
Estudo de Caso

Aspectos neurais em chutes no futebol: um estudo de caso sobre a adaptação de técnicas cinemétricas para avaliação e treinamento cognitivo

Neural aspects in soccer kicks: a case study about kinematics techniques adaptation for assessment and cognitive training

**Erick Francisco Quintas Conde^{a,✉}, Alberto Filgueiras^{b,✉}, Joana Bastos Matos^{c,✉},
 Raphaela Barbosa de Andrade^{d,✉}, Paulo Sérgio Ribeiro^{d,✉}, Adriana de Lacerda Miranda^{e,✉}
 e Emílio Takase^{e,✉}**

^aPrograma de Pós-Graduação em Psicologia e Neurociências do Esporte, Centro Universitário Hermínio da Silveira (Uni-IBMR), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil;

^bNúcleo de Neuropsicologia Clínica e Experimental, Programa de Pós-graduação em Psicologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil;

^cPrograma de Pós-graduação em Psicologia, Departamento de psicologia, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil;

^dCentro de Estudo e Pesquisa em Psicologia do Esporte (CEPPE), São Paulo, São Paulo, Brasil;

^eDepartamento de Psicologia, Universidade Veiga de Almeida (UVA), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

Nos esportes, procedimentos de cinematria são amplamente utilizados para a análise do gestual do atleta, mas raramente são empregados de forma a considerar aspectos cognitivos relacionados ao movimento. O presente trabalho se constitui como um estudo de caso que discute a implementação de um método cinemétrico capaz de considerar também processos cognitivos de alta ordem durante chutes de bola parada no futebol, como o cálculo da dimensão espacial, o estabelecimento de engramas motores, a identificação de tendências motoras e a variabilidade da precisão. As imagens da variação motora ao redor de um alvo pré-estabelecido foram analisadas através do software *Dartfish Connect* e através de análises estatísticas. Para descrição dos resultados, consideramos a distribuição espacial dos chutes ao redor do alvo e a identificação de tendências nos programas motores. Os achados foram compartilhados com

✉ - E.F.Q. Conde - Uni-IBMR, Praia de Botafogo, 158, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ 24.000-000, Brasil. *E-mail* para correspondência: psicoerick@yahoo.com.br; **A. Filgueiras** - Departamento de Psicologia, Núcleo de Neuropsicologia Clínica e Experimental, PUC-Rio. Rua Marquês de São Vicente, 225, Prédio Cardeal Leme, sala 201L, Rio de Janeiro, RJ 24.000-000, Brasil. *E-mail* para correspondência: albertofilgueiras@gmail.com; **J.B. Matos** - Laboratório de Educação Cerebral, Departamento de Psicologia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, UFSC, Trindade, Florianópolis, SC 88.040-970, Brasil. *E-mail* para correspondência: djoubm@hotmail.com; **R.B. Andrade**. *E-mail* para correspondência: andraderaphaela@yahoo.com.br; **P. Ribeiro** - Sportphysio, Rua Marques de Abrantes, 177, Lja 109. Flamengo, Rio de Janeiro, RJ 24.000-000, Brasil. *E-mail* para correspondência: pauloribeiro@pobox.com; **A. Lacerda** - Departamento de Psicologia, UVA, Av. Gal. Felicissimo Cardoso, 500, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ 24.000-000, Brasil. *E-mail* para correspondência: adrianalacerdafla@yahoo.com.br; **E. Takase** - Laboratório de Educação cerebral, Departamento de Psicologia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, UFSC. Trindade, Florianópolis, SC 88040-970, Brasil. *E-mail* para correspondência: takase@educacaocerebral.com.

atletas e comissão técnica a fim de ampliar a consciência dos detalhes relacionados ao desempenho individual. Em conclusão, vimos que a adaptação metodológica da cinemetria para o estudo da cognição relacionada ao chute pode auxiliar treinadores na escolha do cobrador mais eficiente e na identificação das melhores estratégias para estímulos no treinamento personalizado. © Cien. Cogn. 2012; Vol. 17 (2): 177-184.

Palavras-chave: cognição; futebol; chutes; neurociências; movimento.

