

O EFEITO DA DISTÂNCIA SOBRE A COORDENAÇÃO DO ARREMESSO DE JUMP NO BASQUETEBOL

André Luiz F. Rodacki, Victor Hugo A. Okazaki, Thiago A. Sarraf e Valério H. Dezan

UFPR / Centro de Estudos do Comportamento Motor, Curitiba – PR;

Abstract: *The aim of this study was to analyze the effect of the distance over the jump shot coordination in basketball. A two dimensional kinematic analysis was performed to analyze 12 basketball players (age $23,0 \pm 4,8$ years; weight $81,5 \pm 14,2$ kg; height $1,9 \pm 0,1$ m; experience $10,2 \pm 4,5$ years) shooting from three distances (2,8 m; 4,6 m; 6,4 m). The basket distance increase resulted in a reorganization of the jump shooting coordination, where, coordinative strategies were adopted to compensate the new task demand. It was suggested that the elbow joint may be not be a key factor in terms of ball propulsion, which was accomplished by the wrist and shoulder joints. The absence of changes in elbow angular velocity suggests that this joint may play an important role in movement precision.*

Key- Words: *Coordination, jump shot, basketball.*

INTRODUÇÃO

O basquetebol é um esporte altamente dinâmico [1]. Devido a tais características, os atletas devem ser capazes de executar arremessos a diversas distâncias da cesta [2,3,4]. Contudo, modificações na distância em que o arremesso é realizado podem provocar alterações no padrão coordenativo do movimento de arremesso [5,6,7].

Alguns estudos procuraram verificar as estratégias de adaptação coordenativa decorrentes do aumento da distância [4,8]. Satern [4] atribuiu ao aumento da distância do arremesso uma maior geração de velocidade ao redor das articulações do ombro, cotovelo e punho. Elliott e White [8] apontam um aumento da amplitude angular do ombro e punho, associados à maior geração de velocidade da articulação do ombro como estratégias para suprir a demanda do aumento da distância. Desta forma, ainda não são totalmente esclarecidas as alterações encontradas na coordenação do arremesso em função da variável distância.

Deste modo, este estudo objetivou analisar o efeito da distância sobre a coordenação do arremesso de *jump* no basquetebol. Um maior esclarecimento da coordenação do arremesso pode contribuir para o processo ensino aprendido fornecendo subsídios para um treinamento mais especializado.

METODOLOGIA

A amostra foi constituída por 12 atletas de basquetebol (destros) da Seleção Paranaense

Universitária de Basquetebol 2003 pertencente à categoria adulto-masculino ($23,0 \pm 4,8$ anos; $81,5 \pm 14,2$ kg; $1,9 \pm 0,1$ m), com $10,2 \pm 4,5$ anos de experiência. Nenhum participante reportou qualquer tipo de lesão ou incapacidade anterior que pudesse interferir na execução dos movimentos. Antes do início da avaliação os participantes foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos experimentais

Antes do início da coleta de dados, um aquecimento não controlado de 10 minutos, composto por vários exercícios generalizados, a escolha dos participantes, foi permitido. Após, os participantes receberam marcas sobre a pele, que foram efetuadas por um único avaliador. A seguir, um período de 5-10 minutos de adaptação onde os sujeitos puderam praticar arremessos em condições semelhantes aquelas do experimento.

Após o período de adaptação, os sujeitos permaneceram em repouso por um período de 2 min, para evitar que alterações decorrentes do processo de fadiga interferissem nos dados.

Os movimentos de dez arremessos em cada distância (2,8 m; 4,6 m; 6,4 m) foi filmado. Três movimentos de cada série foram extraídos aleatoriamente para análise. A média destes três movimentos selecionados foi agrupada para representar o padrão de movimento de cada sujeito em cada condição experimental. O início do movimento de arremesso foi padronizado no instante em que o sujeito inicia a elevação da bola para executar o arremesso. O final do movimento foi determinado após o lançamento da bola [2,9].

