



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas

MARCELO FRANCISCO RODRIGUES

“ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DO ARREMESSO DO  
BASQUETEBOL”

“THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF BASKETBALL SHOT”

LIMEIRA

2016

MARCELO FRANCISCO RODRIGUES

“ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DO ARREMESSO DO BASQUETEBOL”

“THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF BASKETBALL SHOT”

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Ciências Aplicadas  
para obtenção do Título de  
Mestre em Ciências da Nutrição  
Esporte e Metabolismo, na Área  
de concentração Biodinâmica do  
Movimento Humano e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA  
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO  
MARCELO FRANCISCO RODRIGUES E ORIENTADA PELO  
PROF. DR. LUCIANO ALLEGRETTI MERCADANTE

---

**LIMEIRA**

**2016**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

R618a Rodrigues, Marcelo Francisco, 1985-  
Análise tridimensional do arremesso do basquetebol / Marcelo Francisco Rodrigues. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Luciano Allegretti Mercadante.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Biomecânica. 2. Treinamento esportivo. 3. Cinemática. I. Mercadante, Luciano Allegretti, 1958-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

**Informações para Biblioteca Digital**

**Título em outro idioma:** Three-dimensional analysis of basketball shot

**Palavras-chave em inglês:**

Biomechanics

Sports training

Kinematics

**Área de concentração:** Biodinâmica do Movimento Humano e Esporte

**Titulação:** Mestre em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

**Banca examinadora:**

Luciano Allegretti Mercadante [Orientador]

José Francisco Daniel

Larissa Rafaella Galatti

**Data de defesa:** 15-02-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

**Autor :** Marcelo Francisco Rodrigues

**Título:** Análise Tridimensional do Arremesso do Basquetebol

**Natureza:** Dissertação de Mestrado

**Instituição:** FCA-UNICAMP

**Data da Defesa:** Limeira, 15 de fevereiro de 2016

***BANCA EXAMINADORA***

Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante (Orientador)

---

Assinatura

Profa. Dra. Larissa Rafaella Galatti

---

Assinatura

Prof. Dr. José Francisco Daniel

---

Assinatura

## DEDICATÓRIA

A Deus, pois, sem ele, não teria forças para completar essa longa jornada.  
Ao meu querido pai Mauricio Rosa Rodrigues ( *in memoriam*), onde estiver, espero  
que se sinta orgulhoso, pois, sem sua luz jamais concluiria esta grande etapa.  
A minha querida mãe Rosemary de Fátima Francisco Rodrigues, pelo apoio, amor e  
dedicação incondicional e que sem ela nunca transformaria esse sonho em  
realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por me dar força e perseverança para não desistir nos momentos mais difíceis.

À minha querida mãe Rosemary por ser meu porto seguro nos momentos de dificuldade.

Meu orientador Luciano Allegretti Mercadante, pela paciência e principalmente por não desistir de mim, quando eu mesmo duvidei de minha capacidade, e por me dar a oportunidade de realizar esse grande sonho.

À minha família pelo apoio incondicional.

À minha querida namorada Samara, pelo companheirismo, nos bons e maus momentos.

Aos colegas do LABIN pelo apoio e ajuda durante todo o trabalho.

Aos meus amigos por todo apoio, em especial, ao meu amigo Guilherme Henrique Gomes da Silva, por ser um grande incentivador para que eu continuasse sempre batalhando por dias melhores.

Aos meus coordenadores e alunos da FMG (Faculdade Mogiana do Estado de São Paulo) e UNIPINHAL, pelos momentos especiais, servindo de estímulo para que eu concluísse mais esta etapa.

À FCA-UNICAMP, por todo apoio e estrutura para que eu conseguisse concluir este trabalho.

À todos que, direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## EPÍGRAFE

*Esta parte da minha vida, esta pequena parte da minha vida, chama-se felicidade.*  
**"Chris Gardner"**

## RESUMO

O arremesso é o fundamento responsável pela obtenção dos pontos no Basquetebol, e é executado no jogo em diferentes condições, que podem ser estudadas pelas variáveis ligadas à trajetória da bola à cesta. O objetivo desta pesquisa foi descrever o arremesso realizado em três condições diferentes: lance livre, jump sem marcação e situação 1x1, pelas variáveis de saída da bola das mãos do arremessador, ângulo, velocidade e altura, e pela altura máxima alcançada na trajetória e ângulo de chegada. Participaram desta pesquisa seis atletas universitários do sexo masculino com massa corporal média de  $83,8 \pm 15,2$  Kg e com estatura de  $1,84 \pm 0,11$ , e experiência desde as categorias de base. Cada arremessador realizou 20 arremessos de cada condição, todos na região do lance livre. As imagens foram feitas por duas câmeras de vídeo a 60 Hz. A sincronização e calibração das câmeras, o rastreamento da coordenadas de tela e a reconstrução 3D das coordenadas da trajetória da bola foram realizadas no Sistema DVideo. A suavização das coordenadas 3D e os tratamentos estatísticos foram realizados em ambiente Matlab®. Foi utilizado o teste *Lilliefours* para verificar a normalidade dos dados e os testes *Anova One way* para os dados normais, e *Kruskalwallis* para os dados não normais, seguidos do teste *post-hoc* de *Tukey*. Foram encontradas diferenças significativas nas três condições analisadas nas variáveis altura de saída da bola e altura máxima da bola. Também foram encontradas diferenças significativas entre todas as variáveis nas condições *jump* sem e com marcador, indicando que a presença do adversário foi um fator determinante para modificação das estratégias de arremesso dos atletas participantes dessa pesquisa. Realizamos também comparações entre os arremessos convertidos e não convertidos e foram encontradas diferenças significativas nas variáveis velocidade, altura e ângulo de saída da bola dos arremessos convertidos em relação aos não convertidos. Este estudo foi o primeiro a analisar as três condições de arremesso, e também a avaliar diferentes fatores. Notamos que a presença do marcador de maneira efetiva foi preponderante para que os arremessadores modificassem suas estratégias.

**Palavras Chave:** Biomecânica, Treinamento Esportivo, Cinemática.



## ABSTRACT

The shot is the foundation responsible for obtaining the points Basketball, and runs the game in different conditions, which can be studied by the variables related to the trajectory of the ball to the basket. The aim of this study was to describe the shot held in three different conditions: free throw, jump without the presence of the adversary and 1x1 situation, the output variables of the ball from the hands of pitcher, angle, speed and height, and the maximum height of the trajectory and angle arrival. Participated in this research six male athletes with average body mass of  $83.8 \pm 15.2$  kg and height of  $1.84 \pm 0.11$ , and experience in university championships. Each shooter made 20 shots of each condition, everyone in the free throw area. The images were made by two video cameras at 60 Hz. The synchronization and calibration of the cameras, tracking of screen coordinates and 3D reconstruction of the trajectory of the ball coordinates were held in DVideo system. Smoothing the 3D coordinates and statistical treatments were performed in Ambient Matlab®. The Lilliefours test was used to verify the normality of the data and the Anova One way tests for normal data, and Kruskalwallis for non-normal data, followed by post-hoc Tukey. Significant differences were found in the three conditions analyzed in the output variables height of the ball and maximum height of the ball. Also significant differences between all variables in the jump without conditions and marker were found, indicating that the presence of the opponent was a determining factor for modifying the shot strategies of athletes participating in this research. It also comparisons between the converted and unconverted shots and significant differences was found in the speed, height and rake angle of the ball of the converted shots relative to the unconverted. This study was the first to analyze the three shots conditions, and also to evaluate different factors. We note that the presence of effectively leading scorer was that shooters modify their strategies.

**Keywords:** Biomechanics, Sports Training and kinematics.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Representação da posição das câmeras, dos noventa pontos de calibração, e do sistema de referência construído na quadra. ....                                                   | 30 |
| <b>Figura 2:</b> Imagens extraídas do Sistema DVideo, de um mesmo instante de um arremesso, mostrando a visão de cada uma das câmeras. ....                                                      | 31 |
| <b>Figura 3:</b> Imagem extraída do Sistema DVideo, de um enquadramento da bola durante o processo de rastreamento.....                                                                          | 31 |
| <b>Figura 4:</b> A figura apresenta uma imagem do ambiente de coleta e um esquema representativo das variáveis que foram calculadas a partir da trajetória da bola. ....                         | 33 |
| <b>Figura 5:</b> Gráficos da vista lateral das trajetórias da bola, sendo em preto para a condição de Lances Livres, em vermelho para os arremessos com jump e em verde para a condição 1x1..... | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1:</b> Principais características dos 11 artigos encontrados na revisão bibliográfica que utilizam as variáveis de saída da bola em arremessos de basquetebol.....                                                                                                                                                    | 26 |
| <b>Tabela 2:</b> Caracterização dos jogadores (J) participantes desta pesquisa, onde m representa a massa corporal, h representa a estatura, i representa a idade, vivência corresponde ao tempo de prática no Basquetebol, e FP a frequência atual de prática por semana. ....                                                 | 28 |
| <b>Tabela 3:</b> Médias ou medianas e desvios-padrão dos ângulos de saída da bola ( $\alpha$ ), alturas de saída da bola (hs), velocidades de saída da bola (vs), ângulos de chegada à cesta ( $\beta$ ), alturas máximas alcançadas durante a trajetória (hmax) de todos arremessos e em cada uma das condições estudadas..... | 36 |
| <b>Tabela 4:</b> Diferenças significativas jogador x jogador das variáveis ângulos de saída da bola ( $\alpha$ ), alturas de saída da bola (hs), velocidades de saída da bola (vs), ângulos de chegada à cesta ( $\beta$ ), alturas máximas alcançadas durante a trajetória (hmax), de todos jogadores.....                     | 38 |
| <b>Tabela 5:</b> Descrição do número de arremessos certos e tentados e as respectivas eficiências de cada arremessador em cada condição.....                                                                                                                                                                                    | 40 |
| <b>Tabela 6:</b> Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas de todos os arremessos, separados entre certos e errados. ....                                                                                                                                                                                               | 41 |
| <b>Tabela 7:</b> Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas de todos os arremessos certos e errados separados por condição.....                                                                                                                                                                                          | 43 |

## SUMÁRIO

|                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                                | <b>13</b> |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                                  | <b>17</b> |
| 2.1 Geral.....                                                                            | 17        |
| 2.2 Específicos .....                                                                     | 17        |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                                     | <b>18</b> |
| <b>4. METODOLOGIA .....</b>                                                               | <b>28</b> |
| 4.1 Caracterização dos participantes da pesquisa .....                                    | 28        |
| 4.2 Protocolo de coleta dos arremessos. ....                                              | 29        |
| 4.3 Procedimentos utilizados para registro das imagens .....                              | 29        |
| 4.4 Sincronização temporal das câmeras e processo de medição.....                         | 30        |
| 4.5 Treinamento do avaliador.....                                                         | 32        |
| 4.6 Tratamento dos dados.....                                                             | 32        |
| 4.7 Cálculos das variáveis cinemáticas.....                                               | 32        |
| 4.8 Tratamento estatístico das variáveis obtidas.....                                     | 33        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                                                    | <b>34</b> |
| 5.1 Trajetórias da bola em cada condição.....                                             | 34        |
| 5.2 Variáveis cinemáticas da trajetória da bola: análises por condição de arremesso ..... | 35        |
| 5.3 Análise das variáveis cinemáticas entre os arremessadores .....                       | 38        |
| 5.5 Análise das variáveis cinemáticas entre os arremessos certos e errados .....          | 40        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                      | <b>45</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                                 | <b>47</b> |
| <b>Anexo 1: Parecer CENEP - Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp .....</b>            | <b>50</b> |
| <b>Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>                           | <b>52</b> |
| <b>Anexo 3: Artigo submetido à publicação. ....</b>                                       | <b>54</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O Basquetebol é um dos esportes mais praticados no mundo, onde o interesse por este esporte é devido a grande variabilidade de requisitos, como os aspectos físicos/motores dos praticantes e a dinâmica do jogo (Okazaki et al. 2006a). Durante A evolução do Basquetebol a estrutura do jogo foi sendo drasticamente modificada, essencialmente na parte física e nos aspectos técnico/táticos do jogo (Ferreira e De Rose Jr, 2010). Dentre os aspectos técnicos destacamos o arremesso, que é o fundamento do basquetebol que produz os pontos do jogo e, sendo assim, as técnicas e condições de realização destes arremessos pelos jogadores durante os jogos podem definir as vitórias e derrotas (Okazaki et al., 2004).

Segundo Paes et al. (2009), Ferreira e De Rose Jr (2010), o arremesso é realizado por técnicas específicas, e as mais utilizadas, denominadas clássicas por conta de sua importância no jogo de basquetebol, são: a) Bandeja, que é o arremesso em progressão composto por até dois tempos rítmicos e em seguida uma impulsão num dos membros inferiores, em direção à cesta; b) arremesso com uma das mãos apoiado com os dois pés no chão, onde o arremessador posiciona uma mão atrás da bola, que irá impulsioná-la em direção à cesta e a outra mão lateralmente servindo de apoio, e não perde o contato com o solo; c) arremesso com *Jump*, onde as ações dos membros superiores são basicamente as mesmas do arremesso com uma das mãos, porém, realizado com um salto. Há ainda outras técnicas menos utilizadas que são o arremesso tipo gancho, por exemplo.

Algumas técnicas de arremesso são mais realizadas pelos atletas no alto nível. Conforme Okazaki et al. (2004), que analisaram jogos do Campeonato Brasileiro entre 1996 e 1997, da Liga Norte Americana na temporada de 2003/2004, da Liga Europeia de 2002/2003 e do Campeonato Mundial de 2002, o arremesso *jump* (69,7%) e a bandeja (16,7%) foram as formas mais utilizadas durante todos os campeonatos mencionados, seguido pelo arremesso apoiado com os dois pés no chão (4,9%), usado principalmente nos lances livres no alto nível.

Almeida (1998) e Paes et al. (2009), propuseram que durante a execução do arremesso na iniciação à prática do Basquetebol, o corpo esteja equilibrado, preconizando a coordenação dos membros inferiores e superiores para que o salto seja realizado de forma mais verticalizada possível, isto é, com menor inclinação do

centro de massa do corpo em relação à vertical, aumentando as chances de sucesso desse arremesso. Okazaki et al. (2006a), afirmaram que a estabilidade é considerada essencial para a precisão do arremesso. Nesse sentido, os autores relacionam a precisão do arremesso a três fatores: a inclinação do tronco, o deslocamento do centro de gravidade em direção à cesta e as condições do lançamento da bola. Assim, o arremesso quando realizado com salto e em equilíbrio, proporciona ao jogador condições favoráveis para que seja mais efetivo na precisão, portanto, na aquisição dos pontos para a equipe (Okazaki et al., 2004).

Contudo, a estabilidade no arremesso sofre mudanças com a presença do defensor. O arremesso em desequilíbrio passou a ser uma estratégia dos arremessadores para se desvencilhar da presença do defensor. A prática do arremesso em desequilíbrio com a presença do defensor melhora a performance nessa condição de arremesso (Rojas et al., 2000).

Nota-se que nas equipes de alto nível do Basquetebol, poucos jogadores realizam a ação que "decide o jogo", isto é, arremessam a última bola da partida, que pode dar a vitória a sua equipe. Esses jogadores são requisitados para esta situação por conseguirem encontrar estratégias de movimentação dos segmentos que lhe permitam alta eficiência, mesmo que pressionados por variáveis do jogo, como o tempo restante e/ou pela marcação adversária. Michael Jordan foi, possivelmente o primeiro na utilização do arremesso desequilibrado regularmente em situações decisivas do jogo e tido por muitas pessoas como o melhor jogador de todos os tempos.

Segundo Dapena (1984), a trajetória de um lançamento depende de dois fatores. Primeiro, da resistência do ar, que no caso da bola de basquetebol é desprezível, e segundo, do vetor velocidade de saída da bola das mãos do arremessador, que pode ser descrito pela altura de saída da bola, pelo ângulo entre esse vetor velocidade e a horizontal, chamado de ângulo de saída, e do módulo desse vetor, que corresponde à velocidade escalar, chamado de velocidade de saída da bola. Estas três variáveis de saída são chamadas de variáveis preditoras dos lançamentos. Neste sentido, Miller e Bartlett (1996), apontaram que o aproveitamento do arremesso, se convertido ou não convertido, está relacionado a estas variáveis cinemáticas de saída da bola, que são elas: ângulo, velocidade e altura de saída, e que alguns fatores podem influenciar estas variáveis como: a

altura do salto e a altura do arremessador, que podem modificar a altura de saída da bola; características dos segmentos corporais dos arremessadores; e a distância do arremesso em relação à cesta, que determina o aumento da componente horizontal da velocidade de saída da bola em função do aumento da distância à cesta.

