



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA**

KLEYTON DE SOUZA BATISTA DUARTE

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE MOVIMENTO DO
ARREMESSO DE 7 METROS DO HANDEBOL POR DOIS DIFERENTES
SOFTWARES LIVRES**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
EDUCAÇÃO FÍSICA BACHARELADO**

KLEYTON DE SOUZA BATISTA DUARTE

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE MOVIMENTO DO
ARREMESSO DE 7 METROS DO HANDEBOL POR DOIS DIFERENTES
SOFTWARES LIVRES**

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Viana de Castro Melo

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2022

KLEYTON DE SOUZA BATISTA DUARTE

**COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE DE MOVIMENTO DO
ARREMESSO DE 7 METROS DO HANDEBOL POR DOIS DIFERENTES
SOFTWARES LIVRES**

TCC apresentado ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Aprovado em: 18/05/2022

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Wilson Viana de Castro Melo
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Saulo Fernandes Melo de Oliveira
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. de Albuquerque Rodrigues
Filho
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

A área da ciência que tem o papel de aprimoramento das técnicas de movimento por meio de fundamentos científicos é a biomecânica, onde o aprofundamento dessa, proporciona o aperfeiçoamento da técnica de movimento esportivo. Para uma compreensão mais minuciosa, é essencial que o analisador obtenha imagens empregando equipamentos específicos como filmadoras, onde assim podem ser realizados procedimentos com softwares de movimento, com a finalidade da melhoria do desempenho atlético ou cotidiano da população em geral. O trabalho tem por objetivo comparar os resultados de dois softwares de análises de movimentos, que são Kinovea versão 1.3.2 e SkillSpector versão 0.9.4 em 2D. A amostra foi composta pela filmagem de 12 lançamentos do arremesso de 7 metros de atletas amadores de handebol da cidade de Vitória de Santo Antão – PE. Observou-se por análise visual que há concordância no intervalo de 95% entre os softwares Kinovea e SkillSpector. O valor de p considerado estatisticamente significativo foi o de $p < 0,05$. Nota-se ainda que houve diferença significativa entre eles. As diferenças encontradas entre os softwares podem ter acontecido por algumas hipóteses, onde a falha humana do analisador pode ser o primeiro pressuposto para resultados distintos na análise de digitalizações do mesmo vídeo em sistemas operacionais diferentes, além da calibração, tendo em vista que cada programa tem sua particularidade nesse quesito. Portanto, o estudo tem suas limitações, entre elas pode-se apontar a pequena amostra analisada, a imagem não apresentar a nitidez necessária, e o desfoque de movimento. Pesquisas futuras devem ter como objetivo melhores equipamentos e configurações para uma análise mais satisfatória.

Palavras-chave: biomecânica; *Kinovea*; *Skillspector*.

ABSTRACT

The area of science that has the role of improving movement techniques through scientific foundations is biomechanics, where the deepening of this provides the improvement of the technique of sports movement. For a more thorough understanding, it is essential that the analyzer obtain images using specific equipment such as camcorders, where procedures can be performed with movement software, with the purpose of improving the athletic or daily performance of the population in general. The work aims to compare the results of two motion analysis software, which are Kinovea version 1.3.2 and SkillSpector version 0.9.4 in 2D. The sample was composed by the filming of 12 releases of the 7-meter throw of amateur handball athletes from the city of Vitória de Santo Antão - PE. It was observed by visual analysis that there is agreement in the range of 95% between the Kinovea and SkillSpector software. The p value considered statistically significant was $p < 0.05$. It is also noted that there was a significant difference between them. The differences found between the software may have happened due to some hypotheses, where the human error of the analyzer may be the first assumption for different results in the analysis of digitizations of the same video in different operating systems, in addition to calibration, given that each program has its particularity in this regard. Therefore, the study has its limitations, among them we can point out the small sample analyzed, the image not having the necessary sharpness, and the motion blur. Future research should aim at better equipment and configurations for a more satisfactory analysis.

Keywords: biomechanics; Kinovea; SkillSpector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Layout do Kinovea	10
Figura 2 - Layout do SkillSpector	11
Figura 3 - Posicionamento da câmera (Vista superior)	16
Figura 4 - Altura da câmera ao solo	16
Tabela 1 – Resultados apresentados pelos softwares após análise do movimento.....	17
Gráfico 1 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre velocidade da bola.	17
Gráfico 2 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre ângulo do cotovelo.	18
Gráfico 3 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre comprimento da coxa	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1 Cinemetria.....	9
2.2 Software livre	9
2.3 Software e desempenho	11
2.4 Handebol	12
3 OBJETIVOS	14
4 METODOLOGIA.....	15
4.1 Caracterização do estudo.....	15
4.2 Procedimento da coleta	15
4.3 Instrumentos de coleta	15
4.4 Posicionamento da câmera	16
4.5 Análise de dados	16
5 RESULTADOS	17
6 DISCUSSÃO	19
7 CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A biomecânica é um campo de investigação que se constitui nos estudos de estruturas animadas, onde neles são aplicados princípios da física, no qual esses estudos sobre o movimento humano sempre fascinaram o homem. Grandes nomes como Aristóteles, Galileu Galilei, Leonardo da Vinci, Borelli, entre outros, desenvolveram trabalhos desde o início da ciência biomecânica, sendo Borelli considerado o “pai da biomecânica”, pelo seu trabalho publicado no livro *De Motu Animalium*, em que os movimentos como voo, salto, corrida e nado, foram demonstrados matematicamente (SIMÕES, 2002).