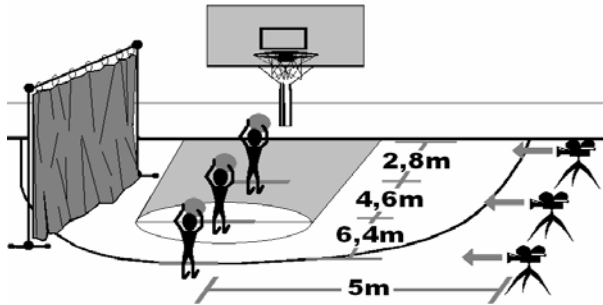
Análise cinemática

A coleta dos dados foi conduzida a partir de filmagem através de uma câmera (*Panasonic Palmcorder - VHS de 60 Hz - Shutter Speed 1/250*), de modo que fosse possível realizar uma análise em duas dimensões. A câmera foi posicionada perpendicularmente ao plano sagital direito dos sujeitos a uma distância de 5 metros do plano de movimento, com o foco direcionado para o acrómio (Figura 01).

Após a coleta, as imagens foram armazenadas em vídeo e posteriormente transferidas para um computador através de um conversor de imagens analógico-digital

(Belkin - USB, F5U208, USA). Os pontos anatômicos foram digitalizados manualmente por um único avaliador através de um software específico de análise de movimento (*Dgeeme*, versão 0.98b).

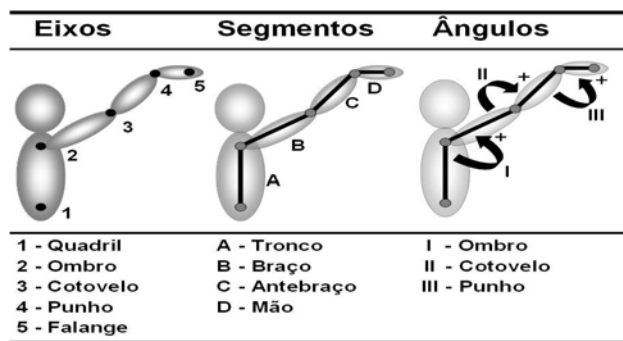
Figura 01 – Local de Filmagem.



Modelo biomecânico

Para a determinação dos movimentos, uma série de marcadores (30 mm de diâmetro) foi aderida à pele sobre os seguintes processos anatômicos: (1) crista ilíaca; (2) centro articular ombro; (3) epicôndilo lateral do úmero; (4) processo estilóide da ulna; e (5) cabeça do quinto metacarpo. Este conjunto de pontos anatômicos foi utilizado para definir os seguintes segmentos: tronco (1-2), braço (2-3), antebraço (3-4) e mão (4-5). A figura 2 demonstra os pontos anatômicos, segmentos e ângulos formados pelos segmentos do modelo utilizado neste estudo.

Figura 02 – Modelo Biomecânico.



Variáveis de Estudo

A partir das variáveis espaciais de deslocamento angular e do tempo de realização da habilidade motora analisada, foram derivadas as variáveis de velocidade angular das articulações. Assim, foi possível determinar o

deslocamento e a velocidade angular do ombro, cotovelo e punho, além do tempo de execução instantâneo da tarefa.

Análise Estatística

Para reduzir a variabilidade intra- e inter-sujeitos, os dados foram normalizados em função do ciclo de tempo do arremesso através de uma função *spline* [9,10].

Os dados foram analisados a partir de uma análise estatística descritiva padrão (média e desvio-padrão). O teste de *Kolmogorov-Smirnov* foi aplicado para confirmar a normalidade dos dados. Para diminuir o efeito de ruído incluso nas análises, decorrente ao processo de coleta e digitalização dos dados, foi aplicado um filtro recursivo do tipo *Butterworth* de 2ª ordem com uma frequência de corte de 10 Hz [2,6,9,11].

