

# Métodos más Accesibles para la Mensuración del Tiempo de contacto y la Altura del Salto Vertical: DROP JUMP

## More Accessible Methods for Measuring Contact Time and Vertical Jump Height: DROP JUMP

Rafael Correa Teodoro<sup>1,2,3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0002-0327-5785>  
João Pedro Ferreira de Souza<sup>3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0002-0465-7232>  
Pedro de Oliveira<sup>4</sup>,  
<https://orcid.org/0009-0007-2439-4883>

Francisco Manoel de Assis<sup>1,3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0003-1841-5637>  
Sandro Fernandes da Silva<sup>1,2,3</sup>.  
<https://orcid.org/0000-0003-0516-6408>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde

<sup>3</sup>Grupo de Estudos e Pesquisas em Respostas Neuromusculares

<sup>4</sup>Universidade de Guarulhos, Brasil

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo fue estudiar los métodos más accesibles, baratos y válidos para la cuantificación de la altura y del tiempo de contacto (TC) del salto vertical drop jump (DJ). **Metodología:** La investigación fue constituida por 2 grupos, 17 deportistas de alto rendimiento (G1), (edad:  $21,8 \pm 2,6$  años) y 16 deportistas de iniciación deportiva (G2), (edad:  $13,5 \pm 2,2$  años). Fueron ejecutados tres saltos DJ con intervalos de 30" entre ellos en la alfombra de contacto (AC), simultáneamente grabados con un *iphone* 8 en el plan frontal, en que fue mensurado el TC y la altura del salto en la aplicación My jump2 (MJ2) y con un smartphone *samsung* en el plan lateral para la cuantificación del TC y el tiempo de vuelo en el software kinovea® (Sk) (por dos evaluadores distintos), para la posterior cuantificación

de la altura del salto. Para el análisis de los datos fue utilizado solamente el mayor salto, cuantificado por la AC. Fue utilizado el coeficiente de correlación inter-clase (ICC), la correlación de Pearson ( $r$ ) y los gráficos de Bland-Altman para testar la confiabilidad, correlación y concordancia de los métodos evaluados con la AC. **Resultados:** Las correlaciones y confiabilidades para la altura del salto en el G1 y G2 fueron casi perfectas ( $r=1$ ; ICC=1; IC=1-1;  $p<0,001$ ). El TC en el G1 ( $r=698-963$ ; ICC=677-964) y en el G2 ( $r=485-995$ ; ICC=273-993) presentaron variaciones. **Conclusión:** El MJ2 y SK son confiables para mensurar la altura del salto y el TC durante el drop jump.

**Palavras-Chave:** Salto Vertical; Drop Jump; Tiempo de Contacto; Altura del Salto.



RPCAFD

ORIGINAL

Recibido: 12-02-2024

Aceptado: 22-04-2024

### Correspondencia:

Sandro Fernandes da Silva

E-mail:

[sandrofs@ufla.br](mailto:sandrofs@ufla.br)



## ABSTRACT

**Objective:** The objective was to analyze more accessible, cheap and valid methods for quantifying the height and contact time (CT) of the vertical drop jump (DJs).

**Methods:** The research consisted of 2 groups, 17 high-performance athletes (G1), (age:  $21.8 \pm 2.6$  years) and 16 beginner sports athletes (G2), (age:  $13.5 \pm 2.2$  years). Three DJ jumps were performed with 30" intervals between them on the contact platform (CP), simultaneously recorded with an iPhone 8 in the frontal plane, where the CT and jump height were measured in the My Jump 2 app (MJ2) and with a Samsung smartphone in the lateral plane to quantify the CT and flight time in the kinovea software (SK) (by two different evaluators), to later quantify the jump height. For data analysis, only the highest jump was used, quantified by CP. The intercalary correlation coefficient (ICC), Person correlation ( $r$ ) and Bland-Altman graphs were used to test the reliability, correlation and agreement of the methods tested with the TAP.

