



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

André Filipe Gomes Caseiro

**ANÁLISE CINEMÁTICA DO LANÇAMENTO EM
SUSPENSÃO DO BASQUETEBOL EM FUNÇÃO DA
DISTÂNCIA AO CESTO: COMPARAÇÃO ENTRE JOGADORES
EXPERIENTES E NÃO EXPERIENTES.**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Biocinética, orientada pela Professora
Doutora Beatriz Branquinho Gomes e pela Professora Doutora Ana Maria
Medeiros Abreu Faro, e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e
Educação Física da Universidade de Coimbra.**

Outubro de 2020

André Filipe Gomes Caseiro

**Análise cinemática do lançamento em suspensão do basquetebol em
função da distância ao cesto: comparação entre jogadores experientes e
não experientes.**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências do Desporto e
Educação Física da Universidade de
Coimbra com vista à obtenção do grau de
mestre em Biocinética.

Sob a orientação da Professora Doutora
Beatriz Branquinho Gomes e coorientação
da Professora Doutora Ana Maria
Medeiros Abreu Faro

Coimbra, outubro de 2020

Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou exclui.
Sê todo em cada coisa. Põe quanto és
No mínimo que fazes.
Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive.

Ricardo Reis, in "Odes"
Heterónimo de Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Doutora Beatriz Gomes e à Professora Doutora Ana Faro...

Por toda a disponibilidade e pelo indispensável apoio demonstrados desde o início desta dissertação.

Agradeço à Cíntia...

Por todo o apoio e pela partilha de conhecimento e experiência que permitiram a realização desta dissertação.

Agradeço ao Professor Diogo Martinho, ao Gonçalo e ao Tiago...

Por toda a colaboração prestada nas recolhas dos vídeos.

Agradeço a todos os jogadores que participaram neste estudo de investigação...

Pela disponibilidade e por terem permitido a realização desta dissertação.

Agradeço aos meus pais e ao meu irmão...

Por todo o apoio, paciência, e incentivo que me deram ao longo destes anos.

Agradeço à minha namorada, Rita...

Por ter estado sempre presente, por me ouvir, por me apoiar e por nunca ter duvidado das minhas capacidades.

A todos, o meu sincero obrigado!

LISTA DE ABREVIATURAS

CCI: Coeficiente Correlação Intraclasse

CM: Centro de Massa

DLT: Transformação Linear Direta (do Inglês: *Direct Linear Transformation*)

ES: Magnitude de Efeito (do Inglês: *Effect Size*)

FCDEF-UC: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

NBA: National Basketball Association

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences

RESUMO

O lançamento em suspensão é uma das técnicas de lançamento mais utilizadas pelos jogadores num jogo de basquetebol. As variáveis cinemáticas que mais influenciam o sucesso do lançamento em suspensão são a altura, a velocidade e o ângulo de saída da bola. Uma vez que estas variáveis cinemáticas são dependentes da distância de lançamento, o jogador tem de ser capaz de modificar a sua técnica em função da posição do campo em que faz o lançamento. Este estudo procura determinar as diferenças nas variáveis, altura, velocidade e ângulo de saída da bola em função do aumento da distância de lançamento. O estudo procura também perceber como jogadores de diferentes níveis de experiência resolvem tecnicamente a realização do lançamento em suspensão a diferentes distâncias do cesto.

Participaram neste estudo um total de 14 indivíduos do sexo masculino formando dois grupos, experientes (N = 9) e não experientes (N = 5). Foram analisados 3 lançamentos concretizados com sucesso de cada jogador em duas distâncias de lançamento correspondendo à linha de Lance Livre (4,23 m) e à linha dos 3-Pontos (6,75 m). A recolha dos dados foi realizada através de captação de vídeo (120 Hz) do plano sagital do lançamento. A digitalização do vídeo foi realizada no *software* Tracker e foram calculados os valores das variáveis cinemáticas estudadas.

Os resultados permitiram compreender que os jogadores experientes apresentam valores de altura de saída da bola superiores, quando comparados com os jogadores não experientes, o que lhes permite lançar a bola com um maior ângulo de saída da bola e com menor velocidade de saída da bola, realizando desta forma um lançamento com maior estabilidade. Com o aumento da distância verifica-se uma diminuição da altura e do ângulo de saída da bola, associada a um aumento da velocidade de saída da bola. Quando comparado com os não experientes, estes apresentam alterações semelhantes das variáveis cinemáticas, contudo em diferentes magnitudes. Os resultados sugerem que, relativamente às variáveis em estudo, os jogadores experientes alteraram o lançamento para acomodar a diferença de distância ao cesto, e que quando comparados com os não experientes, as diferenças sugerem que terão tendencialmente maior sucesso.

Palavras-chave: lançamento em suspensão; cinemática; basquetebol; distância de lançamento.

ABSTRACT

Basketball jump shot is the shooting technique players use the most in a game of basketball. The kinematic variables that contribute the most to the success of the jump shot are height, velocity and angle of ball release. Considering that the shooting distance has an impact on the kinematics variables, height, velocity and angle of ball release, the player needs to adjust his technique depending on where in the court he is shooting from. The objective of this study is to identify how increases in shooting distance reflect upon these kinematic variables: height, velocity and angle of ball release. This study also aims to understand how players with varying skill levels adapt their technique to perform a jump shot in different shooting distances.

The participants of this study were fourteen male subjects, divided into experienced (N = 9), and non-experienced (N = 5) players. Each subject performed three successful jump shots from the Free-throw line (4,23 m) and three successful jump shots from the Three-point line (6,75 m). The data was obtained through video recording (120Hz) of the sagittal plane of movement. Data was then exported using the Tracker software, which allowed for calculation of the kinematic variables.

The results lead us to understand that experienced players present with higher mean values of height of ball release, when compared to non-experienced players. The higher height of ball release allows for a higher angle of ball release and lower velocity of ball release and more stable shooting. An increase in shooting distance shows a decrease in release height and in angle of ball release and shows an increase in velocity of ball release. When compared with the non-experienced, they present similar changes in the kinematic variables, however in different magnitudes. The results suggest that, in relation to the variables under study, the experienced players changed the throw to accommodate the difference in distance to the basket, and that when compared to the non-experienced, the differences suggest that they will tend to be more successful.

Keywords: jump shot; kinematics; basketball; shooting distance.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	III
LISTA DE ABREVIATURAS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE GERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
3. OBJETIVOS	9
4. METODOLOGIA	10
4.1. Amostra	10
4.2. Procedimentos	10
4.3. Tratamento de Dados	12
4.4. Variáveis	14
4.5. Testes de Fiabilidade	15
4.6. Estatística	16
5. RESULTADOS	18
6. DISCUSSÃO	23
7. CONCLUSÃO	28
7.1. Limitações	29
7.2. Sugestões para Futuros Estudos	29
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	X

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representação das posições de lançamento e da localização das câmaras no processo de recolha dos vídeos.	12
Figura 2: Digitalização dos pontos marcados nas proeminências ósseas no jogador	13
Figura 3: Digitalização da bola no software Tracker.	13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Síntese de estudos de análise cinemática do lançamento em suspensão no basquetebol.....	6
Tabela 2: Valores antropométricos da amostra dividida pelo nível de experiência dos participantes (média \pm desvio padrão).	10
Tabela 3: Teste Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre dois investigadores.	15
Tabela 4: Teste Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre dois momentos de análise.	16
Tabela 5: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores experientes e não experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).....	18
Tabela 6: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).	20
Tabela 7: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores não experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).	20

1. INTRODUÇÃO

O basquetebol é um desporto jogado globalmente por milhares de atletas em que o objetivo do jogo é marcar pontos fazendo com que a bola passe pelo cesto. A técnica mais utilizada pelos atletas para alcançar este objetivo é o lançamento em suspensão (Struzik & Pietraszewski, 2014). Esta técnica de lançamento permite ao atleta lançar a bola de maiores distâncias do que outras técnicas utilizadas. Para além disso, é utilizado pelos atletas em diversas posições do campo e a diversas distâncias do cesto, principalmente na linha de 3-Pontos (Erčulj & Štrumbelj, 2015). A distância de lançamento no basquetebol tem uma grande influência na forma como os jogadores lançam em suspensão. Dependendo da distância, estes têm de lançar a bola com maior velocidade ou lançar a bola com maior ângulo de saída (Okazaki *et al.*, 2015).

Para o lançamento em suspensão ser concretizado com sucesso o jogador tem de controlar diversas variáveis. As principais variáveis cinemáticas que o jogador tem de controlar são a altura, velocidade e ângulo de saída da bola. Estas variáveis cinemáticas são as que vão ter maior impacto no sucesso de lançamento, uma vez que são as variáveis que influenciam o ângulo de entrada da bola no cesto (Miller & Bartlett, 1996, 1993; Okazaki *et al.*, 2015). A experiência e o treino do lançamento em suspensão são também fatores importantes no sucesso do lançamento, uma vez que o lançamento em suspensão é uma técnica que requer um controlo e coordenação do movimento de todos os segmentos corporais.

Este estudo pretende identificar as diferenças nas variáveis cinemáticas, altura, velocidade e ângulo de saída da bola, em função da distância ao cesto. Para além disso, este estudo procura também identificar as diferenças cinemáticas no lançamento em suspensão de jogadores experientes e jogadores não experientes de basquetebol, no sentido de determinar, de que forma um jogador experiente e um jogador não experiente controlam as diferentes variáveis cinemáticas nas diferentes distâncias de lançamento.

Para determinar as diferenças entre distâncias de lançamento e entre jogadores experientes e não experientes o estudo inicia-se com uma revisão da técnica do lançamento em suspensão e das variáveis cinemáticas que influenciam o sucesso neste lançamento, já identificadas na literatura sobre o lançamento em suspensão e sobre o basquetebol. Segue-se uma descrição da metodologia utilizada e da amostra do estudo, variáveis analisadas e materiais utilizados. De seguida são apresentados os resultados, referentes aos lançamentos de ambas as

distâncias, para os jogadores experientes e não experientes. Os resultados apresentam as diferenças entre os dois grupos de jogadores e as diferenças das variáveis nas duas distâncias de lançamento, e apresentam a correlação existente entre as variáveis cinemáticas e antropométricas dos jogadores. Finalmente é apresentada uma discussão relativamente aos resultados obtidos com o estudo e os resultados de estudos realizados por diversos autores sobre o lançamento em suspensão com o objetivo de explicar e compreender as diferenças entre o lançamento em suspensão a diferentes distâncias de lançamento, comparando também jogadores experientes e não experientes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os atletas de basquetebol têm como objetivo encestar a bola no cesto da equipa adversária. A técnica mais utilizada pelos atletas para alcançar este objetivo é o lançamento em suspensão, contabilizando 70 % dos lançamentos durante um jogo (Struzik & Pietraszewski, 2014). Existem vários fatores que influenciam a performance deste lançamento. O ângulo de saída da bola e a velocidade com que esta é projetada vão definir a trajetória da bola (Satern, 1988), assim como, a altura de saída da bola que é influenciada pela posição dos segmentos corporais, pela sua estatura e pela impulsão vertical do lançamento. Estes devem ser os fatores observados na análise do lançamento em suspensão (Okazaki *et al.*, 2015).