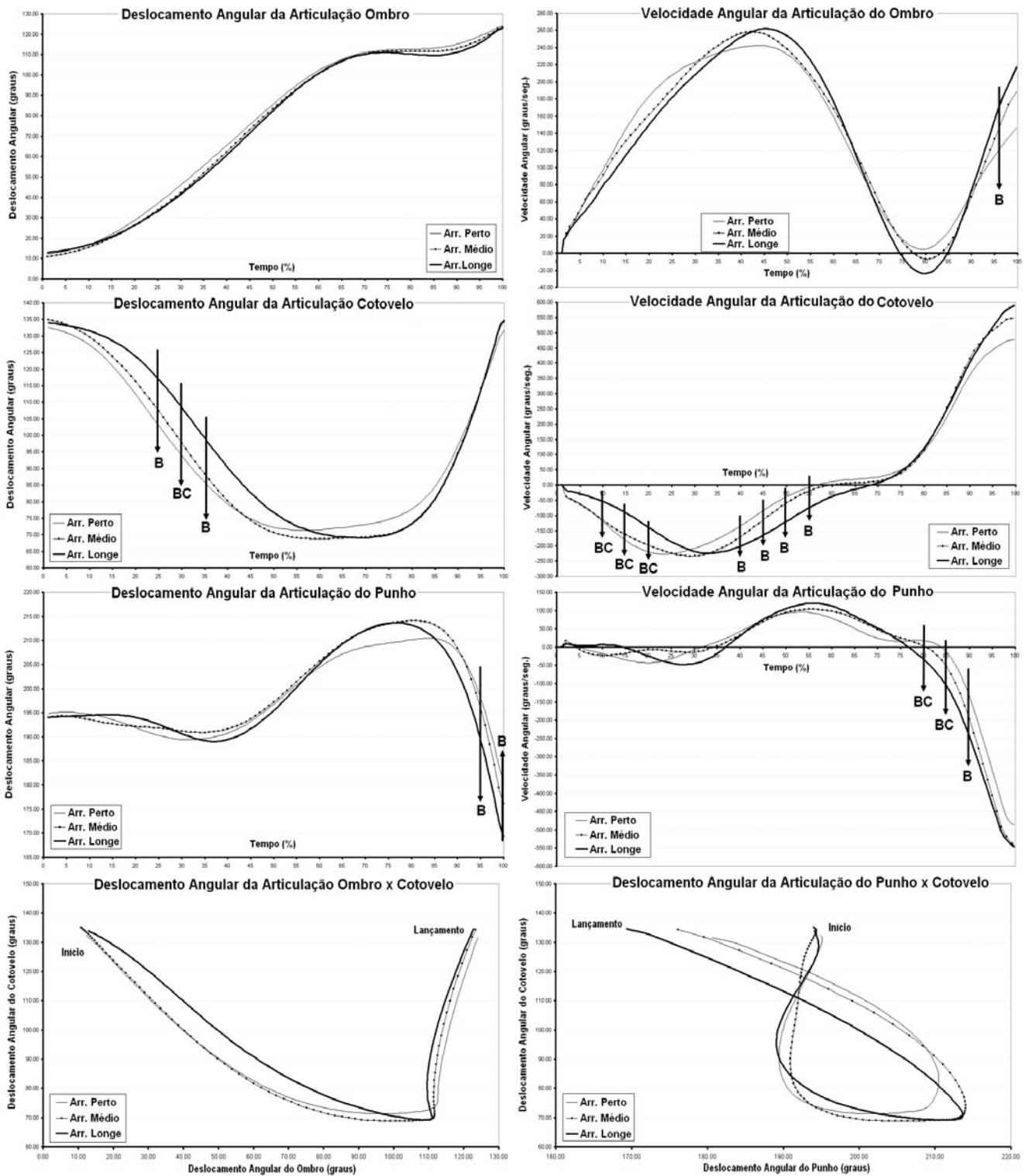
Uma análise de dados longitudinais (deslocamento e velocidade angular) foi realizada através do teste de *Anova Two Way* com medidas repetidas a aplicado a cada 5% do ciclo do arremesso (ver Figura 02). O teste *Post Hoc* de *Tukey* foi utilizado para demonstrar onde as diferenças ocorreram. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Ao analisar o deslocamento angular da articulação do ombro, não foram encontradas diferenças entre as três distâncias de arremesso ($p > 0,05$). Entretanto, ao analisar o deslocamento angular do cotovelo, foram verificadas diferenças entre os arremessos a distâncias de perto e longe da cesta aos 25%, 30% e 35% do ciclo do arremesso. Na articulação do punho foram verificadas alterações na fase terminal do movimento, ou seja, aos 95% e 100% (Figura 03). Também foram observadas diferenças nos arremessos de média e longa distância para o deslocamento angular da articulação do cotovelo (verificados aos 30% do arremesso; $p < 0,05$) (Figura 03).