Ao falar de movimento, se pode correlacionar ao gesto esportivo, que é o resultado da soma das vivências motoras preexistentes, do treinamento específico, além de alterações estruturais, neurais, musculares e miofasciais do ser humano (OPTIMA, 2022), e que pode ser mensurado como uma estrutura complexa. Devido a essa complexidade, é importante que haja uma utilização de meios que possam mensurar em diversificados campos de conhecimento da ciência (LEITE, 2012).

A área da ciência que tem o papel de determinação e aprimoramento das técnicas de movimento por meio de fundamentos científicos é a biomecânica (LEITE, 2012). É observado ainda, que o aprofundamento da biomecânica proporciona a melhora e o aperfeiçoamento da técnica de movimento esportivo, orientado fundamentalmente pela determinação da eficiência do movimento (HALL, 1993).

Para que haja uma compreensão do movimento humano sob uma ótica mais minuciosa, é essencial que o analisador obtenha imagens empregando equipamentos específicos como câmeras fotográficas e filmadoras. E com isso feito, são realizados procedimentos com softwares de movimento, onde podem-se concluir ou analisar definidas variáveis, que terão como contribuir para o domínio de um gesto distinto, seja ele no meio desportivo ou de movimentos calistênicos (CARPENTER, 2005).

Nesse contexto, este trabalho apresentou como objetivo a comparação de um mesmo gesto esportivo por dois distintos softwares de análise de movimento, com o intuito de através dos resultados encontrados beneficiar o desempenho atlético ou cotidiano da população em geral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cinemetria

A área da biomecânica que é fundamentada num conjunto de métodos que busca mensurar padrões cinemáticos do movimento é a cinemetria, esses parâmetros são velocidade, aceleração, posição e orientação. Para que haja essa mensuração, ocorre o processo de obtenção de imagens previamente demarcadas de acordo com as variáveis de interesse. Baseado nisso, são utilizados instrumentos básicos para obter as medidas cinemáticas, que são apoiados por câmeras de vídeo, que fazem o registro da imagem do movimento e após isso, com o uso de softwares as variáveis cinemáticas são calculadas (AMADIO, 1999). Deste modo, existe a necessidade de equipar o pesquisador para que ele melhore sua acurácia, com a finalidade de melhoria da performance do movimento, onde a análise do movimento pode se dar através de imagens captadas por câmeras (CARPENTER, 2005).

Para isso ser realizado, normalmente são utilizados sistemas de videografia, composto por câmeras cinematográficas, dispositivos eletrônicos (manual ou automático), entre outros. Para a análise do movimento é necessária uma reconstrução bidimensional (2D) ou tridimensional (3D), para isso é necessário uma ou mais câmeras, preferencialmente de alta frequência (PERSONA, 2006). Além de software específico para calcular as variáveis cinemáticas que interessam (AMADIO, 1999).

O software é um serviço eletrônico empregado para executar ações nos sistemas de computadores, celulares, entre outros, ou seja, todo programa que está presente nos inúmeros dispositivos para realizar uma ou mais tarefas (CAMARDA, 2021).

2.2 Software livre

A definição de software livre estabelecida pela Free Software Foundation (FSF) é que “Software livre é software que vem com permissão para qualquer um copiar, usar e distribuir, com ou sem modificações, gratuitamente ou por um preço”, ou seja, que respeita a liberdade e o entendimento da comunidade dos usuários. Desta forma, isso quer dizer que seus utilizadores têm a liberdade de copiar, estudar, executar, melhorar e mudá-lo. Sendo assim, tem de se ter muito cuidado em não confundir livre com gratuito (GNU, 2021).

Ao falar de liberdade, temos a licença pública geral, criada pela FSF, onde ela dita as quatro liberdades essenciais, que são elas: (1) a liberdade do usuário executar o programa como

desejar e para qualquer propósito; (2) a liberdade do usuário estudar o funcionamento do programa e ajustá-lo às suas demandas, para isso, é necessário o acesso ao código-fonte; (3) a liberdade do usuário compartilhar reproduções para que possa ajudar seu vizinho; (4) a liberdade do usuário melhorar o programa e transmitir seus aprimoramentos para o público, para que com isso todos sejam beneficiados, onde é necessário o acesso ao código-fonte (GNU, 2021).