A técnica do lançamento em suspensão pode ser dividida em 5 fases: i) a fase de preparação, ii) a fase de elevação da bola, iii) a fase de estabilidade, iv) a fase de lançamento, e v) a fase final ou inercial (Okazaki *et al.*, 2015). Durante a fase de preparação o atleta baixa o seu centro de gravidade fletindo os membros inferiores para aquando da fase de impulsão possa utilizar a energia elástica do alongamento dos músculos que precede o movimento (ciclo muscular alongamento-encurtamento). Nesta fase o atleta distribui o seu peso pelos dois apoios. O apoio do lado da mão que faz o lançamento encontra-se ligeiramente à frente para estabilizar a cintura pélvica e a cintura escapular durante o lançamento (Knudson, 1993), e para prevenir movimentos do corpo do atleta no eixo antero-posterior. Na fase seguinte, de elevação da bola, o atleta segura a bola com a mão dominante por baixo e a outra mão na parte lateral da bola. Começa a fazer uma flexão do ombro entre os 135° e 90° e posiciona o cotovelo por baixo da bola. Estes movimentos devem ocorrer apenas no plano sagital para minimizar os erros de execução (Miller & Bartlett, 1993). Ainda nesta fase, começa também, em simultâneo, a realizar a extensão dos membros inferiores para se impulsionar na vertical. Posteriormente, o atleta estabiliza os seus segmentos corporais, aspeto fundamental para a precisão do lançamento. Esta fase exige uma hiperextensão do punho para que o atleta possa posteriormente utilizar essa energia elástica para impulsionar a bola. Na fase seguinte, de lançamento, o atleta inicia a extensão do ombro e do cotovelo e a flexão do pulso. A velocidade de extensão do cotovelo é a variável que mais influencia a velocidade de saída da bola (Button *et al.*, 2003; Miller & Bartlett, 1993). A flexão do pulso permite imprimir na bola um movimento de rotação na fase de saída, habitualmente observado em atletas experientes. O movimento de rotação da bola não apresenta consenso entre os vários investigadores. A análise de modelos matemáticos

sugere que a resistência ao ar criada pela rotação da bola diminui o ângulo de saída (Hamilton & Reinschmidt, 1997), outros investigadores afirmam que a resistência ao ar pode ser negligenciada por se tratar de um espaço fechado (Okazaki & Rodacki, 2012), e que o movimento de rotação da bola causa diminuição da velocidade da mesma, para além de criar um desvio desta caso ela bata na tabela de forma a promover o ponto (Knudson, 1993). Considerando possível vantagem associada à rotação da bola, na fase final o atleta deve continuar o movimento de flexão do pulso para criar o efeito de rotação na bola (Knudson, 1993).

O lançamento em suspensão permite ao atleta aumentar o ângulo de entrada da bola no cesto, sendo considerado por diferentes investigadores como um dos principais fatores de sucesso para o ponto (Knudson, 1993; Okazaki *et al.*, 2015). O ângulo de entrada da bola no cesto depende da trajetória desta, sendo definida, fundamentalmente, pela altura e ângulo de saída da bola (Miller & Bartlett, 1996). A velocidade de saída da bola também influencia a trajetória da bola. Velocidades de saída mais reduzidas estão relacionadas com maior precisão do movimento (Knudson, 1993), uma vez que diminuem a variabilidade do movimento e permitem ao atleta recolher mais feedback visual e proprioceptivo (Okazaki *et al.*, 2015). Para alcançar velocidades de saída mais reduzidas os atletas podem transferir para a bola um movimento rotacional através da flexão do punho (Hamilton & Reinschmidt, 1997).

O ângulo de saída da bola tem sido estudado pela comunidade científica, existindo uma grande discrepância de resultados em relação ao ângulo ideal de saída, sugerindo-se que pode variar entre os 44° e os 65° (Okazaki *et al.*, 2015). Na determinação deste intervalo angular foi incluída informação obtida através de modelos matemáticos relativos ao ângulo ideal de saída, assim como a observação de atletas masculinos com diferentes níveis de experiência. A grande amplitude deste intervalo pode estar relacionada com as diferentes alturas de saída da bola e com as possíveis distâncias ao cesto.

A altura de saída da bola é um dos principais fatores, uma vez que para alturas de saída da bola mais baixas é necessário um maior ângulo de saída e para isso a necessidade de produzir maior velocidade angular nas articulações do membro superior desses atletas (Miller & Bartlett, 1993; Okazaki *et al.*, 2015). O atleta com maior altura de saída da bola consegue obter um menor ângulo de saída da bola e assim necessita de menor velocidade na execução do lançamento (Hamilton & Reinschmidt, 1997; Miller & Bartlett, 1993). Para tal ocorrer o atleta deve realizar o lançamento quando atinge o pico de altura do seu salto, e deve alcançar este

pico no menor tempo possível (Rojas *et al.*, 2000), o que vai permitir que seja um lançamento mais estável uma vez que a velocidade vertical vai ser próxima de zero (Knudson, 1993). Alguns dos fatores que influenciam a altura de salto do atleta são a sua estatura e o comportamento dos segmentos corporais (Miller & Bartlett, 1996), sendo que o movimento de flexão do ombro durante a fase de impulsão permite ao atleta aumentar a sua altura de salto e conseqüentemente a altura de saída da bola (Knudson, 1993). Outro fator importante para a altura de saída da bola é a força de impulsão dos membros inferiores de cada atleta. A força explosiva e a potência nos membros inferiores nos atletas de basquetebol são também importantes para as mudanças de velocidade constantes, bem como para a impulsão no lançamento em suspensão (Struzik & Pietraszewski, 2014).

Fatores como a fadiga, o campo de visão, a presença de oponentes também vão influenciar a performance do lançamento, assim como o peso e a dimensão da bola, a altura do cesto e a distância ao mesmo (Okazaki *et al.*, 2015). Também a distância ao cesto influencia a precisão do lançamento, sendo que estudos têm mostrado que quanto maior a distância menor a performance do lançamento (Okazaki *et al.*, 2015). Aumentar a distância de lançamento vai fazer com que o ângulo de saída seja menor e o atleta tem que compensar esta alteração imprimindo maior velocidade à bola para que consiga chegar mais longe (Miller & Bartlett, 1993).

Os estudos de análise cinemática do lançamento em suspensão têm-se centrado na observação do atleta a executar o lançamento em suspensão (Ferreira *et al.*, 1997; Gorshahri & Khazaeli, 2018; Miller & Bartlett, 1996, 1993; Okazaki & Rodacki, 2012; Podmenik *et al.*, 2015; Rojas *et al.*, 2000). A tabela 1 apresenta uma síntese das metodologias e dos resultados obtidos por estes autores. Os mesmos estudaram as diferenças cinemáticas que ocorrem quando o lançamento é realizado com diferentes distâncias de lançamento à tabela.

Tabela 1: Síntese de estudos de análise cinemática do lançamento em suspensão no basquetebol.

Autor (Ano)	Amostra	Metodologia	Principais Resultados/Conclusões
Miller & Bartlett (1993)	Atletas das equipas dos quartos de final do XVI Jogos Universitários de Sheffield	Os atletas lançaram a bola de 3 distâncias; 3,66 m, entre 3,66 m e 5,49 m e a uma distância superior a 5,49 m.	Com o aumento da distância aumentou a velocidade de saída da bola, assim como aumentou o ângulo de saída da bola. Com o aumento da distância aumentou também a velocidade do centro de massa no momento da saída.
Miller & Bartlett (1996)	N = 15 atletas de equipas universitárias (5 bases; 5 postes; 5 centros)	Todos os atletas lançaram de três distâncias: 2,74 m; 4,57 m; 6,40 m. O lançamento em suspensão foi realizado por todos os participantes.	O aumento da velocidade de saída associado ao aumento da distância foi devido ao ângulo de flexão do ombro e extensão do cotovelo. Com o aumento da distância os atletas mostraram maior deslocação horizontal do centro de massa. Os atletas mais baixos (base) mostraram mais alterações cinemáticas nos lançamentos.
Ferreira, Fernandes & Abrantes (1997)	N = 10 Idade 14 anos com uma estatura $162,1 \pm 10,9$ cm e massa corporal $53,4 \pm 10,9$ kg.	Cada atleta lançou uma bola com as dimensões da NBA, 613 g e 76,5 cm de perímetro e outra bola com 608 g e 74 cm de perímetro, a dois cestos de alturas diferentes. 3,05 m (a altura regulamentada) e um cesto com 2,80 m.	A adaptação à altura do cesto fez com que os atletas desta idade realizassem o lançamento com maior velocidade de saída e também com uma técnica mais aproximada dos modelos ideais
Rojas et al. (2000)	N = 10. Idade $23,36 \pm 2,87$ anos; estatura 195 ± 9 cm; massa corporal $90,43 \pm 12,40$ kg	O atleta deslocou-se do centro da área, recebeu a bola em passe a 2 m de distância do cesto. Por baixo do cesto existia um opositor que começava a defender assim que a bola era passada.	O atleta quando se encontrava com um oponente lançava a bola com maior ângulo, no entanto a altura de lançamento era menor assim como o seu centro de gravidade.
Okazaki & Rodacki (2012)	N = 10 Idade 25 ± 2 anos, estatura 184 ± 7 cm, massa corporal $86,8 \pm 12$ kg e com 12 ± 3 anos de prática.	Os atletas lançaram a bola de forma aleatória de uma das três posições definidas: 2,8; 4,8 e 6,8 metros de distância do cesto. Apenas os lançamentos com sucesso foram analisados.	A pontaria dos lançamentos diminuiu com o aumento da distância de 59,0 % a 2,8 m para 37 % a 6,8 m de distância do cesto. A velocidade de saída aumentou com a distância.

Podmenik et al., (2015)	N= 14 Idade 15,4 ± 0,5 anos; Estatura 187,1 ± 5,6 cm; Massa corporal 74,8 ± 5,4 kg.	O atleta fez o lançamento de uma distância de 3,75 m (1°); 5,25 m (2°) e 6,75 m (3°), sendo esta a marca limite para obter os três pontos. Realizaram lançamentos com 10 segundos de intervalo até um máximo de 25 lançamentos em cada distância, com o objetivo de analisar o comportamento do atleta com a fadiga.	Com o aumento da distância o atleta teve tendência a aproximar o seu centro de gravidade em direção ao cesto, e a altura de saída da bola diminuiu também com a distância. Na posição 1 os atletas lançaram a bola após atingirem o pico do salto, na posição 2 estes momentos coincidiram e na posição 3 a bola foi lançada antes de atingir a altura máxima.
Gorshahri & Khazaeli (2018)	30 atletas de ligas Iranianas (Liga A; Liga B e Juniores) Idade média de 23,63 anos; Estatura 187,8 cm e massa corporal de 85,52 kg.	Cada atleta realizou três lançamentos na linha dos 3-Pontos, em duas posições diferentes. Numa posição frontal para a tabela a 6,75 cm e numa posição lateral à tabela, no fundo do campo a 6,60 cm de distância do cesto. Foram analisadas a velocidade, o ângulo e a altura de saída da bola e o ângulo de entrada no cesto.	Com o aumento da distância existiu um aumento do ângulo e velocidade de saída e também do ângulo de entrada. A altura de saída manteve-se semelhante nas duas posições. A antropometria dos atletas, como o comprimento do braço, o diâmetro biacromial e a sua estatura estavam positivamente relacionados com o maior ângulo com o qual a bola entra no cesto.