**Results:** Correlations and reliabilities for jump height in G1 and G2 were almost perfect ( $r=1$ ; ICC=1; CI=1-1;  $p<0.001$ ). CT in groups G1 ( $r=698-963$ ; ICC=677-964) and G2 ( $r=485-995$ ; ICC=273-993) varied.

**Conclusion:** The MJ2 and SK are reliable for measuring jump height and TC during the drop jump.

**Key-Words:** Vertical Jump; Drop Jump; Contact Time; Jump Height.

## Introdução

O salto vertical é um movimento muito utilizado nas atividades físicas, já que a capacidade de saltar alto e eficaz é fundamental para o desempenho bem-sucedido em diversos esportes<sup>1</sup>. Muito utilizado por pesquisadores, treinadores e preparadores físicos pela sua simplicidade e riqueza de informações, o salto vertical pode ser utilizado também para treinamento pliométrico<sup>2,3,4,5</sup>, avaliações físicas e monitoramento de adaptações neuromusculares<sup>6,7,8</sup> e, até mesmo, para detecção e seleção de talentos<sup>9</sup>.

Suas diversas funcionalidades e ampla utilização proporcionaram vários estudos no qual surgiram diversas formas e métodos de mensurar a altura do salto vertical<sup>10,11,12</sup>. Devido aos estudos, sabe-se que o tempo de voo é a variável mais confiável e utilizada para quantificar a altura do salto<sup>12,13,14</sup>. Métodos como a plataforma de força conhecida como o padrão ouro<sup>15</sup>, tapete de contato<sup>11,16</sup>, plataforma infravermelha<sup>14</sup> e análises de vídeos por meio de *software*<sup>14</sup>, utilizam-se dessa variável para determinar a altura do movimento.

No entanto, sabe-se que métodos como o padrão ouro e o tapete de contato necessitam de um alto custo financeiro, dificultando acesso das ferramentas para clubes com aquisições mais baixas, profissionais da área esportiva. Além disso, trata-se de instrumentos volumosos para deslocamentos e necessitam de energia para os computadores, podendo dificultar a utilização em campo.

O *My Jump 2* (MJ2) é um aplicativo para celular desenvolvido para calcular a altura dos saltos a partir do tempo voo através da gravação de vídeo. O app é encontrado em como Apple Store para *Iphone* e PlayStore para *android*, necessitando de um baixo custo para sua aquisição. Estudos<sup>13,17,18,19,20</sup> mostraram uma correlação quase perfeitos resultados dos saltos, *counter movimente jump* (CMJ), *squat jump* (SJ) e *drop jump* (DJ), comparando o MY2 com a plataforma de força, configurando-se recurso, válido, barato e acessível para analisar o salto vertical em diversas situações.

Já o kinovea® (SK) é um *software* desenvolvido para análises de vídeos gratuitas, muito utilizado no meio esportivo, possuindo funções de capturar, desacelerar, comparar, anotar e medir movimentos em vídeos. A ciência do esporte na atualidade vem buscando analisar a confiabilidade do *software* para a mensuração da altura do salto vertical, sendo que, alguns deles analisaram a altura do salto por meio do tempo de voo, demonstrando uma correlação quase perfeita entre o *software* e métodos já considerados válidos para altura do CMJ e do SJ<sup>12,21,22,23</sup>.

No entanto, há uma lacuna na literatura quando se fala DJ, tendo em vista que uma das variáveis de análise do movimento é o tempo de contato (TC), principalmente quando se estuda meios alternativos de análise do TC.

O objetivo do presente estudo foi analisar métodos mais acessíveis, baratos e válidos para quantificação da altura do salto vertical drop jump. Mais especificamente, neste estudo, foi utilizado o *software* Kinovea, que é gratuito e disponível em <https://www.kinovea.org>. Assim, buscou-se a validação do uso do *software* kinovea para análise da altura do salto e TC no salto vertical drop jump, pois até então não foi encontrado na literatura estudos utilizando este recurso. Como objetivo secundário buscou-se apresentar o método My Jump 2 como uma ferramenta mais acessível para mensuração do salto.

