demora das respostas em situações em que há mudanças nas velocidades (BENNETT et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2006a.; BOCK; JUNGLING, 1999; BRENNER;

SMEETS, 1997; 2004; 2009). Tal diferença entre as estratégias de reprogramação, em comparação às demais (pré-programação e programação), fica ainda mais evidente em função dos processos de envelhecimento (TEIXEIRA et al., 2006b).

Apesar da verificada diferença no erro constante entre as estratégias de controle utilizadas, não foram verificadas diferenças para as demais medidas de erro. Esta ausência do efeito das diferentes estratégias de controle na tarefa interceptativa (nos erros absoluto, quadrático e variável) foi explicada por limitações do estudo. Como houve apenas nove participantes no estudo, foi verificado um grande desvio padrão nas respostas (principalmente na condição de programação). Possivelmente, com o aumento no número de participantes da amostra, também seriam verificadas diferenças nas demais variáveis de erro analisadas no estudo. Mesmo com esta limitação da pequena amostra, o presente estudo utilizou a simulação em ambiente virtual, o que permitiu um grande controle das condições experimentais. Diversos autores têm utilizado métodos semelhantes, pois tal método garante maior fidedignidade para a simulação e análise das diferentes estratégias de controle motor (BOCK; JUNGLING, 1999; TEIXEIRA; FRANZONI; BRENNER; SMEETS, 2009).

## CONCLUSÃO

A pré-programação demonstrou vantagem no desempenho em comparação as estratégias de controle de programação e de reprogramação. Esta vantagem foi explicada pela possibilidade de especificar dos parâmetros de controle do movimento de forma antecipada. A reprogramação demonstrou desempenho inferior em comparação as demais estratégias de controle analisadas. Tal resultado foi explicado pelo maior tempo necessário para processamento de informação (identificação, seleção e programação da resposta) para readequar a resposta motora. Foram sugeridos novos estudos com a análise das diferentes estratégias de controle em habilidades motoras esportivas, tais como: tênis, tênis de mesa, voleibol, etc.

**Palavras-chave:** estratégias de controle, interceptação, processamento de informações.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.; PORTELA, A.; LUFT, C.; VASCONCELLOS, D., MATOS, J., PERFEITO, P. Relação entre tempo de reação e o tempo de prática no tênis de campo. **Revista Digital**, Buenos Aires, v. 10, n. 86, 2005.
- AZEVEDO NETO, R. M.; TEIXEIRA, L. A. Control of interceptive actions is based on expectancy of time to arrival. **Experimental Brain Research**, v. 199, p. 135 – 143, 2009.
- BENNETT, S. J.; BAURES, R.; HECHT, H.; BENGUIGUI, N. Eye movements influence estimation of time-to-contact in prediction motion. **Experimental Brain Research**, v. 206, p. 399–407, 2010.
- BOCK, O; JUNGLING, S. Reprogramming of grip aperture in a double-step virtual grasping paradigm. **Experimental Brain Research**, v. 125, p. 61–66, 1999.
- BRENNER, E.; SMEETS, J.B.J. Fast responses of the human hand to changes in target position. **Journal of Motor Behavior**, v. 29, p. 297 – 310, 1997.
- BRENNER, E.; SMEETS, J.B.J. Colour vision can contribute to fast corrections of arm Movements. **Experimental Brain Research**, v. 158, p. 302–307, 2004.
- BRENNER, E.; SMEETS, J.B.J. Modifying one's hand's trajectory when a moving target's orientation changes. **Experimental Brain Research**, v. 196, p. 375–383, 2009.
- BROUWER, A.M.; SMEETS, J.B.; BRENNER, E. Hitting moving targets: effects of target speed and dimensions on movement time. **Experimental Brain Research**, v. 165, p. 28–36, 2005.

- LEE, D.; PORT, N.L.; GEORGOPOULOS, A.P. Manual interception of moving targets II. On-line control of overlapping movements. **Experimental Brain Research**, v. 116, p. 421–433, 1997.
- MAZYN, L.I.N.; LENOIR, M.; MONTAGNE, G.; DELAEY, C.; SAVELSBERGH, G.J.P. Stereo vision enhances the learning of a catching skill. **Experimental Brain Research**, v. 179, n. 4, p. 723-726, 2007.
- OKAZAKI, V.H.A. **Interception Task (v.1.0)**. Software de análise da tarefa de interceptação. [HTTP://okazaki.webs.com], 2008.
- PORT, N.L.; LEE, D.; DASSONVILLE, P.; GEORGOPOULOS, A.P. Manual interception of moving targets. I. Performance and movement initiation. **Experimental Brain Research**, v. 116, p. 406–420, 1997.
- SCHMIDT, R.A.; WRISBERG, C.A. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. 2.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2001.
- TEIXEIRA, L.A.; Lima, E.S.; Franzoni, M.M. The continuous nature of timing reprogramming in an interceptive task. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 23, p. 943–950, 2005.
- TEIXEIRA, L.A.; CHUA, R.; NAGELKERKE, P.; FRANKS, I.M. Use of visual information in the correction of interceptive actions. **Experimental Brain Research**, v.175, p. 758 – 763, 2006a.
- TEIXEIRA, L.A.; FRANZONI, M.M.; SILVA, J.B. Are the elderly able to appropriately reprogram their actions?. **Motor Control**, v. 10, p. 93–108, 2006b.
- TEIXEIRA, L.A.; FRANZONI, M.M. Time course of timing reprogramming in interception is modulated by uncertainty on velocity alteration. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 2(V), p. 167–173, 2006.
- VELDE, A.F.; KAMP, J.V.; BARELA, J.A.; SAVELSBERGH, G.J. Visual timing and adaptive behavior in a road-crossing simulation study. **Accident Analysis And Prevention**, v. 37(3), p. 399-406, may, 2005.

**Endereço para correspondência:**

Nome: Flavio Junior Guidotti

Universidade Estadual de Londrina - Departamento de Educação Física

Campus Universitário - Rodovia Celso Garcia Cid Km 380

Caixa Postal: 6001 - CEP: 86051-990

Fone/Fax: (43) 3371-5857

Londrina - Paraná - Brasil

e-mail: [figfisio@hotmail.com](mailto:figfisio@hotmail.com)