Um conhecido software livre e gratuito de análise de movimento é o Kinovea, que é utilizado para análises biomecânicas, é simples e tem uma área de interação muito agradável e atraente. Essa plataforma foi criada e desenvolvida por Joan Charmant, nascido na França e saltador em altura aposentado. Atualmente é engenheiro de software e vem trabalhando nesse projeto desde o ano de 2014 e ao longo desses anos tem sido baixado mais de um milhão de vezes, sendo utilizado por milhares de atletas, estudantes, profissionais da área da saúde e citado em diversos trabalhos. O Kinovea está estruturado ao redor de quatro missões fundamentais referentes à pesquisa do movimento humano, que são elas, captura, observação, anotação e medição (KINOVEA, 2021).

Além disso a plataforma possui algumas funções, como por exemplo: analisar angulações de movimento, determinar velocidade e distâncias dos segmentos, desenhar a trajetória de um ponto previamente demarcado para observar as variações (altura e distância), acompanhar a evolução de um objeto multiponto, obter gráficos com base nas trajetórias de pontos ou objetos multipontos entre outras coisas (KINOVEA, 2021).

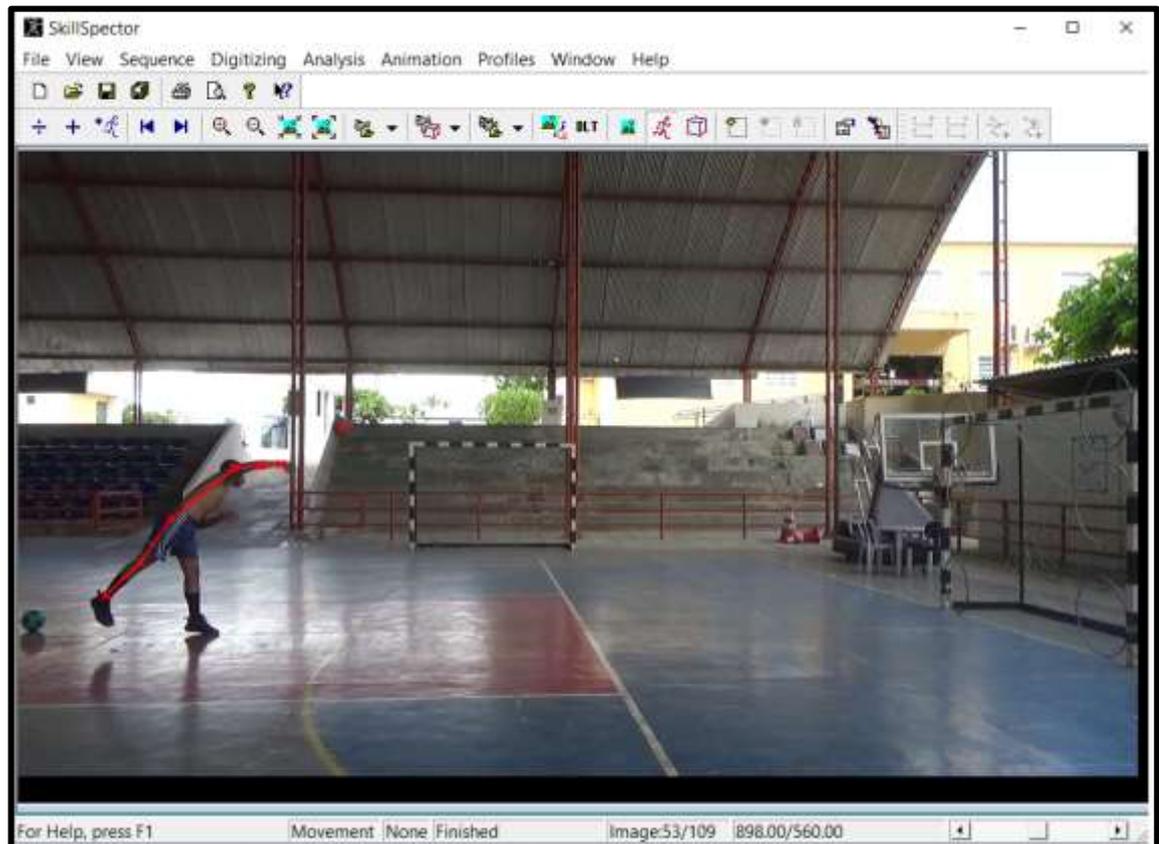
Figura 1 - Layout do Kinovea



Fonte: Site oficial Kinovea (2022).

Outro software de análise é o SkillSpector, desenvolvido na Dinamarca e que pode ser empregado na análise bidimensional ou tridimensional do movimento. É um programa que realiza análise cinemática de aspectos como: velocidade linear, velocidade angular, aceleração linear, aceleração angular, digitalização semiautomática usando técnicas de processamento de imagem. Ele é um programa confiável, tendo em vista que já foi usado por vários pesquisadores conceituados e foram publicados em periódicos prestigiados no universo acadêmico. (SOFTWARE INFORMER, 2022; MARQUES JUNIOR, 2013).