Abstract

In sports, Kinematic procedures are widely used for athletic gesture analysis, but are rarely employed considering cognitive aspects of the movement. The present work consists a case study that proposes the implementation of a kinematic method that can also consider higher order cognitive processes during soccer dead-ball kicks, such as the calculation of the spatial dimension, motor engrams establishment, movement trends and the precision variability. The images obtained of motor variation around the preestablished target were analysed with Dartfish Connect software and with statistical procedures. In results, we considered the spatial distribution of the kicks around the target and the identification of spatial biases in motor programs. The findings were shared with athletes and coaches to provide greater awareness of the related details to individual performance. In conclusion, we saw that the methodological adjustment for kinematic assessment of kick cognition can be useful for the coaches choose the most efficient soccer kicker and for identifying better strategies to stimuli personal training. © Cien. Cogn. 2012; Vol. 17 (2): 177-184.

Keywords: cognition; soccer; kick; neuroscience; movement.

1 Introdução

No futebol, a performance técnica é um dos aspectos considerados cruciais para a vitória. Neste sentido, habilidades específicas como o chute são treinadas exaustivamente em diversas circunstâncias (cruzamento, finalização, lançamento, passes e chutes de bola parada). As variáveis que proporcionam melhores resultados em partidas ou campeonatos de futebol têm sido objeto de vários estudos nas últimas décadas, especialmente das que buscam melhorias no desempenho motor (Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn & Philippaerts, 2007). Especificamente falando do treino com bolas paradas, pesquisas apontam que a repetição sistemática do chute na direção de um alvo pré-estabelecido no gol é uma técnica de treinamento que pode trazer benefícios aos atletas (Dörge, Andersen, Sørensen & Simonsen, 2002; Russel & Kingsley, 2011). A prática repetitiva é um exercício que permite ao atleta obter maior controle interno de seus comandos motores e este mecanismo auxilia na estabilidade dos movimentos proporcionando uma regulação automática das habilidades motoras (Morris, Summers, Matyas & Ianssek, 1994).

Apesar da ênfase que a maioria dos clubes de futebol atribui ao treinamento dos aspectos motores, os estudos da neurociência cognitiva revelam a importância das funções cognitivas no controle do movimento voluntário. Em outras palavras, a utilização de fenômenos físicos (distância de estímulos, dinâmica temporal, formato, outros) pela esfera psicológica, são tão importantes para viabilizar uma interação adequada do organismo com o meio quanto estruturas músculo-esqueléticas (Stevens, 1975; Scott, 2004). Nessa perspectiva, temos evidências que demonstram a importância de um adequado processamento sensorial dos estímulos disponíveis no ambiente (Savelsbergh, Williams, van der Kamp & Ward, 2002), da correta utilização das funções cognitivas (como a concentração, memória e aprendizado) e da necessidade se realizar estimativas funcionais do ambiente externo e estado interno do organismo para que se possa planejar e executar as ações apropriadas (Wolpert & Ghahramani, 2000). Tal regulação é feita através complexos sistemas neuronais, responsáveis

pelo planejamento, execução e regulação da intensidade, direção e precisão do movimento. O desenvolvimento e a manutenção de habilidades motoras utiliza ainda o resultado final do movimento em uma via de retroalimentação neural para ajustes posteriores relevantes para melhorias na eficiência da ação (Wolpert & Ghahramani, 2000; Scott, 2004).

Aliadas ao treinamento físico extensivo, vemos a utilização de técnicas cinemáticas para a análise do movimento no futebol com o objetivo de identificar e selecionar o melhor gestual esportivo (Vaeyens *et al.*, 2007). Motivado por uma visão mais ampla e completa do ser humano enquanto atleta, o presente estudo traz o relato de uma experiência relevante e incomum, onde técnicas cinemáticas foram utilizadas para o treinamento de chutes de bola parada no futebol considerando também os processos cognitivos de alta ordem, como o cálculo da dimensão espacial, estabelecimento de engramas motores, identificação de tendências e variabilidade do movimento e capacidades de gerenciamento do estado interno e externo.