Devido à importância do arremesso, a cinemetria, que é definida na biomecânica como metodologia de obtenção de variáveis cinemáticas de movimentos que envolvem o corpo humano, tem sido usada para analisar variáveis ligadas a este fundamento. Utiliza sistemas computadorizados de análise a partir de vídeo, que permitem descrever, por exemplo, a trajetória de implementos esportivos, como a bola no basquetebol, e os movimentos dos segmentos corporais em função do tempo, com grande precisão (Amadio e Serrão, 2000). De acordo com Barros et al. (1999), a cinemetria tem sido uma das formas mais adotadas na biomecânica para análises de modalidades esportivas, oferecendo vantagens como a flexibilização no tipo de câmera e larga possibilidade de seleção dos movimentos, além da não interferência no jogo, diminuindo, assim, as restrições de coletas de dados. São encontradas pesquisas realizadas sobre o arremesso do basquetebol que obtiveram variáveis cinemáticas da trajetória da bola à cesta durante o arremesso, tanto em duas quanto em três dimensões, 2D e 3D.

Entre os trabalhos encontrados na literatura que obtiveram a trajetória da bola à cesta durante o arremesso e analisaram as variáveis de saída da bola, destacamos autores que compararam a performance no arremesso *jump* entre diferentes tempos de prática dos jogadores (Button et al., 2003), entre gêneros (Rodacki et al., 2005), e entre jogadores novatos e experientes (Okazaki et al., 2006 a). Outros trabalhos analisaram os efeitos do aumento da distância à cesta no arremesso *jump* (Elliot, 1992; Mullineaux e Uhl, 2010; Okazaki et al. 2012). Já Miller e Barlett (1996), além da influência do aumento da distância à cesta, também discutiram diferenças entre posições/funções dos jogadores na equipe. Já Rojas et al. (2000) e Solana et al. (2009), estudaram a influência da presença do marcador adversário no arremesso *jump*. Em Rojas et al. (2000), os arremessadores receberam a bola e o defensor foi orientado apenas a tentar realizar a interceptação do arremesso após o arremessador receber o passe. Solana et. al. (2009), utilizaram o mesmo protocolo de ação do defensor utilizado por Rojas et. al. (2000), porém, aumentaram a distância dos arremessos para a linha de três pontos. Contudo, a

tentativa do defensor em interceptar o arremesso após o domínio da bola pelo arremessador pode não representar as condições de jogo quanto a efetividade desta ação da defesa.

Os estudos da literatura sobre o arremesso do basquetebol mostram a importância das variáveis cinemáticas para a compreensão do arremesso, porém, cada pesquisa investigou separadamente as condições de execução, apoiado sem *jump*, arremesso com *jump* e situação 1x1. Nos trabalhos encontrados não foram realizadas comparações entre estas condições de arremesso, e é possível que a trajetória da bola modifique em função delas. Além disso, a altura máxima alcançada pela bola durante a trajetória e o ângulo de chegada também podem ser variáveis importantes da trajetória da bola, e são poucas exploradas na literatura, além de também não serem verificadas em função das condições de arremesso.



## 2. OBJETIVOS

### *2.1 Geral*

A proposta geral deste estudo foi descrever a trajetória da bola no arremesso do basquetebol em três condições diferentes de arremesso: apoiado com os dois pés no chão, com *jump* sem defensor e com *jump* 1x1, pelas variáveis cinemáticas ângulo de saída em relação à horizontal, altura de saída, velocidade de saída, altura máxima e ângulo de chegada à cesta.

### *2.2 Específicos*

*Os objetivos específicos foram:*

- Testar diferenças entre as três condições de arremesso pelas variáveis cinemáticas da trajetória da bola;
- Verificar diferenças entre os arremessos, convertidos e não convertidos, pelas variáveis cinemáticas da trajetória da bola, considerando todos os arremessos e em cada uma das condições separadamente;
- Discutir a influência da estatura dos arremessadores nas variáveis cinemáticas da trajetória da bola;

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura realizada apresenta os artigos que descrevem e/ou discutem o arremesso do basquetebol a partir de variáveis cinemáticas da movimentação da bola. Foram realizadas pesquisas nas seguintes bases de dados: Scielo, Scopus, Sportdiscus e Medline e foram utilizadas as palavras chave; *jump shot*, *biomechanics*, *knematics* e *free throw*. Foram encontrados no total 83 artigos, sendo que 20 artigos foram selecionados a partir da leitura dos resumos, por tratarem da trajetória da bola e suas variáveis cinemáticas, porém, quatro deles são revisão de literatura.

Os trabalhos encontrados na revisão de literatura realizada foram classificados para fins de apresentação. Inicialmente discutiremos um trabalho de análise tipo *scout* que trata sobre as especificidades técnicas dos jogadores durante o arremesso; em seguida trataremos dos trabalhos de revisão de literatura que relatam as variáveis cinemáticas de trajetória da bola; depois os trabalhos que utilizaram modelos matemáticos para indicar as condições mais favoráveis para o sucesso do arremesso; seguidos dos trabalhos que investigaram a movimentação dos segmentos corporais e, por fim, trabalhos que realizaram medições de variáveis cinemáticas da trajetória da bola, que foram organizados em dois grupos, segundo a metodologia 2D ou 3D. Importante ressaltar que a obtenção das variáveis cinemáticas em 3D pode oferecer informações mais precisas e evitar erros, como, por exemplo, advindos do alinhamento da trajetória da bola perpendicularmente à direção do eixo focal da câmera, necessário quando são realizadas análises 2D.

Okazaki et al. (2004), realizaram uma pesquisa analisando 396 atletas de 30 equipes diferentes, em campeonatos nacionais e mundiais com o objetivo de investigar as especificidades técnicas dos jogadores de Basquetebol, foram analisados *scout* dos jogos para obtenção das informações técnicas: arremessos, passes, posse de bola ações do jogador com a bola, bolas roubadas, bolas recuperadas, bloqueios e rebotes. A técnica do arremesso foi quantificada e analisada através do número de arremessos (lances-livres, dois e três pontos), número de cestas convertidas e de um coeficiente de efetividade (número de pontos divididos pelo número de arremessos) para cada técnica de arremesso, chegando a conclusão que os alas são os atletas que mais arremessaram na distância dos três

pontos durante os jogos, e que os pivôs são os jogadores que mais realizam os arremessos de lance livre e dois pontos no jogo.

Okazaki et al. (2006a), em sua revisão de literatura destacaram que o arremesso quando feito com salto em equilíbrio, proporciona ao jogador condições favoráveis para que seja mais efetivo na precisão, portanto, na aquisição dos pontos para a equipe. Porém, esta forma de arremesso facilita a marcação dos defensores, que podem dificultar ou impedir um arremesso. No entanto, no jogo de alto nível de Basquetebol o arremesso muitas vezes é feito de forma desequilibrada, em razão de várias formas de pressão, entre elas a marcação do jogador adversário e a possibilidade de visão obstruída da cesta, principalmente nos momentos decisivos. Nesta mesma pesquisa, os autores também investigaram na literatura, as variáveis cinemáticas da trajetória da bola, como altura de saída da bola, ângulo e velocidade de saída da bola, relataram também as fases que compõem o arremesso *jump*, além de outros fatores determinantes para o movimento do arremesso: características físicas, experiência, diferentes distâncias. Chegaram à conclusão que o aumento da altura e do ângulo de saída, com a diminuição da velocidade de saída da bola foi a combinação mais adequada para o sucesso do arremesso.

Em sua revisão sistemática Okazaki et al. (2015), relatou as pesquisas realizadas sobre as variáveis envolvidas na performance do arremesso *jump*. Sua pesquisa foi dividida em três momentos distintos: trajetória da bola, fases do arremesso *jump* e variáveis adicionais que influenciam na performance do arremesso. Para a trajetória da bola, os autores concluíram que quanto maior o ângulo de entrada da bola na cesta maior a probabilidade de acerto do arremesso.

Para a divisão das fases do arremesso, categorizaram o arremesso em fases distintas sendo elas: preparação, elevação da bola, estabilização, saída da bola das mãos do arremessador. Para as variáveis adicionais que influenciam na performance do arremesso *jump*, os autores afirmam que as características físicas dos atletas, experiência no Basquetebol, estatura, fadiga, distância do arremesso, diferentes níveis de habilidades e movimentações dos jogadores e a presença do adversário, são variáveis que influenciam diretamente na performance do arremesso.

Algumas pesquisas foram realizadas através de simulações matemáticas ligadas à trajetória do arremesso. Destacamos Hamilton e Reinschmidt (1997), que buscaram indicar as melhores condições para o arremesso do lance livre, simulando

diferentes ângulos e diferentes velocidades de saída, levando em conta a circunferência da bola e sua rotação. A melhor trajetória para o sucesso do arremesso depende diretamente das ações do arremessador, que deve combinar ângulo, velocidade e altura de saída, além da rotação correta da bola durante sua trajetória, porém, devido aos diferentes níveis de habilidades motoras, os arremessos nunca são realizados exatamente da mesma forma. Os autores chegaram a conclusão que o sucesso do arremesso depende da performance do arremessador que determinam as condições de saída da bola, e da aplicação de grande rotação.

A indicação das melhores condições de saída da bola também foram objeto de estudo de Tran et al., (2003), que simularam diversas condições de saída e chegada do arremesso do lance livre para obtenção das variáveis que aumentariam a probabilidade de sucesso dos arremessos. Também desenvolveram procedimentos gerais estatísticos dos arremessadores de competições norte americanas de nível escolar e universitários entre os anos de 2001 e 2006. Puderam concluir que algumas recomendações são necessárias para que a probabilidade de acerto do arremesso seja maior, tais como, lançar a bola com ângulo de saída próximo de  $52^\circ$  e que a bola atinja uma altura máxima 4 cm menor que o topo da tabela.

Pesquisas foram realizadas afim de verificar a movimentação dos segmentos corporais no arremesso do Basquetebol. Destacamos a pesquisa realizada por Okazaki et al. (2006b), utilizando metodologia 2D por imagens obtidas através de uma câmera de vídeo e analisadas a 10Hz, onde os autores descreveram a movimentação dos segmentos corporais durante o arremesso jump na região do lance livre. Participaram dessa pesquisa oito crianças com média de idade de  $10,0 \pm 0,5$  anos e com vivência média de 2,7 anos de prática no basquetebol, e oito adultos com idade  $23,6 \pm 5,7$  anos e, média de 10,2 anos de prática, que executaram dez arremessos cada. As distâncias de execução dos arremessos, a altura do aro e a bola para as crianças eram referentes à categoria pré-mirim, e para os adultos foram usadas a bola e as dimensões oficiais. Foram fixados marcadores em pontos anatômicos do corpo, de forma a definir os segmentos tronco, braço, antebraço e mão do lado propulsor da bola, conforme proposto por Knudson (1993). As posições 2D dos marcadores foram obtidas pelo software Dgeeme®. Foram encontradas

diferenças significativas entre os arremessos dos iniciantes e experientes nos deslocamentos angulares de punho, cotovelo e ombro no instante do arremesso, e na velocidade angular do punho cotovelo e ombro. Diferenças significativas foram encontradas também na maior flexão de cotovelo no início do movimento e na maior extensão no final dos arremessos das crianças, e os adultos apresentaram maior velocidade angular do cotovelo.

Utilizando a mesma metodologia, Okazaki et al. (2012), analisaram o arremesso tipo *jump*, nas distâncias 2,8 m, 4,8 m e 6,8 m, onde participaram 15 crianças destros com 12,1 anos de idade média e altura média de 1,44 m, com experiência média de 1,3 anos. Foram escolhidos três arremessos bem sucedidos de uma sequência de dez arremessos *jump* realizados em cada distância analisada neste estudo. Além das velocidades e deslocamentos articulares, foram utilizados também os dados referentes às variáveis cinemáticas da trajetória da bola durante o arremesso. Puderam concluir que o aumento da distância do arremesso em relação à cesta diminui a precisão dos mesmos quando realizados por crianças, e que isto está relacionado com o aumento do impulso e ocorre também a diminuição virtual do alvo, contribuindo assim para o decréscimo na acurácia do arremesso.

Comparações foram feitas entre os arremessos *jump* realizados por atletas do sexo masculino e feminino, com metodologia 2D, por Elliot (1992), Rodacki et al. (2005) e Okazaki et al. (2007). No estudo realizado por Elliot (1992), o autor buscou identificar as alterações nos ângulos articulares e na eficiência com o aumento da distância do arremesso. Foram analisados os 20 melhores arremessadores de dois times australianos masculinos participantes do campeonato nacional australiano e as 20 melhores arremessadoras de cinco times participantes do campeonato australiano feminino de basquetebol. Foram analisados 12 arremessos *jump* certos de cada participante em três distâncias diferentes da cesta, sendo: 4,25 m (região do lance livre), 5,25 m e 6,25 m, sendo a última distância referente a linha de três pontos utilizada até a mudança de regra em 2010. Para obtenção das imagens dos arremessos foi utilizada uma câmera a 100 Hz, portanto análise bidimensional. Marcadores anatômicos foram fixados a pontos anatômicos para definir início e fim dos segmentos corporais analisados. O autor concluiu que houve um decréscimo no desempenho dos arremessos conforme as distâncias aumentavam e que os homens tiveram melhor desempenho em relação às mulheres

em todas as distâncias analisadas. Outro dado relevante foi o ângulo máximo de flexão de joelho ( $120^\circ$ ), que foram similares para ambos os sexos durante os arremessos.

Rodacki et al. (2005), assim como o estudo de Elliot (1992), também buscaram comparar as diferentes estratégias utilizadas no arremesso *jump*, em diferentes distâncias da cesta. A amostra do estudo foi composta por 12 atletas masculinos destros, participantes de campeonatos de seleções universitárias brasileiras, com média de idade de  $23,0 \pm 4,8$  anos, massa corporal  $81,5 \pm 14,2$  Kg e estatura  $1,9 \pm 0,1$  m, e com  $10,2 \pm 4,5$  anos de experiência no Basquetebol. Foram selecionados para análise, três arremessos de cada atleta dentre uma sequência de dez executados de cada distância da cesta proposta pelos autores, sendo elas: 2,8 m, 4,6 m e 6,4 m. A análise bidimensional foi realizada através das imagens obtidas de uma câmera com frequência de aquisição de imagens de 60 Hz, posicionada perpendicularmente a cinco metros dos participantes deste estudo, e reposicionada conforme eram realizadas as mudanças de distâncias. Foi utilizado o software Dgeeme® para obtenção dos dados de coordenadas 2D de marcadores fixados em pontos anatômicos, afim de definir os ângulos do punho, cotovelo e ombro. Diferenças significativas foram encontradas entre as três distâncias analisadas para a variável deslocamento angular da articulação do ombro, porém, na variável deslocamento angular do cotovelo, as diferenças foram encontradas apenas entre as distâncias de 2,8 m e 6,4 m. Concluíram que o aumento da distância do arremesso em relação à cesta, sugere uma reorganização dos movimentos dos segmentos corporais e um aumento da velocidade da bola.

Um estudo realizado por Okazaki et al. (2007), descreveram as sequências de movimentos do arremesso *jump*, afim de entender as fases que caracterizam a coordenação desta forma de arremesso. Participaram desta pesquisa 10 atletas de basquetebol (idade  $23,4 \pm 5,1$  anos; estatura  $1,9 \pm 0,1$  m; peso  $85,1 \pm 14,9$  kg; experiência  $10,8 \pm 4,6$  anos) pertencentes à categoria adulto masculino, integrantes de uma seleção universitária, que realizaram arremessos *jump* na distância do lance livre. Foi realizada uma análise bidimensional das velocidades e deslocamentos angulares dos segmentos corporais que foram: articulações de ombro, punho e cotovelo de dez arremessos certos de cada participante da pesquisa. Foi utilizada uma câmera para obtenção das imagens. Chegaram a

conclusão que apesar da individualidade de cada atleta, algumas fases do arremesso são comuns a todos os participantes desta pesquisa e que o entendimento de cada fase dessa pode auxiliar no treinamento para melhora da *performance* do arremessador.

No estudo de Okazaki et al. (2008), foram comparadas as performances no arremesso *jump*, entre homens e mulheres. Participaram deste estudo cinco atletas do sexo masculino (idade  $24,2 \pm 7,2$  anos; estatura  $1,96 \pm 0,1$  m; massa corporal  $92,4 \pm 16,5$  Kg) e cinco atletas do sexo feminino (idade  $24,0 \pm 4,2$  anos; estatura  $1,77 \pm 0,1$  m; massa corporal  $65,2 \pm 6,4$  Kg), com prática dentro do basquetebol de 9,8 e 10,1 anos, respectivamente para mulheres e homens. Todos os participantes deste estudo eram destros, e marcadores foram fixados em pontos anatômicos do lado direito, também conforme estudos de Satern (1988) e Knudson (1993). Concluíram que as mulheres tem maior sincronização entre as articulações do punho, cotovelo e ombro, que geram maior impulso à bola durante a execução do arremesso, contribuindo com o aumento da velocidade. Diferentemente dos homens que conseguem compensar uma velocidade angular menor favorecendo a eficácia do arremesso.

Ainda nesta direção, Okazaki et al. (2013), avaliaram dez jogadores masculinos destros participantes campeonatos universitários de basquetebol, onde cada atleta executou 10 arremessos *jump* em três diferentes distâncias determinadas pelos pesquisadores (2,8 m, 4,8 m e 6,8 m da cesta) e escolhidos de forma randômica, três arremessos certos para análise. A metodologia bidimensional foi usada, com frequência de aquisição de 100 Hz. As variáveis de saída da bola, ângulo, altura e velocidade, foram analisadas. A partir dos resultados obtidos, puderam constatar que ocorreu um decréscimo no aproveitamento dos arremesso conforme as distâncias eram aumentadas, e que as alturas de saída da bola foram menores na distância mais próxima da cesta, em relação a intermediária e a mais distante.