## Metodologia

### *Delineamento e Aspectos Éticos*

Trata-se de um estudo transversal e comparativo, abordagem quantitativa, realizado em 2019 com 33 atletas de idades entre 11 e 29 anos, de ambos os sexos, membros de uma equipe de atletismo de reconhecimento nacional, em Lavras-MG. Esse estudo foi apreciado e aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (CAAE: 59466616.5.0000.5148; parecer n° 1.786.844) e todos voluntários e responsáveis assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), antes de iniciar a participação.

Como critérios de inclusão os participantes deveriam apresentar o TCLE assinado, não apresentar nenhuma lesão osteomuscular e/ou problema de saúde, e para exclusão foi considerada desistência do voluntário e não executar os testes de forma adequada, apresentando resultados incapazes de serem analisados devido a erros no protocolo do Drop Jump. Todos os atletas foram submetidos a avaliações antropométricas, aquecimento e familiarização do salto antes de realizarem o teste, em seguida os participantes realizaram o Drop Jump e o mesmo salto foi registrado de forma simultânea para ser avaliado através dos três tipos de métodos analisados.

### *Amostra*

Os participantes foram divididos em 2 grupos. No grupo 1 (G1) estavam os atletas de alto rendimento<sup>24</sup>, e foi constituído por 17 voluntários (7 mulheres e 10 homens, idade  $21,8 \pm 2,6$  anos, peso =  $67,1 \pm 10,4$  kg, estatura =  $173,8 \pm 8,6$  cm, comprimento de membros inferiores =  $103,1 \pm 10,7$ ). Nesse grupo todos os atletas eram federados e participavam de competições a nível nacional e internacional, treinavam de 4 a 7 vezes por semana no mínimo 2h por dia, e faziam uso do treinamento pliométrico. Enquanto, no grupo 2 (G2) estavam 16 atletas de iniciação esportiva (12 mulheres e 4 homens, idade  $13,5 \pm 2,2$  anos, massa corporal =  $57,9 \pm 18,7$ kg, estatura =  $163,1 \pm 10,2$ cm, comprimento de membros inferiores =  $101,6 \pm 5,9$ ) que praticavam vários tipos de esportes além do atletismo e participavam de competições escolares a nível regional e estadual.

## Procedimentos de Coleta

A coleta foi realizada por uma equipe previamente treinada/capacitada no Laboratório de Estudos do Movimento Humano (LEMOH), localizado no Departamento de Educação Física da UFLA, nos dias 20 e 21 de junho de 2019, contemplando aleatoriamente um dia de avaliação para cada grupo. No primeiro momento de ambos os dias foram feitas as medidas antropométricas, estatura e peso corporal por meio de um estadiômetro acoplado em uma balança digital antropométrica da marca Filizola (Made in Brasil), com precisão de 1mm e carga máxima de 200 Kg. A medição do comprimento de membros inferiores foi feita com os indivíduos deitados em decúbito dorsal, utilizando-se de uma fita métrica

simples posicionada do trocânter maior até a ponta do calcanhar<sup>31</sup>.

Logo em seguida os voluntários foram direcionados para o aquecimento geral, composto por 10 minutos de corrida e um aquecimento específico, onde foram executados 3 saltos DJ que também serviram para a familiarização. Após este momento aquecimento, os voluntários realizaram mais 3 saltos DJ em um caixote com drop de 50 cm, com intervalos entre as execuções de 30 segundos, sendo mensurados por um tapete de contato e simultaneamente gravados em dois planos para serem usados no app MJ2 e pelo *software*Kinovea® (Figura 1).