Com a realização destes estudos, os autores observam que com o aumento da distância é necessário aumentar a velocidade e ângulo de saída da bola (Okazaki & Rodacki, 2012) e a altura de saída da bola tende a diminuir já que o atleta não é capaz de lançar a bola no pico de altura do salto (Miller & Bartlett, 1993; Podmenik *et al.*, 2015). Com a necessidade de alterar estas variáveis os jogadores necessitam de alterar a velocidade angular dos segmentos assim como a posição de partida para o salto (Knudson, 1993). Estas alterações cinemáticas vão influenciar a estabilidade do jogador quando realiza o lançamento (Okazaki *et al.*, 2006) uma vez que o jogador para imprimir maior velocidade na bola vai necessitar de gerar maior velocidade angular nos segmentos articulares do membro superior (Miller & Bartlett, 1993). O aumento da velocidade de execução do lançamento em suspensão associado com o aumento da distância vai possivelmente aumentar a variabilidade da execução dos lançamentos (Miller & Bartlett, 1996), e conseqüentemente diminuir a taxa de sucesso dos lançamentos (Okazaki &

Rodacki, 2012). Durante o lançamento em suspensão pressupõe-se que o centro de massa (CM) não apresenta movimento horizontal, contudo com o aumento da distância os jogadores tendem a apresentar movimento horizontal do centro de massa em direção ao cesto para tentar reduzir a distância (Miller & Bartlett, 1996; Podmenik *et al.*, 2015).

Como descrito anteriormente o lançamento em suspensão é uma técnica complexa e que engloba todo o sistema articular do atleta. Um jogador experiente para conseguir ter sucesso na execução desta técnica tem de ter a capacidade de alterar o movimento e a velocidade de cada segmento para conseguir alcançar o mesmo objetivo, encestar a bola, mesmo quando as condições iniciais se alteram (Schmidt, 2012), o que se verifica nas diferentes posições de lançamento que o jogador realiza durante o jogo e aquela que os estudos reportam. Button e colaboradores (2003) observaram a variabilidade entre atletas com diferentes níveis de experiência e concluíram que os jogadores experientes apresentam menor variabilidade no movimento articular no lançamento (Button *et al.*, 2003). Contudo, com o maior nível de experiência existe um maior controlo dos segmentos para compensar as alterações da posição inicial do lançamento (Robins *et al.*, 2008) O jogadores experientes conseguem, quando comparado com atletas iniciados, compensar os erros de postura das articulações proximais com a alteração da posição das articulações mais distais (Schmidt, 2012). Estas compensações ocorrem quando as condições iniciais de lançamento se alteram. Com o aumento da distância, aumenta a variabilidade dos segmentos. Robins e colaboradores (2008) observaram este aumento da variabilidade tanto em atletas experientes como atletas iniciados. Contudo a variabilidade dos atletas iniciados é descrita como ruído neuromuscular, enquanto que os atletas experientes conseguem realizar os ajustes necessários para alcançar o sucesso do lançamento mesmo com as diferentes condições do lançamento (Robins *et al.*, 2008).

3. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é compreender as diferenças cinemáticas do lançamento em suspensão realizado a diferentes distâncias do cesto, por dois grupos com níveis de experiência diferentes. A distância ao cesto é um fator que influencia a altura, a velocidade e o ângulo de saída da bola, pelo que os jogadores necessitam de adaptar a sua técnica de lançamento considerando as diferentes distâncias a que lançam. Um lançamento realizado da linha dos 3-Pontos requer uma técnica possivelmente diferente de um lançamento na área dos dois pontos. O estudo pretende compreender de que forma os jogadores experientes e os não experientes se comportam com o aumento da distância de lançamento, bem como perceber o que distingue os dois grupos quando comparados em termos de cinemática do gesto de lançamento à mesma distância do cesto.

4. METODOLOGIA

4.1. Amostra

Participaram no presente estudo 14 indivíduos do sexo masculino formando dois grupos, experientes e não experientes (Tabela 2). O grupo de jogadores experientes (N = 9) composto por atletas federados, todos com mais de 5 anos de experiência de prática de basquetebol federado, destros e com idades superiores a 18 anos todos pertencentes à mesma equipa. O grupo não experiente (N = 5) era composto por estudantes com idade superior a 18 anos, a frequentar a Unidade Curricular Estudos Práticos III - Basquetebol da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC), já familiarizados com a prática da modalidade de basquetebol e conhecendo por isso a técnica de lançamento em suspensão.

A todos os participantes foi fornecido um consentimento informado que esclarecia acerca do objetivo do estudo e as tarefas a desempenhar pelos participantes (Anexo I). Todos participaram de livre vontade podendo desistir quando assim o desejassem. Com os valores obtidos de cada participante foi elaborado, para cada participante, um relatório com uma análise dos lançamentos concretizados com sucesso de cada distância (Anexo II).

Tabela 2: Valores antropométricos da amostra dividida pelo nível de experiência dos participantes (média \pm desvio padrão).

	N	Idade [Anos]	Estatura [cm]	Massa Corporal [Kg]	Comprimento. Membro Superior [cm]
Não Experientes	5	20,65 \pm 0,71	176,02 \pm 8,90	77,74 \pm 9,56	78,20 \pm 2,88
Experientes	9	20,68 \pm 1,74	184,17 \pm 4,87	79,50 \pm 8,70	80,97 \pm 2,41

4.2. Procedimentos

Foi realizada a análise cinemática do lançamento em suspensão no basquetebol com recurso a filmagem do plano sagital dos participantes no estudo. Cada participante foi avaliado no lançamento em suspensão de duas distâncias diferentes ao cesto, num máximo três lançamentos concretizados em cada uma das distâncias. As duas distâncias analisadas

correspondem à linha de Lance Livre e à linha dos 3-Pontos, 4,23 m e a 6,75 m de distância, respectivamente, permitindo perceber possíveis diferenças cinemáticas decorrentes do aumento da distância de lançamento. Cada participante teve até 10 tentativas para concretizar os três lançamentos em cada distância. Este número máximo de tentativas foi estabelecido com o intuito de limitar o efeito da fadiga no desempenho dos lançamentos em suspensão nas duas distâncias. Os participantes iniciaram sempre os lançamentos na linha do Lance Livre e no final dos 3 lançamentos com sucesso ou no final das 10 tentativas passavam para a distância de linha de 3-Pontos. O intervalo entre cada lançamento era o tempo necessário para o participante recuperar a bola e voltar à linha de lançamento. Uma vez na linha de lançamento era dada a indicação de que o participante podia iniciar o lançamento quando estivesse preparado para o lançamento. As 10 tentativas de lançamentos não foram suficientes para concretizar os 3 lançamentos com sucesso, especialmente para os participantes não experientes, uma vez que dos 5 participantes não experientes, que participaram no estudo apenas 3 conseguiram encestar a bola em ambas as distâncias.

Previamente à recolha de dados foram obtidos os dados antropométricos de cada participante, nomeadamente, estatura, massa corporal e comprimento do membro superior dominante. A recolha dos dados cinemáticos foi precedida por um aquecimento em que os atletas se familiarizaram com a bola e o cesto. Os materiais utilizados foram escolhidos de acordo com as regras oficiais para os jogadores sénior, ou seja, a bola utilizada nos lançamentos foi uma bola do tamanho 7 (com uma circunferência entre os 749 mm e os 780 mm e com massa de 567 g a 650 g) e o cesto com a altura de 3,05 m.

Em cada participante foram colocados oito marcadores em proeminências ósseas para permitir a sua digitalização. Estes marcadores foram colocados no lado direito (lado dominante) de cada participante no: 1) no trocânter maior do úmero para definir a articulação do ombro; 2) no epicôndilo lateral do úmero para definir a articulação cotovelo; 3) no processo estilóide da ulna para definir a articulação do punho; 4) na epífise distal do quinto metacarpo para definir o segmento mão; 5) no trocânter maior do fémur para definir a articulação coxofemoral; 6) no epicôndilo lateral do fémur para definir a articulação joelho; 7) no maléolo lateral da fíbula para definir a articulação do tornozelo, e 8) na cabeça do quinto metatarso para o segmento pé.

As referências anatómicas foram marcadas com fita de cinesiologia branca ou azul com um círculo prateado refletor com um diâmetro de 22 mm, que permitiu aumentar o

contraste e visibilidade no vídeo de forma a facilitar a sua digitalização. A câmara de vídeo encontrava-se a 5,50 m de distância do jogador, num tripé a 1,2 m de altura e perpendicular ao plano de movimento do jogador (Figura 1). O jogador realizava todas as tentativas na primeira distância (a mais próxima do cesto) e após estas passava para a segunda distância, na linha dos 3-Pontos. O vídeo foi captado com uma frequência de 120 Hz através de uma câmara Sony DSC-RX100M5A. A análise cinemática foi realizada com recurso ao *software* de digitalização de vídeo Tracker, que utiliza o algoritmo de transformação linear direta (DLT) para transformar coordenadas virtuais em coordenadas reais. Com base nessas coordenadas foi possível calcular entre outras variáveis, a velocidade, ângulo e altura de saída da bola.

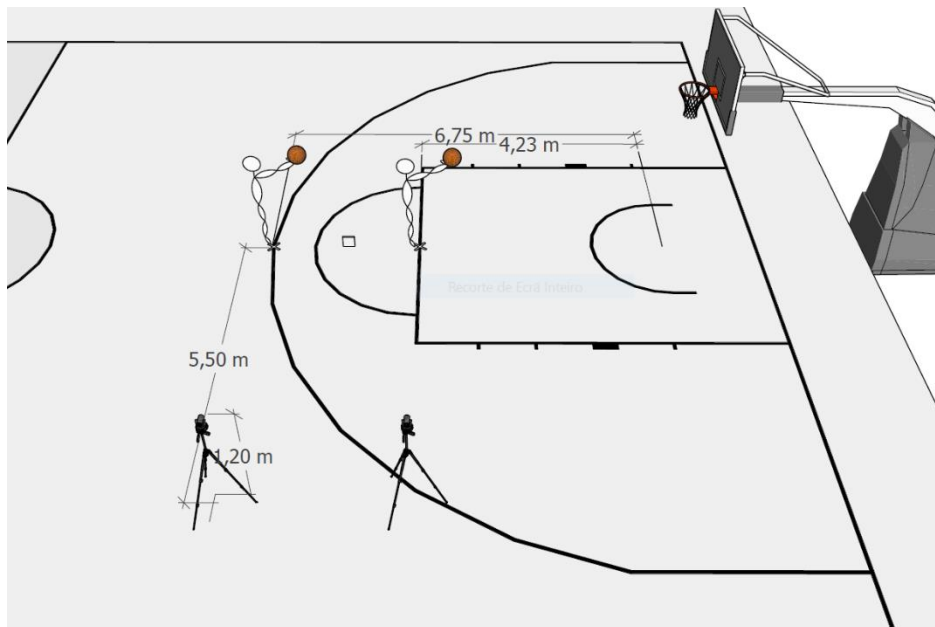


Figura 1: Representação das posições de lançamento e da localização das câmaras no processo de recolha dos vídeos.