Para discutir diferentes níveis de habilidades dentro do basquetebol, Button et al. (2003), compararam os arremessos realizados por seis atletas do sexo feminino, que executaram 180 arremessos. Também utilizou metodologia de análise 2D, com apenas uma câmera alinhada perpendicularmente à trajetória da bola, arremessada da região do lance livre. Apresentou os deslocamentos dos ângulos

articulares de ombro e punho, bem como suas velocidades angulares, além da altura de saída da bola. A partir das variáveis obtidas, os autores puderam verificar que a variabilidade de movimentos é menor conforme o tempo de prática dos indivíduos, ou seja, quanto mais prática, menores os deslocamentos articulares, causando um aumento na estabilidade corporal durante o arremesso.

Variações na distância do arremesso à cesta também foram investigadas por Miller e Bartlett (1996), porém, utilizando variáveis cinemáticas da trajetória da bola durante o arremesso, conhecidas como variáveis de saída. Os autores incluíram comparações entre jogadores de diferentes posições/funções na quadra, sendo elas, armadores, alas e pivôs. Participaram 15 atletas, sendo cinco armadores, cinco alas e cinco pivôs, com experiência em campeonatos universitários de basquetebol. Três distâncias à cesta foram utilizadas para análise (2,74 m, 4,57 m e 6,40 m), escolhidas através de revisão bibliográfica, sendo elas as distâncias de maior aproveitamento de cada uma das posições/funções, pivôs, alas e armadores, respectivamente. Foram analisados um total de 45 arremessos, sendo um arremesso certo de cada jogador em cada distância. Calcularam a altura, ângulo e velocidade de saída da bola de cada arremesso e as movimentações dos segmentos corporais. Foi utilizada a metodologia 3D, obtidas por sequências de imagens de duas câmeras, que registraram 14 marcadores anatômicos fixados nos arremessadores. A trajetória do centro de massa dos jogadores durante os arremessos e as variáveis de saída da bola foram analisadas, mostrando diferenças significativas na velocidade de saída nos arremessos dos armadores, na distância de 6,40 m em relação às demais e, também, na velocidade do centro de massa nos arremessos dos armadores, na distância de 2,74 m em relação às outras. Puderam concluir que houve um aumento na velocidade de deslocamento do centro de massa em direção à cesta em função do aumento das distâncias, para os três grupos de arremessadores.

Situações de arremesso com a presença de adversários foram pesquisadas por Rojas et al. (2000) e Solana et al. (2009). No primeiro trabalho participaram dez atletas da Liga Nacional de Basquetebol Espanhola, que executaram arremessos *jump* na distância do lance livre com e sem a presença de adversários. Para as análises, foram escolhidos oito arremessos de cada atleta, sendo, quatro com a presença do adversário e quatro sem. Foi utilizada metodologia



3D, com duas câmeras de vídeo com a frequência de aquisição de 100 Hz, onde foram obtidas as coordenadas das trajetórias da bola e dos segmentos corporais. A movimentação dos segmentos corporais foram descritas pela posição em função do tempo de 23 marcadores anatômicos fixados nos participantes, seguindo um modelo físico proposto por Zatsiorsky et al. (1983). Determinaram variáveis de produto (altura, velocidade e ângulo de saída da bola das mãos do arremessador) e variáveis de processo, divididas em três grupos: variáveis temporais, posicionais e de velocidades, referentes ao posicionamento dos segmentos corporais durante o arremesso. Foram encontrados aumentos significativos no ângulo de saída com a presença do adversário, por conta da estratégia utilizada para se desvencilhar da marcação adversária. Também encontraram diferenças significativas no tempo de voo dos saltos dos arremessadores, maiores quando realizado com marcador. Os ângulos dos ombros e joelhos foram significativamente diferentes entre as condições analisadas, concluindo que os atletas tenderam a soltar a bola numa altura maior e mais rápido na presença do adversário, como estratégia para que ele pudesse ter êxito.

A inclusão de um adversário também foi tema estudado por Solana et al. (2009), tendo como referência o estudo feito por Rojas et al. (2000). Os autores procuraram entender como a presença do adversário afetava a ação prévia do arremesso de três pontos do basquetebol. Participaram dez atletas do sexo masculino com experiência em competições de basquetebol, com média de  $23,1 \pm 2,7$  anos e estatura de  $178,9 \pm 5,76$  cm. Para a aquisição das imagens foram utilizadas duas câmeras, e análise 3D. Cada sujeito realizou dez arremessos de três pontos sem ação prévia, chamados *estándar*, e dez após receber um passe e marcação que tentasse impedir o arremesso, chamados *variabilidad*. Foram analisadas a eficiência dos arremessos pelos ângulos articulares do ombro, do cotovelo e do punho, pelo ângulo de saída da bola da mão do arremessador, altura do salto do arremessador, afastamento dos pés no plano sagital e velocidade de saída da bola. Foram investigadas diferenças entre os grupos com maior e menor eficiência. Dentre os resultados obtidos o ângulo, a velocidade e a altura de saída da bola apresentaram diferenças significativas entre as condições analisadas, onde os valores aumentaram com a presença de marcador. Nas comparações entre grupos de arremessadores com aproveitamento mais e menos eficientes, apenas os

ângulos articulares e as médias do ângulo de punho foram semelhantes. Os autores chegaram a conclusão de que o grupo mais eficiente alcançou uma altura de saída maior em relação ao grupo menos eficiente e que quanto maior a variabilidade dos movimentos menor a eficiência.

Já Mullineaux e Uhl (2010), realizaram uma pesquisa comparando arremessos certos e errados, investigando as variáveis de saída da bola e amplitudes articulares do punho, cotovelo e ombro, durante o arremesso do lance livre. Participaram dessa pesquisa seis mulheres e nove homens jogadores de basquetebol universitário e com experiência de pelo menos quatro anos na prática do esporte de competição. Utilizaram 53 marcadores retrorefletivos fixados nos participantes para definir os segmentos de interesse, além de cinco marcadores fixados na bola. Cada atleta realizou 20 arremessos que foram filmados por 12 câmeras com frequência de 60 Hz. Foram analisadas variáveis de saída da bola, amplitudes dos ângulos articulares de punho, cotovelo e ombro dos atletas. Concluíram que a velocidade de saída da bola foi menor nos arremessos errados e a sinergia entre os ângulos de punho e cotovelo é um fator determinante para o sucesso nos arremessos da região do lance livre.

Apresentaremos a seguir a Tabela 1, com os 11 artigos que tratam de variáveis cinemáticas da trajetória da bola no arremesso, respeitando a ordem cronológica de publicação, com o título do trabalho, objetivo principal da pesquisa, a amostra e as variáveis utilizadas e a conclusão principal.

**Tabela 1:** Principais características dos 11 artigos encontrados na revisão bibliográfica que utilizam as variáveis de saída da bola em arremessos de basquetebol.

| <b>Primeiro Autor/<br/>Ano</b> | <b>Título</b>                                                                                    | <b>Objetivos</b>                                                           | <b>Amostra</b>                                                 | <b>Variáveis</b>           | <b>Conclusões</b>                                                                                              |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elliot B, 1992                 | Biomechanical comparison of the male and female two-point and tree-point jump shot in basketball | Verificar efeito do aumento da distância à cesta e entre homens e mulheres | 12 jogadores masculinos e femininos de alto nível australianos | Variáveis de saída da bola | Aumento da velocidade de saída e maior variabilidade das técnicas de arremesso com aumento da distância        |
| Knudson D, 1993                | Biomechanics of the Basketball jump shot - six key points                                        | Elencar seis pontos chaves para o sucesso do arremesso <i>jump</i>         | Revisão de Literatura                                          | -                          | Altura e velocidade de saída da bola são fatores limitantes do sucesso na performance do arremesso <i>jump</i> |

|                        |                                                                                              |                                                                                                |                                                          |                                                  |                                                                                                             |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Miller S, 1996         | The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position       | Analisar o aumento da distância à cesta e diferenças entre posições                            | 15 atletas masculinos alto nível                         | Variáveis de saída da bola e ângulos articulares | Projeção do centro de massa em direção à cesta com aumento da distância                                     |
| Hamilton GR, 1997      | Optimal trajectory for the basketball free throw                                             | Melhor trajetória da bola durante o arremesso de lance livre                                   | Simulações matemáticas das variáveis de saída da bola    | Variáveis de saída da bola                       | Melhor trajetória da bola está relacionada à altura de saída                                                |
| Rojas FJ, 2000         | Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent                        | Analisar a técnica de arremesso com e sem a presença de adversário                             | 10 atletas masculinos de alto nível espanhol             | Variáveis de saída da bola e ângulos articulares | Aumento da velocidade e altura de saída com a presença do adversário                                        |
| Button C, 2003         | Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels | Relacionar a eficiência dos arremessos com o tempo de prática                                  | 6 atletas do feminino de nível universitário             | Variáveis de saída da bola ângulos articulares   | Quanto maior a experiência do atleta menor a variabilidade encontrada                                       |
| Tran C, 2003           | Optimal release conditions for the free throw in men's basketball                            | Definir características ótimas para o arremesso do lance livre.                                | Simulação por modelos matemáticos                        | Variáveis de saída e chegada da bola à cesta     | Maior eficiência quando o ângulo de saída ultrapassar 52º                                                   |
| Solana RS, 2009        | Analysis of the variability of three-points throwing tasks in basketball                     | Comparar arremessos de 3 pontos certos e errados com e sem a presença do defensor              | Dez jogadores masculinos de nível universitário          | Variáveis de saída da bola ângulos articulares   | A variabilidade da altura de lançamento influencia diretamente na eficiência do arremesso                   |
| Mullineau x I DR, 2010 | Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws.  | Comparar as variáveis cinemáticas e ângulos articulares entre arremessos positivos e negativos | 6 atletas masculinos e 6 atletas femininos de alto nível | Variáveis de saída da bola e ângulos articulares | Decréscimo na velocidade de saída da bola na comparação entre arremessos certos e errados                   |
| Okazaki V, 2012        | Increased distance of shooting on basketball jump shot.                                      | Analisar os efeitos da variação da distância à cesta sobre o desempenho                        | 10 atletas masculinos de nível universitário             | Velocidade de saída e ângulos articulares        | Aumento da distância diminui a precisão, altura e ângulo de saída da bola e o aumenta a velocidade de saída |
| Okazaki V, 2013        | Efeito da distância sobre o arremesso no basquetebol desempenhado por crianças               | Comparou o arremesso tipo <i>Jump</i> em diferentes distâncias                                 | 15 crianças com 1,3 anos de experiência                  | Variáveis de saída da bola e ângulos articulares | Sugere a realização do arremesso <i>jump</i> com grandes altura e ângulo de saída                           |

#### 4. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp, (nº 19703413.8.0000.5404), e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexos 1 e 2).

##### 4.1 Caracterização dos participantes da pesquisa

Participaram desta pesquisa seis atletas masculinos com massa corporal média de  $83,8 \pm 15,2$  Kg, idade média de  $22,8 \pm 1,8$  anos de idade e com estatura de  $1,84 \pm 0,11$  m e com média de prática de  $10,7 \pm 7,2$  anos. A seguir a tabela 2, referente a caracterização dos participantes desta pesquisa.

**Tabela 2:** Caracterização dos jogadores (J) participantes desta pesquisa, onde m representa a massa corporal, h representa a estatura, i representa a idade, vivência corresponde ao tempo de prática no Basquetebol, e FP a frequência atual de prática por semana.

|           | m (kg) | h (m) | i (anos) | Vivência          | FP |
|-----------|--------|-------|----------|-------------------|----|
| <b>J1</b> | 88,6   | 1,95  | 22 anos  | 10 anos e 6 meses | 2  |
| <b>J2</b> | 96,2   | 1,95  | 25 anos  | 12 anos e 7 meses | 2  |
| <b>J3</b> | 67,4   | 1,75  | 21 anos  | 11 anos e 8 meses | 2  |
| <b>J4</b> | 91,8   | 1,88  | 21 anos  | 3 anos e 1 mês    | 2  |
| <b>J5</b> | 89,5   | 1,87  | 25 anos  | 10 anos e 8 meses | 2  |
| <b>J6</b> | 65,2   | 1,67  | 23 anos  | 15 anos e 3 meses | 2  |

Todos os jogadores fazem parte da mesma equipe universitária, disputando campeonatos. O jogador 1, participou de campeonatos internos de base em um clube na cidade de Araras, no interior de São Paulo, até os 14 anos de idade. Em seguida, disputou campeonatos regionais como os Jogos Regionais Paulistas e Associação Regional de Basquetebol. O jogador 2, sempre disputou Campeonatos de Base da Federação Paulista de Basketball (FPB), chegando a disputar o Campeonato Paulista Adulto séries A1 e A2 e Torneio Novo Milênio. O jogador 3, iniciou sua trajetória aos 7 anos em escolinha da prefeitura de cidade de Rio Claro no interior paulista, disputando competições municipais e a partir dos 12 anos de idade passou a disputar campeonatos da Associação Regional de Basquetebol. O jogador 4, teve sua vivência no basquetebol na escola de formação básica e apesar de sua vivência o jogador obteve resultados expressivos em relação aos atletas mais experientes, evidenciando características particular e favoráveis para converter os arremessos. O jogador 5, iniciou aos 12 anos no Basquetebol em equipes de clubes na cidade de João Pessoa na Paraíba, participando de campeonatos

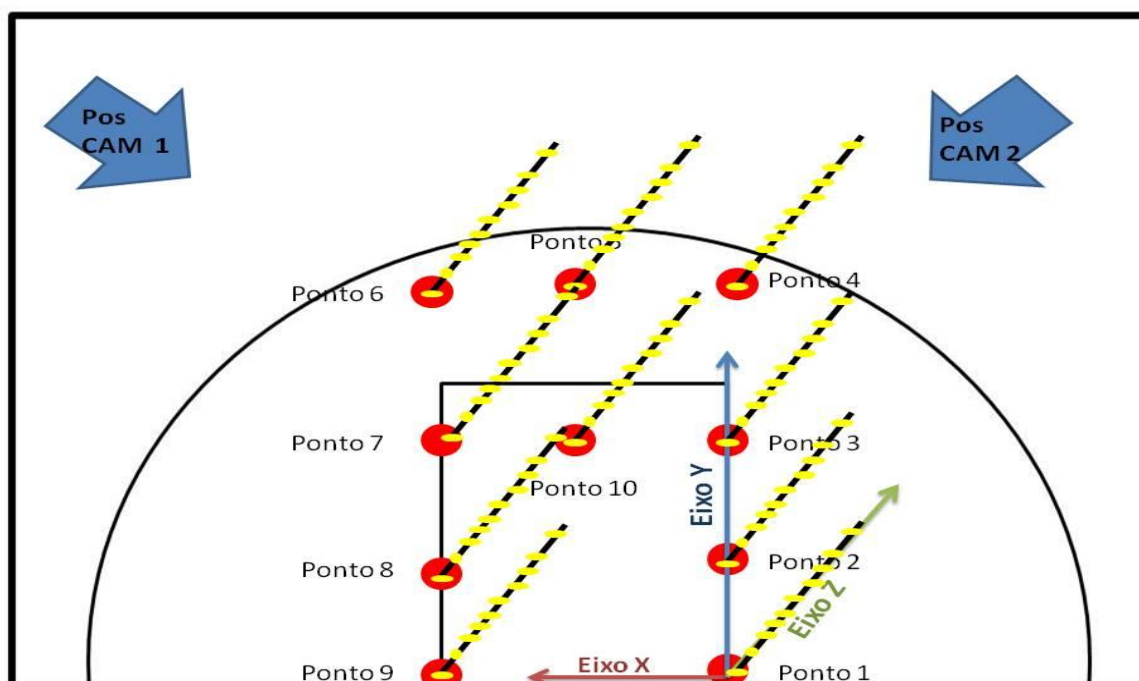
estaduais e campeonatos regionais (Copa do Nordeste). O jogador 5, passou por categorias de base na cidade de Limeira/SP, disputando alguns campeonatos municipais dos 12 aos 15 anos e posteriormente na Universidade, disputando campeonatos e ligas por esta equipe universitária. Já o jogador 6, iniciou no basquetebol aos 7 anos de idade e disputou competições escolares.

#### *4.2 Protocolo de coleta dos arremessos.*

Cada um dos participantes realizou 60 arremessos numa quadra com as medidas oficiais, sendo 20 em cada uma das seguintes condições: arremesso de lance livre, arremesso com *jump* sem marcador, arremesso em situação de 1x1. Na situação de 1x1, o marcador foi orientado a impedir o efetivamente arremesso, criando uma situação próxima à situação de jogo na marcação individual. Em todas as condições os arremessos foram realizados antes da linha de lance livre, dentro da cabeça do garrafão, de modo que as distâncias à cesta nas três condições fossem próximas, uma vez que na situação 1x1 o arremessador se movimenta para se desvencilhar do marcador. Dois outros participantes realizaram a marcação de todos os arremessadores. Os participantes realizaram os 20 arremessos seguidos de cada condição, a ordem das condições foi designada aleatoriamente.