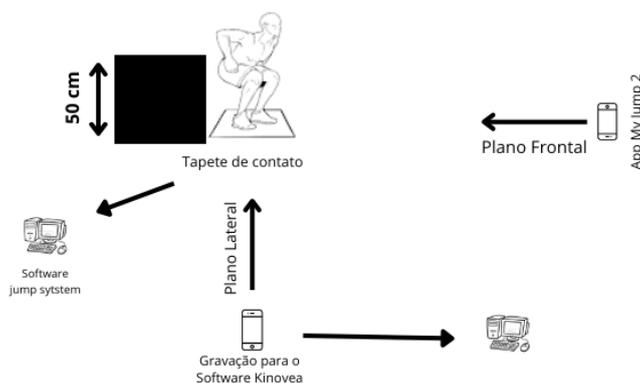


Figura 1. Desenho da coleta

Todos os participantes foram instruídos a fazerem o contato bem rápido no tapete e saltar o mais alto possível. Além disso, os saltos foram executados com as mãos na cintura, uma perna em cima do caixote com metade da ponta do pé para fora da borda e a outra perna ficava livre no ar pronta para queda, dessa maneira foi evitado o impulso no momento da queda<sup>25</sup> (Figura 2), dos 3 saltos executados foi utilizado apenas o mais alto de cada voluntário computado pelo tapete de contato, independentemente do TC, evitando-se assim divergências nos resultados dos diferentes métodos.

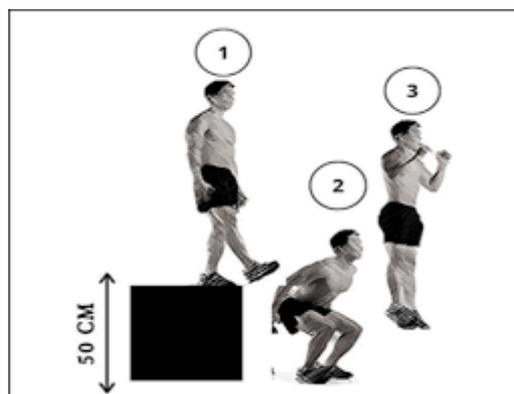


Figura 2. Protocolo de execução do Drop Jump.

## Métodos de Análise

### *Tapete de contato*

Foi utilizado um tapete de contato da marca Cefise, Modelo Jump System Pró® (Made in Brasil) conectado ao computador, que foi utilizado como padrão ouro do presente estudo. Após a execução o TC e a altura foram computados pelo software Jump System 1.0®.

### *Aplicativo My Jump 2*

Os saltos foram gravados por um Iphone 8 pela função câmera disponível no aplicativo em um plano frontal ao movimento e armazenados para serem analisados e mensurados em outro momento após as coletas. O TC é marcado pelo primeiro contato dos pés no solo após a queda em cima do caixote e no último contato com o solo antes da decolagem. A altura dos saltos é definida pelo último contato dos pés no solo antes da decolagem e o primeiro contato dos pés na aterrissagem (esses pontos são demarcados milimetricamente em câmera lenta pelo avaliador). Após as análises os resultados do TC e altura do salto são quantificados pelo aplicativo.

### *Software Kinovea*

Os vídeos para as análises no software (<https://www.kinovea.org/>) foram gravados no plano lateral/sagital por um *smartphone Samsung* e armazenados para após a coleta; seguida de uploads para o computador e análise no programa. O TC foi cronometrado no próprio programa, com o cronômetro sendo iniciado no primeiro contato dos pés no solo após a queda do indivíduo em cima

do caixote e no último contato com o solo antes da decolagem. O tempo de voo também foi feito pela função cronômetro disponível no programa, o tempo se dá do último contato dos pés no solo antes da decolagem até o primeiro contato dos pés na aterrissagem (para uma maior precisão, os pontos de contato são demarcados e cronometrados pelo avaliador, com o vídeo em câmera lenta). A altura do salto se deu pela fórmula descrita na literatura  $h = t^2 \times 1,22625^{26}$  o tempo de voo é inserido na fórmula matemática, onde é quantificado a altura do salto dentro de uma planilha no EXCEL. É importante salientar que as medidas foram analisadas por 3 analistas diferentes sem interferências entre eles.