Considerando que a identificação de tendências no chute é geralmente realizada por meio da inspeção visual do treinador e dos atletas e que as correções necessárias ao movimento podem ser influenciadas por ruídos sensoriais, tal como verificado por Vetter e Wolpert (2000), nossa proposta apresenta ainda um bom potencial enquanto estratégia de treinamento e gestão do desempenho psicomotor no futebol.

2 Objetivos

Nosso trabalho se propõe a realizar um estudo de caso pautado na implementação de um método desenvolvido para monitorar e analisar minuciosamente como a precisão motora individual varia em seu resultado final ao redor de um alvo. Com base em modelos de pesquisa aplicada, o protocolo deste trabalho tem como objetivos específicas: (1) realizar uma análise topográfica do desempenho final (mapeamento espacial das faltas e análise de vetores) para que atletas e treinadores possam identificar dados detalhados sobre a capacidade e qualidade no controle da precisão do chute, possibilitando ainda verificar se um atleta chuta tendenciosamente para uma região específica no espaço; (2) a obtenção de medidas milimétricas do desempenho individual, como a informação da distância exata que o chute obteve do alvo. O conhecimento sobre qual atleta tem uma menor variação motora ao redor do alvo pode ser um aspecto relevante para a logística de treinamentos (saber quem e como estimular) e também para a gerência dos atletas em jogos oficiais, o que pode garantir um aproveitamento mais efetivo nas oportunidades com bolas paradas.

3 Metodologia

3.1 Participantes

Utilizamos a população e a periodização prática usualmente requisitada em jogos semanais para uma equipe de futebol de campo sub-17. Assim, participaram do estudo três atletas juvenis federados há mais de 5 anos em um clube de futebol tradicional no estado do Rio de Janeiro. O critério de elegibilidade foi pautado na caracterização dos atletas como cobradores de faltas pelo treinador da equipe. Todos nasceram no ano de 1992 e possuíam 16 anos de idade no momento em que o estudo foi conduzido (d.p. = 0,7). Todos estavam regularmente inscritos na Federação de Futebol do Estado do Rio de Janeiro. Dois atletas eram destros (Atleta 1 e Atleta 2) e um era canhoto (Atleta 3).

3.2 Princípios éticos

O presente estudo respeitou os princípios éticos para pesquisas com seres humanos estabelecidos na declaração de Helsinque em sua última revisão (10/2008) e da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (1996). Todos atletas foram orientados sobre os objetivos, riscos e benefícios do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido sobre sua participação na pesquisa e sobre a utilização dos dados em artigos científicos. Os princípios éticos foram avaliados, discutidos e aprovados pelo setor de psicologia da instituição e as ações experimentais tiveram autorização dos atletas, da comissão técnica e da coordenação de futebol vigente, antes de serem realizadas.

3.3 Materiais

Foram utilizadas bolas de futebol do modelo *Nike T90 Strike*, com circunferência de 69 cm e peso de 458 g. As imagens gravadas com uma filmadora do modelo *Sony PD 170*, com resolução de 2048 x 1536 pixels. Para realizar as medidas das distâncias, utilizamos uma trena aberta, modelo *Profield* (13mm; 50m). As imagens foram analisadas através do software *Dartfish Connect* (versão 4.5.2).

3.4 Procedimentos

Foi estipulada a distância de 25 metros da linha do gol para a realização das cobranças, realizadas do centro, em um ângulo de 90° da trena com a linha média do gol. A filmadora foi fixada a 30 metros do centro da linha do gol (figura 1). Uma bola de futebol foi filmada em cima da linha para obter um parâmetro dimensional de quando as bolas chutadas passam acima da linha do gol e assim possibilitar as análises cinemáticas. Utilizamos como momento crítico para análise das filmagens, o frame no qual a bola chutada assumia o mesmo tamanho da bola filmada inicialmente.

A baliza tinha 2.44 m de altura, 7.32 m de largura e 2 m de profundidade (figura 1). Tanto a baliza quanto o campo tinham as dimensões oficiais de um campo de futebol de profissional. Cada atleta poderia escolher um dos dois possíveis ângulos como o alvo do chute. Semanalmente, foram filmadas 5 práticas de cada atleta em durante o período de 6 semanas. Os chutes foram realizados sem a presença do goleiro e de outros possíveis distratores em movimento atrás do gol. Após a colocação da bola no ponto estabelecido para o chute, o atleta poderia se preparar livremente e realizar a cobrança sem limites temporais pré-estabelecidos. Quando se sentia preparado, avisava verbalmente e esperava o apito para efetivar a cobrança. As imagens começavam a ser filmadas a partir do apito e eram gravadas até a bola cruzar a linha do gol ou a linha de fundo.