#### *4.3 Procedimentos utilizados para registro das imagens*

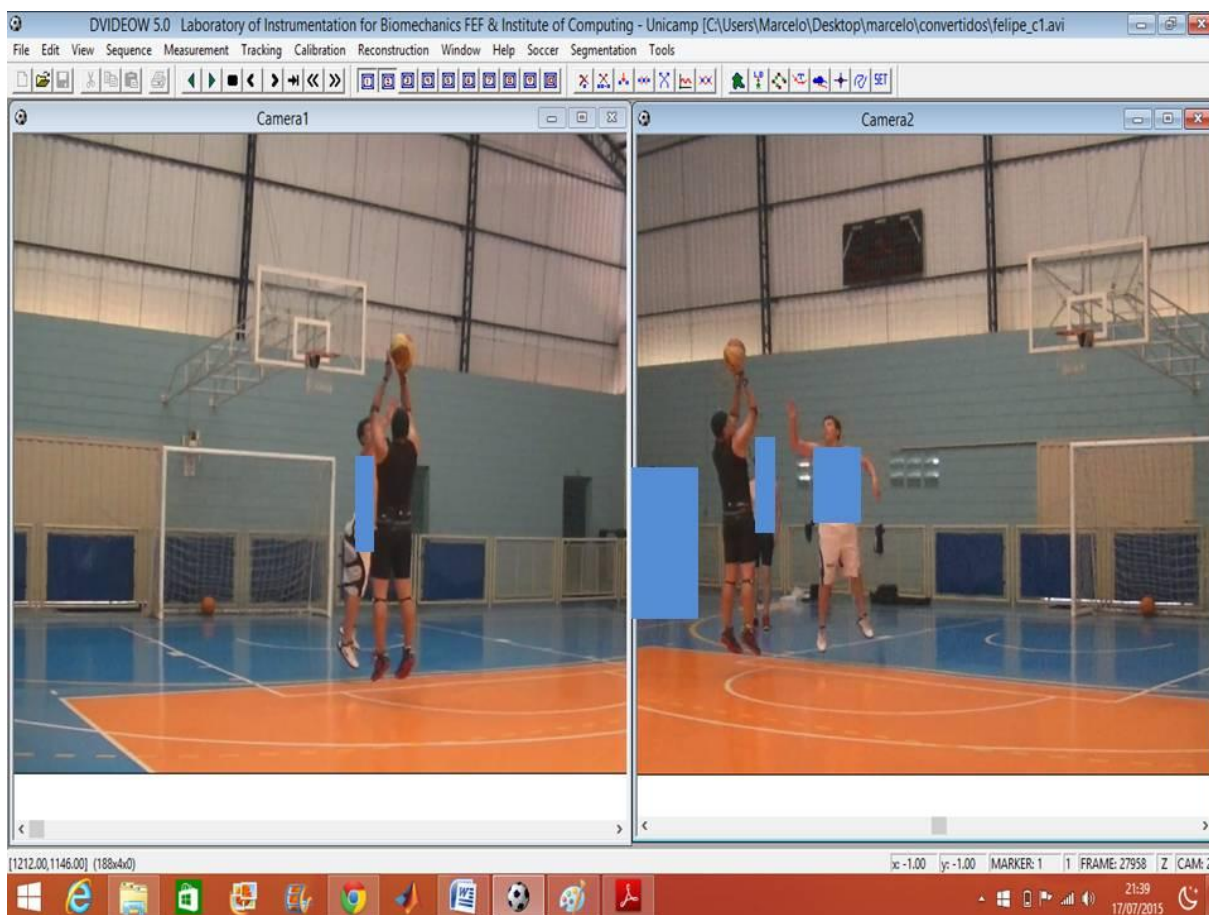
As filmagens dos arremessos foram feitas por duas câmeras JVC (modelo GZ-HD620BU), com frequência de aquisição de 30 Hz com imagens entrelaçadas, que foram desentrelaçadas no Sistema DVideo (Figueroa et al., 2003; Barros et al., 2002), obtendo sequências de imagens a 60 Hz. Para construção do volume de calibração, dez pontos no plano da quadra foram marcados no solo com coordenadas x e y conhecidas. Já na direção vertical z, um bastão telescópico com nove marcadores foi utilizado em cada ponto de calibração no solo, totalizando 90 pontos de calibração, e definindo o volume 3D utilizado para reconstrução da trajetória da bola. A Figura 1, a seguir, ilustra o posicionamento das câmeras e dos pontos de calibração.



**Figura 1:** Representação da posição das câmeras, dos noventa pontos de calibração, e do sistema de referência construído na quadra.

#### 4.4 Sincronização temporal das câmeras e processo de medição

Para que fosse possível a sincronização temporal das câmeras, também realizada no Sistema DVideo, foi escolhido um evento comum entre elas, que foi um quique de uma bola de basquetebol, realizado antes dos arremessos. A partir disso, foram rastreadas manualmente todas as posições da bola durante todos os arremessos, em cada sequência de imagens. O início da medição de cada arremesso foi definido, dez *frames* antes do *frame* de saída da bola da mão do arremessador, e o final dez *frames* após a bola tocar a tabela, ou o aro, ou ultrapassá-lo, caso a bola entrasse diretamente na cesta. A Figura 2, a seguir, mostra as imagens de duas câmeras num mesmo instante de um arremesso, extraídas do Sistema DVideo, caracterizando o enquadramento delas. Para o processo de medição das coordenadas de tela da posição da bola, foi utilizada uma ferramenta do Sistema DVideo onde o operador define um retângulo circunscrito na imagem da bola toda, e o sistema determina o centro geométrico do retângulo, definido como centro da bola e registrando suas coordenadas de tela. A Figura 3 mostra um exemplo desta ferramenta do Sistema.



**Figura 2:** Imagens extraídas do Sistema DVideo, de um mesmo instante de um arremesso, mostrando a visão de cada uma das câmeras.



**Figura 3:** Imagem extraída do Sistema DVideo, de um enquadramento da bola durante o processo de rastreamento.

#### 4.5 Treinamento do avaliador

O avaliador participou de um período de familiarização com o sistema Dvideo, de três semanas, com frequência semanal de três vezes com duas horas de prática chegando no total de 54 horas de prática no total. Após esse período, iniciou o processo de rastreamento da trajetória da bola, seguindo um protocolo previamente estabelecido. Todo processo foi supervisionado pelo orientador, e os erros de rastreamento foram posteriormente identificados e corrigidos manualmente, durando um total de quatro meses para a conclusão do rastreamento e verificação dos dados, num total de 96 horas de trabalho. Após a determinação das coordenadas de tela da bola, determinado pelo enquadramento total da bola, nas sequências de imagens das duas câmeras, foi feita a reconstrução tridimensional da trajetória da bola.

#### 4.6 Tratamento dos dados

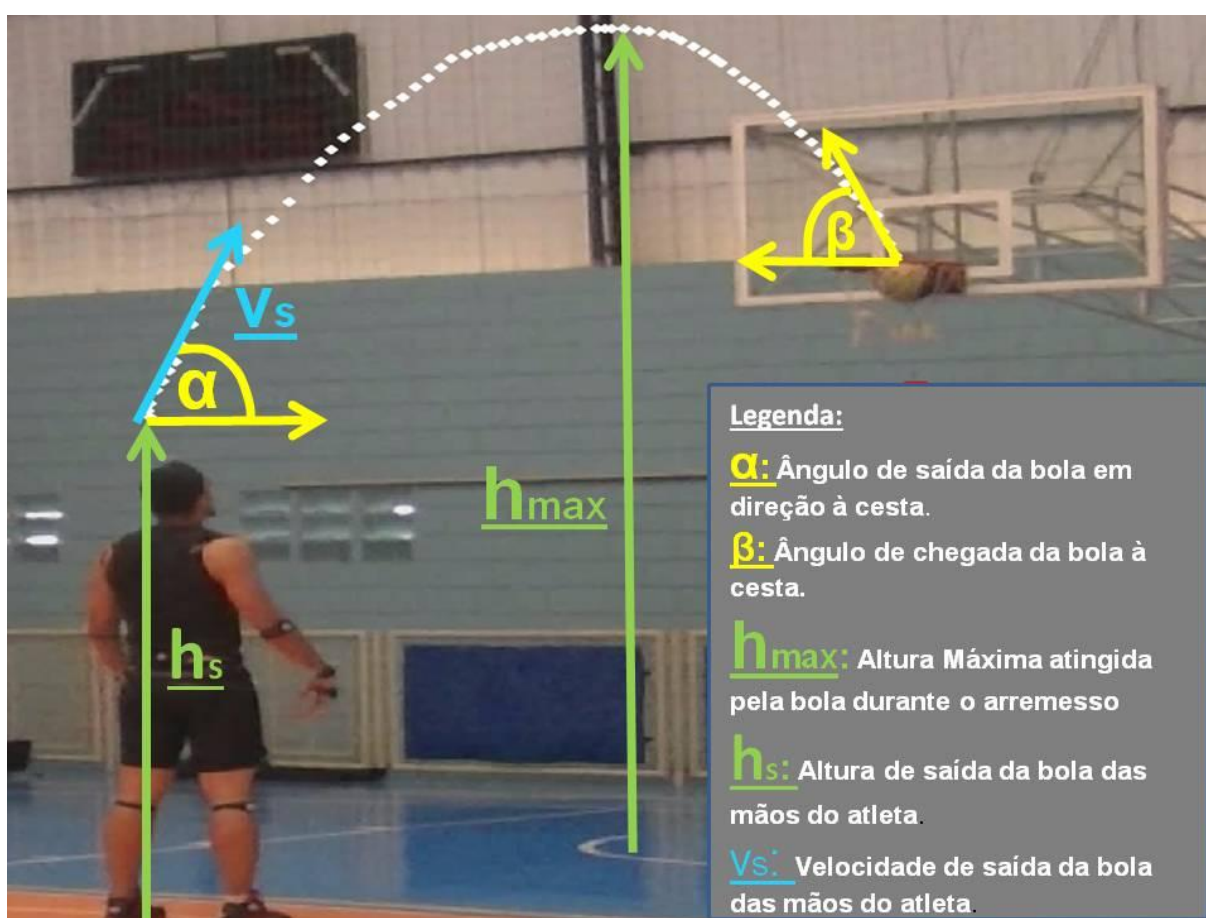
As coordenadas 3D da posição da bola ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ) em função do tempo durante as trajetórias de cada arremesso à cesta foram ajustadas separadamente. Nas coordenadas  $x$  e  $y$  foram utilizados polinômios do 1º grau, isto é, uma reta, pois desprezando a resistência do ar, não há forças significativas atuando nessas direções. A coordenada  $z$  foi suavizada por um polinômio do 2º grau, por se tratar de um lançamento onde a única força significativa é a gravidade. O tratamento dos dados foi realizado em ambiente Matlab®.

#### 4.7 Cálculos das variáveis cinemáticas

As variáveis cinemáticas obtidas neste trabalho a partir da trajetória da bola foram as variáveis de saída da bola da mão do arremessador, velocidade escalar, ângulo do vetor velocidade com a horizontal, e a altura de saída; a altura máxima alcançada pela bola durante a trajetória; e o ângulo de chegada da bola na cesta. As variáveis de saída foram calculadas no primeiro *frame* sem contato da bola com as mãos do arremessador e o ângulo de chegada foi calculado da bola ultrapassar ou tocar o aro e/ou tocasse a tabela. Estas variáveis foram calculadas da seguinte forma: altura de saída ( $h_s$ ) foi obtida diretamente pela coordenada  $z$ , no instante que a bola sai das mãos do arremessador, bem como a altura máxima alcançada pela bola durante a trajetória ( $h_m$ ), uma vez que a origem do sistema de referência utilizado é no solo. A velocidade escalar de saída da bola ( $v_s$ ), foi calculada pelo módulo do vetor velocidade de saída, dado pela variação da posição



3D em função do tempo, entre o *frame* de saída da bola e o *frame* seguinte. O ângulo de saída da bola ( $\alpha_s$ ) foi calculado a partir do produto escalar entre o vetor velocidade da bola e o vetor unitário que define a direção do eixo x, que coincide com a horizontal, também no instante que a bola sai da mão do arremessador. O ângulo de chegada da bola ( $\beta$ ), foi calculado de maneira similar ao ângulo de saída, no instante que a bola chega na cesta. A Figura 4 apresenta um esquema com a descrição das variáveis analisadas.



**Figura 4:** A figura apresenta uma imagem do ambiente de coleta e um esquema representativo das variáveis que foram calculadas a partir da trajetória da bola.

#### 4.8 Tratamento estatístico das variáveis obtidas

Para verificação da normalidade do conjunto de dados de cada variável foi utilizado o teste estatístico *Lilliefours*. As variáveis analisadas que obtiveram distribuição normal dos dados foram a velocidade de saída e o ângulo de saída. Distribuição não normal foram encontradas para o ângulo de chegada, altura de saída e altura máxima da bola durante sua trajetória. As variáveis com distribuição normal são apresentadas pelas médias e desvios padrão das variáveis não normais

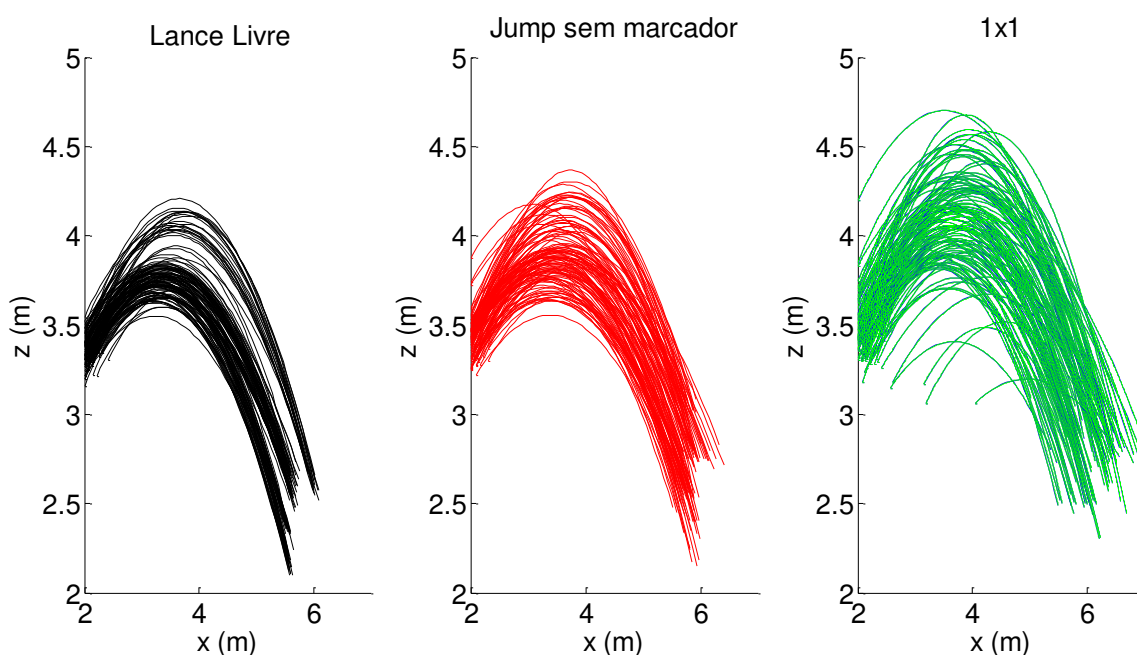
pela mediana. Após a verificação da normalidade foi utilizada a análise de variância (*Anova one way* para os dados paramétricos e o teste *Kruskalwallis* para os dados não paramétricos), ambos com  $p < 0,05$ . Com estes testes foram verificadas as diferenças significativas das variáveis obtidas entre as três condições de arremesso e na comparação entre arremessos certos e errados. A obtenção das variáveis e as análises estatísticas foram realizadas em ambiente Matlab®.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste Capítulo, são apresentados os resultados das variáveis obtidas e as discussões das comparações entre as três condições de arremesso realizadas nesta pesquisa; entre as estaturas dos jogadores e do aproveitamento positivo ou negativo dos arremessos.

### 5.1 Trajetórias da bola em cada condição

A seguir, apresentamos a Figura 5 com três gráficos da coordenada  $z$  (vertical) em função da coordenada  $x$  (direção do arremesso) das trajetórias da bola de todos os arremessos em cada uma das condições. Para isso, a cada curva da trajetória foi ajustado um polinômio, como descrito na metodologia, que permitiu interpolar os dados das coordenadas e obter cada uma delas em função do ciclo do arremesso. Os gráficos permitem uma visão lateral da movimentação da bola.



**Figura 5:** Gráficos da vista lateral das trajetórias da bola, sendo em preto para a condição de Lances Livres, em vermelho para os arremessos com jump e em verde para a condição

1x1.