4.3. Tratamento de Dados

A calibração da imagem vídeo para permitir transformar as coordenadas virtuais em reais foi realizada utilizando um objeto de dimensões conhecidas, que se encontrava colocado no plano de lançamento do atleta, sem que este interferisse com o lançamento. Foi também



Figura 3: Digitalização dos pontos marcados nas proeminências ósseas no jogador

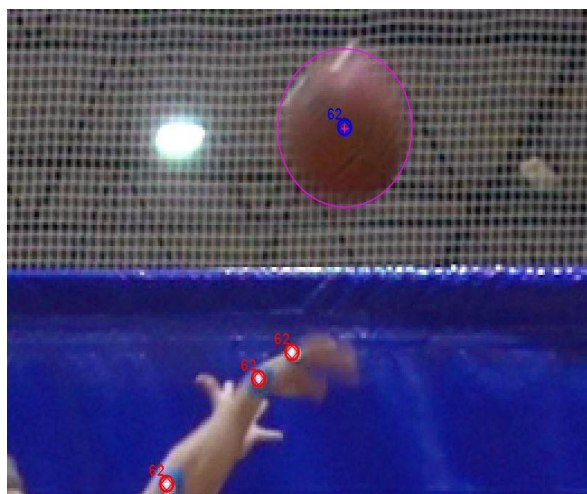


Figura 3: Digitalização da bola no software Tracker.

necessário definir o momento inicial do movimento, definido quando o jogador inicia a fase de preparação (*i.e.*, quando o jogador inicia a flexão dos membros inferiores), e o momento final, que é definido como o momento em que o atleta volta a ter contacto com o solo após o lançamento. Posteriormente foi necessário digitalizar as marcações realizadas no jogador e marcar o centro da bola (Figura 2). A marcação do centro da bola mostrou-se como o ponto crítico uma vez que os valores cinemáticos do lançamento são calculados com base na trajetória da bola. Para realizar a marcação da bola foi definido um círculo com diâmetro igual ao da bola e considerado o centro desse círculo (Figura 3). Contudo, na filmagem a 120 Hz quando a bola é projetada não é possível definir com exatidão os contornos da bola devido à velocidade de lançamento. O tratamento de dados foi previamente realizado num estudo piloto como forma de validar os procedimentos de digitalização (Anexo III). Os procedimentos de digitalização foram mantidos semelhantes ao longo do processo e realizados sempre pelo mesmo investigador.

Após o processo de digitalização, procedeu-se à reconstrução das trajetórias das marcas refletoras para a escala real (coordenadas reais), a qual foi realizada através do método designado por DLT. O método DLT é habitualmente utilizado em análise cinemática do movimento humano (Pourcelot *et al.*, 2000), já que permite a determinação de coordenadas 2D com base em coordenadas virtuais do ponto em análise.

4.4. Variáveis

A digitalização da bola permitiu calcular as variáveis cinemáticas: - velocidade de saída da bola definida como o valor de velocidade no momento imediatamente a seguir ao momento da saída da bola (último momento de contacto da mão com a bola); - a altura de saída da bola definida como a distância do centro da bola até ao solo, medida no último momento de contacto da mão do jogador com a bola; - o ângulo de saída da bola (absoluto à horizontal) foi calculado como o ângulo entre os pontos do centro da bola no momento da saída e o momento (*frame* seguinte) imediatamente após o momento de saída da bola, em relação à horizontal ao solo. As coordenadas de cada ponto foram transpostas para o *software* Excel e calculado o ângulo de saída da bola através de fórmulas trigonométricas.

O deslocamento horizontal foi calculado como o deslocamento do centro de massa desde o início do movimento até ao momento em que o jogador retorna o contacto com o solo após o lançamento, o que permite determinar a aproximação ao cesto por parte do jogador. A altura máxima de impulsão do centro de massa foi definida como a altura máxima atingida pelo centro de massa do jogador durante o lançamento. A altura do centro de massa no momento da saída foi definida como a altura ao solo apresentada pelo centro de massa no momento de saída da bola.

Foi também calculado o deslocamento horizontal da anca, definido como o deslocamento horizontal do ponto trocânter maior do fémur (articulação coxofemoral) durante o lançamento. A altura máxima de impulsão da anca foi definida como a altura máxima entre a articulação coxofemoral e o solo atingida durante o lançamento e a altura da anca no momento de saída da bola foi calculada como a distância entre a articulação coxofemoral e o solo no momento da saída.

O ângulo máximo de flexão do joelho foi calculado no *software* Traker e corresponde à medição do ângulo formado pelos pontos trocânter maior do fémur; epicôndilo lateral do fémur e o maléolo lateral da fíbula. O valor foi medido como o menor ângulo formado entre a coxa e perna no momento da preparação do lançamento.

O cálculo do centro de massa de cada atleta foi realizado através do método segmentar (Winter, 2009), onde foram introduzidas numa folha de cálculo de Excel as coordenadas de cada marcação, definido o ponto médio de cada segmento e a sua massa relativa. Este cálculo

foi realizado para cada *frame* do movimento o que permite observar o movimento do centro de massa do jogador durante o lançamento.

4.5. Testes de Fiabilidade

A análise dos lançamentos está sujeita a um grau de variância causado por parte do investigador na digitalização dos pontos e na calibração do vídeo no *software* de análise cinemática. Para verificar a consistência e a objetividade dos resultados obtidos da análise dos lançamentos foram realizados dois testes de fiabilidade de correlação intraclasse. O primeiro teste foi realizado entre dois observadores. Os vídeos analisados foram selecionados de forma aleatória tendo sido selecionados nove vídeos para teste. O protocolo utilizado para a digitalização dos pontos e cálculo de resultados foi definido conjuntamente por parte dos dois investigadores. O segundo teste foi realizado pelo mesmo observador em dois momentos distintos, com um intervalo de dois meses entre as análises, de forma a verificar a consistência dos resultados obtidos. Os resultados obtidos no teste coeficiente de correlação intraclasse (CCI) encontram-se descritos na tabela 3 e 4 e o valor de correlação é classificado segundo, Koo e Li (2016).

Tabela 3: Teste Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre dois investigadores.

	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança	
		Limite Inferior	Limite Superior
Velocidade de saída da bola [m.s ⁻¹]	0,835	0,233	0,963
Altura de saída da bola [m]	0,953	0,769	0,990
Ângulo de saída da bola [°]	0,831	0,303	0,961
Deslocamento horizontal do CM [m]	0,978	0,905	0,995
Altura de máxima impulsão do CM [m]	0,901	0,237	0,980
Ângulo de menor flexão do joelho [°]	0,964	0,845	0,992
Altura da anca no momento da saída [m]	0,915	0,641	0,981

Observando os valores médios da correlação intraclasse verificamos que a maioria dos resultados apresenta excelente confiabilidade ($CCI > 0,9$), e que a correlação intraclasse das variáveis, velocidade de saída e ângulo de saída apresenta boa confiabilidade ($CCI > 0,8$) (Tabela 3). Estes valores demonstram a consistência e objetividade dos resultados obtidos por parte dos dois investigadores.

Tabela 4: Teste Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) entre dois momentos de análise.

	Correlação Intraclasse	Intervalo de Confiança	
		Limite Inferior	Limite Superior
Velocidade de saída da bola [m.s-1]	0,989	0,951	0,997
Altura de saída da bola [m]	0,990	0,959	0,998
Ângulo de saída da bola [°]	0,898	0,528	0,977
Deslocamento horizontal do CM [m]	0,985	0,937	0,997
Altura de máxima impulsão do CM [m]	0,979	0,909	0,995
Ângulo de menor flexão do joelho [°]	0,993	0,972	0,998
Altura da anca no momento da saída [m]	0,987	0,944	0,997

A tabela 4 apresenta os resultados do teste de coeficiente de correlação intraclasse quando relacionados os resultados da avaliação do mesmo investigador em dois momentos distintos. É possível observar valores médios de correlação intraclasse de excelente confiabilidade ($CCI > 0,9$) com exceção dos resultados da variável, ângulo de saída, nos quais se verifica uma boa confiabilidade ($CCI > 0,8$). Nestes testes observam-se valores de correlação intraclasse mais elevados, o que sugere que a análise por parte do mesmo investigador apresenta valores mais consistentes em diferentes momentos de aplicação do protocolo de análise.

4.6. Estatística

Os resultados obtidos foram introduzidos numa base de dados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), onde foi inicialmente calculada a estatística descritiva de cada variável, apresentada sob a forma de valores médios e desvio padrão. A estatística descritiva das variáveis cinemáticas é apresentada em função da experiência dos jogadores e distância de lançamento. Realizou-se o teste de normalidade e de homogeneidade das variáveis e verificou-

se que as variáveis apresentavam distribuição normal. Foi realizado o teste de correlação de Pearson para calcular as correlações entre as variáveis, em função da experiência dos jogadores e da distância de lançamento. A comparação entre os lançamentos realizados na mesma distância, pelos jogadores experientes e não experientes, foi realizada através do teste T-Student (amostras independentes). Para a comparação dos lançamentos realizados a diferentes distâncias (amostras dependentes) foi considerado por indivíduo o valor médio dos três lançamentos concretizados. Foi utilizado o teste de Wilcoxon, devido à reduzida amostra de cada grupo, jogadores experientes e não experientes, para determinar possíveis diferenças cinemáticas do lançamento a diferentes distâncias. Foi também considerada a magnitude do efeito (ES) através da comparação entre as médias (d de Cohen) e os valores foram classificados segundo Sawilowsky (2009).

5. RESULTADOS

Os resultados dos lançamentos apresentados na tabela 5 representam os valores médios das variáveis cinemáticas estudadas por grupo, experiente e não experiente, e por distância de lançamento. A comparação é relativa aos dois grupos de experiência por distância ao cesto. Da análise dos resultados relativos aos lançamentos realizados na linha de Lance Livre pode verificar-se a existência de diferenças ($p < 0,05$) e uma magnitude de efeito muito grande ($d > 1,20$) entre grupos de experiência, relativamente à velocidade de saída da bola, sendo a velocidade superior no grupo não experiente. A altura da saída da bola apresenta diferenças significativas ($p < 0,05$), assim como a altura de saída do centro de massa e a altura da anca no momento de saída, quando comparados os dois grupos de experiência, com os jogadores experientes a apresentarem valores superiores. Para as restantes variáveis apresentadas na tabela 5 não se encontraram diferenças significativas para os lançamentos na linha de Lance Livre.

Tabela 5: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores experientes e não experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).