Figura 2 - Layout do SkillSpector



Fonte: autoria própria

2.3 Software e desempenho

A análise do movimento humano é objeto de estudo de inúmeras áreas. Grande parte dessas análises são executadas por meio de instrumentos de fotografias ou videografias. Hoje, devido a facilidade de armazenamento de arquivo digital, esse material pode ser facilmente acessado para a sua utilização (FERNANDES; COMUNELLO; MACHADO, 2012). A utilização de um software para ações de cuidado pode ajudar tanto profissionais quanto estudantes no desenvolvimento de raciocínio e tomada de ação afim de contribuir e melhorar a qualidade do cuidado (SILVA, 2015).

Corroborando com isso notamos que a relação entre a ciência e a tecnologia tem trazido benefícios para população em geral, sobretudo na área de saúde e observamos que a incorporação dos seus resultados e avanços podem atuar levando o bem-estar da população, e aprimorando movimentos, quando pensamos no âmbito do exercício físico (COSTA; ORLOVSKI, 2014).

Quando relacionados software e desempenho nos esportes coletivos, a utilização dessa ferramenta pode ser de suma importância para a análise do desempenho dos jogadores e da equipe, tendo em vista que o reconhecimento de indicadores relevantes individuais e coletivos, onde possibilitam a abordagem de conteúdos específicos. Com isso, essas análises podem oferecer importantes orientações para a formação dos sistemas de jogo, como por exemplo no handebol (MENEZES, 2015).

2.4 Handebol

O handebol é um esporte que requer altas demandas físicas, técnicas e táticas, onde possui uma marca única quando comparado a outros esportes de arremesso, no qual é configurado uma enorme variação na maneira em que a bola é arremessada (SKEJØ *et al.*, 2019). De acordo com WERNER *et al.*, o arremesso no handebol é um gesto veloz e complexo, onde pode ser fracionado em seis fases: a progressão, a passada, a armação do braço, aceleração e desaceleração do braço e acompanhamento. Segundo Tillaar e Ettema (2007), O arremesso com apoio ou de sete metros do handebol é um movimento complexo, podendo ser dividido em três fases, que são elas: fase preparatória, aceleração do braço e fase de desaceleração.

Com isso, para o arremesso de sete metros ser realizado, é fundamental observar algumas regras definidas pela Confederação Brasileira de Handebol (CBHB), como por exemplo: deve ser executado como um arremesso ao gol, o jogador deve se posicionar atrás da linha de 7 metros e só poderá tocá-la ou ultrapassá-la após a bola sair da sua mão, o arremesso deve ser executado durante o período de três segundos após o árbitro apitar. Conforme as regras oficiais da CBHb, esse arremesso é visto como uma penalidade, quando há alguma falta na qual se impede uma clara oportunidade de gol do adversário (CBHB, 2016).

Sabendo-se que, nas regras do handebol é proibido o uso do salto no tiro de sete metros, o atleta normalmente transfere a energia do contato do pé para a mão dominante por meio da corrente cinética, para que haja uma melhor performance desse arremesso e que a bola seja projetada com velocidade e precisão (BOURNE *et al.*, 2010). Com isso, algumas particularidades que precisam ser ponderadas na efetuação do tiro de sete metros, são a rotações

externa e interna máximas do ombro e liberação da bola, uma vez que a máxima rotação interna do ombro e a amplitude do movimento na extensão do cotovelo, podem ser pertinentes para uma elevada performance no arremesso de sete metros (TEIXEIRA, 2005).

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Comparar os resultados de dois softwares de análises de movimentos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o movimento pelo Kinovea versão 1.3.2 em 2D.
- Analisar o movimento pelo SkillSpector versão 0.9.4 em 2D.
- Comparar os resultados obtidos entre os dois softwares.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do estudo

Este é um estudo transversal observacional comparativo, feito através de análise quantitativa. Aprovado pelo comitê de ética do Centro Acadêmico de Vitória/UFPE CAAE: 54240121.3.0000.5208.