4. Análise estatística

As análises foram realizadas através do *software Dartfish Connect*, que é destinado ao estudo de vídeos digitais com ferramentas específicas para análise do movimento, incluindo aspectos como velocidade, distâncias, angulações e deslocamento. No estudo das filmagens obtidas, identificamos o *frame* no qual a bola assumiu as mesmas dimensões de quando foi filmada sobre a linha do gol como momento crítico para o cálculo da distância espacial que adquiriu do alvo. Com tais imagens, o software permitiu verificar a real distância entre o chute executado e o alvo pré-estabelecido. Para esse cálculo, o software solicitava informações de referências dimensionais, onde foram inseridas as dimensões da baliza. Foram calculadas médias e medidas de desvio padrão das distâncias dos chutes para cada atleta. Com

essas medidas, realizamos uma estatística comparativa das distâncias através do teste t de Student para verificar se o desempenho dos atletas variou de forma significativa. Utilizamos como critério de significância o valor de $p < 0,05$.

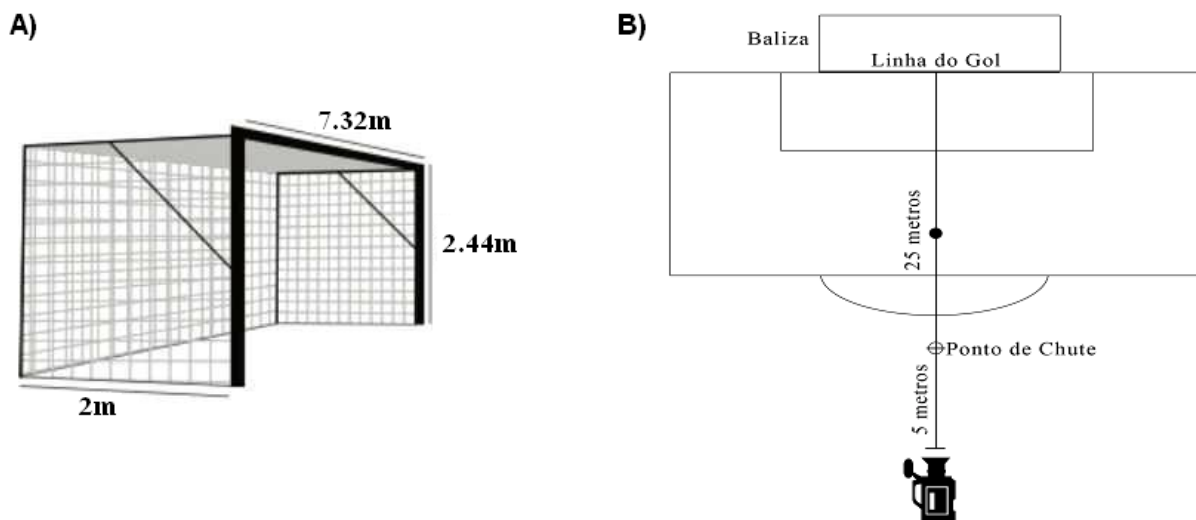


Figura 1 - A, Dimensões da baliza utilizada para as cobranças de bola parada. B, procedimentos e distâncias adotadas para a filmagem das cobranças.

As imagens obtidas foram mapeadas e postadas topograficamente em formato gráfico para análise visual do rendimento motor final e verificação de tendências vetoriais no desempenho. Para identificar e facilitar a identificação de tendências motoras, dividimos o alvo em quadrantes (A, B, C e D). Essa organização foi feita para todos os atletas. Quantificamos a incidência em cada um dos quadrantes para obter uma estimativa de tendências na execução motora. Os resultados foram discutidos tanto em uma perspectiva individual quanto em uma abordagem comparativa.