A figura 5 mostra diferenças que devem ser testadas e discutidas. Inicialmente, podemos observar que os conjuntos de arremessos da condição lance livre e *jump* sem marcador apresentam variabilidades semelhantes nas variáveis altura de saída e altura máxima atingida pela bola durante sua trajetória, porém, a condição lance livre mostrou-se mais estável na altura de saída da bola, onde três grupos distintos são observados e que podem corresponder à estatura e/ou estratégia utilizada pelos atletas durante a execução dos arremessos. Para a condição 1x1, foram encontradas grandes variabilidades para a altura máxima, altura de saída da bola, e posição de saída que corresponde à posição no instante em que o jogador arremessa a bola. Isto pode ocorrer em função da presença da marcação adversária que criou dificuldades efetivas para a realização do arremesso, conforme foi solicitado, e semelhante ao que acontece no jogo. Os trabalhos encontrados na literatura que avaliaram arremessos com a presença de marcador (Rojas et al 2000; Solana et al, 2009), não descrevem a intensidade desta marcação, podendo não representar condições realmente diferentes da condição de arremesso *jump* sem marcador.

## 5.2 Variáveis cinemáticas da trajetória da bola: análises por condição de arremesso

Na Tabela 3 são apresentados os valores das medianas para as variáveis altura de saída da bola da mão do arremessador ( $h_s$ ), ângulo de chegada da bola à cesta ( $\beta$ ) e altura máxima atingida pela bola durante a trajetória do arremesso ( $h_{max}$ ), e médias para ângulo de saída da bola da mão do arremessador ( $\alpha_s$ ) e velocidade de saída da bola das mãos do arremessador ( $v_s$ ), em função das características de normalidade dos dados, e respectivos desvios-padrão em cada uma das condições, lances livres, *jump* sem marcador e 1x1, bem como as diferenças significativas encontradas entre estas condições.

**Tabela 3:** Médias ou medianas e desvios-padrão dos ângulos de saída da bola ( $\alpha_s$ ), alturas de saída da bola ( $h_s$ ), velocidades de saída da bola ( $v_s$ ), ângulos de chegada à cesta ( $\beta$ ), alturas máximas alcançadas durante a trajetória ( $h_{max}$ ) de todos arremessos e em cada uma das condições estudadas.

| Variáveis               | Todos os Arremessos | Lances Livres       | Jump sem marcador    | 1x1                  |
|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| $\alpha_s$ ( $^\circ$ ) | 47,4 $\pm$ 4,4      | 48,2 $\pm$ 3,4 *    | 46,0 $\pm$ 4,0 \$,#  | 48,1 $\pm$ 5,2 \$    |
| $h_s$ (m/s)             | 2,63 $\pm$ 0,30     | 2,43 $\pm$ 0,36 *,# | 2,68 $\pm$ 0,22 \$,# | 2,78 $\pm$ 0,20 \$,* |
| $v_s$ (m)               | 6,8 $\pm$ 0,3       | 6,7 $\pm$ 0,2 *,#   | 6,8 $\pm$ 0,2 \$     | 6,8 $\pm$ 0,4 \$     |
| $\beta$ ( $^\circ$ )    | 36,2 $\pm$ 6,0      | 34,1 $\pm$ 4,4 #    | 34,6 $\pm$ 5,6 #     | 39,9 $\pm$ 6,0 \$,*  |
| $h_{max}$ (m)           | 3,94 $\pm$ 0,23     | 3,8 $\pm$ 0,1 *,#   | 3,9 $\pm$ 0,2 \$,#   | 4,1 $\pm$ 0,3 \$,*   |

**Legenda:** Diferenças significativas encontradas foram apontadas da seguinte forma: \$ aponta diferença significativa em relação aos lances livres; \* diferença significativa em relação aos *Jump* sem marcador; e # diferença significativa em relação às situações 1x1, com  $p < 0,05$ .

As três condições apresentaram diferenças entre si. As variáveis altura de saída  $h_s$  e altura máxima  $h_m$  apresentaram diferenças entre as três condições e com valores crescentes do lance livre para o arremesso *jump* sem marcador e para o 1x1, no mesmo sentido que cresce a complexidade das condições de arremesso. Além disso, o arremesso *jump* sem marcador apresenta ângulo de saída menor que no lance livre e ângulo de chegada menor que no 1x1. Todas as variáveis apontaram diferenças significativas entre lance livre e 1x1, sendo os valores para o lance livre todos menores que na condição 1x1, exceto no ângulo de saída que é maior. Podemos afirmar que a condição do arremesso determina diferentes trajetórias da bola em direção à cesta, dadas pelas variáveis de saída e chegada, e que pode modificar a técnica de arremesso para as diferentes condições.

O resultado médio encontrado dos ângulos de saída da bola para os arremessos de lances livres (48,5 $^\circ$ ) foram diferentes dos valores encontrados no estudo realizado por Miller e Bartlett (1996), na distancia do lances livre (52 $^\circ$  a 54 $^\circ$ ), e diferentes, também, da afirmação feita por Knudson (1993) em sua revisão de literatura, sugerindo que 52 $^\circ$  no ângulo de saída da bola pode aumentar a eficiência destes arremessos. Porém, os valores aqui encontrados nos arremessos *jump* sem marcador (46,0 $^\circ$ ) e na condição 1x1 (48,1 $^\circ$ ) foram significativamente maiores que os valores encontrados por Rojas et al. (2000), de 44,7 $^\circ$  e 47,0 $^\circ$ , respectivamente para arremessos *jump* sem e com marcador, mas apresentaram o mesmo comportamento crescente.

Para a variável altura de saída da bola das mãos do arremessador os dados médios encontrados nesta pesquisa para os lances livres (2,43 m) foram próximos aos encontrados por Miller e Bartlett (1996), com média de 2,44 m. Já na comparação com os dados encontrados por Rojas et al. (2000), os valores de  $h_s$  neste trabalho foram menores para as condições *Jump* com e sem a presença do marcador adversário, em relação aos dados encontrados pelos autores (2,85 m, sem a presença do adversário e 2,88 m, com a presença do adversário). Porém, Rojas et al. (2000) não encontraram diferenças significativas, diferentemente do que foi encontrado em nosso trabalho. É importante ressaltar que Rojas et al. (2000), que trabalharam com jogadores profissionais da liga Espanhola, não descrevem as orientações dadas ao marcador, sabendo que a condição 1x1 aqui usada foi efetiva quanto a modificação das condições de arremesso, pois o marcador foi orientado a tentar impedir o arremesso. Podemos supor que no trabalho citado tal fato não tenha ocorrido, justificando a diferença nos achados dos dois trabalhos nesta variável.

Os resultados encontrados para velocidade de saída da bola foram semelhantes em relação aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010), que em sua pesquisa com atletas de nível escolar arremessando da linha do lance livre sem presença de marcadores adversários, encontraram valores entre 6,67 e 6,68 m/s. Valores menores de velocidade de saída foram apresentados por Miller e Bartlett (1996), que investigaram as velocidades de saída em diferentes distâncias à cesta, sendo de 6,27 m/s para armadores, 6,28 m/s para alas e 6,41 m/s para pivôs, na distância do lance livre. Estes valores são próximos aos encontrados por Rojas et al. (2000), de 6,30 m/s no arremesso sem a presença do marcador e 6,36 m/s com a presença dos marcadores. Já os resultados encontrados por Solana et al. (2009), foram de 7,80 m/s e 7,93 m/s, respectivamente para arremessos sem e com a presença de adversário, na distância dos 3 pontos. Sabemos que a frequência de filmagem, os erros de medição e a suavização são determinantes neste caso, e podemos supor que a precisão na escolha do instante de saída da bola pode interferir de forma significativa nos resultados, sendo que não há informações metodológicas disponíveis nos artigos citados que permitam fazer essa avaliação. Por outro lado, pelos valores mostrados por Solana et al. (2009), é claro que a velocidade de saída aumenta em função das distâncias à cesta.

### 5.3 Análise das variáveis cinemáticas entre os arremessadores

Para verificar se os arremessadores apresentam diferenças nas técnicas de arremesso e as relações com os resultados encontrados na literatura, optamos pela comparação de cada uma das variáveis obtidas, utilizando todos os arremessos realizados, e uma análise utilizando as estaturas como fator independente. A tabela 4 mostra as diferenças encontradas entre os arremessadores participantes desta pesquisa.

**Tabela 4:** Diferenças significativas jogador x jogador das variáveis ângulos de saída da bola ( $\alpha_s$ ), alturas de saída da bola ( $h_s$ ), velocidades de saída da bola ( $v_s$ ), ângulos de chegada à cesta ( $\beta$ ), alturas máximas alcançadas durante a trajetória ( $h_{max}$ ), de todos jogadores.

| Variáveis               | Diferenças estatísticas intra jogadores |
|-------------------------|-----------------------------------------|
| $\alpha_s$ ( $^\circ$ ) | j1, j3 < j2, j4, j5 < j6                |
| $v_s$ (m/s)             | j2, j3 < j1, j4, j5, j6                 |
| $h_s$ (m)               | j6 < j4 < j3 < j5 < j1 < j2             |
| $h_{max}$ (m)           | j1, j3, j6 < j4, j2 < j5                |
| $\beta$ ( $^\circ$ )    | j1, j3, j4 < j2, j5, j6                 |

**Legenda:** variável  $\alpha_s$ : j1 não foi diferente de j3, que foram diferentes de j2, j4 e j5 que não foram diferentes entre si, e j6 diferente de todos;  $v_s$ : j2 não foi diferente de j3 e foram diferentes de j1, j4, j5 e j6 não foram diferentes entre si; na variável  $h_s$ : todos os jogadores foram diferentes entre si;  $h_{max}$ : J1, j3, j6 não foram diferentes entre si mas diferentes de j4 e j2 que não foram diferentes entre si e j5 foi diferente de todos os jogadores;  $\beta$ : j1, j3, j4 não foram diferentes entre si e diferentes de j2, j5 e j6.

As comparações estatísticas das variáveis obtidas analisadas, em função do arremessador mostram que todas as variáveis apresentam diferenças entre arremessadores, portanto, ocorreu grande variabilidade entre os jogadores, considerando todos os arremessos, indicando que não foi possível verificar nenhum padrão entre eles. Contudo, há arremessadores que apresentam diferenças em todas as variáveis, como J6 em relação ao J2 e J3, e o J3 com o J4. Quando relacionamos com as estaturas dos jogadores, podemos ressaltar que os arremessadores mais altos apresentam o menor ângulo de saída e o arremessador mais baixo o maior. Este comportamento é inverso do resultado encontrado para a altura de saída, sugerindo que são variáveis inversamente proporcionais, isto é, a baixa estatura pode determinar uma altura de saída menor, e que parece ser compensada por maior ângulo de saída. Contudo, há grande diferença entre os dois arremessadores de maior estatura quanto a esta variável, mostrando que há variações individuais quanto à técnica de arremesso, que podem ser vistas nas variáveis de saída da bola.

Podemos encontrar relações entre os resultados da velocidade de saída da bola dos três atletas com as maiores estaturas que foram de 6,8 m/s, 6,5 m/s e 6,9 m/s, com os resultados apresentados por Knudson (1993), em sua revisão de literatura, onde a velocidade adequada para a boa performance no arremesso *jump* deve ser de 6,9 m/s. Porém, foram diferentes das velocidades propostas por Hamilton e Reinschmidt (1997), de 7,22 m/s até 7,60 m/s, obtidas por simulações matemáticas da trajetória do arremesso. Os valores de velocidade aqui encontrados foram maiores em relação aos encontrados por Miller e Bartlett (1996), no qual as estaturas dos armadores (1,71 m) são próximas aos jogadores J6 e J3, a estatura dos alas (1,86 m), são próximas a dos jogadores J4 e J5, e a estatura dos pivôs (1,91m), próximas dos jogadores J1 e J2. Se considerarmos todos os jogadores do nosso trabalho, os valores foram menores (6,23 m/s), aos encontrados na pesquisa de Miller e Bartlett (1996).

Os valores médios encontrados das velocidades de saída para os jogadores J1 e J2 foram menores do que na pesquisa realizada por Rojas et al. (2000), onde os jogadores profissionais da liga espanhola apresentaram estatura média de 1,90 m. Os autores encontraram velocidades médias de saída da bola de 6,30 m/s e 6,36 m/s, para os arremessos sem e com a presença do adversário. Já os valores médios (6,67 m/s), encontrados na pesquisa realizada por Mullineaux e Uhl (2010), para jogadores de nível escolar, foram próximos aos aqui encontrados, porém, vale ressaltar que estes valores médios foram obtidos de arremessos de homens e mulheres de estaturas variadas.

Para a variável ângulo de saída da bola, os valores encontrados para o jogador J6, foi próximo aos resultados médios (50°) a (52°) encontrados por Knudson (1993); Miller e Bartlett (1996); Mullineaux e Uhl (2010); Solana et al., (2009) e Okazaki et al. (2015). Já os valores encontrados para os jogadores J4 e J5, foram próximos aos encontrados por Rojas et al (2000), para os arremessos com a presença do adversário (44°), diferentemente dos jogadores J1, J2 e J3, que tiveram resultados próximos aos arremessos analisados pelos autores sem a presença do adversário (47°).

Na variável altura de saída da bola, os valores encontrados para o jogador J6xx foram próximos aos valores médios (2,40 m) encontrados por Mullineaux e Uhl e Uhl (2010) e por Miller e Bartlett (1996) para os armadores e alas.

Já os jogadores J1, J2 e J5xx, foram próximos aos valores médios (2,80 m e 2,85 m) encontrados por Rojas et al. (2000). De acordo com os resultados médios encontrados para as variáveis altura máxima da bola durante sua trajetória e o ângulo de chegada da bola à cesta, podemos afirmar que o jogador J6 obteve valores próximos aos jogadores de maior estatura, demonstrando que este jogador arremessou a bola mais para o alto como estratégia pessoal de arremesso. Já os jogadores J1, J2 e J5, atingiram os maiores valores na variável altura máxima.

### 5.5 Análise das variáveis cinemáticas entre os arremessos certos e errados

Apresentamos a tabela 5, a seguir, referente ao percentual de acerto dos jogadores a fim de analisarmos as variáveis cinemáticas da bola nos arremessos convertidos e não convertidos. Em seguida, a tabela 6 das variáveis cinemáticas separadas por condição de arremesso que foram proposta nesta pesquisa. Na Tabela 5 estão o número de arremessos convertidos, o número de arremessos realizados e as eficiências em porcentagens, para todas as condições separadamente.

**Tabela 5:** Descrição do número de arremessos convertidos e tentados e as respectivas eficiências de cada arremessador em cada condição.

|              | <b>Lance livre</b> | <b>Jump sem<br/>marcador</b> | <b>1x1</b>   | <b>Total</b>  |
|--------------|--------------------|------------------------------|--------------|---------------|
| <b>J1</b>    | 7/20 35.0%         | 8/20 40.0%                   | 14/19 73.7%  | 29/59 49.2%   |
| <b>J2</b>    | 19/20 95.0%        | 13/20 65.0%                  | 12/19 63.2%  | 44/59 74.6%   |
| <b>J3</b>    | 14/20 70.0%        | 7/20 35.0%                   | 6/20 30.0%   | 27/60 45.0%   |
| <b>J4</b>    | 16/20 80.0%        | 11/20 55.0%                  | 6/20 30.0%   | 33/60 55.0%   |
| <b>J5</b>    | 14/20 70.0%        | 11/20 55.0%                  | 6/20 30.0%   | 31/60 51.7%   |
| <b>J6</b>    | 9/20 45.0%         | 15/20 75.0%                  | 9/20 45.0%   | 33/60 55.0%   |
| <b>Total</b> | 79/120 65.8%       | 75/120 62.5%                 | 55/118 46.6% | 209/358 58.4% |

Podemos observar a menor variabilidade do J2, em relação aos demais atletas analisados, e que este jogador foi o que obteve maior eficiência de acerto nos arremessos em todas as condições analisadas nesta pesquisa. Podemos também supor que sua maior experiência no Basquetebol em relação aos demais, tenha sido um fator para obter os melhores resultados dentre todos os jogadores participantes. Foram testadas estatisticamente a relação do aproveitamento dos arremessos pela estatura dos jogadores e não foram encontradas diferenças



significativas nesta pesquisa, ou seja, a estatura não foi um fator que fosse determinante para o sucesso do arremesso, mesmo porque a amostra é pequena.

Ao analisarmos as eficiências dos arremessos, verificamos que diferenças significativas foram encontradas entre as condições. Na condição lance livre o aproveitamento positivo foi maior em relação as demais condições analisadas, e foi significativamente diferente das demais quanto as variáveis de saída, por conta do controle das ações de movimento do arremesso e da estabilidade durante a ação que a condição oferece, pois são realizados sem pressão e sem o salto. Excessão feita para o J6 que não conseguiu atingir resultados satisfatórios para esta condição. Já na condição *jump* sem marcador ocorreu um decréscimo no percentual de acertos de todos os jogadores, exceto novamente para o J6, que conseguiu resultados melhores do que os obtidos na condição lance livre. Já na condição 1x1 a presença do marcador contribuiu significativamente para o aumento dos erros cometidos por todos os jogadores, exceto J1 e J2, que conseguiram aproveitamento melhor que os demais, onde podemos supor que, por serem os jogadores de estatura maior, sobressairam perante a marcação adversária. Foram testados estatisticamente os conjuntos de arremessos convertidos e não convertidos, ambos tiveram distribuição normal, portanto, foram utilizadas as médias e desvios padrão de cada variável analisada.