4.2 Procedimento da coleta

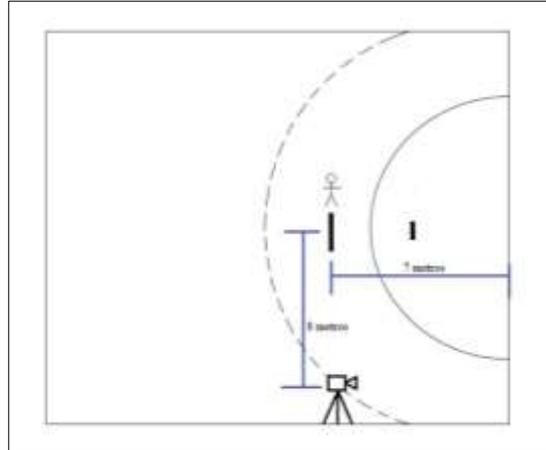
Fizeram parte deste estudo, 12 lançamentos de atletas amadores de handebol da cidade de Vitória de Santo Antão - PE. Esses atletas foram filmados em 2D. Após isso, foi feita uma análise bidimensional (2D) do movimento, para que houvesse uma determinação de angulações do cotovelo, velocidade da bola e comprimento da coxa através dos programas SkillSpector e Kinovea, rastreando a posição dos marcadores refletivos nas subseqüentes marcas anatômicas: ombro (ponta lateral do acrômio), cotovelo (epicôndilo lateral do braço de arremesso), punho (processo estiloide da ulna), quadril (trocanter maior), joelho (epicôndilo lateral) e tornozelo (maléolo lateral), além da bola. As imagens foram coletadas através de uma câmera SONY HDR-CX405, posicionada à uma distância de 8,00 metros, perpendicular à marca do arremesso de 7 metros, no plano sagital do movimento, com frequência de captura de 60 Hz e fixa em um tripé na altura de 1,20 metros. Após análise, os resultados obtidos pelos softwares foram comparados entre si, sendo eles velocidade da bola, ângulo do cotovelo e comprimento da coxa. Para descobrir a medida do comprimento da coxa no software SkillSpector, foram encontradas as coordenadas x e y dos pontos anatômicos do joelho e quadril e definidos como ponto A e B respectivamente. Após isso, foram utilizadas as coordenadas do ponto A(x_A , y_A) e B (x_B , y_B) e lançadas na fórmula do comprimento da hipotenusa de um triângulo retângulo, que é $d_{AB}^2 = (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2$. Os cálculos foram realizados em uma planilha do programa Excel, onde puderam ser obtidos os resultados finais.

4.3 Instrumentos de coleta

- Ficha de coleta
- Câmera de vídeo
- Tripé

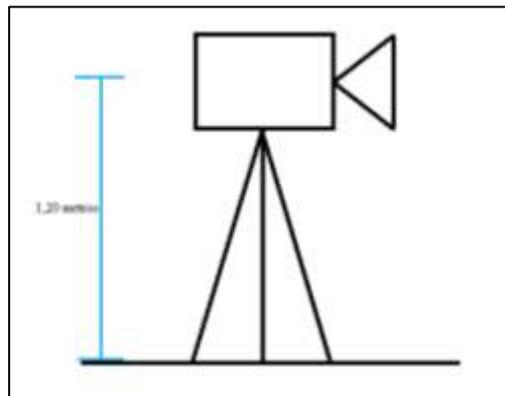
4.4 Posicionamento da câmera

Figura 3 - Posicionamento da câmera (Vista superior)



Fonte: O autor (2022).

Figura 4 - Altura da câmera ao solo



Fonte: O autor (2022).

4.5 Análise de dados

Para a análise estatística dos dados coletados, foi utilizado o programa GraphPad Prism 5, onde foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov–Smirnov. O estudo foi tratado pela estatística descritiva inferencial, através de um teste t de comparação entre médias e correlação. Para avaliar a concordância entre os métodos nas respectivas variáveis de estudo foi utilizada a análise visual do gráfico de Bland-Altman. O valor de p considerado estatisticamente significativo foi o de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Na tabela 1, são apresentados os valores médios e desvio padrão encontrados para as variáveis velocidade da bola, ângulo do cotovelo e comprimento da coxa.

Tabela 1 – Resultados apresentados pelos softwares após análise do movimento.

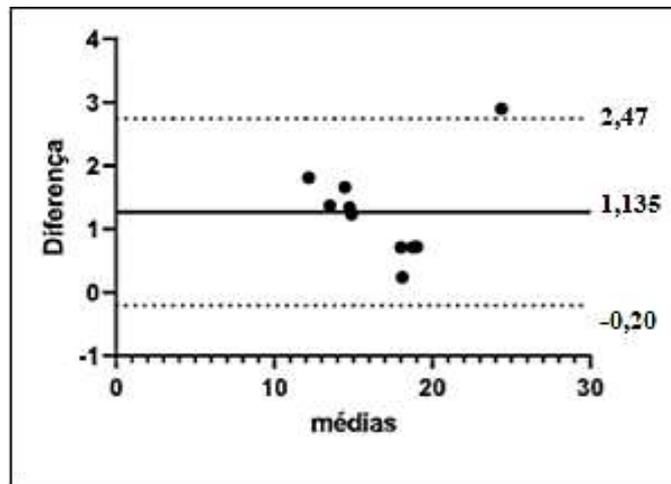
Variáveis	Kinovea	SkillSpector	Pearson r	Student p valor
Velocidade (m/s)	17,54 ± 3,65	16,18 ± 3,522	0,978	0,00005*
Ângulo (°)	174,6 ± 22,55	173,8 ± 22,36	0,999	0,0098*
Comprimento (m)	0,4417 ± 0,021	0,4242 ± 0,015	0,868	0,0002*

m/s – metros por segundo; ° - graus; m – metros; * diferença estatisticamente significativa. Os valores são apresentados como média e desvio padrão.

