

# ANÁLISE BIOMECÂNICA DO EQUILÍBRIO NO ARREMESSO DO BASQUETEBOL



Matheus de Godoi Vianna – matheus.vianna@fca.unicamp.br

Orientador: Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante

Laboratório de Biomecânica - Faculdade de Ciências Aplicadas - LABIN - FCA - UNICAMP Limeira

## Introdução

No Basquetebol o objetivo principal é somar pontos acertando a bola na cesta, e pode-se considerar o arremesso como principal fundamento. A manutenção do equilíbrio durante o arremesso é associada a sua eficiência desde a iniciação, e pode ser entendida como a manutenção da trajetória do centro de massa (CM) do corpo mais próxima possível da vertical durante o salto. Para arremessar o jogador executa uma movimentação padrão de flexão do ombro, extensão de cotovelo e flexão do punho, sincronizada com o salto (RODAKI et al., 2005). Possível desvio lateral ou antero-posterior na trajetória do centro de massa em relação à vertical pode estar associado ao erro do arremesso, e relacionados à posição onde a bola toca o aro. Por outro lado, estes desvios podem ser compensados por estratégias motoras relacionadas à movimentação dos membros superiores, que efetivamente impulsionam a bola. Com a evolução do basquetebol, hoje pode-se ver que alguns jogadores de alto nível buscam o desequilíbrio para fugirem da marcação e realizar o arremesso e, em geral, são estes que finalizam os ataques em situações de decisão da partida. Sendo assim, pode-se investigar se existe relação entre o equilíbrio corporal e o resultado do arremesso, nas categorias iniciais do alto rendimento.

## Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa foi investigar a relação entre a eficiência do arremesso e o equilíbrio corporal em atletas de categorias menores do alto rendimento, relacionando os desvios do vetor velocidade do CM no instante de saída da bola com a eficiência do arremesso.

## Metodologia

Para realização da pesquisa foram selecionados três sujeitos do sexo masculino sendo o jogador 1 atleta da categoria juvenil (18 anos, 1.82 m e 73.5 kg), o jogador 2 atleta da categoria mirim (14 anos, 1.80 m e 71.0 kg), e o jogador 3 da categoria mirim (14 anos, 1.80 m e 65.0 kg), todos integram equipes competitivas de basquetebol. De cada sujeito de pesquisa foram registrados 20 arremessos de três pontos, por quatro câmeras JVC®, modelo GZHD10. Também foram registrados os resultados de cada arremesso, qualificados como acerto ou erro e quanto a posição onde a bola chega ao aro. O Sistema Dvideo® (FIGUEROA et al. 2003) foi responsável pela calibração e sincronização temporal das câmeras, pela medição das coordenadas de tela de início e fim de cada segmento e pela reconstrução 3D destas coordenadas. Um volume para calibração das câmeras foi construído utilizando uma haste de referência graduada com 2.5 m de altura, contendo cinco marcadores com posições 3D conhecidas, registrada em oito posições diferentes da quadra na vertical, definindo o volume de calibração com 40 pontos. Para sincronizar as câmeras temporalmente foi utilizado um evento visual, como o instante de contato da bola com o piso ou aro, definindo a correspondência entre os frames nas diferentes sequências de imagens. As coordenadas de tela dos inícios e fim dos segmentos corporais foram determinadas por marcadores fixados ao corpo dos atletas, conforme modelo antropométrico proposto por Zatsiorsky et al. (1983,1985,1990), que também forneceu a massa e a posição do centro de massa de cada segmento corporal de cada sujeito, a partir da sua massa e de sua estatura. A medição das coordenadas de tela de cada ponto de início e fim dos segmentos foi obtida totalmente por rastreamento automático.

Para verificar a condição do equilíbrio foram criados os vetores posição e velocidade do CM em função do tempo, e calculados os ângulos de desvio lateral (a.l) e desvio antero-posterior (a.ap) entre a projeção do vetor velocidade nestes planos e o vetor vertical, no instante de saída da bola das mãos do arremessador.

## Resultados e discussões

A tabela 1 apresenta os ângulos de desvio lateral (a.l, coluna 1) e antero-posterior (a.ap, coluna 2), com as respectivas médias e desvios-padrão, e o resultado do arremesso (O para acerto e X para erro) com a posição que a bola tocou o aro (frente, fundo ou lateral, coluna 3), para os jogadores 1, 2 e 3. Exclusivamente apresenta valores negativos em a.ap, devido ao sistema de referência, indicando que o deslocamento do vetor velocidade CM durante o arremesso foi para frente.