A seguir apresentamos a tabela 6, referente as médias e desvios padrão das variáveis de saída e chegada da bola à cesta de todos os arremessos convertidos e não convertidos, separadamente.

**Tabela 6:** Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas de todos os arremessos, separados entre convertidos e não convertidos.

| Variáveis               | Certos          | Errados           |
|-------------------------|-----------------|-------------------|
| $\alpha_s$ ( $^\circ$ ) | $47,9 \pm 3,8$  | $46,7 \pm 4,9$ *  |
| $h_s$ (m/s)             | $2,63 \pm 0,25$ | $2,68 \pm 0,19$ * |
| $v_s$ (m)               | $6,7 \pm 0,3$   | $6,8 \pm 0,3$ *   |
| $\beta$ ( $^\circ$ )    | $36,5 \pm 5,3$  | $35,7 \pm 6,6$    |
| $h_{max}$ (m)           | $3,92 \pm 0,22$ | $3,95 \pm 0,25$   |

**Legenda:** Diferenças significativas encontradas foram apontadas da seguinte forma: \* aponta diferença significativa em relação aos arremessos convertidos e não convertidos, com  $p < 0,05$ .

Ao analisarmos separadamente os arremessos convertidos e não convertidos dos participantes desta pesquisa, encontramos diferenças significativas nas variáveis de saída da bola. Nesta pesquisa, verificamos que as variáveis de saída influenciaram na eficiência do arremesso, onde, a velocidade e altura de saída

tendem a ser menores e o ângulo de saída tende a ser maior para os arremessos convertidos em relação aos arremessos não convertidos.

Para a variável ângulo de saída da bola, os valores encontrados por Solana et al.(2009), que foram de 50,6° e 52,7° para os arremessos convertidos e não convertidos na distância de três pontos sem a presença do adversário, e 53,0° e 58,4° para os arremessos convertidos e não convertidos da mesma distância com a presença do adversário. Nesta pesquisa, diferentemente do que foi encontrado pelos autores, a média dos ângulo dos arremessos convertidos foi maior em relação aos arremessos não convertidos. Os valores encontrados nos arremessos convertidos 47,9° foram menores dos que os encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) de 49.9°, porém, vale salientar que os autores selecionaram apenas três arremessos convertidos da linha do lance livre, sem a presença do adversário, para encontrar variáveis de saída ideais. Para esta variável, quanto maior o ângulo maior a possibilidade de acerto do arremesso.

Os resultados encontrados para a variável altura de saída da bola foram maiores em relação aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) de 2,41 m, para os arremessos certos na distância do lance livre.

Na variável velocidade de saída da bola, encontramos valores menores em relação aos encontrados por Solana et al. (2009), em sua pesquisa com atletas femininos de nível escolar, que foram de 7,7 m/s e 7,9 m/s, respectivamente para os arremessos convertidos e não convertidos sem a presença do adversário; de 7,9 m/s e 8,1 m/s para os arremessos convertidos e não convertidos com a presença do adversário. Os valores médios encontrados nos arremessos convertidos 6,7 m/s foram próximos aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) que foi de 6,67 m/s, porém vale salientar que os autores selecionaram apenas três arremessos certos da linha do lance livre para encontrar uma velocidade ideal para arremessos certos. As variáveis altura máxima e ângulo de chegada da bola à cesta não foram diferentes estatisticamente para os arremessos convertidos e não convertidos.

A seguir apresentaremos a tabela 7, com os valores médios e desvios padrão das variáveis de saída e chegada da bola, dos arremessos convertidos e não convertidos, separados por condição de arremesso.

**Tabela 7:** Médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas de todos os arremessos convertidos e não convertidos separados por condição.

| Variáveis      | Lances Livres |             | Jump sem marcador |              | 1x1         |             |
|----------------|---------------|-------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
|                | Certo         | Errado      | Certo             | Errado       | Certo       | Errado      |
| $\alpha_s$ (°) | 48,6 ± 3,1    | 47,1 ± 4,1* | 47,0 ± 3,8        | 45,0 ± 4,1\$ | 48,0 ± 4,6  | 48,2 ± 5,6  |
| $h_s$ (m/s)    | 2,49 ± 0,19   | 2,52 ± 0,18 | 2,65 ± 0,24       | 2,69 ± 0,18  | 2,81 ± 0,22 | 2,75 ± 0,17 |
| $v_s$ (m)      | 6,6 ± 0,2     | 6,7 ± 0,2   | 6,7 ± 0,2         | 6,8 ± 0,2\$  | 6,8 ± 0,3   | 6,9 ± 0,4   |
| $\beta$ (°)    | 34,8 ± 4,1    | 32,7 ± 4,8* | 35,8 ± 5,4        | 33,2 ± 5,5\$ | 40,1 ± 5,3  | 39,8 ± 6,6  |
| $h_m$ (m)      | 3,8 ± 0,1     | 3,8 ± 0,1   | 3,9 ± 0,2         | 3,9 ± 0,2    | 4,1 ± 0,2   | 4,1 ± 0,3   |

**Legenda:** Diferenças significativas encontradas foram apontadas da seguinte forma: \*aponta diferença significativa em relação aos arremessos certos e errados, com  $p < 0,05$ .

Ao analisarmos os resultados encontrados para as condições de arremesso separadamente, encontramos diferenças significativas nas condições lance livre e *jump* sem marcador para as variáveis ângulo de saída e chegada da bola à cesta.

Podemos supor que quanto maior o ângulo de saída, maior será o ângulo de chegada da bola à cesta nos arremessos convertidos, e isto pode estar relacionada a uma estratégia específica desses arremessos sem a presença de marcação adversária, e que com o aumento do ângulo de saída da bola, a mesma chega à cesta mais próximo da vertical, aumentando relativamente o diâmetro do aro. Comportamento diferente ocorre quando a bola sai com ângulo baixo das mãos dos arremessadores, chegando à cesta mais distante da vertical, aumentando a probabilidade dela tocar o aro. Para a condição *jump* sem marcador, foram encontradas diferenças significativas para a variável velocidade de saída da bola, onde, o aumento da velocidade foi um fator que contribuiu para a eficiência dos arremessos. Na condição 1x1, não encontramos diferenças significativas entre arremessos convertidos e não convertidos, que nos mostra a grande variabilidade de estratégias utilizadas, tanto para os arremessos convertidos e não convertidos e, com isso, mostra a importância da investigação do comportamento dos segmentos corporais a fim de entender as estratégias utilizadas para esta condição.

Os resultados encontrados dos ângulos de saída foram menores aos encontrados por Solana et al.(2009), que foram de 50,6° e 52,7° para os arremessos convertidos e não convertidos na distância de três pontos, com e sem a presença presença do adversário foi de 53,0° e 58,4°, respectivamente.

Em nossa pesquisa na condição 1x1, diferentemente do que foi encontrado pelos autores, não foram encontradas diferenças significativas entre os arremessos convertidos e não convertidos. Como já foi comentado, a marcação proposta pelos autores foi possivelmente realizada de forma diferente, apenas um bloqueio na visão do arremessador. Já na condição lance livre os valores encontrados nesta pesquisa  $48,6^\circ$ , foram próximos aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) que foram de  $49,9^\circ$ , para os arremessos convertidos.

Para a variável altura de saída da bola, os valores encontrados nesta pesquisa foram maiores dos que foram encontrados por Mullineaux e Uhl (2010), que foram de 2,41 m, diferença esta por conta da variabilidade de arremessadores participantes na pesquisa dos autores, que apresentaram médias de estatura entre 1,66 m e 1,91 m. Na variável velocidade de saída da bola, os valores foram menores em relação aos que foram encontrados por Solana et al. (2009), que foram de 7,7 m/s e 7,9 m/s para os arremessos convertidos e não convertidos sem a presença do adversário, e 7,9 m/s e 8,1 m/s para arremessos na linha dos três pontos.

Ressaltamos que, assim como na pesquisa acima citada, os arremessadores participantes nesta pesquisa apresentaram velocidades de saída menores nos arremessos convertidos em relação aos arremessos não convertidos, onde podemos supor que esta pode ser uma estratégia para que os arremessadores tenham sucesso na execução. Os valores de velocidade encontrados na condição lance livre 6,6 m/s foram iguais aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010), que foi de 6,6 m/s, sugerindo a velocidade ideal para o aproveitamento positivo dos arremessos da linha do lance livre.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as análises apresentadas nesta pesquisa, podemos destacar algumas conclusões. Podemos afirmar que as condições de arremesso, lance livre, *jump* sem marcador e 1x1, apresentam diferentes trajetórias da bola à cesta. Cada situação está cercada de várias condições diferentes que modificam o vetor velocidade de saída da bola. Podemos concluir que as dificuldades na realização do arremesso é crescente da condição de lance livre para o *jump* sem marcador e para a condição 1x1, aumentando a variabilidade das variáveis de saída da bola e diminuindo a eficiência.

Para os arremessos convertidos e não convertidos, quando analisamos todos os arremessos, podemos concluir que a trajetória da bola à cesta, que é dada pelo vetor velocidade de saída da bola, descrito pelas variáveis de saída, são determinantes para o sucesso do arremesso, sendo que, os arremessos convertidos obtiveram valores significativamente maiores em relação aos arremessos não convertidos, nas variáveis velocidade e ângulo de saída e valor menor, não significativo, para a variável altura de saída.

Ao analisarmos os arremessos convertidos e não convertidos, nas condições separadamente, podemos concluir que na condição lance livre a variável ângulo de saída está relacionado diretamente com a variável ângulo de chegada, ou seja, há um aumento proporcional entre as duas variáveis. Isto ocorre também na condição *jump* sem marcador, porém, para esta condição, a velocidade de saída da bola é menor para os arremessos convertidos.

Já na condição 1x1, não foram encontradas diferenças entre arremessos convertidos e não convertidos em nenhuma das variáveis. Concluimos que, para esta condição, os atletas adotaram estratégias particulares para a execução dos arremessos e que a presença da marcação efetiva do adversário mostrou-se suficiente para que houvesse grande variabilidade entre os arremessos e, com isso, não apresentando um padrão específico para os arremessos convertidos, na presença do adversário.

Em relação a estatura dos jogadores, podemos concluir que há uma relação entre a variável e a altura e ângulo de saída da bola, quanto menor estatura, menor a altura de saída e maior o ângulo de saída da bola das mãos desses arremessadores.

Quando analisamos as condições de arremesso pelas variáveis de chegada e saída, os resultados mostraram que a presença do adversário foi um fator determinante, já que em todos arremessos foram modificadas as variáveis de saída significativamente, e que as médias e medianas para a condição 1x1 foram maiores em relação as demais condições. Porém, quando analisamos separadamente a condição 1x1, não foram encontradas diferenças significativas entre os arremessos convertidos e não convertidos, em nenhuma das variáveis analisadas. Podemos concluir que a presença da marcação adversária efetiva leva os arremessadores utilizarem estratégias diversas sem um padrão específico.

Por fim, concluímos que as variáveis de saída da bola, apresentam um padrão particular para os arremessos convertidos nas condições de Lance Livre e *Jump* sem o marcador, onde o arremessador pode aumentar a probabilidade de sucesso do arremesso diante de valores específicos a serem atingidos durante a trajetória da bola, diferentemente da condição 1x1, que mostrou-se instável em todas as variáveis de saída e chegada da bola, porém, análises do comportamento dos segmentos corporais dos arremessadores com a presença da marcação efetiva adversária.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Almeida, MB. Basquetebol iniciação. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.

Amadio AC; Serrão JC. Metodologia biomecânica para o estudo das forças internas ao aparelho locomotor: importância e aplicações no movimento humano. In: Amadio AC, Barbanti VJ (Orgs.). A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares. São Paulo: Estação Liberdade, 2000. p.45-70.

Barros RML, Brenzikofer R, Leite NJ, Figueroa PJ. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, p.79-86, 1999.

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, v. 74, n. 3, p. 257-269, 2003.

Dapena J. The Pattern of Human Speed During a Hammer Throw and Influence of Gravity on its Fluctuations. Journal of Biomechanics, v17(8), 147-158, 1984.

Elliott B. A kinematic comparison of the male and female two-point and three-point jump shots in basketball. Australian Journal of Science and Medicine in Sport. 1992;24(4):111-8.

Ferreira, H.B. Pedagogia do Esporte: iniciação ao treinamento em Basquetebol. Guanabara Koogan, 2009.

FERREIRA, A.E.J.; ROSE JUNIOR, D. Basquetebol: técnicas e táticas. Uma abordagem didático-pedagógica. 3 ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2010.

Figueroa PJ, Leite NJ, Barros RML. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. Computer Methods and Programs in Biology, 72, 155–165 (2003).

Hamilton GR, Reinschmidt C. Optimal trajectory for basketball free throw. *J Sport Sci.* 1997;15:491–504.

Hudson JL. Prediction of basketball skill using biomechanical variables. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, v. 56, n. 2, p. 115-121, 1985.

Knudson D. Biomechanics of the basketball jump shot: six key points. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, v. 64, p. 67-73, 1993.

Miller S, Bartlett R. The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences.* 1996;14(3):243-53.

Mullineaux DR, Uhl TL. Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws, *Journal of Sports Sciences*, 2010.

Okazaki VHA, Rodacki ALF, Sarraf TA, Dezan VH, Okazaki FH. Diagnóstico da Especificidade Técnica dos Jogadores de Basquetebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 12, n. 4, p. 19-24, 2004.

Okazaki VHA, Oliveira GO, Ferreira Júnior R, Rodacki ALF. Coordenação do arremesso de jump no basquetebol de crianças. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, v. 76, n. 2, p. 523-526, 2006a.

Okazaki VHA, Rodacki ALF, Dezan VH, Sarraf TA. Coordenação do arremesso de jump no Basquetebol de crianças e adultos. *Revista Brasileira de Biomecânica*, 2006b.

Okazaki VHA, Rodacki ALF, Okazaki FHA. Biomecânica do arremesso de jump no basquetebol. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, (2007). 11(105), 1 –13.

Okazaki, V.H.A., Okazaki, F.H.A., & Kopp, N. Temporal organization of arm movements in accurate throws. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, (2008a). 78, 625-626.



Okazaki VHA, Lamas, Rodacki ALF, Okazaki FHA. Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2012;11(2):231-7.

Okazaki VHA, Lamas, Rodacki ALF, Okazaki FHA. Efeito da distância sobre o arremesso no basquetebol desempenhado por crianças. *Revista Motricidade* 9(2). 2013.

Okazaki VHA, Lamas, Rodacki ALF, Satern M. A review on the basketball jump shot. *Sports Biomech*. 2015 Jun;14(2):190-205. doi: 10.1080/14763141.2015.

Paes RR, Montagner PC, Ferreira HB. *Pedagogia do Esporte: iniciação ao treinamento em Basquetebol*. Guanabara Koogan, 2009.

Rodacki ALF, Okazaki VHA, Sarraf TA, Dezan V H. O efeito da distância sobre a coordenação do arremesso de jump no basquetebol. In: *Congresso Brasileiro De Biomecânica*, João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2005.

Rojas FJ, Cepero M, Ona A, Gutierrez M. Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*. 2000;43(10):1651-60.

Satern, M. n. Basketball: shooting the jump shot. *Strategies Performance Excellence*, v. 3, p. 9-11, 1988.

Solana RS, Sánchez CC, Hernández MJ. Analysis of the variability of three-points throwing tasks in basketball. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2009.

Tran CM, Silverberg LM, Adcock K. Numerical Analysis of Basketball Shot, *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, Volume 125, December 2003.

Zatsiorsky VM, 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.

**Anexo 1: Parecer CENEP - Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp**

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
MÉDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DO ARREMESSO DO BASQUETEBOL

**Pesquisador:** Marcelo Francisco Rodrigues

**Área Temática:**

**Versão:** 6

**CAAE:** 19703413.8.0000.5404

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 561.179

**Data da Relatoria:** 17/03/2014

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de recurso referente ao parecer 521.056 de 17/01/2014 que não aprovou o projeto em questão em decorrência de duas pendências não respondidas.

**Objetivo da Pesquisa:**

Inalterados.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Inalterada.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

No recurso foram respondidas as duas pendências que faltavam: o termo aditivo do convênio para a temporada atual e o cronograma do projeto foi ajustado para início apenas após parecer de aprovação deste CEP.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foi apresentado recurso, termo aditivo do convênio e projeto com cronograma adequado.