5. Resultados e discussão

Para descrever a análise do desempenho individual, consideraremos dois aspectos: a distribuição espacial ao redor do alvo e a padronização dos programas motores. Na Figura 2 vemos a distribuição dos chutes ao redor do gol. Com uma simples inspeção visual é possível notar que o Atleta 1 teve uma variação muito grande nos resultados finais dos seus chutes e que o atleta 3 demonstrou uma proximidade maior do alvo.

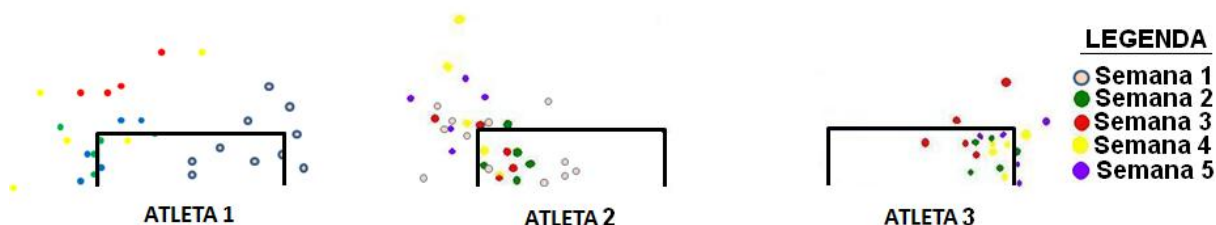


Figura 2 - Representação gráfica da dispersão das bolas ao redor do gol, por atleta.

Na figura 3, introduzimos circunferências ao redor dos alvos para facilitar a identificação visual da variabilidade motora nas proximidades do ponto pré-estabelecido e também

tendências vetoriais na programação do movimento. Podemos verificar que o Atleta 1 só conseguiu colocar duas bolas na área marcada pelas circunferências (uma bola no círculo proximal e outra no medial). Do total, sete bolas atingiram o quadrante A; onze bolas foram no quadrante B; três bolas no quadrante D; e nove bolas no quadrante D. Dezesete bolas ficaram acima da linha média do alvo e dezesseis bolas à esquerda. Dessa forma, vemos que o atleta pode aumentar seu aproveitamento se buscar uma aproximação das cobranças para o canto inferior direito do alvo, considerando a tendência detectada em colocar bolas acima e ao lado esquerdo do ponto escolhido.

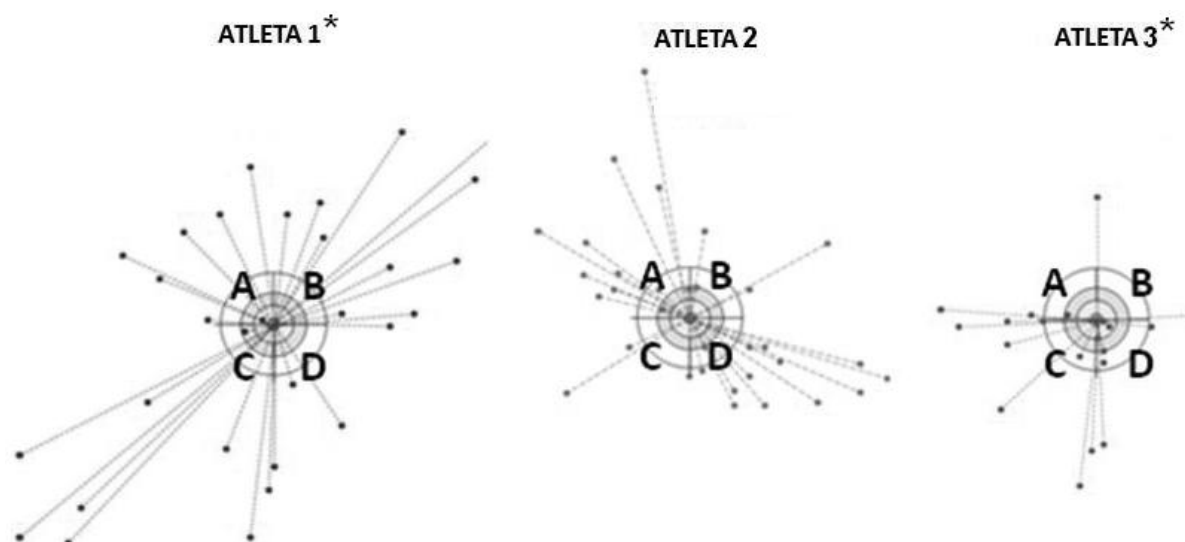


Figura 3 - Caracterização das distâncias que os chutes tiveram do alvo, por atleta. Os desempenhos que tiveram variação significativa foram sinalizados com * ($p < 0,045$).