A velocidade angular da articulação do ombro diferiu entre o arremesso de curta e longa distância ao final do movimento (95%) (Figura 03). A articulação do cotovelo também apresentou diferenças entre os arremessos de curta e longa distancia (10-20% e 40-55%; $p < 0,05$), e entre média e longa distância (10- 20%; $p < 0,05$) (Figura 03). Também foram observadas diferenças significativas na articulação do punho entre os arremessos de curta e longa distância (80-90%; $p < 0,05$), e entre arremessos de média e longa distância (80% e 85%; $p < 0,05$) (Figura 03).

Figura 03 – Deslocamento Angular, Velocidade Angular e Gráficos Ângulo-Ângulo das Articulações do Ombro, Cotovelo e Punho.



A: Diferença entre os arremessos de curta (2,8 m) e longa distância (6,4 m) ($p < 0,05$).

B: Diferença entre os arremessos de média (4,6 m) e longa distância (6,4 m) ($p < 0,05$).

C: Diferença entre os arremessos de curta (2,8 m) e média distância (4,6 m) ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O aumento da distância no arremesso da bola a cesta no basquetebol demanda maior velocidade e força à bola [5]. Desta forma, estratégias adaptativas na coordenação do movimento ocorrem para satisfazer as necessidades mecânicas da tarefa [4].

Variáveis de deslocamento angular

Os achados do presente estudo não confirmaram os resultados de outros estudos [7,12] que reportaram modificações no deslocamento angular do ombro para arremessos de longa distância (mais de 6,4 m) em comparação a arremessos efetuados de distâncias próximos à cesta. Neste estudo, a articulação do ombro não demonstrou alterações quanto a seu deslocamento angular. Okazaki [2], Elliott [6] e Miller & Bartlett [5,8] também não encontraram modificações no deslocamento angular da articulação do ombro em função do aumento da distância. Os achados do presente estudo sugerem que as estratégias para maximizar a contribuição da articulação do ombro não constituem um mecanismo importante para aumentar a velocidade de lançamento da bola. Modificações no deslocamento angular do ombro poderiam comprometer a estabilidade do arremesso em detrimento da precisão do movimento.

A extensão do cotovelo é descrita como responsável pela maior parte da força gerada para aumentar a velocidade de lançamento da bola [3,13]. O presente estudo identificou diferenças temporais na execução do movimento. Observou-se que ao redor do cotovelo, os movimentos foram executados com um atraso no início da flexão do cotovelo. Os movimentos de flexão do cotovelo nos arremessos de longa distância ocorreram entre ~15%-65%, enquanto que tal atraso foi menor em outras condições (~10%-50%). Este atraso permite que os movimentos de flexão-extensão sejam mais curtos, pois potencializa a re-utilização da energia elástica e de respostas reflexas da musculatura extensora do cotovelo [14,15]. Entretanto, não foram encontradas diferenças entre as distâncias no movimento de extensão de cotovelo. Elliott [6] observou um comportamento similar durante a extensão do cotovelo na execução do arremesso para dois e três pontos. Miller & Bartlett [5] alertam a necessidade de uma grande contribuição da extensão do cotovelo e flexão de punho, para a execução do arremesso para suprir o aumento da distância.

A articulação do punho apresentou diferenças no deslocamento angular próximo ao instante do lançamento da bola entre os arremessos efetuados nas distâncias média e longa (4,6 e 6,4 m, respectivamente). Esses resultados são similares aos reportados em outros estudos [7], que verificaram um aumento na amplitude angular do punho em arremessos de dois pontos comparados com arremessos de três pontos. O aumento da amplitude do punho tem sido reportado como uma importante estratégia para a produção das forças necessárias para a

propulsão da bola [16,17]. Alguns autores [12,16] indicam que uma grande amplitude de flexão de punho está relacionada à performance habilidosa. Outros estudos apontam apenas para aspectos relacionados à precisão do movimento e consideram mínima a contribuição da articulação do punho para a propulsão da bola [5]. As alterações no deslocamento angular da articulação do punho encontradas no presente estudo indicam a existência de mecanismos compensatórios para aumentar a força propulsiva do movimento quando a distância do arremesso é aumentada, possivelmente em detrimento da precisão.