Tabela 1: indicando os valores dos ângulos antero-posterior (a.ap) e lateral (a.l) do vetor velocidade CM no instante de saída da bola na mão do arremessador, e o resultado do arremesso para cada jogador.

jogador 1			jogador 2			jogador 3		
a.l	a.ap	a/e	a.l	a.ap	a/e	a.l	a.ap	a/e
16.7	-7.6	X (frente)	1.4	-11.4	X(lateral)	14.42	-24.62	X(fundo)
42.0	-23.6	X (frente)	8.0	-16.8	X(fundo)	5.81	-17.88	X(fundo)
10.2	-21.1	X (frente)	2.1	-14.8	X(fundo)	0.08	-18.12	X(fundo)
5.7	-12.4	X(fundo)	1.4	-6.4	X(fundo)	3.1	-20.84	X(fundo)
10.3	-57.4	X(fundo)	5.3	-7.6	X(fundo)	3.01	-25.46	X(fundo)
6.7	-25.3	X(frente)	1.1	-9.9	X(fundo)	13.44	-14.72	X(fundo)
5.5	-31.5	X(fundo)	6.9	-12.4	X(fundo)	4.35	-23.21	X(fundo)
24.9	-40.1	X(frente)	6.3	-50.9	X(fundo)	0.51	-20.02	X(frente)
8.9	-33.8	X(frente)	17.5	-24.6	X(fundo)	1.77	-20.16	X(fundo)
4.2	-27.7	X(frente)	23.5	-34.8	X(lateral)	2.93	-18.28	X(fundo)
28.1	-15.3	MÉDIA	21.3	-51.2	X(fundo)	5.12	-21.03	X(frente)
14.1	11.8	Desvio Padrão	29.8	-10.4	X(fundo)	0.81	-21.19	X(fundo)
6.2	-15.7	O	11.1	-11.8	X(fundo)	1.08	-3.29	X(frente)
11.0	-36.6	O	15.4	-24.8	X(fundo)	5.67	-11.75	X(frente)
8.3	-36.2	O	24.9	-11.8	X(fundo)	4.93	-24.48	X(lateral)
4.0	-30.0	O	14.4	-24.0	X(fundo)	9.69	-18.00	X(frente)
13.3	-18.2	O	11.9	-19.6	MÉDIA	4.80	-18.95	MÉDIA
10.0	-13.7	O	9.3	14.8	Desvio Padrão	4.34	5.52	Desvio Padrão
15.4	-11.6	O	15.5	-22.4	O	23.82	-1.55	O
5.0	-18.7	O	1.1	-9.7	O	0.51	-13.89	O
0.1	-22.5	O	6.6	-17.1	O	10.67	-20.53	O
3.5	-15.0	O	11.1	-12.9	O	4.9	-11.43	O
8.7	-21.8	MÉDIA	8.5	-6.1	MÉDIA	9.98	-11.86	MÉDIA
5.8	9.2	Desvio Padrão	5.5	6.1	Desvio Padrão	10.12	-7.87	Desvio Padrão

Todos os arremessos realizados apresentaram desvio lateral (a.l) tanto os certos quanto os errados, porém, apenas dois dos arremessos tiveram como resultado o toque da bola na lateral do aro. Também apresentam desvio antero-posterior (a.ap) no sentido da cesta. Os resultados dos arremessos errados variam entre as posições frente e fundo do aro. Não pode ser verificada correlação significativa entre os desvios do CM e as posições de acerto e erro, que indica que a eficiência não está diretamente relacionada ao equilíbrio.

## Conclusão

A análise mostra que os desvios realizados pelo CM não estão claramente relacionados aos acertos e erros. A metodologia deste trabalho será utilizada para verificar as possíveis estratégias de membros superiores para compensar os desvios do centro de massa durante os arremessos.

## Referências Bibliográficas

FIGUEROA, P.J., LEITE, N., BARROS, R.M.L.A Flexible Software for Tracking of Markers used in Human Motion Analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 72, p. 155-165 2003.

RODAKI, A.L.F., OKASAKI, V.H.A., SARRAF, T.A., DEZAN, V.H. O efeito da distância sobre a coordenação do arremesso de jump no basquetebol. In: *XI Congresso Brasileiro de Biomecânica. João Pessoa, Brasil. Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2005.*

ZATSIORSKY, V.M., SELUYANOV, V. The mass and inertial characteristics of the main segments of the human body. In *Matsui, H.; Kobayashi, K. Biomechanics VII-B*, Champaign, USA: Human Kinetics, p. 1153-1159, 1983.

ZATSIORSKY, V.M., SELUYANOV, V. Estimation of the mass and inertia characteristics of the human body by means of the best predictive regressions equations. In *Winter et al. Biomechanics IX-B*, Champaign, USA: Human Kinetics, p. 233-239, 1985.