A distância média dos chutes do Atleta1 ao alvo foi de 2, 15 m (d.p.= 1,3 m). Na análise comparativa, verificamos que o desempenho do Atleta 1 variou significativamente do desempenho apresentado pelo atleta 3 ($p= 0,045$) mas não teve diferença estatística significativa em relação ao atleta 2 ($p= 0,3$).

O atleta 2 conseguiu colocar quatro bolas na circunferência medial (figura 3) e uma no círculo distal. Do total, onze bolas atingiram o quadrante A; quatro bolas foram no quadrante B; três bolas no quadrante C; e treze bolas no quadrante D. Identificamos uma tendência no vetor $A \leftrightarrow D$ (26 bolas), o que torna necessário um recondicionamento para que o desempenho se aproxime mais do quadrante $B \leftrightarrow C$. A média da distância que obteve do alvo durante as semanas de avaliação foi de 1, 94 m (d.p. = 0,9 m). A análise com o teste t de student demonstrou que o desempenho do Atleta 2 também não difere do manifestado pelo do Atleta 3 ($p=0,17$).

Pela inspeção visual, é possível verificar que o atleta 3 foi o que apresentou um melhor aproveitamento, conseguindo acertar uma bola na circunferência central do alvo, três bolas na circunferência proximal, duas bolas no círculo medial e três bolas no círculo distal. Empiricamente, tais dados sugerem um aproveitamento maior do Atleta 3 em comparação aos outros. No entanto, nossa análise comparativa demonstrou que seu desempenho só teve diferenças estatísticas significativas do atleta 1 ($p= 0,045$). A distância média obtida foi de 1,44 metros do alvo (d.p.= 0.6 m). As bolas que mais se distanciaram foram para esquerda e para baixo do alvo estipulado.

Diante dos resultados identificados, podemos perceber que é possível realizar uma análise de parâmetros cognitivos, a capacidade de integração sensoriomotora e sua variabilidade, planejamento e assertividade motora. Como a escolha de um cobrador geralmente é feita pela avaliação do treinador com base na observação empírica do treinamento, trazemos nesse estudo um relato de experiência sobre como é possível obter dados científicos acerca do desempenho psicofísico de cada atleta e tratá-los com procedimentos estatísticos capazes de demonstrar qual cobrador apresenta um desempenho sensoriomotor mais eficiente. A utilização dessas informações pela comissão técnica pode ser uma estratégia promissora na logística de jogos e planejamento de treinos. Assim como são observados muitos benefícios individuais aos atletas, na medida em que o protocolo permite mais informações e consciência sobre tendências e detalhes envolvidos com o seu desempenho. Com o objetivo de promover um aproveitamento aplicado dos nossos resultados, foram disponibilizados relatórios para a comissão técnica contendo informações sobre os dados obtidos e analisados, incluindo os gráficos de dispersão ao redor do gol e a identificação de tendências motoras nos chutes de cada atleta. No relatório foram também incluídas orientações para que treinadores pudessem identificar tendências na programação do movimento de cada cobrador durante os treinamentos de falta e que pudessem assim, conscientizar os atletas acerca de padrões mais funcionais quando necessário. Embora acreditemos que a utilização aplicada de tais informações possa melhorar a assertividade motora em chutes de bola parada, o foco do presente trabalho foi unicamente compartilhar dados acerca da adaptação de um método cinemétrico para avaliação de aspectos cognitivos associados ao chute. Nessa perspectiva, esperamos que o presente estudo estimule pesquisadores e profissionais das ciências do esporte a investigarem os efeitos de protocolos aplicados de um treinamento mais amplo que considere também as capacidades cognitivas individuais além da tradicional repetição de movimentos e análises biomecânicas.