	Linha Lance Livre				Linha 3-Pontos				
	Não Experientes		ρ	ES	Não Experientes		ρ	ES	
	N	11			27	9			26
V_{bola} [m.s ⁻¹]		7,30 \pm 0,43	6,76 \pm 0,43	0,001*	1,257	8,53 \pm 0,66	8,16 \pm 0,42	0,056	0,767
H_{bola} [m]		2,36 \pm 0,13	2,45 \pm 0,09	0,026*	0,828	2,23 \pm 0,23	2,37 \pm 0,08	0,114	1,022
A_{bola} [°]		50,79 \pm 4,31	53,00 \pm 5,47	0,240	0,427	47,28 \pm 5,34	51,50 \pm 4,65	0,031*	0,874
DH_{CM} [m]		0,24 \pm 0,20	0,18 \pm 0,09	0,350	0,468	0,48 \pm 0,20	0,39 \pm 0,13	0,122	0,614
$Hmáx_{CM}$ [m]		1,32 \pm 0,05	1,33 \pm 0,07	0,544	0,219	1,30 \pm 0,11	1,37 \pm 0,07	0,082	0,959
H_{CM} [m]		1,22 \pm 0,05	1,30 \pm 0,07	0,001*	1,331	1,20 \pm 0,09	1,28 \pm 0,06	0,039*	1,127
DH_{anca} [m]		0,32 \pm 0,19	0,32 \pm 0,10	0,944	0,034	0,58 \pm 0,20	0,52 \pm 0,14	0,302	0,405
$Hmáx_{anca}$ [m]		1,16 \pm 0,07	1,19 \pm 0,08	0,192	0,476	1,16 \pm 0,13	1,23 \pm 0,07	0,139	0,818
H_{anca} [m]		1,07 \pm 0,06	1,17 \pm 0,07	0,000*	1,438	1,08 \pm 0,10	1,15 \pm 0,06	0,022*	0,927
A_{joelho} [°]		104,07 \pm 9,36	105,26 \pm 10,58	0,747	0,116	107,17 \pm 3,76	102,40 \pm 9,58	0,042*	0,558

Legenda: V_{bola} – Velocidade de saída da bola; H_{bola} – Altura de saída da bola; A_{bola} – Ângulo de saída da bola; DH_{CM} – Deslocamento horizontal do centro de massa; $Hmáx_{CM}$ – Altura máxima de impulsão do centro de massa; H_{CM} – Altura do centro de massa no momento da saída; DH_{anca} – Deslocamento horizontal da anca; $Hmáx_{anca}$ – Altura máxima da anca; H_{anca} – Altura da anca no momento da saída; A_{joelho} – Ângulo máximo de flexão do joelho; * - diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$)

Analisando os resultados na linha dos 3-Pontos (Tabela 5), observa-se um aumento da velocidade de saída da bola comparativamente ao lançamento da linha de Lance Livre, no entanto não se observam diferenças entre os dois grupos. O ângulo de saída da bola apresenta diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre o grupo experientes e o grupo não experientes, sendo que os jogadores experientes apresentam valores superiores. A altura da anca no momento de saída da bola e a altura do centro de massa no momento da saída são as variáveis que apresentam diferenças significativas entre o grupo experiente e não experiente, sendo alcançado um valor superior no grupo experiente. Relativamente à variável ângulo máximo de flexão do joelho, também se observaram diferenças significativas entre os dois grupos, sendo o grupo experiente a apresentar valores mais baixos, traduzindo-se numa maior flexão máxima do joelho na fase de preparação do lançamento. O deslocamento do centro de massa não apresenta diferenças entre os dois grupos de jogadores, contudo o deslocamento horizontal do centro de massa apresenta valores superiores nos lançamentos na linha dos 3-Pontos nos dois grupos de jogadores.

A tabela 6 apresenta os valores relativos aos lançamentos dos jogadores experientes em cada distância de lançamento. Da análise constata-se a existência de diferenças significativas em quase todas as variáveis com exceção para as variáveis, ângulo máximo de flexão do joelho, altura do centro de massa no momento da saída e altura da anca no momento da saída, que não apresentam diferenças significativas entre as duas distâncias de lançamento. Como observado anteriormente existe um aumento da velocidade de saída que apresenta uma magnitude de efeito enorme ($d > 2,00$), o mesmo se verifica para a variável deslocamento horizontal do centro de massa e para o deslocamento horizontal da anca ($d > 2,00$). A altura de máxima impulsão do centro de massa e a altura máxima da anca apresentam uma magnitude de efeito muito grande ($d > 1,20$). Estas variáveis apresentam valores significativamente superiores aos dos lançamentos da linha de Lance Livre. Já a altura de saída e o ângulo de saída da bola diminuem significativamente com o aumento da distância ao cesto.

Tabela 6: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).

	Experientes			ES	
	N = 9	Linha Lance Livre	Linha 3-Pontos		ρ
Velocidade de saída da bola [m.s-1]		6,76 \pm 0,39	8,13 \pm 0,36	0,008*	4,345
Altura de saída da bola [m]		2,45 \pm 0,09	2,37 \pm 0,08	0,015*	1,208
Ângulo de saída da bola [°]		53,16 \pm 4,73	51,23 \pm 4,25	0,028*	0,925
Deslocamento horizontal do CM [m]		0,18 \pm 0,09	0,40 \pm 0,12	0,008*	2,525
Altura máxima de impulsão do CM [m]		1,33 \pm 0,07	1,37 \pm 0,07	0,015*	1,383
Altura do CM no momento da saída [m]		1,30 \pm 0,07	1,29 \pm 0,06	0,204	0,453
Deslocamento horizontal da anca [m]		0,32 \pm 0,09	0,52 \pm 0,14	0,008*	2,617
Altura máxima da anca [m]		1,19 \pm 0,08	1,23 \pm 0,07	0,015*	1,310
Altura da anca no momento da saída [m]		1,17 \pm 0,07	1,15 \pm 0,06	0,173	0,566
Ângulo máximo de flexão do joelho [°]		105,26 \pm 10,87	102,10 \pm 9,58	0,066	0,637

A tabela 7 apresenta os valores médios dos jogadores não experientes. Os valores são referentes aos lançamentos de cada jogador nas duas distâncias. Uma vez que apenas 3 jogadores concretizaram lançamentos com sucesso em ambas as distâncias, não foi realizado nenhum teste estatístico para observar as diferenças entre as duas distâncias de lançamento para este grupo de jogadores.

Tabela 7: Resultados dos lançamentos realizados pelos jogadores não experientes nas duas distâncias analisadas e relativos às variáveis cinemáticas em estudo (média \pm desvio padrão).

	Não Experientes		
	N = 3	Linha Lance Livre	Linha 3-Pontos
Velocidade de saída da bola [m.s-1]		7,21 \pm 0,21	8,44 \pm 0,52
Altura de saída da bola [m]		2,39 \pm 0,13	2,20 \pm 0,28
Ângulo de saída da bola [°]		51,75 \pm 3,62	46,91 \pm 5,52
Deslocamento horizontal do CM [m]		0,16 \pm 0,15	0,41 \pm 0,21
Altura máxima de impulsão do CM [m]		1,30 \pm 0,06	1,29 \pm 0,13
Altura do CM no momento da saída [m]		1,22 \pm 0,06	1,19 \pm 0,12
Deslocamento horizontal da anca [m]		0,26 \pm 0,17	0,53 \pm 0,22
Altura máxima da anca [m]		1,14 \pm 0,08	1,14 \pm 0,16
Altura da anca no momento da saída [m]		1,07 \pm 0,08	1,06 \pm 0,12
Ângulo máximo de flexão do joelho [°]		106,16 \pm 7,97	107,93 \pm 3,43

Nas diferentes distâncias de lançamento verificam-se correlações entre as variáveis cinemáticas do lançamento e as variáveis antropométricas dos jogadores. Os lançamentos realizados pelos jogadores experientes apresentam correlações entre as variáveis, altura de saída da bola e a estatura ($r = 0,44, \rho < 0,01$) e apresentam correlação entre a altura de saída da bola e o comprimento do segmento superior ($r = 0,28, \rho < 0,05$). O ângulo de saída da bola apresenta correlação negativa com a estatura ($r = -0,31, \rho < 0,05$) e com o comprimento do segmento superior ($r = -0,28, \rho < 0,05$). Nos lançamentos mais próximos do cesto a velocidade de saída da bola apresenta correlação negativa com a estatura ($r = -0,39, \rho < 0,05$).

Para além das correlações entre as variáveis cinemáticas e as variáveis antropométricas os lançamentos dos jogadores experientes apresentam correlação negativa entre a velocidade de saída da bola e altura de saída da bola ($r = -0,40, \rho < 0,01$) e entre a velocidade de saída da bola e a altura da anca no momento da saída ($r = -0,36, \rho < 0,01$). A velocidade de saída da bola apresenta correlação positiva com o deslocamento horizontal do centro de massa ($r = 0,53, \rho < 0,01$). A altura de saída da bola apresenta correlação positiva com as variáveis de impulsão vertical, altura máxima de impulsão do centro de massa ($r = 0,42$) ($\rho < 0,01$) e altura máxima da anca ($r = 0,38, \rho < 0,01$). A altura de saída da bola apresenta também correlação com a altura do centro de massa no momento da saída ($r = 0,76, \rho < 0,01$) e com a altura da anca no momento da saída ($r = 0,69, \rho < 0,01$) assim como com o ângulo máximo de flexão do joelho ($r = 0,31, \rho < 0,05$).

Observando os lançamentos realizados pelos jogadores experientes na linha de Lance Livre verifica-se correlação entre a velocidade de saída da bola e o ângulo de saída da bola ($r = 0,49, \rho < 0,01$). Nos lançamentos realizados na linha dos 3-Pontos verifica-se também a correlação entre a velocidade de saída da bola e o ângulo de saída da bola ($r = 0,50, \rho < 0,01$). Nos lançamentos realizados pelos jogadores não experientes verificam-se correlações entre as mesmas variáveis, especialmente a correlação entre a altura de saída da bola e a estatura dos jogadores, que apresenta valores de correlação superiores aos observados nos jogadores experientes. Nos lançamentos mais próximos do cesto verifica-se uma correlação superior entre a altura de saída da bola e a estatura ($r = 0,77, \rho < 0,01$), e entre a altura de saída da bola e o comprimento do segmento superior ($r = 0,87, \rho < 0,01$). Nos lançamentos realizados na linha dos 3-Pontos a correlação entre a altura de saída da bola e a estatura é de ($r = 0,96, \rho < 0,01$) e a correlação entre a altura de saída da bola e o comprimento do segmento superior é de ($r = 0,95, \rho < 0,01$).

As variáveis relativas ao deslocamento horizontal e à impulsão do jogador apresentam forte correlação entre si. O deslocamento horizontal do centro de massa correlaciona-se com o deslocamento horizontal da anca ($r = 0,96, \rho < 0,01$). A altura máxima de impulsão do centro de massa correlaciona-se com a altura máxima da anca ($r = 0,96, \rho < 0,01$). A altura do centro de massa no momento da saída correlaciona-se com a altura da anca no momento da saída ($r = 0,95, \rho < 0,01$).

6. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principais objetivos identificar as diferenças cinemáticas no lançamento em suspensão no basquetebol com o aumento da distância ao cesto, analisando jogadores de basquetebol federados e praticantes não experientes. Verificou-se que o aumento da distância de lançamento conduziu a alterações da cinemática do lançamento, dado ser necessário colmatar a maior distância até ao cesto (Satern, 1988). Os resultados sugerem que os jogadores necessitam de gerar um maior impulso na bola, no momento de saída, mantendo a pontaria e a estabilidade de lançamento (Okazaki & Rodacki, 2012). Para alcançar este objetivo os jogadores necessitam de alterar a velocidade, altura e ângulo de saída da bola.