Fonte: O autor (2022).

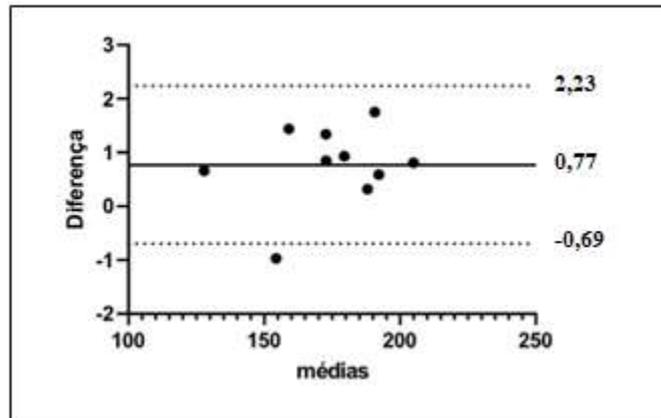
Nas Figuras 3, 4 e 5, verificamos a análise visual de concordância entre os métodos, em que identificamos, que há concordância no intervalo de 95% entre as análises dos softwares Kinovea e SkillSpector.

Gráfico 1 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre velocidade da bola.



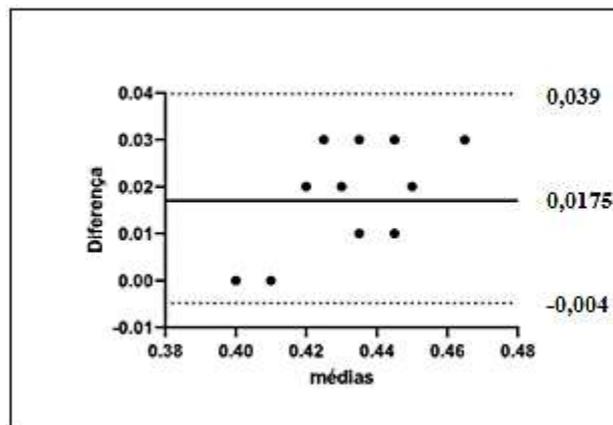
Fonte: O autor (2022).

Gráfico 2 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre ângulo do cotovelo.



Fonte: O autor (2022).

Gráfico 3 - Análise de concordância entre Kinovea e SkillSpector sobre comprimento da coxa



Fonte: O autor (2022).

6 DISCUSSÃO

Esse estudo foi realizado com o intuito de comparar os dados analisados de um lançamento de 7 metros do handball, onde as variáveis analisadas foram velocidade da bola, ângulo do cotovelo e comprimento da coxa pelos softwares Kinovea e SkillSpector e observar se existiam alterações nos resultados encontrados entre eles. Após avaliar os valores obtidos, foi observado que houve diferença significativa entre os softwares (Tabela 1). Essas diferenças podem ter acontecido por alguns motivos que serão apontados em forma de hipóteses para refletir sobre a sensibilidade dessas plataformas.

Para que haja a digitalização nos softwares, é necessário que sejam utilizados alguns critérios para otimizar os resultados pretendidos. No presente estudo foi observado que as imagens utilizadas em ambos softwares foram as mesmas desde o ponto inicial até o ponto final, ou seja, inicializando a digitalização e concluindo nos mesmos pontos. Foi confirmado ainda que não houve perda de foco, posição ou diferença na qualidade da imagem, posto que os vídeos utilizados foram os mesmos nos dois softwares, anulando ainda assim a possibilidade de erro na taxa de quadros, que é o número de imagens exibidas por segundo, tendo em vista que essa também foi igual (RAMOS, 2021).

Dessa forma a falha humana do analisador pode ser o primeiro pressuposto para resultados distintos na análise de digitalizações do mesmo vídeo em softwares diferentes, uma vez que as marcações das coordenadas nos eixos x e y são feitas de forma manual. Essas são feitas localizando vários segmentos corporais que foram relevantes para o estudo, nas imagens sequencias obtidas pela câmera. A partir disso o pesquisador marca ponto a ponto, em cada plataforma (RAMOS, 2021). Deve-se ressaltar ainda que os pontos precisam ser marcados com precisão de forma igual em ambas plataformas, e que qualquer desvio pode trazer resultados contrastantes, que podemos nomear de erro intra avaliador, que seriam as marcações de maneiras distintas de forma desintencional (QUIRINO, 2015).