6 Conclusão

Procedimentos com técnicas cinemétricas são muito explorados em diversos tipos de abordagem no esporte de alto rendimento. Na área da avaliação biomecânica, utiliza-se a cinemática para o estudo de variáveis como o deslocamento, a velocidade, a posição e a orientação do corpo e de suas partes no espaço (Amadio, 1996). Na área do estrategismo, a referida técnica pode ser utilizada para análise tática, realização de estatística e para a observação do comportamento técnico e motor, dos atletas e de seus adversários (Mataruna, Ribeiro, Albuquerque & Silva, 2009). Em nosso estudo, demonstramos que a cinemática pode ser aplicada também para avaliações psicofísicas e monitoramento das capacidades cognitivas dos atletas através de um protocolo simples e de baixo custo. Com base nas teorias e modelos vigentes sobre o controle neural do movimento voluntário (Wolpert & Ghahramani, 2000; Scott, 2004), acreditamos que nosso método tenha sido capaz de verificar a qualidade de capacidades de estimativa espacial, planejamento motor, de representações internas movimento (engramas motores) e também da habilidade de integrar e associar tais processos de forma executiva.

Consideramos que o relato da nossa experiência possa servir para estimular a aplicação desse modelo no contexto do treinamento de jogadores de futebol e também para favorecer a consolidação de um serviço de neurofisiologia especializado na gestão das capacidades psicofísicas de jogadores em formação. Possíveis desdobramentos também podem ser pensados para outros esportes e circunstâncias nas quais a percepção, o planejamento e a precisão do movimento assumam grande relevância, como acontece no

saque do tênis e do vôlei, no golfe, no lance livre do basquete, entre outras situações no esporte de alto rendimento.

7 Referências bibliográficas

- Amadio, A.C. (1996). *Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano*. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEFUSP.
- Conselho Nacional de Saúde (1996). Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Resolução CNS 196/96. *Bioética*, 4, 15-25.
- Declaração de Helsinki (2008). Princípios éticos para pesquisa médica envolvendo seres humanos. *Jornal da Associação Médica Brasileira (JAMB)*, São Paulo, 31- 34.
- Dörge, H.C.; Andersen, T.B.; Sørensen, H.; Simonsen, E.B. (2002) Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *J. Sports Sci.*, 20(4), 293–299.
- Mataruna, L.; Ribeiro, M.M.; Albuquerque, M.; Silva, N.W.P. (2009). A utilização do sistema de análise video-scouting no processo do treinamento de atletas femininas de judô: um estudo sobre a previsibilidade de repetição do gesto motor "deslocamento" em competição de alta performance. *Revista De Educação Física - Escola de Educação Física do Exército*, 147, 98-98.
- Morris, M.E.; Summers, J.J.; Matyas, T.A; Iansek, R. (1994). Current Status of the Motor Program. *Phys. Therapy*, 74 (8), 738-748.
- Russel M.; Kingsley M. (2011). Influence of Exercise on Skill Proficiency in Soccer. *Sports Med.*, 41 (7), 523-539.
- Savelsbergh, G.J.P.; Williams, A.M.; van Der Kamp, J.; Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *J. Sports Sci.*, 20, 279-287.
- Scott, S.H. (2004). Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control. *Nature Rev. Neurosci.*, 5 (7), 532-546.
- Stevens, S.S. (1975). *Psychophysics: introduction to its perceptual, neural, and social prospects*. New York: Wiley-Interscience.
- Vaeyens, R.; Lenoir, M.; Williams A.M.; Mazyn L.; Philippaerts R.M. (2007). The Effects of Task Constraints on Visual Search Behavior and Decision-Making Skill in Youth Soccer Players. *J. Sport Exercise Psychol.*, 29, 147-169.
- Vetter, P.; Wolpert, D.M. (2000). Context Estimation for Sensorimotor Control. *J. Neurophysiol.*, 84, 1026-1034.
- Wolpert, D.M.; Ghahramani, Z. (2000). Computational principles of movement neuroscience. *Nature Rev.*, 3, 1212-1217.