Os resultados relativos aos lançamentos realizados pelos jogadores experientes mostraram um aumento da velocidade de saída da bola com o aumento da distância de lançamento. O aumento da velocidade de saída da bola no lançamento em suspensão já foi estudado por diferentes autores (Gorshahri & Khazaeli, 2018; Knudson, 1993; Miller & Bartlett, 1996, 1993; Okazaki & Rodacki, 2012), tendo sido verificado que, para o jogador atingir a velocidade de saída da bola desejada, necessita de maior velocidade angular dos membros superiores (Podmenik *et al.*, 2015). A tentativa de gerar velocidades de saída da bola maiores fazem com que o jogador tenha um movimento tão controlado como quando realiza o lançamento de distâncias mais próximas do cesto. O jogador tenta gerar mais força na bola através do deslocamento horizontal em direção ao cesto (Miller & Bartlett, 1993) e através da rotação do tronco no plano transversal (Štirn *et al.*, 2019). Desta forma os jogadores conseguem transferir energia para o braço de lançamento da bola aumentando a velocidade de saída da bola, contudo, esta estratégia reduz a estabilidade do jogador e diminui a precisão do lançamento (Miller & Bartlett, 1996; Okazaki & Rodacki, 2012). Nos lançamentos mais distantes do cesto verificou-se uma correlação entre a velocidade de saída da bola e o deslocamento horizontal do centro de massa ($r = 0,53$, $\rho < 0,01$), o que sugere que o jogador tenta transferir a impulsão horizontal do salto para a bola para colmatar o aumento da distância de lançamento (Podmenik *et al.*, 2015). Os jogadores não experientes apresentam velocidades de saída superiores, quando comparadas às dos jogadores experientes e para em ambas as distâncias, verificando-se também para estes, um aumento da velocidade de saída da bola com o aumento da distância. Este aumento da velocidade é conseguido, à semelhança dos jogadores experientes, através do aumento do deslocamento horizontal em direção ao cesto.

A altura de saída da bola é a variável cinemática que mais influencia as restantes variáveis cinemáticas, velocidade de saída e ângulo de saída da bola. Os estudos verificam que a altura de saída da bola diminui com o aumento da distância de lançamento (Gorshahri & Khazaeli, 2018; Knudson, 1993; Miller & Bartlett, 1996, 1993; Okazaki & Rodacki, 2012). A altura de lançamento é principalmente influenciada pela estatura do jogador em combinação com a altura máxima de impulsão do seu centro de massa (Okazaki & Rodacki, 2012). Observando os valores de altura de saída da bola dos jogadores experientes e não experientes verificam-se diferenças significativas entre os dois grupos. A diferença na estatura, onde os jogadores experientes são, em média, 8 cm mais altos do que os jogadores não experientes, tanto como a correlação que se verifica entre a altura de saída da bola e a estatura dos jogadores, ($r = 0,44$, $\rho < 0,01$) nos lançamentos dos jogadores experientes e ($r = 0,77$, $\rho < 0,01$) corroboram os resultados do estudo de Okazaki e Rodacki (2012). A maior altura de saída da bola que se observa nos lançamentos dos jogadores experientes permite velocidades de saída da bola mais reduzidas como se observa na correlação negativa entre a velocidade de saída da bola e a altura de saída ($r = -0,40$, $\rho < 0,01$), e consequentemente os jogadores realizam um lançamento com maior estabilidade (Gorshahri & Khazaeli, 2018; Miller & Bartlett, 1993; Okazaki & Rodacki, 2012), conforme verificado no número de tentativas necessárias para concretizar os 3 lançamentos, que foi menor para o grupo de jogadores experientes. Apesar de se verificar uma altura de saída menor com o aumento da distância, a altura máxima de impulsão aumentou. Isto sugere que a saída da bola ocorre mais cedo durante o lançamento (Knudson, 1993; Miller & Bartlett, 1993; Štirn *et al.*, 2019), ainda durante a fase de elevação da bola, enquanto que nos lançamentos mais próximos do cesto, a saída da bola acontece na altura máxima de impulsão do jogador (Podmenik *et al.*, 2015). Isto pode sugerir que os jogadores tentam transferir o momento gerado nos membros inferiores para o braço de lançamento, como é expectável para conseguir imprimir maior velocidade de saída da bola. Nos lançamentos realizados pelos jogadores experientes na linha de Lance Livre, pode observar-se que as variáveis, altura do centro de massa no momento da saída e altura máxima de impulsão do centro de massa são em magnitude muito similares ($1,30 \pm 0,07$ m e $1,33 \pm 0,07$ m, respetivamente). Assim, o momento da saída da bola acontece a uma altura muito próxima da altura máxima de impulsão. O mesmo não se verifica na distância da linha dos 3-Pontos, onde a diferença entre a altura do centro de massa e a altura máxima de impulsão do centro de massa apresentam em média uma diferença de 0,09 m nos jogadores experientes, e de 0,10 m nos jogadores não experientes (Tabela 5).

Verifica-se também que os jogadores experientes, nos lançamentos da linha dos 3-Pontos, apresentam alturas máximas de impulsão do centro de massa superiores às da linha do Lance Livre, e a altura do centro de massa no momento de saída diminui com este aumento da distância. Já os jogadores não experientes apresentam uma diminuição de ambas as alturas, máxima e no momento de saída, do centro de massa com o aumento da distância.

O ângulo de saída da bola é menor nos lançamentos realizados na linha dos 3-Pontos em ambos os grupos. Os jogadores experientes apresentam ângulos de saída da bola superiores, significativos na distância de Lance Livre e comparativamente aos não experientes, o que lhes permite um maior intervalo de velocidade de saída da bola que resulte num lançamento com sucesso. Este facto possibilitará um lançamento com maior probabilidade de sucesso, uma vez que ângulos de saída elevados resultam em ângulos de entrada da bola no cesto também elevados (Inaba *et al.*, 2017), especialmente em distâncias mais próximas do cesto. Contudo, os ângulos de saída da bola observados no presente estudo, independentemente do grupo, encontram-se dentro do intervalo de valores observados por Okazaki e colaboradores (2015), 44° a 65°. Um ângulo de saída da bola menor sugere que possivelmente o ângulo do ombro (ângulo entre o segmento tronco e o braço) será também menor no momento da saída da bola, pressupondo-se assim uma posição dos membros superiores a tender para a extensão do ombro (afastamento horizontal da bola do plano frontal do jogador). Rojas e colaboradores (2000) verificaram que o ângulo de saída da bola, não só é influenciado pelos ângulos articulares do ombro e do cotovelo como também pelo ângulo absoluto formado entre o tronco e a horizontal. A diminuição do ângulo de saída da bola com o aumento da distância poderá ser justificada pela maior componente horizontal que os lançamentos mais distantes do cesto apresentam. Nos lançamentos realizados na linha dos 3-Pontos é possível observar que o deslocamento horizontal foi muito superior aos lançamentos da linha de Lance Livre. Os jogadores tentam lançar a bola para a frente, em direção ao cesto, e não com uma componente vertical, como seria expectável.

O deslocamento horizontal foi significativamente superior nos lançamentos da linha dos 3-Pontos, tanto quando analisado em relação ao centro de massa, como em relação à referência anca. Este aumento do deslocamento horizontal em direção ao cesto foi verificado por vários autores, Miller & Bartlett (1996), Okazaki & Rodacki (2012) e Satern (1988). A justificação para este comportamento é a necessidade de gerar impulsão para colmatar o aumento da distância e com essa impulsão o jogador ter a certeza que consegue alcançar o cesto

com o lançamento. A maior distância de lançamento requer uma maior impulsão na fase de preparação e de elevação da bola (Podmenik *et al.*, 2015). Este aumento de impulsão é visível nos valores não só, referentes ao deslocamento horizontal de ambos os grupos de jogadores, como também nos valores referentes à altura máxima de impulsão dos jogadores experientes. Observando os lançamentos dos jogadores experientes verifica-se que tanto a altura máxima de impulsão do centro de massa, como a altura máxima da referência anca apresentam valores superiores nos lançamentos da linha dos 3-Pontos, o que indica a maior impulsão gerada pelos jogadores nos lançamentos mais distantes do cesto. Os jogadores não experientes, apresentam valores elevados relativamente ao deslocamento horizontal, quando comparados com os experientes. Os valores referentes aos jogadores não experientes nas duas distâncias são superiores aos valores dos jogadores experientes, contudo, não se verifica um aumento da altura máxima de impulsão com o aumento da distância como se verifica nos jogadores experientes. Isto indica que os jogadores não experientes direcionam a força gerada na componente horizontal, tentando encurtar a distância de lançamento, sem tirar proveito da força gerada na impulsão para obter maior altura de saída da bola.

Relativamente ao ângulo máximo de flexão articular do joelho, os jogadores do presente estudo apresentam ângulos superiores a 100° , tanto os jogadores experientes como os não experientes. Chen (2014) verificou que os jogadores alcançam maiores distâncias de lançamento quando o seu ângulo de flexão era próximo dos $97,6^\circ$, de forma a obterem maior partido da energia potencial elástica do ciclo muscular alongamento-encurtamento gerada na fase de preparação do lançamento. Esta é uma das fases mais importantes do lançamento uma vez que é a fase que inicia toda a cadeia cinética do lançamento (Schmidt, 2012) e possibilita a transferência do momento gerado nos membros inferiores para a bola, de forma a imprimir maior velocidade de saída na bola. No estudo realizado por Ammar e colaboradores (2016) verificou-se que o ângulo articular do joelho era a variável com maior impacto no sucesso dos lançamentos de lance livre realizados. Observando os resultados dos jogadores experientes do presente estudo é possível verificar que o ângulo máximo de flexão do joelho diminuiu, embora não significativamente, nos lançamentos mais distantes do cesto. Isto significa que uma maior flexão dos joelhos por parte dos jogadores, o que permitiu aos jogadores experientes o maior impulso verificado nos lançamentos mais distantes do cesto. Um maior agachamento permite aos jogadores realizarem um salto com maior impulsão (Rojas *et al.*, 2000). Nos lançamentos dos jogadores não experientes não se verifica esta diminuição do ângulo máximo de flexão

articular do joelho nos lançamentos da linha dos 3-Pontos (o valor até aumenta ligeiramente), pelo que se verifica uma ligeira diminuição da altura máxima de impulsão.

Quando analisados comparativamente os valores referentes ao comportamento do centro de massa e da referência anca (articulação coxofemoral), observa-se um comportamento semelhante. Seria expectável que os valores apresentassem diferenças, uma vez que o centro de massa é influenciado pela posição dos membros superiores. Observa-se ainda que o deslocamento horizontal da referência anca apresenta valores superiores aos valores do deslocamento horizontal do centro de massa, uma vez que durante a fase de preparação do lançamento, durante o agachamento, o jogador movimenta a referência anca para trás. Contudo, a forte correlação encontrada entre estas variáveis (centro de massa e anca), indiciam que se pode observar o comportamento do jogador através da articulação coxofemoral. Isto facilita a análise cinemática dos lançamentos, uma vez que deixa de ser necessário calcular o centro de massa, e não sendo necessárias tantas marcações no jogador, bem como digitalizar tantas referências.

7. CONCLUSÃO

No presente estudo foi possível identificar diferenças cinemáticas na realização do lançamento em suspensão, em duas distâncias de lançamento e entre dois grupos com diferentes níveis de experiência. O lançamento em suspensão é o lançamento mais utilizado pelos jogadores de basquetebol durante o jogo uma vez que permite lançamentos com maior distância ao cesto. No lançamento em suspensão o jogador tem de controlar a altura, velocidade e ângulo de saída da bola para conseguir encestar a bola. O controlo destas variáveis pelo jogador é influenciado pelo local e pela distância de lançamento a que este está do cesto.