Outra hipótese a ser analisada é a calibração, tendo em vista que cada software tem sua particularidade nesse quesito. No presente estudo, a calibração feita no SkillSpector foi gerada a partir de um sistema cartesiano de coordenadas através de um calibrador com 15 pontos refletivos com distância de 1,0 e 0,5 metros entre eles. A filmagem do calibrador e do movimento realizado, ocorreu sem alteração da posição da filmadora, onde o atleta filmado permaneceu no mesmo local onde foi feita a calibração (MARQUES JUNIOR, 2013). Vale-se ressaltar que, segundo Jurak (2019), o software SkillSpector é menos exato que os sistemas optoeletrônicos padrão, porém é mais de imediata disponibilidade e mais propício para o uso

fora do laboratório. Em relação ao Kinovea, sua calibração é realizada a partir de uma dimensão conhecida da imagem analisada, que nesta ocasião foi a distância entre duas linhas da quadra com 2 metros entre elas. Considera-se assim, que por essa calibração ocorrer de forma distinta em cada plataforma, é provável ser esse o motivo pelo qual existem diferenças significativas no resultado final da comparação, além de que os pontos refletivos nas posições anatômicas são identificados e marcados no software pelo avaliador, onde trazemos à tona a possibilidade mais uma vez de inexatidão causada pelo indivíduo pesquisador (PUIG-DIVÍ, 2019; ANDRADE, 2015).

Através do teste t pareado, verificou-se que as variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas. Bland e Altman (1983) afirmaram que, quando se pretende comparar dois métodos quantitativos, a comparação de médias através de um teste t pareado, a correlação de Pearson ou a regressão linear simples, não são procedimentos adequados e eles sugerem o uso do gráfico de Bland-Altman (BORBA, 2016).

Após uma análise de concordância, como proposta por Bland e Altman, entre os resultados obtidos pelos softwares de análise de movimento Kinovea e SkillSpector para a variável velocidade da bola, foi observado na figura 3 que os valores concordam entre si, pois a maioria dos pontos estão distribuídos dentro dos limites de concordância (2,47; -0,20). Entretanto, podemos perceber que a diferença entre as medidas obtidas pode chegar até 2,74 m/s, que é considerado para estudos do movimento humano, um valor relativamente alto.

Na figura 4, podemos observar que os valores para a variável ângulo do cotovelo concordam entre si, pois a maioria dos pontos estão distribuídos dentro dos limites de concordância (2,23; -0,69). Apesar disto, os valores obtidos pelos dois softwares para a medida do ângulo do cotovelo podem divergir em até 2,23 graus, onde a depender da precisão do estudo, esse valor pode ser considerado irrisório.

Na figura 5 pode-se verificar concordância entre os valores obtidos para o comprimento da coxa, tendo em vista que todos os pontos estão distribuídos entre as linhas de concordância (0,039; -0,004). Todavia, conseguimos compreender que a diferenciação entre as medidas encontradas pode chegar até 0,039 metros.

Tendo em vista todos os resultados obtidos e comparados, segundo o estudo de Hirakata (2009) podemos afirmar que as medidas comparadas pelos softwares Kinovea e SkillSpector, são correlacionadas e concordantes, apesar de apresentar valores diferentes.

7 CONCLUSÃO

Ao comparar os resultados encontrados pelos softwares Kinovea e SkillSpector, foi possível averiguar que apesar de apresentar diferenças significativas os métodos oferecem concordância dentro de um intervalo de 95% de confiabilidade e relacionam entre si.

Conclui-se assim que a escolha de qual plataforma é mais condizente cabe ao analisador definir, baseado nos critérios do seu tipo de estudo, precisão e qualidade da imagem a serem usadas. Deve-se, portanto, entender que a metodologia usada neste estudo, tem uma aplicabilidade enorme na área do desporto e que ambos softwares podem ser usados para análises em geral desta forma.

Reitera-se que esta análise tem suas limitações, entre elas incluem-se a pequena amostra analisada, a condição da imagem não apresentar a nitidez necessária, e ainda as distorções de desfoque de movimento. Além disso, pesquisas futuras devem ter como objetivo o aumento da taxa de quadros por segundo e o uso de câmeras com melhores configurações e captura para obter análises mais satisfatórias e resultados superiores aos deste.

