

# MENSURAÇÃO DO SALTO VERTICAL POR FOTOGRAMETRIA E OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE FADIGA DE JOGADORAS DE BASQUETE PROFISSIONAIS DO TIME DE CATANDUVA-SP

**Allison Gustavo Braz<sup>1</sup>, Igor Augusto Braz<sup>2</sup>, Luis Ferreira Monteiro Neto<sup>3</sup>, José Cláudio Jambassi Filho<sup>4</sup>, Egberto Munin<sup>5</sup>**

<sup>1,5</sup>Universidade do Vale do Paraíba/IP&D, fisiobraz@hotmail.com

<sup>2,4</sup>Universidade Estadual de Londrina/Educação Física, igorb@hotmail.com

<sup>3</sup>UniSalesiano Lins/Fisioterapia, lulalins@hotmail.com

**Resumo-** O objetivo deste estudo foi calcular o índice de fadiga (IF) de 9 jogadoras de basquete do time profissional de Catanduva-SP, onde cada jogadora realizou saltos com contra-movimento e com a utilização dos braços (CMAJ), por 60 segundos e apenas os saltos realizados nos 15 segundos iniciais (0-15s) e nos 15 segundos finais (45-60s) foram mensurados. Utilizou-se a fotogrametria por filmagem digital para a mensuração dos saltos e os valores obtidos foram utilizados para o cálculo da potência (P) de cada salto. Todas as jogadoras apresentaram um bom IF.

**Palavras-chave:** fotogrametria, impulsão vertical, índice de fadiga.

**Área do Conhecimento:** CIÊNCIAS DA SAÚDE.

## Introdução

O basquete é uma modalidade esportiva que requer do jogador, uma boa coordenação motora além de uma grande explosão e resistência muscular dos membros inferiores, principalmente nos rebotes (defensivos e ofensivos), nas mudanças rápidas de direção, nos contra-ataques, nos arremessos e enterradas. Como as fibras musculares de contração rápida são responsáveis pela explosão muscular, quanto maior a porcentagem e a capacidade de recuperação rápida dessas fibras melhor será a resistência do jogador a esse tipo de atividade (WEINECK, 2000).

O salto vertical com contra-movimento (CMJ) é importante por conter um ciclo duplo de encurtamento e alongamento muscular (HESPANHOL, 2003; UGRINOWITSCH; BARBANTI, 1998), além de ser correlacionado com a força explosiva do atleta (MARQUES; GONZÁLEZ-BADILLO, 2005; WISLØFF *et al*, 2004) e também com o recrutamento de fibras musculares rápidas (GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

A fotogrametria já vem sendo utilizada há muito tempo para a medição de áreas e volumes, confecção de mapas e cartas, normalmente utilizados nas ciências geodésicas e cartográficas (RAMOS; FLORENTIN; LOCH, 2004; HUMMES; KIRCHNER, 2003). Além das fotografias, a filmagem também é um recurso que se mostrou muito útil e fiel para a tomada de medidas por imagens (GALO; HASEGAWA; TOMMASELLI, 1999). Utilizando a mesma base para a obtenção de medidas por imagens, hoje em dia cada vez mais pessoas vem utilizando a fotogrametria para

a antropometria e algumas medidas indiretas, utilizando o corpo humano como alvo principal (HOCHMAN; CASTILHO; FERREIRA, 2002; LIMA *et al*. 2004; BARAÚNA *et al*. 2003; STANGE, 2004; BRAGA; BULLUS; SILVA, 2004; RICIERI, 2000).

Neste estudo sugerimos a utilização da fotogrametria para a mensuração da altura de cada salto, como uma forma de praticidade e portabilidade, pois apenas se utiliza no local da pesquisa para a coleta dos dados uma câmera fotográfica ou filmadora, que são pequenas, funcionam à bateria e possuem uma grande autonomia. Além disso, como existe uma tendência de redução de custo desse tipo de material e um aumento em sua qualidade, cada vez mais pessoas vêm os adquirindo.

Para os estudos com salto vertical, convencionalmente são utilizadas plataformas de força (WISLØFF *et al*, 2004; CRUZ, 2003; MARQUES; GONZÁLEZ-BADILLO, 2005; SANTO; JANEIRA; MAIA, 1997), que além do seu alto custo, não há uma portabilidade adequada, por serem grandes e necessitam de uma rede elétrica e um computador para seu funcionamento, dificultando o transporte e instalação do aparelho no campo de treino do atleta ou para algum outro ambiente, fazendo a fotogrametria ser uma técnica de mais fácil aplicação ao dia-a-dia da maioria das clínicas, laboratórios e pesquisas em campo.