Com o aumento da distância ao cesto verificou-se um aumento da velocidade de saída da bola, que é alcançada, em parte, através do aumento do deslocamento horizontal do jogador em direção ao cesto. Verifica-se também uma diminuição da altura de saída da bola. Apesar de se verificar um aumento da impulsão vertical do jogador, a altura do centro de massa e da anca no momento da saída não apresenta diferenças nas duas distâncias de lançamento. Isto significa que a saída da bola, ocorre na fase ascendente de impulsão do jogador, o que permite ao jogador transferir o momento gerado nos membros inferiores para o braço de lançamento para imprimir maior velocidade à bola. Esta diminuição da altura de saída da bola, é também influenciada pelo menor ângulo de saída da bola que se verifica nos lançamentos da linha dos 3-Pontos.

O estudo também sugere que existem diferenças entre os jogadores experientes e os jogadores não experientes nas duas distâncias estudadas. Uma das principais diferenças que se verifica nos lançamentos da linha do Lance Livre é uma maior altura de saída da bola no lançamento realizado pelos jogadores experientes. A maior altura de saída da bola não é alcançada exclusivamente por uma maior impulsão do jogador, mas também pelo facto de o lançamento da bola ocorrer mais perto do ponto máximo de impulsão. Observando os dois grupos verifica-se que os jogadores experientes conseguem ter um maior controlo do momento em que lançam a bola, lançando-a perto da altura máxima de impulsão, o que lhes permite obterem uma maior altura de saída da bola. Consequentemente, a maior altura de saída da bola permite uma redução da velocidade de saída da bola, logo, permite um lançamento mais estável que requer menor velocidade angular dos segmentos corporais.

7.1. Limitações

Este estudo apresenta limitações, a captura de imagem a 120 Hz foi suficiente para captar o lançamento e obter dados viáveis, contudo, a bola e a marcação do segmento mão (epífise distal do quinto metacarpo), apresentaram alguma distorção mesmo com a elevada frequência de vídeo, decorrente da velocidade a que o gesto e a bola se deslocam. As recolhas foram realizadas apenas no plano sagital pelo que também se apresenta como uma limitação. A recolha realizada em 3 dimensões teria permitido observar o lançamento no plano frontal o que permitia compreender o movimento das cinturas escapular e pélvica no plano transversal. A análise do lançamento incidiu apenas até ao momento em que o jogador tem o contacto com a bola. Contudo, após ser lançada, a bola apresenta rotação sobre si mesma e resistência ao ar. Estas duas variáveis podem ter influência na trajetória da bola, e consequentemente no sucesso do lançamento, porém não foram abordadas neste estudo.

A pandemia causada pela COVID-19 é também uma limitação a este estudo uma vez que não foi possível realizar mais recolhas, principalmente de jogadores não experientes, o que não tornou viável analisar estatisticamente diferenças dentro do grupo de não-experientes comparando as duas distâncias de lançamento.

7.2. Sugestões para Futuros Estudos

Seria interessante analisar a velocidade angular dos segmentos corporais assim como a amplitude de movimento, principalmente dos membros superiores, e compreender de que forma o ângulo formado pelo ombro e pelo cotovelo influenciam o ângulo de saída da bola, e a contribuição que a velocidade angular dos segmentos dos membros superiores tem nos valores da velocidade de saída da bola. Seria também analisar a variabilidade do movimento, tanto dos jogadores experientes como dos não experientes, compreender qual dos dois grupos apresenta uma técnica de lançamento mais concisa e como esta variabilidade é influenciada pela distância de lançamento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammar, A., Chtourou, H., Abdelkarim, O., Parish, A., & Hoekelmann, A. (2016). Free throw shot in basketball: kinematic analysis of scored and missed shots during the learning process. *Sport Sciences for Health*, *12*(1), 27–33. <https://doi.org/10.1007/s11332-015-0250-0>
- Button, C., Macleod, M., Sanders, R., & Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *74*(3), 257–269. <https://doi.org/10.1080/02701367.2003.10609090>
- Chen, J. (2014). Biomechanics analysis of shooting in basketball. *Applied Mechanics and Materials*, *685*, 477–480. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.685.477>
- Erčulj, F., & Štrumbelj, E. (2015). Basketball Shot Types and Shot Success in Different Levels of Competitive Basketball. *PLoS ONE*, *10*(6), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128885>
- Ferreira, A. P., Fernandes, O., & Abrantes, J. M. C. S. (1997). *Kinematics in Basketball shooting: the influence of basket height and ball size & weight*.
- Gorshahri, H. N., & Khazaeli, M. A. (2018). The relationship between kinematic and anthropometric variables of three-point jump shot from two different zones and the angle of the ball's entry into the basket of the national male basketball players of Iran. *Pharmacophore*, *9*(6), 49–56.
- Hamilton, G. R., & Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw. *Journal of Sports Sciences*, *15*(5), 491–504. <https://doi.org/10.1080/026404197367137>
- Inaba, Y., Hakamada, N., & Murata, M. (2017). Influence of selection of release angle and speed on success rates of jump shots in basketball. *IcSPORTS 2017 - Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology Support*. <https://doi.org/10.5220/0006505500480055>
- Knudson, D. (1993). Biomechanics of the Basketball Jump Shot—Six Key Teaching Points. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, *64*(2), 67–73. <https://doi.org/10.1080/07303084.1993.10606710>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass

- Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Miller, S., & Bartlett, R. (1996a). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14(3), 243–253. <https://doi.org/10.1080/02640419608727708>
- Miller, S., & Bartlett, R. (1996b). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14(3), 243–253. <https://doi.org/10.1080/02640419608727708>
- Miller, S., & Bartlett, R. M. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *Journal of Sports Sciences*, 11(4), 285–293. <https://doi.org/10.1080/02640419308729998>
- Okazaki, Victor H.A., Rodacki, A. L. F., & Satern, M. N. (2015). A review on the basketball jump shot. *Sports Biomechanics*, 14(2), 190–205. <https://doi.org/10.1080/14763141.2015.1052541>
- Okazaki, Victor Hugo Alves, & Rodacki, A. L. F. (2012). Increased distance of shooting on basketball jump shot. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(2), 231–237. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149195>
- Okazaki, Victor Hugo Alves, Rodacki, A. L. F., & Okazaki, F. H. A. (2006). Arremesso tipo jump no basquetebol: novatos versus experientes. *Revista Mackenzie de Educacao Fisica e Esporte*, 5(2), 33–39.
- Podmenik, N., Supej, M., Kugovnik, O., & Erculj, F. (2015). Movement of the Body's Centre of Mass During a Jump Shot Related To the Distance From the Basket of Young Players. *Kinesiologia Slovenica*, 21(3), 21–33.
- Pourcelot, P., Audigié, F., Degueurce, C., Geiger, D., & Denoix, J. M. (2000). A method to synchronise cameras using the direct linear transformation technique. *Journal of Biomechanics*, 33(12), 1751–1754. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(00\)00132-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(00)00132-9)
- Robins, M., Davids, K., Bartlett, R., & Wheat, J. S. (2008). Changes in compensatory variability as a function of task expertise and distance during basketball shooting. 26 *Th International Conference on Biomechanics in Sports*, 473–476.
- Rojas, F. J., Oña, A., Gutierrez, M., & Cepero, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651–1660. <https://doi.org/10.1080/001401300750004069>

- Satern, M. (1988). Basketball: Shooting the Jump Shot. *Strategies, March*, 9–11.
- Sawilowsky, S. S. (2009). Very large and huge effect sizes. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 597–599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>
- Schmidt, A. (2012). Movement pattern recognition in basketball free-throw shooting. *Human Movement Science*, 31(2), 360–382. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.01.003>
- Štirn, I., Nadj, P., Supej, M., & Erčulj, F. (2019). Rotation of shoulder and hip axes during a basketball jump shot. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 19(2). <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1581966>
- Struzik, A., & Pietraszewski, B. (2014). Biomechanical Analysis of the Jump Shot in Basketball. *Journal of Human Kinetics*, 42(September), 73–79. <https://doi.org/10.2478/hukin>
- Winter, D. A. (2009). Biomechanics and Motor Control of Human Movement: Fourth Edition. In *Biomechanics and Motor Control of Human Movement: Fourth Edition*. <https://doi.org/10.1002/9780470549148>

ANEXOS

I. CONSENTIMENTO INFORMADO

CONSENTIMENTO INFORMADO, ESCLARECIDO E LIVRE PARA PARTICIPAÇÃO EM ESTUDOS DE INVESTIGAÇÃO (de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo)

Título do estudo: Análise cinemática do lançamento em suspensão do basquetebol em função da distância ao cesto: comparação entre jogadores experientes e não-experientes.

Enquadramento: Estudo inserido no Mestrado em Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, sob a orientação da Professora Doutora Beatriz Branquinho Gomes e coorientação da Professora Doutora Ana Maria Medeiros Abreu Faro.

Explicação do estudo: O estudo será realizado através da recolha de dados com recurso a captação de vídeo, onde os participantes realizarão um total máximo de 20 lançamentos de duas distâncias diferentes. O participante realizará os lançamentos com fita de cinesiologia colada nos pontos anatómicos (anca, cotovelo, ombro, pulso, joelho, tornozelo e pé) para servir de marcação dos pontos para realizar a digitalização do vídeo e análise cinemática dos lançamentos. As avaliações decorrerão no local de treino/prática da atividade desportiva dos participantes. Apenas existirá um momento de avaliação com cada participante com a duração aproximada de uma hora para realizar todas as avaliações. As gravações de vídeo captadas durante as avaliações serão destruídas após a conclusão do estudo em julho de 2020.

Condições e financiamento: A participação no estudo é completamente voluntária e não existirá qualquer contrapartida para o participante caso este queira desistir em qualquer momento do estudo. O participante não terá nenhuma despesa associada com a participação no estudo, uma vez que as avaliações decorrerão no seu local de treino/prática da atividade desportiva, e estará coberto com o seguro desportivo ou escolar. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da FCDEF-UC e é totalmente financiado pelo investigador.

Confidencialidade e anonimato: Os dados serão recolhidos sob anonimato, não será

registado qualquer dado de identificação e servirão apenas para a realização deste estudo.
Agradeço a disponibilidade que apresenta em participar de forma voluntária no estudo de investigação e possibilitar a realização do mesmo.

André Filipe Gomes Caseiro, estudante na Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Contacto: 912548176; afgcaseiro@gmail.com

Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.

Assinatura/s de quem pede consentimento:
.....

Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações verbais que me foram fornecidas pela/s pessoa/s que acima assina/m. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, recusar participar neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito participar neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo/a investigador/a.

Nome:

Assinatura: **Data:** /..... /..... .

SE NÃO FOR O PRÓPRIO A ASSINAR POR IDADE OU INCAPACIDADE

(se o menor tiver discernimento deve também assinar em cima, se consentir)

NOME:

BI/CC N.º: **DATA OU VALIDADE** /.... /.....

GRAU DE PARENTESCO OU TIPO DE REPRESENTAÇÃO:

ASSINATURA

ESTE DOCUMENTO É COMPOSTO DE 2 PÁGINA /S E FEITO EM DUPLICADO: UMA VIA PARA O /A INVESTIGADOR /A, OUTRA PARA A PESSOA QUE CONSENTE.

II. RELATÓRIO DA ANÁLISE CINEMÁTICA DO LANÇAMENTO EM SUSPENSÃO

Análise cinemática do lançamento em suspensão do basquetebol em função da distância ao cesto: comparação entre jogadores experientes e não-experientes.