### *Análise Estatística*

Os pressupostos de normalidade e igualdade de variância foram verificados, respectivamente, pelos testes Kolmogorov-Smirnov e Levene. O coeficiente de correlação intraclasses (ICC), correlação de Pearson para dados normais e Sperman para não normais (r) e gráficos de Bland Altman foram utilizados para verificar a correlação e concordância das variáveis do tempo de contato e altura do salto DJ entre o tapete de contato (TAP) e o my jump 2 (MJ2), TAP e *softwarekinovea* avaliador 1 (SK1), TAP e avaliador 2 (SK2) e entre avaliadores SK1 e SK2, tanto para o G1 quanto para o G2. Para comparação das médias TC e DJ dos métodos, foi utilizado o teste t de amostras pareadas, TAP x MJ2, TAP x SK1 e TAP x SK2. O tamanho do efeito foi calculado por d de Cohen. Todas as análises foram feitas utilizando o software SPSS versão 21.0. e a significância estatística foi considerada quando  $p < 0,05$ .

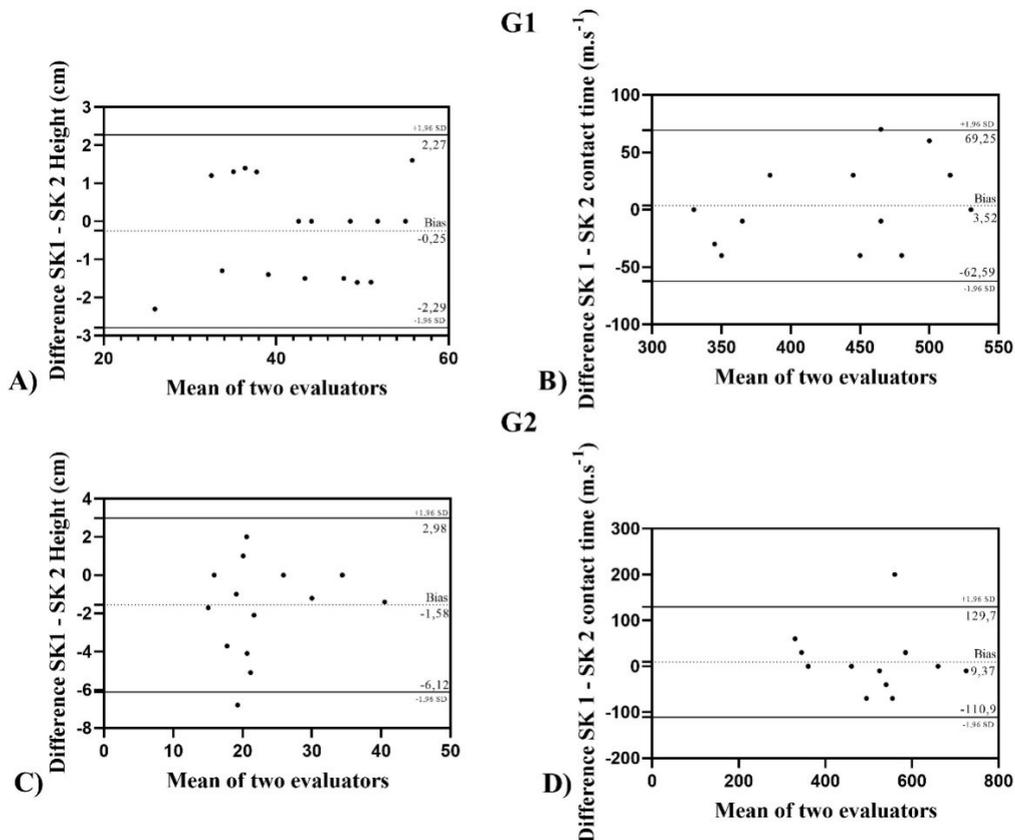
## RESULTADOS

Os resultados encontrados através da correlação (r) entre avaliadores para o *software kinovea* no G1 mostraram que as análises tiveram praticamente os mesmo valores, tanto para a variável altura do salto ( $r=989; p < 0,001$ ), quanto para a variável tempo de contato ( $r=907; p < 0,001$ ). Os resultados de confiabilidade em concordância de duas vias ICC mostraram uma confiabilidade extremamente alta na altura do salto entre avaliadores (ICC=989; IC=970-996) e no tempo de contato entre