REFERÊNCIAS

- AMADIO, A. C. *et al.* Introdução à biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 41-54, 1999.
- ANDRADE, Vitor Luiz de *et al.* Velocidade da bola no chute no futsal: comparação entre garotos com diferentes níveis de desempenho e correlação de variáveis preditoras do desempenho. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 29, p. 371-381, 2015.
- BORBA, MCV; NAKANO, E. Y. Uma alternativa para avaliar discordância entre duas medidas via modelo de regressão linear simples sem intercepto. **Semin Cienc Exatas Tecnol**, Londrina, v. 37, p. 41-50, 2016.
- BOURNE, Michael *et al.* The dynamical structure of handball penalty shots as a function of target location. **Human movement science**, Salte Lake City, v. 30, n. 1, p. 40-55, 2011.
- CAMARDA, Bruno. O que é software? Entenda o conceito, como funciona e seus 6 tipos. *In*: CAMARDA, Bruno. **Take blip blog**. Minas Gerais, 4 jun. 2021. Disponível em: <https://www.take.net/blog/tecnologia/software/>. Acesso em 14 mar. 2022.
- CARPENTER, Carlos Sandro. **Biomecânica**. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HANDEBOL. Regra 14- tiro de 7 metros. *In*: CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HANDEBOL. Regras de jogo. Tradução: Professor Sálvio Pereira Sedrez. Aracajú: Confederação Brasileira de Handebol, 2016.
- COSTA, Karine Campos; ORLOVSKI, Regiane. A importância da utilização do software na área da saúde. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n. 50, 06 mar. 2014. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/importancia-da-utilizacao-do-software-na-area-da-saude>. Acesso em: 24 maio 2022.
- FEATURES. *In*: KINOVEA. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.kinovea.org/features.html>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- FERNANDES, Anita Maria da Rocha; COMUNELLO, Eros; MACHADO, Fábio Duarte. Análise do Movimento Humano por Videogrametria. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: São Paulo, 2012.
- JURAK, Ivan *et al.* The influence of the schoolbag on standing posture of first-year elementary school students. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 16, n. 20, p. 3946, 2019.
- LEITE, Werlayne Stuart Soares. Biomecânica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos. **Lecturas: educación física y deportes**, Buenos Aires, n. 170, p. 1-9, 2012.

SKILLSPECTOR. *In*: SOFTWARE informer. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://skillspector.software.informer.com/>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MARQUES JUNIOR, Nelson Kautzener. **Manual do software Skill Spector (versão 1.2.3, Dinamarca) para análise bidimensional em biomecânica**. 2. ed. Niterói: [s. n.], 2013. 69 p.

MENEZES, Rafael Pombo; MORATO, Márcio Pereira; REIS, Heloisa Helena Baldy dos. Análise do jogo de handebol na perspectiva de treinadores experientes: categorias de análise ofensivas. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v. 26, p. 11-20, 2015.

O QUE é o software livre? *In*: GNU. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.pt-br.html>. Acesso em: 15 abr. 2022.

OPTIMA. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.optimafisioterapia.com.br/artigos/9-blog/98-analise-do-gesto-esportivo-da-corrida-exemplo#:~:text=O%20gesto%20esportivo%20%C3%A9%20resultado,musculares%20e%20miofasciais%20do%20indiv%C3%ADduo>. Acesso em: 13 mar. 2022.

PERSONA, Karina Lorenti. **System for biomechanics analysis of the swimmers - SABIO**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

PUIG-DIVÍ, Albert *et al.* Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. **PloS one**, San Francisco, v. 14, n. 6, p. e0216448, 2019.

QUIRINO, Celina Maria *et al.* Reprodutibilidade intra avaliador e inter avaliadores na identificação digital da posição dos marcadores de referência na avaliação postural de fotogrametria. **Rev Bras Ciênc Mov**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 143-50, 2015.

RAMOS, Rita Alexandra Salvador. **Métodos de análise de imagem no estudo de um remate no futebol**. 2021. Tese (Doutorado) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2021.

SILVA, Kenya de Lima; ÉVORA, Yolanda Dora Martinez; CINTRA, Camila Santana Justo. Desenvolvimento de software para apoiar a tomada de decisão na seleção de diagnósticos e intervenções de enfermagem para crianças e adolescentes. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, São Paulo, v. 23, p. 927-935, 2015.

SIMÕES, J. A. A História da Biomecânica. **Mecânica Experimental**, Aveiro, n. 7, p. 135-150, 2002. Disponível em: Acesso em: http://www-ext.lnec.pt/APAET/pdf/Rev_7_A16.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.

SKEJØ, Sebastian Deisting; MØLLER, Merete; BENCKE, Jesper; SØRENSEN, Henrik. S. **Human Movement Science**, [s. l.], v. 64, p. 203-212, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2019.02.006>.

SUPPORT Kinovea. *In*: KINOVEA. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.kinovea.org/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

TEIXEIRA, Luiz Augusto. **Controle motor**. Barueri: Manole, 2005. 372 p.

TILLAAR, Roland van Den; ETTEMA, Gertjan. A Three-Dimensional Analysis of Overarm Throwing in Experienced Handball Players. **Journal Of Applied Biomechanics**, Champaign, EUA, v. 23, n. 1, p. 12-19, fev. 2007.

WERNER, Sherry L.; FLEISIG, Glenn S.; DILLMAN, Charles J.; ANDREWS, James R.. Biomechanics of the Elbow During Baseball Pitching. **Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Washington, v. 17, n. 6, p. 274-278, jun. 1993.