**Recomendações:**

Nenhuma.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as pendências foram respondidas. O projeto é original e relevante e pode trazer benefícios

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

**Bairro:** Barão Geraldo

**CEP:** 13.083-887

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3521-8936

**Fax:** (19)3521-7187

**E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

FACULDADE DE CIENCIAS  
MEDICAS - UNICAMP  
(CAMPUS CAMPINAS)



Continuação do Parecer: 561.179

aos profissionais de basquetebol.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

CAMPINAS, 18 de Março de 2014

---

**Assinador por:**  
**Monica Jacques de Moraes**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Tessália Vieira de Camargo, 126  
**Bairro:** Barão Geraldo **CEP:** 13.083-887  
**UF:** SP **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3521-8936 **Fax:** (19)3521-7187 **E-mail:** cep@fcm.unicamp.br

**Anexo 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

(MAIOR DE 18 ANOS)

Eu, \_\_\_\_\_,

portador do RG nº \_\_\_\_\_, residente à \_\_\_\_\_ nº \_\_\_\_\_ comple-  
 mento \_\_\_\_\_ bairro \_\_\_\_\_ cidade de \_\_\_\_\_, Estado  
 \_\_\_\_\_, Telefone nº \_\_\_\_\_ declaro que aceitei participar da pesquisa intitulada  
 “Análise Tridimensional do Arremesso do Basquetebol”, A Proposta desse estudo é  
 encontrar possíveis estratégias de adaptação nas movimentações dos segmentos corporais  
 e no centro de massa do jogador, comparando arremessos em equilíbrio e desequilíbrio,  
 relacionando-os com os acertos e erros, em situações de treino e jogo, desenvolvida pelo  
 Profissional de Educação Física Marcelo Francisco Rodrigues, em uma quadra poliesportiva  
 do Ginásio AABB Associação Atlética Banco do Brasil em Limeira, SP, sob a orientação do  
 professor doutor Luciano Allegretti Mercadante.

Nesta unidade fui devidamente informado sobre os procedimentos a serem realizados e  
 estou ciente que:

1. Serão colocados 26 marcadores afixados externamente na pele de maneira não invasiva, sem efeitos colaterais, não trazendo qualquer risco para a minha integridade física;
2. Contribuirei para a coleta adequada dos meus dados, estando ciente dos trajes a serem utilizados durante a pesquisa, mesmo que segmentos corporais apresentem-se expostos;
3. Antes da realização da filmagem será feita uma avaliação antropométrica de comprimentos e circunferência dos segmentos corporais;
4. As imagens obtidas durante a coleta serão exclusivamente utilizadas para análise e tratamento dos dados, pelo próprio pesquisador com finalidade científica, sendo posteriormente eliminadas;
5. O traje para coleta de dados será a sunga, para que possam ser afixados os marcadores junto as articulações segundo modelo físico proposto;

6. A pesquisa é de caráter voluntário e poderei, a qualquer momento, retirar-me da pesquisa, sem que com isso venha me prejudicar nos demais serviços realizados na UNICAMP.

7. Receberei uma cópia deste termo de consentimento.

Limeira, SP, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

---

**Marcelo Francisco Rodrigues**

---

**Voluntário**

**Marcelo Francisco Rodrigues**

**Membro do Laboratório de Biomecânica e Instrumentação – LABIN e integrante do grupo de pesquisa de Biomecânica Aplicada ao Esporte cadastrado no CNPq.**

**Endereço: Rua Pedro Zaccaria, 1300 Jardim Santa Luiza**

**CEP: 13484350 – Limeira – SP**

**Fone: (19)37016689 (19) 99263-7752**

**Email: marcelo.edufisica@hotmail.com**

**Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante**

**FCA UNICAMP - Professor do Curso de Ciencia do Esporte**

**R. Pedro Zaccaria, 1300 – Jd. Santa Luiza – Limeira/SP - CEP 13.484-350**

**Telefones: (19)3701-6713 FAX: (019) 37016680**

**Email:luciano.mercadante@fca.com.br**

**Anexo 3:** *Artigo submetido à publicação na Revista Brasileira de Medicina Esportiva.*

**Artigo Original: ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS EM DIFERENTES  
CONDIÇÕES DE ARREMESSO NO BASQUETEBOL**

**ANALYSIS OF THE PATH OF THE BALL IN THREE DIFFERENT CONDITIONS  
SHOTS IN BASKETBALL**

Marcelo Francisco Rodrigues: LABIN - FCA - UNICAMP, Educação Física, Rua  
Washington Luis, 804, Aguaí, São Paulo-Brasil

(19)99263-7752, marcelo.edufisica@hotmail.com.

Lucas Antônio Monezi : LABIN - FCA - UNICAMP, Ciências do Esporte, Limeira, São  
Paulo-Brasil.

Vitor Hugo Silva Costa : LABIN - FCA - UNICAMP, Ciências do Esporte, Limeira,  
São Paulo-Brasil.

Milton Shoiti Misuta : LABIN - FCA - UNICAMP, Educação Física, Limeira, São  
Paulo-Brasil.

Luciano Allegretti Mercadante : LABIN - FCA - UNICAMP, Educação Física, Limeira,  
São Paulo-Brasil.

**RESUMO:** O arremesso no Basquetebol é o fundamento responsável pela aquisição dos pontos no jogo, e o bom aproveitamento desse fundamento determina as equipes vencedoras das equipes perdedoras. Algumas ferramentas foram desenvolvidas para de análises desse fundamento, destacamos a cinemetria que investiga as variáveis cinemáticas através de imagens de vídeo. Participaram desta pesquisa seis atletas masculinos com médias de massa corporal de  $83,8 \pm 15,2$  kg e de estatura de  $1,84 \pm 0,11$  m, pertencentes a equipe universitária que disputa campeonatos e ligas. Foram registrados 360 arremessos, sendo 20 arremessos de cada atleta em três condições diferentes, que foram elas: lance livre, *jump* sem a presença do adversário e *jump* com a presença do adversário. Todos arremessos foram filmados por duas câmeras JVC (modelo GZ-HD620BU), e analisadas a 60 Hz. A sincronização e calibração das câmeras, a medição da trajetória da bola e sua reconstrução 3D foram realizadas no Sistema DVideo (FIGUEIROA et. al., 2003). Foram analisadas as variáveis cinemáticas de saída da bola: ângulo, velocidade e altura de saída da bola, a altura máxima da bola atingida durante sua trajetória e o ângulo de chegada da bola à cesta. Foram encontradas diferenças significativas nas três condições analisadas para as alturas de saída da bola e altura máxima da bola e foram encontrada também diferenças entre todas as variáveis nas condições *jump* sem e com marcador, indicando que a presença do adversário é m fator determinante para modificação das estratégias de arremesso dos atletas participantes dessa pesquisa.

**Palavras-chave:** basquetebol; arremesso; variáveis cinemáticas.

## ABSTRACT

The ball shoot in Basketball is a basic technique responsible for points acquisition during a game and, a good percentage of shoots made will determine the winner team. Some methodologies were developed in order to analyze this basic technique. Among these methodologies, there is the cinemetry, which consist on an analysis of kinematic variables through video images. The subjects who have participated in the study were six male athletes with a body mass mean of  $83.8 \pm 15.2$  Kg and a height mean of  $1.84 \pm 0.11$  m, belonging to a college team that disputes college championships and leagues. There were recorded 360 shots, being 20 shots for each player in three different situations: free-throw, jump shoot without opposite defense and jump shoot in a 1x1 situation. All the shoots were filmed using two video cameras JVC (GZ-HD620BU), and analyzed at 60Hz. The camera's synchronization and calibration, as well the ball's trajectory and its 3D reconstruction were made using the DVideo System (FIGUEROA et al., 2003). The cinematic variables consider for analyses were ball's release angle, ball's release velocity, ball's release height, maximum height of ball's trajectory and the ball's arrival angle. We found significant differences among three situations analyzed for the ball's release height and maximum height in ball's trajectory. There was also found significant differences in all kinematic variables between jump without opposite defense and 1x1 situations, indicating that the presence of opponent is a determinant factor on the change of shoot's strategy adopted by the player studied.

**Keywords:** Shoot, Situations, Kinematic

## INTRODUÇÃO

O arremesso é o fundamento no Basquetebol, responsável pela aquisição dos pontos e, através da eficiência relativa deste fundamento, uma equipe alcança a



vitória dentro do jogo. Devido a importância deste fundamento para a dinâmica do jogo, estudo realizado por Okazaki et al. (2004), analisou 33 jogos oficiais do Campeonato Brasileiro, da Liga Norte Americana de Basquetebol, da Liga Européia de Basquetebol e do Campeonato Mundial de Seleções, mostrou que o arremesso *jump* (69,7%) e a bandeja (16,7%), foram as técnicas de arremesso mais utilizadas durante todos os campeonatos estudados. Ainda nesta mesma linha Rojas et al., (2000), destacaram também que a técnica de arremesso *jump*, foi a mais utilizada na Liga Espanhola de Basquetebol (ACB), constatando que 41% dos arremessos realizados por todas as equipes foram realizados utilizando a técnica *jump*.

A trajetória da bola no arremesso depende de dois fatores: do vetor velocidade da bola no instante da saída das mãos do arremessador e da força de resistência do ar, que nos arremessos do basquetebol é desprezível em função do peso da bola (Dapena, 1984). O vetor velocidade de saída da bola das mãos do arremessador pode ser descrito por três variáveis, chamadas variáveis de saída, que são a altura de saída da bola, o ângulo entre esse vetor velocidade e a horizontal, chamado de ângulo de saída, e o módulo desse vetor, que corresponde à velocidade escalar, chamado de velocidade de saída da bola. Neste sentido, Miller e Bartlett (1996), apontam que o aproveitamento no arremesso *jump* está relacionado a estas variáveis de saída da bola, e que alguns fatores devem ser considerados, como a altura do salto e a altura do arremessador, que podem modificar a altura de saída da bola; e a distância do arremesso em relação à cesta, que determina o aumento da componente horizontal da velocidade de saída da bola.

Investigações utilizando as variáveis de saída da bola no arremesso do basquetebol foram realizadas com diferentes objetivos. Estudo com simulação da trajetória ótima da bola a cesta para obter sucesso foi realizado por Hamilton e Reinschmidt (1997)

descreveram o ângulo entre o vetor velocidade da bola na chegada à cesta e a horizontal, apontando que este está relacionado à altura máxima alcançada pela bola na trajetória e à eficiência do arremesso, além de outras variáveis cinemáticas, como as variáveis de saída. Miller e Bartlett (1996) e Okazaki et al. (2012), verificaram a influência da distância em relação à cesta nas variáveis de saída do arremesso *jump*, enquanto as diferenças entre arremessos certos e errados foram estudadas por Solana et al. (2009), nos arremessos de três pontos e por Mullineaux e Uhl (2010), nos lances livres. Já Rojas et al. (2000) e Solana et al. (2009), verificaram a influência da presença do adversário nas variáveis de saída da bola, porém, não reproduziram a marcação efetiva realizada no jogo, pois a marcação foi utilizada apenas como um impedimento do campo visual do arremessador. Não foram encontradas comparações entre diferentes condições do arremesso no basquetebol, sendo elas o arremesso de lance livre, onde o jogador está equilibrado e não realiza salto, o arremesso *jump* sem a presença da marcação e o arremesso *jump* na condição 1 x 1, onde a marcação seja efetiva e reproduza a situação real de jogo.

O objetivo deste estudo foi testar diferenças na trajetória da bola entre arremessos nas condições do lance livre, do arremesso *jump* sem a presença da marcação e do arremesso *jump* na condição 1 x 1, e entre arremessos certos e errados. A trajetória da bola foi descrita pelas variáveis de saída do arremesso, ângulo, altura e velocidade, pela altura máxima atingida pela bola durante a trajetória, e pelo ângulo de chegada da bola à cesta.

## MÉTODOS

Participaram desta coleta seis atletas masculinos com massa corporal média de 83,8  $\pm$  15,2 Kg e com estatura de 1,84  $\pm$  0,11 m, pertencentes a uma equipe universitária que disputa campeonatos e ligas. Cada um dos participantes realizou 20 arremessos em cada uma das condições: lance livre, *jump* sem marcador e situação de 1x1 com o marcador orientado a impedir o arremesso, numa quadra com as medidas oficiais, sendo 20 arremessos seguidos de cada condição, e a ordem das condições de arremesso foram designadas aleatoriamente. Em todas as condições, os arremessos foram realizados antes da linha de lance livre, dentro da cabeça do garrafão, de modo que as distâncias à cesta nas três condições fossem próximas, uma vez que na situação 1x1 o arremessador se movimenta para se desvencilhar do marcador. Um sétimo participante realizou a marcação de todos os arremessadores. As filmagens foram feitas por duas câmeras JVC (modelo GZ-HD620BU), com frequência de aquisição de 30 Hz com imagens entrelaçadas, que foram desentrelaçadas no Sistema DVideo (Figueroa et al., 2003; BARROS et al., 2002), obtendo sequências de imagens a 60 Hz. Para construção do volume de calibração, dez pontos no plano da quadra foram marcados no solo com coordenadas x e y conhecidas. Já na direção vertical z, um bastão telescópico de 4,5 m de altura com nove marcadores foi utilizado em cada ponto de calibração no solo, totalizando 90 pontos de calibração, e definindo o volume 3D utilizado para reconstrução da trajetória da bola. Para que fosse possível a sincronização temporal das câmeras, também realizada no Sistema DVideo, foi utilizado um quique de uma bola de basquetebol, realizado antes dos arremessos. A partir disso, foram rastreadas manualmente todas as posições da bola durante todos os arremessos, em cada sequência de imagens. O instante de saída da bola foi definido como o primeiro frame que a bola perde o contato com as mãos do arremessador. As coordenadas

x, y e z de posição da bola durante a trajetória à cesta foram ajustadas separadamente. Nas coordenadas x e y foi utilizado um polinômio do 1º grau, isto é, uma reta, pois desprezando a resistência do ar, não há forças atuando nessa direção. A coordenada z foi suavizada por um polinômio do 2º grau, por se tratar de um lançamento onde a única força significativa é a gravidade.

A altura de saída da bola da mão do arremessador ( $h_s$ ), foi obtida diretamente pela coordenada z no instante de saída da bola, uma vez que a origem do sistema de referência utilizado é no solo. A velocidade escalar de saída da bola ( $v_s$ ), foi calculada pelo módulo do vetor velocidade de saída, dado pela variação da posição 3D em função do tempo, entre o *frame* de saída da bola e o *frame* seguinte. O ângulo de saída da bola ( $\alpha_s$ ) foi calculado a partir do produto escalar entre o vetor velocidade de saída da bola e o vetor unitário que define a direção do eixo x, e que coincide com a horizontal. A altura máxima alcançada pela bola durante a trajetória ( $h_m$ ), foi obtida pelo maior valor da coordenada z, e ângulo de chegada da bola ( $\beta$ ), foi calculado de maneira similar ao ângulo de saída, no instante que a bola chega na cesta.

Para verificação da normalidade do conjunto de dados de cada variável foi utilizado o teste estatístico *Lilliefours*. As variáveis analisadas que obtiveram distribuição normal dos dados foram a velocidade de saída e ângulo de saída. Distribuição não normal foram encontradas para o ângulo de chegada, altura de saída e altura máxima da bola durante sua trajetória. As variáveis com distribuição normal são apresentadas pelas médias e as variáveis não normais pela mediana. Após a verificação da normalidade foi utilizada a análise de variância (*Anova one way* para os dados paramétricos e o teste *Kruskalwallis* para os dados não paramétricos), ambos com  $p < 0,05$ . Com estes testes foram verificadas as diferenças significativas

das variáveis obtidas entre as três condições de arremesso e na comparação entre arremessos certos e errados. A obtenção das variáveis e as análises estatísticas foram realizadas em ambiente Matlab<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela apresenta as médias e desvios padrão da altura de saída da bola ( $h_s$ ), da velocidade de saída ( $v_s$ ), do ângulo de saída ( $\alpha_s$ ), da altura máxima atingida pela bola ( $h_m$ ) e do ângulo de chegada da bola à cesta ( $\beta$ ), para todos os arremessos e em cada uma das condições.

Tabela 1 aqui...

As três condições apresentaram diferenças entre si. As variáveis altura de saída  $h_s$  e altura máxima  $h_m$  apresentaram diferenças entre as três condições e com valores crescentes do lance livre para o arremesso *jump* sem marcador e para o 1x1, no mesmo sentido que cresce a complexidade das condições de arremesso. Além disso, o arremesso *jump* sem marcador apresenta ângulo de saída menor que no lance livre e ângulo de chegada menor que no 1x1. Todas as variáveis apontaram diferenças significativas entre lance livre e 1x1, sendo os valores para o lance livre todos menores que na condição 1x1, exceto no ângulo de saída que é maior. Podemos afirmar que a condição do arremesso determina diferentes trajetórias da bola em direção às cestas, dadas pelas variáveis de saída e chegada, e que pode modificar a técnica de arremesso para as diferentes condições.

O resultado médio encontrado dos ângulos de saída da bola para os arremessos de lances livres ( $48,5^\circ$ ), foram diferentes dos valores encontrados no estudo realizado por Miller e Bartlett (1996), na distância de 4,57 m, que corresponde aos lances livres ( $52^\circ$  a  $54^\circ$ ), e diferentes, também, da afirmação feita por Knudson (1993) em

sua revisão de literatura, sugerindo que 52° no ângulo de saída da bola aumenta a eficiência destes arremessos. Porém, os valores encontrados nos arremessos *jump* sem marcador (46,0°) e na condição 1x1 (48,1°) foram significativamente maiores que os valores encontrados por Rojas et al. (2000), de 44,7° e 47,0°, respectivamente para arremessos *jump* sem e com marcador, mas apresentaram o mesmo comportamento crescente.