Variáveis de velocidade angular

A análise do perfil da velocidade angular da articulação do cotovelo demonstrou que o início da extensão dessa articulação durante os arremessos de longa distância (6,4 m) ocorreu mais tarde em relação às outras condições. Esses perfis também revelaram uma rápida transição entre a fase de flexão e extensão do cotovelo. Esses achados sugerem uma estratégia empregada para um melhor aproveitamento da energia elástica gerada pela musculatura como uma forma de maximizar a propulsão da bola e aumentar a velocidade no instante do lançamento [14,15]. Esses achados estão em consonância com os achados de Hudson [18] que sugere que sujeitos habilidosos são capazes de utilizar a energia elástica de maneira mais efetiva que iniciantes. Alguns estudos têm detectado maior velocidade articular do cotovelo no instante do lançamento em resposta ao aumento da distância do arremesso [5]. Ainda que tal estratégia seja um importante fator para aumentar a propulsão da bola, a maior velocidade articular gerada no instante do arremesso pode ser um fator negativo em relação à precisão do movimento. No presente estudo, a similaridade na velocidade de extensão do cotovelo sugere que o controle da velocidade articular pode ter sido uma estratégia para manter a precisão. O aumento da força propulsiva da bola parece ter sido efetuado ao redor de outras articulações.

A maior velocidade angular da articulação do ombro nos instantes próximos ao lançamento da bola para os arremessos mais distantes (4,6 e 6,4 m) pode ser interpretada como uma importante estratégia adaptativa para cumprir a demanda da tarefa. Outros estudos encontraram resultados similares [7, 8]. A maior velocidade angular do punho próximo ao instante de lançamento também indicam uma importante contribuição dessa articulação para aumentar a força propulsiva da bola.

Coordenação dos Segmentos Adjacentes

A coordenação do arremesso (ombro-cotovelo e punho-cotovelo) demonstrou um padrão similar para as três condições de arremesso (curta, média e longa) (Figura 03). Desta forma, um padrão de coordenação de

movimento relativamente consistente (variáveis relativas) foi observado. As maiores alterações do movimento em função da variação da distância foram verificadas nos aspectos de controle do movimento (variáveis absolutas) [9, 19].

Foi encontrada uma relação recíproca entre as articulações do ombro e cotovelo na fase de preparação do arremesso, onde ambas as articulações são flexionadas simultaneamente. Na fase propulsiva, também observa-se uma relação simultânea nos movimentos entre essas articulações, onde o cotovelo é estendido e o ombro é continuamente flexionado. Observa-se um grande predomínio do deslocamento da articulação do cotovelo sobre a articulação do ombro.

A relação punho-cotovelo demonstra inicialmente pouca variação no deslocamento angular do punho, enquanto o cotovelo é flexionado para o posicionamento da bola. Em seguida, o cotovelo inicia uma frenagem do movimento de flexão para que a articulação do punho inicie o movimento de extensão. Posteriormente, um movimento recíproco é observado para o lançamento da bola, onde o cotovelo realiza uma extensão e o punho uma flexão.