## Materiais e Métodos

A amostra foi composta por 9 jogadoras (J) da equipe feminina de basquete profissional de Catanduva-SP. Cada jogadora realizou saltos com contra-movimento e com a utilização dos braços

(CMAJ), sem restrições à angulação dos joelhos e quadris, durante 60 segundos ininterruptamente.

Nesse teste, apenas os saltos realizados nos 15 segundos iniciais (0-15s) e nos 15 segundos finais (45-60s) foram mensurados para o cálculo do índice de fadiga (IF), que foi calculado pela fórmula:

$$IF = \frac{P_{45-60s}}{P_{0-15s}}$$

onde “ $P_{0-15s}$ ” é a potência média dos saltos 0-15s e “ $P_{45-60s}$ ” é a potência média dos saltos dos 45-60s (GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

As atletas foram instruídas a saltar o mais alto e rápido possíveis durante os 60 segundos, sem economizar energia em nenhuma parte do teste. Em nenhum momento as atletas foram incentivadas durante os saltos.

Utilizamos como pontos de referência para a fotogrametria, a crista ilíaca direita de cada jogadora, que foram demarcadas com uma tira de esparadrapo branco de 1,5cmX5,0cm, e uma tira de esparadrapo de 50cm colado ao solo disposto paralelamente à parede, à câmera e ao eixo sagital de cada atleta.

Todo o teste foi filmado em formato “.mov”, por uma câmera digital da marca *Olympus*, modelo *D-545*, que foi posicionada a 3 metros das jogadoras e a 0,84 metros do solo em todos os testes realizados.

Os vídeos foram analisados pelo *software* de domínio público, “*ImageJ*” versão 1.37c<sup>1</sup>, do grupo “*Wright Cell Image Facility*”. Todos os vídeos foram importados para o *software* para proceder a calibração e aferição de medidas. Na calibração, utilizamos a medida do esparadrapo colado ao solo, como referência para cada vídeo. Para a aferição da altura de cada salto, mensuramos a distância do meio do esparadrapo colado na crista ilíaca até o solo e subtraímos da altura desses mesmos pontos durante o ponto mais alto do salto de cada jogadora.

As potências de cada salto foram calculadas pela fórmula:

$$P = (Pc + Pb) \times 9,81 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times h}$$

onde “ $Pc$ ” é o peso corporal (kg), “ $Pb$ ” é o peso adicional, mas como não houve peso adicional, “ $Pb=0$ ” e “ $h$ ” é a altura de cada salto (metros) (GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

Todos os dados obtidos na mensuração foram trabalhados no *software* da *Microsoft*®, “*Excel 2002*”.

Multiplicando o IF por 100, chegamos ao nível de desempenho de cada atleta em esportes por equipe, dado na tabela 1.

Tabela 1 – Nível de condicionamento relacionado ao IFx100, dado em % (Adaptado de GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

Nível	Esporte de equipe
Baixo	40%
Regular	45%
Bom	55%

## Resultados

Todos os dados colhidos e calculados são mostrados na tabela 2

Tabela 2 – Relação de cada jogadora com seu peso, altura, potência média dos saltos nos primeiros e últimos 15 segundos do teste de impulsão vertical de 60 segundos e o índice de fadiga.

J	Altura metros	Pc Kg	$P_{0-15s}$ Watts	$P_{45-60s}$ Watts	IF
1	1,83	89	2168	1405	0,648
2	1,80	68	1673	1323	0,791
3	1,63	60	1382	1253	0,907
4	1,73	63	1502	1249	0,831
5	1,82	89	1843	1310	0,711
6	1,84	74	2083	1900	0,912
7	2,02	91	2215	2014	0,910
8	1,86	75	1776	1377	0,775
9	1,81	89	2174	1721	0,792

Para melhor comparação entre as jogadoras, todos os valores colhidos e calculados, foram plotados em gráficos que seguem abaixo (Figuras 1, 2, 3 e 4).

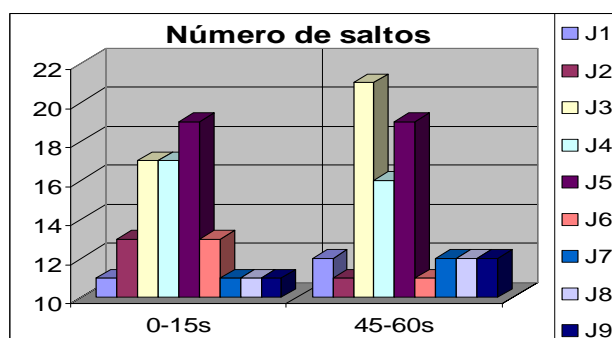


Figura 1 – Número de saltos de cada jogadora nos 0-15s e 45-60s do teste de impulsão vertical de 60 segundos.