Atleta EX_03
 Idade 19 anos
 Comp. Membro Superior 78,8 cm
 Peso 78,5 kg
 Índice Massa Corporal 24,78 kg/m²
 Altura 178,0 cm

Nº de Lançamento	Linha Lance-Livre				Linha 3-Pontos			
	1	3	7		4	5	6	
Altura de Saída da Bola	2,37	2,37	2,37	m	2,30	2,27	2,26	m
Velocidade de Saída da bola	6,86	6,79	6,80	m/s	7,93	9,10	8,42	m/s
Ângulo de Saída da Bola	60	65	53	°	59	58	57	°
Altura Máx. Impulsão Vertical	1,07	1,05	1,07	m	1,11	1,12	1,10	m
Altura no Momento da Saída	1,05	1,04	1,05	m	1,06	1,08	1,06	m
Ângulo Máx. Flexão do Joelho	118	112	115	°	99	102	101	°

	Valores Médios			Valores Médios		
Altura de Saída da Bola	2,37	±	0,002	2,28	±	0,016
Velocidade de Saída da bola	6,82	±	0,032	8,48	±	0,482
Ângulo de Saída da Bola	59,38	±	4,709	57,98	±	1,066
Altura Máx. Impulsão Vertical	1,06	±	0,007	1,11	±	0,009
Altura no Momento da Saída	1,05	±	0,008	1,06	±	0,008
Ângulo Máx. Flexão do Joelho	115,27	±	2,453	100,98	±	1,158

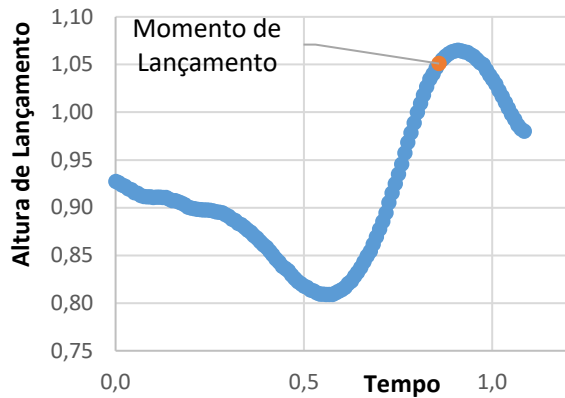
Observações:

Os lançamentos realizados na linha do Lance Livre apresentam maior semelhança em relação à altura de velocidade de saída, apresentando maior oscilação nos valores do ângulo de lançamento. Os lançamentos realizados na linha dos 3-Pontos apresentam maiores diferenças entre as três tentativas em especial em relação à velocidade de saída da bola.

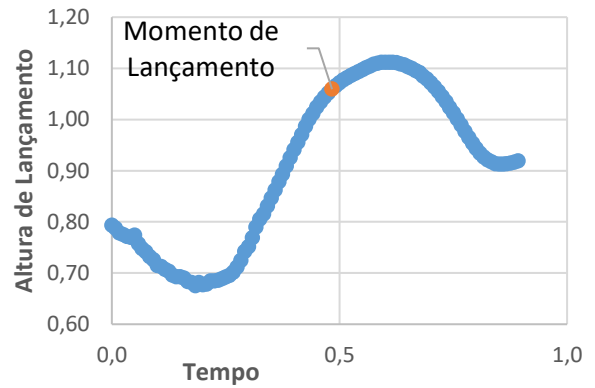
Os valores relativos à velocidade de saída da bola no lançamento na linha dos 3-Pontos são superiores relativamente aos lançamentos na linha do Lance-Livre. O ângulo de flexão do joelho é menor nos lançamentos da linha dos 3-Pontos, o que indica que o atleta realizou um maior agachamento para se impulsionar, contudo, a altura de saída da bola é menor nestes lançamentos.

Observando os gráficos relativos à impulsão vertical, podemos ver que todos os lançamentos são realizados no momento de ascensão do salto e também que existe maior diferença nos lançamentos da linha dos 3-Pontos do que nos lançamentos com menor distância.

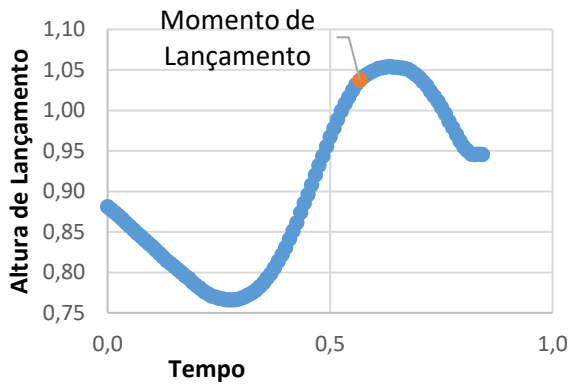
Lançamento Nº 1 - Linha Lance Livre



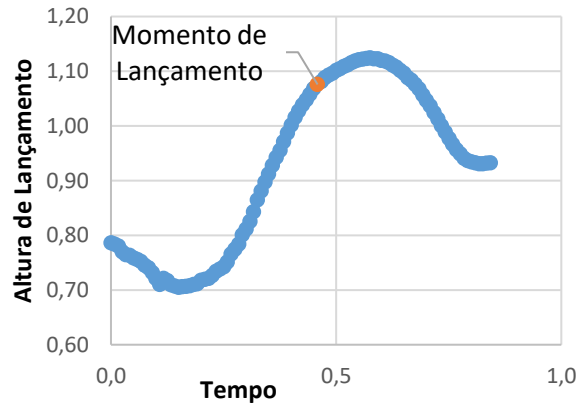
Lançamento Nº 4 - Linha 3-Pontos



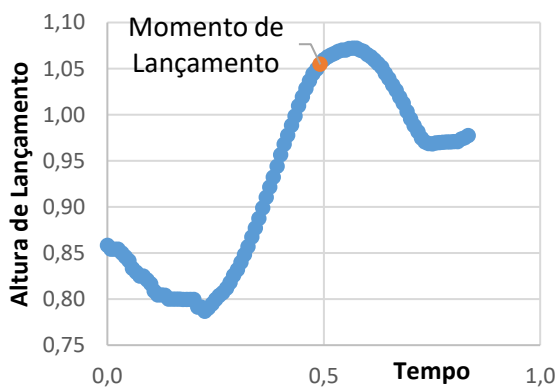
Lançamento Nº 3 - Linha Lance Livre



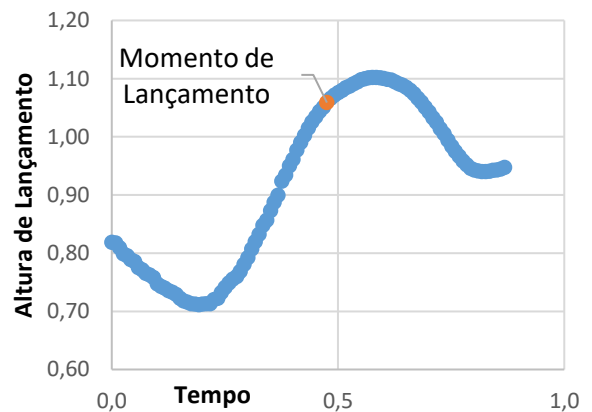
Lançamento Nº 5 - Linha 3-Pontos



Lançamento Nº 7 - Linha Lance Livre



Lançamento Nº 6 - Linha 3-Pontos



III. ESTUDO PILOTO

Realizou-se um estudo piloto que permitiu testar a determinação das variáveis cinemáticas associadas ao lançamento do basquetebol, altura, velocidade e ângulo de saída da bola com recurso ao *software* Tracker. A figura 1 apresenta uma imagem ilustrativa da análise cinemática apresentando os valores obtidos no estudo piloto realizado utilizando o mesmo software de digitalização. Conforme realizado no estudo piloto será necessário incluir na imagem e alinhado sagitalmente com o participante um objeto de dimensões conhecidas para calibrar o vídeo no software de digitalização, bem como uma tela que servirá como fundo de forma a criar contraste do participante e da bola. Assim, este estudo permitiu calcular as seguintes variáveis e respetivos resultados: a altura saída da bola (1,885 m), o ângulo de saída da bola ($58,6^\circ$) e também a velocidade de saída ($2,394 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). O valor da velocidade de saída calculado pelo software é o valor referente ao *frame* seguinte ao do momento em que deixa de existir contacto entre o jogador e a bola.

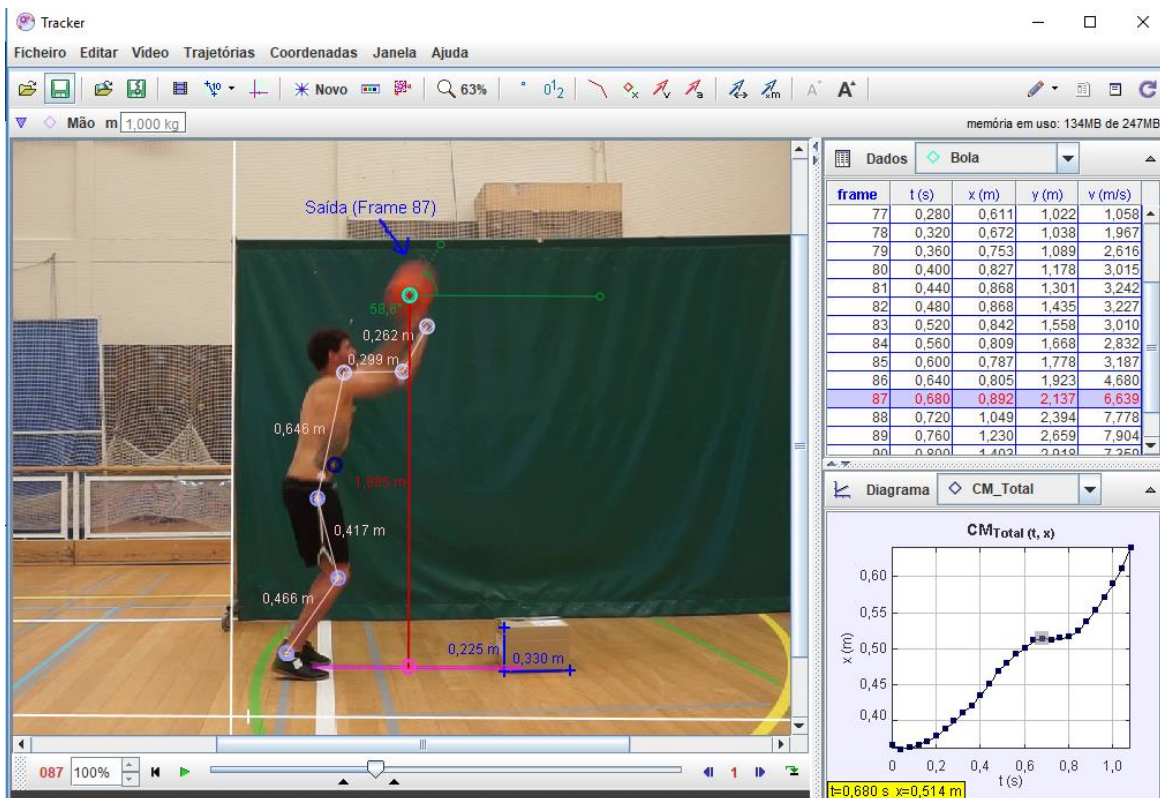


Figura 1. Análise de um lançamento utilizando o software Tracker para determinar a velocidade, altura e ângulo de saída