CONCLUSÃO

O aumento da distância em relação à cesta ocasionou uma reorganização da coordenação do arremesso de *jump*. Algumas estratégias coordenativas para compensar diferenças na demanda da tarefa foram identificadas no presente estudo. O aumento da distância acarretou num menor tempo de flexão-extensão do cotovelo, maior flexão de punho e maior velocidade angular nas articulações do punho e ombro nos instantes mais próximos ao lançamento da bola. Tais achados sugerem que o aumento na velocidade da bola necessário para cumprir a demanda da tarefa não foi obtido por meio de aumentos na velocidade angular do cotovelo. Sugere-se que a manutenção da velocidade do cotovelo seja um importante aspecto no controle da precisão do movimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] COLEMAN, B. & RAY, P. *Basquetebol*. Coleção Desporto, Publicações Europa-América, 1976.
- [2] OKAZAKI, V. H. A.; RODACKI, A. L. F.; SARRAF, T. A.; DEZAN, V. H.; OKAZAKI, F. H. “Diagnóstico da Especificidade Técnica dos Jogadores de Basquetebol.” *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 12(04): 19-24, 2004.
- [3] LIU, S. e BURTON, A.W. “Changes in Basketball Shooting Patterns as a Function of Distance”. *Perception and Motor Skills*. 89(3): 831-45, 1999.
- [4] SATERN, M.N. “Kinematic Parameters of Basketball Jump Shots Projected from Varying Distances”. *Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth Symposium of the International Society of Biomechanics In Sports*. Department of Exercise Science, University of Massachusetts Amherst, Amherst-MA, USA, 1993.
- [5] MILLER, S.A. e BARTLETT, R.M. “The effects of Increased Shooting Distance in the Basketball Jump Shot”. *Journal of Sports Sciences*. 11: 285-293, 1993.
- [6] ELLIOTT, B.C. “A Kinematic Comparison of the Male and Female Two-Point and Three-Point Jump Shots in Basketball”. *The Australian Journal of Science and Medicine*. 24(04): 111-118, 1992.
- [7] ELLIOTT, B.C.; WHITE, E. “A Kinematic and Kinetic Analysis of the Female Two Point and Three Point Jump Shots in Basketball”. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. 21(02): 7-11, 1989.
- [8] MILLER, S.A. e BARTLETT, R.M. “The Relationship Between Basketball Shooting Kinematics, Distance and Playing Position”. *Journal of Sports Sciences*. 14: 243-253, 1996.
- [9] OKAZAKI, V.H.A. & RODACKI, A.L.F. “Changes in Basketball Shooting Coordination in Children Performing With Different Balls”. *Journal of the International Federation of Physical Education*. 2005 in press.
- [10] RODACKI, A.L.F. & FOWLER, N.E. “Intermuscular Coordination During Pendulum Rebound Exercise”. *Journal of Sports Sciences*. 19: 411-425, 2001.
- [11] OKAZAKI, V. H. A. ; RODACKI, A. L. F.; OKAZAKI, F. H. A. “O Efeito da Frequência da Amostragem e da Intensidade do Filtro na Análise Cinemática”. *XVI Simpósio de Educação Física e Desportos do Sul do Brasil*. Ponta-Grossa – PR: 127-133, 2004.
- [12] WALTERS, M.; HUDSON, J.; BIRD, M. “Kinematic Adjustments in Basketball Shooting at Three Distances”. *VIII International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports*. July: 03-09, 1990.
- [13] BUTTON, C.; MACLEOD, M.; SANDERS, R.; COLEMAN, S. “Examining movement Variability in the Basketball Free-Throw Action at Different

Skill Levels”. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 74(03): 257-269, 2003.

- [14] UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V. J. “O Ciclo de Alongamento e Encurtamento e a “Performance” no Salto Vertical”. *Revista Paulista de Educação Física*. 12(01): 85-94, 1998.
- [15] STROJNIK, V.; KOMI, P. V. “Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise”. *Journal of Applied Physioogyl*. 84(1): 344–350, 1998.
- [16] SATERN, M.N. “Basketball: Shooting the Jump Shot”. *Strategies Performance Excellence*. March: 9-11, 1988.
- [17] KNUDSON, D. “Biomechanics of the Basketball Jump Shot – Six Key Points”. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*. 64: 67-73, 1993.
- [18] HUDSON, J.L. “Co-Ordination of Segments in Vertical Jump”. *Medicine in Science in Sport and Exercise*. 18: 242-251, 1986.
- [19] ANDERSON, D.I. & SIDAWAY, B. “Coordination Changes Associated With Practice of a Soccer Kick”. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 65(02): 93-99, 1994.

E-mail dos Autores:

victor.okazaki@gmail.com

rodacki@ufpr.br

valeriodezan@hotmail.com

thiagosarraf@pop.com.br