<sup>1</sup><http://www.uhnresearch.ca/facilities/wcif/>

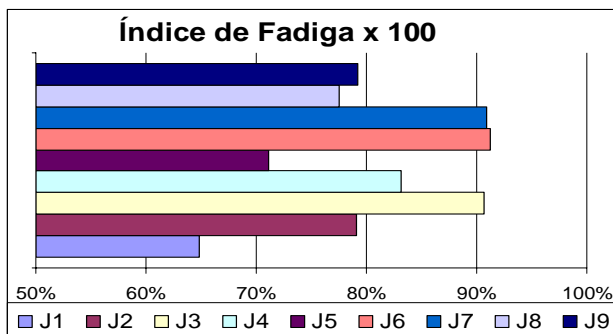


Figura 2 – Índice de fadiga multiplicado por 100 de cada jogadora, dado em porcentagem.

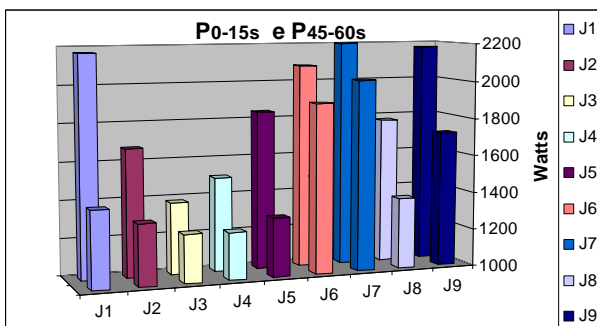


Figura 3 – Potência média dada em watts de cada jogadora nos 0-15s e 45-60s do teste de impulsão vertical de 60 segundos, onde as barras do fundo são P<sub>0-15s</sub> e as barras da frente são P<sub>45-60s</sub>.

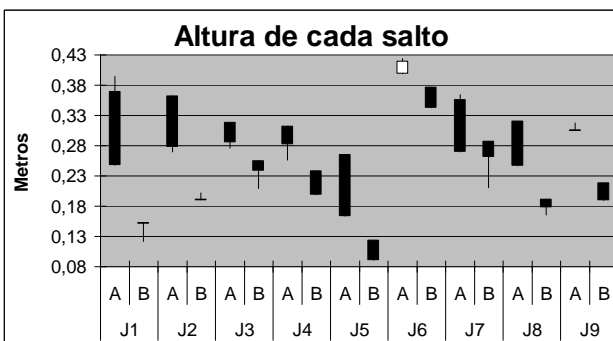


Figura 4 – Altura dos saltos de cada jogadora, onde "A" é 0-15s e "B" é 45-60s. Cada figura mostrada no gráfico se chama *candle*. Quando um *candle* se apresenta em cor escura, significa que o início é mais alto que o final e quando ele se apresenta em cor branca, significa que o final é mais alto que o início.

## Discussão

Com todas as qualidades já citadas na introdução, a fotogrametria se mostrou ainda eficaz como uma ferramenta ágil para a coleta de dados, já que não há a necessidade do deslocamento de todas as jogadoras para nenhum laboratório específico, evitando a quebra da rotina

dos treinos, além da possibilidade da realização do teste em um ambiente familiar.

Embora não existam muitos estudos utilizando a fotogrametria para a análise do movimento, como também há uma dificuldade em adquirir referências comparativas, observando os resultados obtidos, esse método se mostrou eficaz para a coleta de medidas antropométricas relacionadas ao esporte e movimento, desde que se consiga controlar algumas variáveis, tais como a distância entre a câmera e o alvo, a câmera e o solo e também o plano entre a lente da câmera e o alvo, além da determinação de ao menos um ponto anatômico fixo no alvo e outro ponto fixo fora do alvo, mantendo os dois no mesmo plano e com medidas conhecidas, pois assim sempre haverá uma referência espacial para as medidas, possibilitando a calibração do software utilizado.

Foi utilizado o CMAJ por possuir a biomecânica do salto similar aos saltos que as jogadoras realizam nos treinos e jogos, dispensando algum tipo de adaptação ou ambientação ao movimento, já que no CMJ as mãos devem ficar fixas à cintura durante todos os saltos (ROCHA; UGRINOWITSCH; BARBANTI, 2005).

Comparando a tabela 1 com a figura 2, observa-se que todas as jogadoras obtiveram bons resultados, que pode ser dado por uma boa resistência à força explosiva e ao recrutamento de fibras rápidas, já que a força explosiva depende intrinsecamente da velocidade de contração das fibras rápidas, do número de unidades motoras contraídas, a força de contração das fibras recrutadas (WEINECK, 2000) e a utilização da energia elástica (GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

Esse bom nível de força explosiva é correlacionado com um bom desempenho em corridas de curta distância (WISLØFF *et al.*, 2004; GONZÁLEZ-BADILLO; AYESTARÁN, 2001) visto a importância da velocidade nos jogos em jogadas de ataque, contra-ataque e defesa.