Para a variável altura de saída da bola das mãos do arremessador os dados médios encontrados nesta pesquisa para os lances livres (2,43 m) foram próximos aos encontrados por Miller e Bartlett (1996), com média de 2,44 m. Já na comparação com os dados encontrados por Rojas et al. (2000), os valores de  $h_s$  neste trabalho foram menores para as condições *Jump* com e sem a presença do marcador adversário, em relação aos dados encontrados pelos autores (2,85 m, sem a presença do adversário e 2,88 m, com a presença do adversário). Porém, Rojas et al. (2000) não encontraram diferença significativa elas, diferentemente do que foi encontrado em nosso trabalho. É importante ressaltar que Rojas et al. (2000), não descreve as orientações dadas ao marcador, sabendo que a condição 1x1 aqui usada foi efetiva quanto a modificação das condições de arremesso. Podemos supor que no trabalho citado tal fato não tenha ocorrido, justificando a diferença nos achados dos dois trabalhos nesta variável.

Os resultados encontrados para velocidade de saída da bola, foram semelhantes em relação aos encontrados por Millenux e Uhl (2010), que em sua pesquisa com atletas experientes arremessando da linha do lance livre sem presença de marcadores adversários, foram entre 6,67 e 6,68 m/s. Valores menores de velocidade de saída foram apresentados por Miller e Bartlett (1996), que investigaram as velocidade em diferentes distancias encontrando valores de 6,27

m/s para armadores, 6,28 m/s para alas e 6,41 m/s para pivôs, na distância do lance livre. Estes valores são próximos aos encontrados por Rojas et al. (2000), de 6,30 m/s, no arremesso sem a presença do marcador e 6,36 m/s, para os arremessos com a presença dos marcadores. Já os resultados encontrados por Solana et al. (2009), foram de 7,80 m/s e 7,93 m/s, respectivamente para arremessos sem e com a presença de adversário, também na distância dos arremessos de 3 pontos. Podemos supor que a precisão da escolha do instante de saída da bola pode interferir de forma significativa nos resultados, e não há informações metodológicas disponíveis nos artigos citados que permitam fazer essa avaliação. Por outro lado, pelos valores mostrados por Solana et al. (2009), é claro que a velocidade de saída aumenta em função das distâncias à cesta.

A seguir apresentaremos a tabela 2 referente as médias e desvios padrão das variáveis de saída e chegada da bola à cesta de todos os arremessos certos e errados separadamente.

Tabela 2 aqui...

Para a variável ângulo de saída da bola, os valores encontrados por Solana et al.(2009), que foram de 50,6° e 52,7° para os arremessos certos e errados na distância de três pontos sem a presença do adversário e 53,0° e 58,4° para os arremessos certos e errados da mesma distância com a presença do adversário, nesta pesquisa, diferentemente do que foi encontrado pelos autores, a média dos ângulo certos foi maior em relação aos arremessos errados. Os valores encontrados nos arremessos certos foram menores dos que encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) de 49.9°, porém vale salientar que os autores selecionaram apenas três arremessos certos da linha do lance livre sem a presença do adversário para

encontrar variáveis de saída ideais para o arremesso certo. Para esta variável, quanto maior o ângulo maior a possibilidade de acerto do arremesso.

Os resultados encontrados para a variável altura de saída da bola, foram maiores em relação aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) de 2,41 m, para os arremessos certos na distância do lance livre. De acordo com os valores médios encontrados para altura de saída da bola dos jogadores participantes desta pesquisa, podemos supor que quanto maior a altura de saída da bola, menor o aproveitamento.

Na variável velocidade de saída da bola, encontramos valores menores em relação aos encontrados por Solana et al. (2009), que foram de 7,7 m/s e 7,9 para os arremessos certos e errados sem a presença do adversário, 7,9 m/s e 8,1 m/s para os arremessos certos e errados com a presença do adversário. Os valores encontrados nos arremessos certos foram próximos aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) que foi de 6,67 m/s, porém vale salientar que os autores selecionaram apenas três arremessos certos da linha do lance livre para encontrar uma velocidade ideal para arremessos certos. Encontramos diferenças significativas entre os arremessos certos e errados, vale a pena destacar que a velocidade de saída é preponderante na performance do arremesso, uma vez que as demais variáveis cinemáticas são derivadas do vetor velocidade, e por conta disso, se a bola for muito veloz ao sair das mãos do arremessador ela poderá passar da distância do aro, tocando a tabela e diminuindo a eficácia e consequentemente, se ela sair com uma velocidade baixa das mãos do arremessador, ela não chegará ao aro.

As variáveis altura máxima e ângulo de chegada da bola à cesta, não foram diferentes estatisticamente para os arremessos certos e errados, assim, podemos afirmar que, quando analisamos separadamente os arremessos certos e errados dos



participantes desta pesquisa, as variáveis de saída influenciam diretamente na eficácia do arremesso, onde, a velocidade e altura de saída tendem a serem menores e o ângulo de saída tende a ser maior para os arremessos certos.

A seguir apresentaremos a tabela 3, com os valores médios e desvios padrão das variáveis de saída e chegada da bola, dos arremessos certos e errados, separados por condição de arremesso.

tabela 3 aqui...

Os resultados encontrados foram menores que os valores apresentados por Solana et al. (2009), que foram de 50,6° e 52,7° para os arremessos certos e errados na distância de três pontos sem a presença do adversário e 53,0° e 58,4°. Nesta pesquisa na condição 1x1, diferentemente do que foi encontrado pelos autores, não foram encontradas diferenças significativas entre os arremessos certos e errados, o diferencial para esta condição foi que a marcação proposta pelos autores, foi realizada de forma diferente sendo apenas um bloqueio na visão do arremessador, diferentemente do que foi proposta nesta pesquisa do que foi proposto nesta pesquisa, onde as situações 1x1, não seguem um padrão específico, devido a isso não encontramos diferenças significativas entre os arremessos certos e errados. Já na condição lance livre os valores encontrados nesta pesquisa, foram próximos aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010) que foram de 49.9°, para os arremessos certos da linha do lance livre.

Para a variável altura de saída da bola, os valores encontrados nesta pesquisa foram maiores dos que foram encontrados por Mullineaux e Uhl (2010), que foram de 2,41 m, diferença esta por conta da variabilidade de arremessadores participantes na pesquisa dos autores, onde participaram arremessadoras com

médias de 1,66m e arremessadores com médias de altura de 1,91 m. Na variável velocidade de saída da bola, os valores foram menores em relação aos que foram encontrados por Solana et al. (2009), que foram de 7,7 m/s e 7,9 para os arremessos certos e errados sem a presença do adversário, 7,9 m/s e 8,1 m/s para arremessos na linha dos três pontos. Ressaltamos que assim como na pesquisa citada, os arremessadores participantes desta pesquisa, tiveram velocidades menores nos arremessos certos em relação aos arremessos errados, onde podemos supor que esta pode ser uma estratégia para que os arremessadores tenham sucesso na execução dos arremessos. Os valores encontrados na condição lance livre foram semelhantes aos encontrados por Mullineaux e Uhl (2010), que foi de 6,6 m/s, referente a velocidade ideal para o aproveitamento positivo dos arremessos da linha do lance livre. Ao analisarmos os resultados encontrados para as condições de arremesso separadamente, encontramos diferenças significativas nas condições lance livre e *jump* sem marcador para as variáveis ângulo de saída e chegada da bola à cesta, podemos supor que quanto maior o ângulo de saída, maior será o ângulo de chegada da bola à cesta nos arremessos certos, e isto pode estar relacionada a uma estratégia específica desses arremessos sem a presença de marcação adversária, e que com o aumento do ângulo de saída da bola, a mesma chega mais na vertical na cesta, aumentando o diâmetro do aro, diferentemente quando a bola sai com ângulo menor das mãos do arremessadores, chegando mais na diagonal na cesta, aumentando a probabilidade dela tocar o aro ou a tabela. Para a condição *jump* sem marcador, foram encontradas diferenças significativas para a variável velocidade de saída da bola, onde, o aumento da velocidade foi um fator que contribuiu para a eficácia dos arremessos. Observamos que na condição 1x1, não encontramos diferenças significativas entre certos e errados, que nos mostra a

grande variabilidade de estratégias utilizadas tanto para os arremessos certos e errados, onde não identificamos padrões de arremesso nessa condição e com isso mostra a importância da investigação do comportamento dos segmentos corporais afim de entender as estratégias utilizadas para esta condição.

## **CONCLUSÃO**

Ao discutirmos o ângulo de saída da bola das mãos do arremessador, há um aumento significativo durante a presença do marcador, pois, quando o arremessador sofre a pressão da marcação arremessa a bola com ângulo de saída maior, em relação às outras condições e com isso podemos entender os valores encontrados para altura máxima atingida da bola que mostraram-se também significativamente maiores na presença do adversário, assim como os valores encontrados para a variável ângulo de chegada da bola na cesta demonstrando que estas opções são adotadas como estratégia por parte do arremessador. Na variável velocidade de saída da bola das mãos do arremessador, o aumento significativo para a condição com a presença do adversário, ou seja, o arremessador aumenta a velocidade de soltura da bola como forma de se antecipar a chegada das mãos do marcador adversário. Os dados encontrados nesta pesquisa, mostraram que o arremessador também busca aumentar a altura de soltura da bola na presença do marcador adversário, atingindo assim, uma posição mais alta e favorável para lançar a bola em direção a cesta.

Portanto, podemos concluir a partir dos resultados encontrados nesta pesquisa, que, o arremesso quando feito com a presença do marcador tem particularidades bem específicas, onde, o arremessador busca aumentar a altura de soltura da bola,

velocidade de saída da bola e ângulo de saída da bola como forma de antecipação a presença do marcador e que o arremesso com a presença do adversário atinge uma altura maior em detrimento das demais condições analisadas, sendo esta outra estratégia de arremessar "mais para cima" a bola, uma estratégia para desvencilhar-se da marcação adversária.

As variáveis de saída da bola são determinantes para o sucesso do arremesso, para que ele seja satisfatório, os ângulos, velocidade e altura de saída da bola devem ser elevados.

Ao analisarmos as condições separadamente, podemos concluir que quanto maior o ângulo de saída, maior será o ângulo de chegada da bola à cesta para as condições lance livre e *jump* sem marcador.

Isso modifica-se quando analisamos a condição 1x1, não foram encontradas diferenças significativa em nenhuma das variáveis analisadas nos arremessos certos e errados, porém, observamos uma grande variabilidade dos resultados, onde, podemos concluir que a presença da marcação adversária efetiva, leva os arremessadores utilizarem estratégias diversas sem um padrão específico, e com isso, análises do comportamento dos segmentos corporais dos arremessadores com a presença da marcação efetiva adversária.

Porém, estudos são necessários para que possamos entender quais os padrões de movimento dos segmentos corporais do arremessador nas condições propostas neste trabalho, pois, fica evidente que o fator marcação proporciona aos arremessadores padrões diferentes, do que são realizados equilibradamente, contrapondo o que é preconizado na hora da aprendizagem do arremesso.

## **AGRADECIMENTOS**

A FCA-UNICAMP campus de Limeira, pelo apoio ao trabalho realizado, em especial ao orientador que proporcionou todas as condições necessárias para realização de todo processo deste estudo. Aos membros do Laboratório de Biomecânica e Instrumentação da FCA-UNICAMP de Limeira, pois sem a dedicação de todos, não seria possível a realização de todo estudo.

## **REFERÊNCIAS**

- Barros R. M. L, et al. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, 1999.
- Dapena J. The Pattern of Human Speed During a Hammer Throw and Influence of Gravity on its Fluctuations. Journal of Biomechanics, v17(8), 147-158, 1984.
- Knudson D. Biomechanics of the basketball jump shot: six key points. Journal of Physical Education, Recreation, and Dance, v. 64, p. 67-73, 1993.
- Hamilton GR, Reinschmidt C. Optimal trajectory for basketball free throw. J Sport Sci. 1997;15:491–504.
- Miller, S. A.; Bartlett, R. M. The Relationship Between Basketball Shooting Kinematics, Distance and Playing Position. Journal of Sports Sciences, 1996.
- Mullineaux, D. R.; Uhl, T. L. Coordination-variability and kinematics of misses versus swishes of basketball free throws, Journal of Sports Sciences, 2010.
- 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, 2004.

Okazaki, V. H. A.; Rodacki, A. L. F.; dezan, V. H.; Sarraf, T. A. Coordenação do arremesso de jump no basquetebol de crianças e adultos. *Revista Brasileira de Biomecânica*, 2006.

Paes, R.R.; Montagner, P.C. e Ferreira, H.B. *Pedagogia do Esporte: iniciação ao treinamento em Basquetebol*. Guanabara Koogan, 2009.

Rojas, F. J.; Cepero, M.; Ona, A. e Gutierrez, M.; Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent, *Ergonomics*, VOL. 43, NO. 10, 1651-1660, 2000.

Solana, R.S; Sánchez, C.C; e Hernández, M. J; Analysis of the variability of three-points throwing tasks in basketball. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2009.

| Variáveis                 | Todos os Arremessos | Lances Livres          | Jump sem marcador       | 1x1                    |
|---------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| $h_s$ (m/s)               | $2,63 \pm 0,30$     | $2,43 \pm 0,36^{*,\#}$ | $2,68 \pm 0,22^{\$,\#}$ | $2,78 \pm 0,20^{\$,*}$ |
| $v_s$ (m)                 | $6,8 \pm 0,3$       | $6,7 \pm 0,2^{*,\#}$   | $6,8 \pm 0,2^{\$}$      | $6,8 \pm 0,4^{\$}$     |
| $\alpha_s$ ( $^{\circ}$ ) | $47,4 \pm 4,4$      | $48,2 \pm 3,4^*$       | $46,0 \pm 4,0^{\$,\#}$  | $48,1 \pm 5,2^{\$}$    |
| $h_m$ (m)                 | $3,94 \pm 0,23$     | $3,8 \pm 0,1^{*,\#}$   | $3,9 \pm 0,2^{\$,\#}$   | $4,1 \pm 0,3^{\$,*}$   |
| $\beta$ ( $^{\circ}$ )    | $36,2 \pm 6,0$      | $34,1 \pm 4,4^{\#}$    | $34,6 \pm 5,6^{\#}$     | $39,9 \pm 6,0^{\$,*}$  |

**Tabela 1:** Médias e desvios-padrão da altura de saída da bola ( $h_s$ ), da velocidade de saída da bola ( $v_s$ ), do ângulo de saída da bola ( $\alpha_s$ ), da altura máxima durante a trajetória ( $h_m$ ) e do ângulo de chegada à cesta ( $\beta$ ), de todos arremessos e em cada situação.  $^{\$}$  aponta diferença significativa em relação aos lances livres;  $^*$  diferença significativa em relação aos *Jump* sem marcador; e  $^{\#}$  diferença significativa em relação às situações 1x1, com  $p < 0,05$ .

| <b>Variáveis</b>      | <b>Certos</b>   | <b>Errados</b>    |
|-----------------------|-----------------|-------------------|
| $\alpha_s (^{\circ})$ | $47,9 \pm 3,8$  | $46,7 \pm 4,9 *$  |
| $h_s$ (m/s)           | $2,63 \pm 0,25$ | $2,68 \pm 0,19 *$ |
| $v_s$ (m)             | $6,7 \pm 0,3$   | $6,8 \pm 0,3 *$   |
| $\beta (^{\circ})$    | $36,5 \pm 5,3$  | $35,7 \pm 6,6$    |
| $h_m$ (m)             | $3,92 \pm 0,22$ | $3,95 \pm 0,25$   |

**Tabela 2:** Médias e desvios padrão da altura de saída da bola ( $h_s$ ), da velocidade de saída da bola ( $v_s$ ), do ângulo de saída da bola ( $\alpha_s$ ), da altura máxima durante a trajetória ( $h_m$ ) e do ângulo de chegada à cesta ( $\beta$ ), para os arremessos certos e errados. \* aponta diferença significativa com  $p < 0,05$ .



| Variáveis      | Lances Livres |             | Jump sem marcador |              | 1x1         |             |
|----------------|---------------|-------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
|                | Certo         | Errado      | Certo             | Errado       | Certo       | Errado      |
| $\alpha_s$ (°) | 48,6 ± 3,1    | 47,1 ± 4,1* | 47,0 ± 3,8        | 45,0 ± 4,1\$ | 48,0 ± 4,6  | 48,2 ± 5,6  |
| $h_s$ (m/s)    | 2,49 ± 0,19   | 2,52 ± 0,18 | 2,65 ± 0,24       | 2,69 ± 0,18  | 2,81 ± 0,22 | 2,75 ± 0,17 |
| $v_s$ (m)      | 6,6 ± 0,2     | 6,7 ± 0,2   | 6,7 ± 0,2         | 6,8 ± 0,2\$  | 6,8 ± 0,3   | 6,9 ± 0,4   |
| $\beta$ (°)    | 34,8 ± 4,1    | 32,7 ± 4,8* | 35,8 ± 5,4        | 33,2 ± 5,5\$ | 40,1 ± 5,3  | 39,8 ± 6,6  |
| $h_m$ (m)      | 3,8 ± 0,1     | 3,8 ± 0,1   | 3,9 ± 0,2         | 3,9 ± 0,2    | 4,1 ± 0,2   | 4,1 ± 0,3   |

**Tabela 3:** com as médias e desvios padrão das variáveis cinemáticas de todos os arremessos certos e errados separados por condição.