Por causa dessa agilidade na contração muscular, as fibras musculares de contração rápida são ricas em glicogênio e fosfato, por serem reservas primárias e imediatas na contração muscular, caracterizando uma contração muscular anaeróbia (WEINECK, 2000).

Como se pode observar na figura 4, ocorre uma diminuição nas alturas dos saltos, caracterizando a redução de nutrientes para a que a contração muscular ocorra e o aumento da fadiga. Nota-se também que apenas a J6 aumentou a altura de seus saltos nos 0-15s, caracterizado pelo *candle* branco, mas que no decorrer do teste, a altura dos saltos diminuiu.

## Conclusão

Observamos que o IF apresentado por todas as atletas da equipe foi considerado bom, e que a fotogrametria se mostrou um método favorável para este tipo de avaliação.

## Referências

- BARAÚNA, M.A. *et al.* Avaliação da amplitude de movimento do ombro em mulheres mastectomizadas pela biofotogrametria computadorizada. Revista Brasileira de Cancerologia. V.50, n.1, p.27-31, 2004.

- BRAGA, A. BULLUS, S. SILVA, J. Análise angular dos joelhos e tornozelos através da biofotogrametria computadorizada. Perspectivas, V.3, n.6, p.105-131, 2004.

- CRUZ, E. M. Estudo do salto vertical: Uma análise da relação de forças aplicadas. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Física), Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

- GALO, M. HASEGAWA, J.K. TOMMASELLI A.M.G. Avaliação geométrica de câmaras de vídeo para uso em fotogrametria digital. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia. Recife, 1999.

- GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.G; AYESTARÁN, E.G. Fundamentos do Treinamento de Força - Aplicação ao alto rendimento desportivo - 2. ed. Porto Alegre, Artmed, Editora, 2001.

- HESPANHOL, J.E. Avaliação da resistência da força explosiva através de testes de saltos verticais. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

- HOCHMAN, B. CASTILHO, H.T. FERREIRA, L. M. Padronização fotográfica e morfométrica na fotogrametria computadorizada do nariz. Acta Cirúrgica Brasileira. V. 17, n.4, 2002.

- HUMMES, A. P; KIRCHNER, F. F. Estimativa volumétrica de árvores individuais de *Pinus tadea* L. utilizando aerofotos de câmera digital de pequeno formato calibrada. XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Belo Horizonte, INPE, 2003.

- LIMA L. C. O. *et al.* Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrammetry. Journal of applied oral science.; V.12, n.3, p.232-7, 2004.

- MARQUES, M.A.C; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.G. O efeito do treino de força sobre o salto vertical em jogadores de basquetebol de 10-13 anos de idade. Revista brasileira de ciência e movimento. V.13, n.2, p.93-100, 2005.

- RAMOS, P. R; FLORENTIN C; LOCH C. Fotogrametria: A Base para o Mapeamento. Congresso brasileiro de cadastro técnico multifinalitário. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

- RICIARI, D.V. Quantificação angular do movimento tóraco-abdominal durante a ventilação tranqüila. 2000. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia), Centro Universitário do Triângulo, Uberlândia, 2000.

- ROCHA, C.M. UGRINOWITSCH, C. BARBANTI, V.J. A especificidade do treinamento e a habilidade de saltar verticalmente. Um estudo com jogadores de basquetebol e voleibol de diferentes categorias. Revista Digital. Buenos Aires. V.10, n.84, Maio de 2005. Disponível em: <http://www.efdeportes.com>. Acesso em: 3 ago.2006.

- SANTO, E. JANEIRA, M.A. MAIA, J.A.R. Efeitos do treino e do destreio específicos na força explosiva: um estudo em jovens basquetebolistas do sexo masculino. Revista Paulista de Educação Física. São Paulo. V.11, n.2, p.116-27, 1997.

- STANGE, K.J.O. Procedimentos e parâmetros para prevenção do pé equino em pacientes em coma utilizando dispositivo mecânico. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2004.

- UGRINOWITSCH, C. BARBANTI, V.J. O ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. Revista Paulista de Educação Física. São Paulo. V.12, n.1, p. 85-94, 1998.

- WEINECK, J. Biologia do Esporte. 7 ed. São Paulo, Ed. Manole, 2000.

- WISLØFF, U. *et al.* Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. British journal of sports medicine. V.38, p.285-288, 2004.