avaliadores (ICC=898; IC=793-962), indicando que independente dos avaliadores as análises não terão diferença para essas variáveis em atletas de alto rendimento. No entanto no grupo 1 esses altos valores foram encontrados apenas na comparação entre avaliadores na altura do salto ( $r=803; ICC=935; IC=754-972; p < 0,001$ ) e não no tempo de contato ( $r=476; ICC=294; IC=-192-675; p > 0,05$ ). Esses resultados mostram que

a análise do tempo de contato no software kinovea em avaliados não treinados podem se diferenciar entre avaliadores.

**Figura 3.** Nível de concordância (Bland-Altman) com limites de concordância de 95% e diferença média avaliador 1 e avaliador 2 no software kinovea para as variáveis altura do salto e tempo de contato no G1 e no G2.

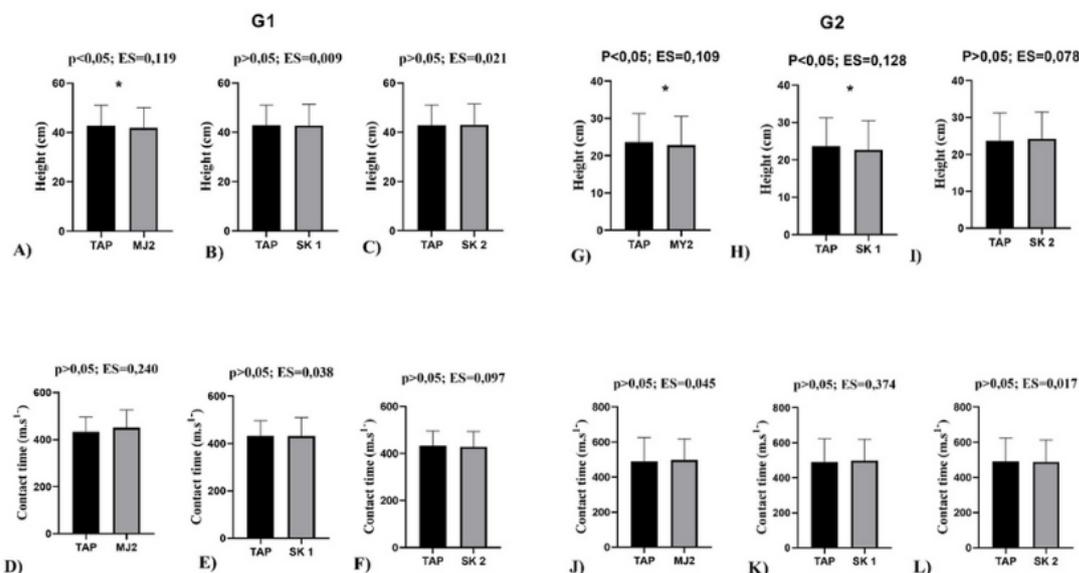


Os gráficos de Bland-Altman apresentado na figura 3, mostram uma variação entre 5,8% e 6,2% outliers, mostrando que praticamente todos os pontos estão em concordância num intervalo de 95% nas análises dos avaliadores no software kinovea, mostrando que as análises dos avaliadores estão em concordância.

Na comparação das médias na variável altura do salto e tempo de contato através do teste *t* de amostras parelhadas para o G1 e G2 separadamente (figura 4), foram encontrados diferença significativa apenas na comparação TAP

com MJ2 tanto para o G1 quanto para o G2, e no TAP com o SK 1 no G2, nas demais comparações não houveram diferença significativa. Pressumi-se que, com os resultados encontrados a análise da altura do salto no MJ2 são diferentes do tapete de contato, método já validado na literatura. Mas, o tamanho do efeito em todas as comparações foram triviais, exceto na comparação do SK 1 com o TAP (ES=0,374) para a variável tempo de contato, apresentando um tamanho do efeito moderado.

**Figura 4.** Gráficos das comparações no teste t de amostras parelhas do tapete de contato com os demais métodos testados no G1 e G2

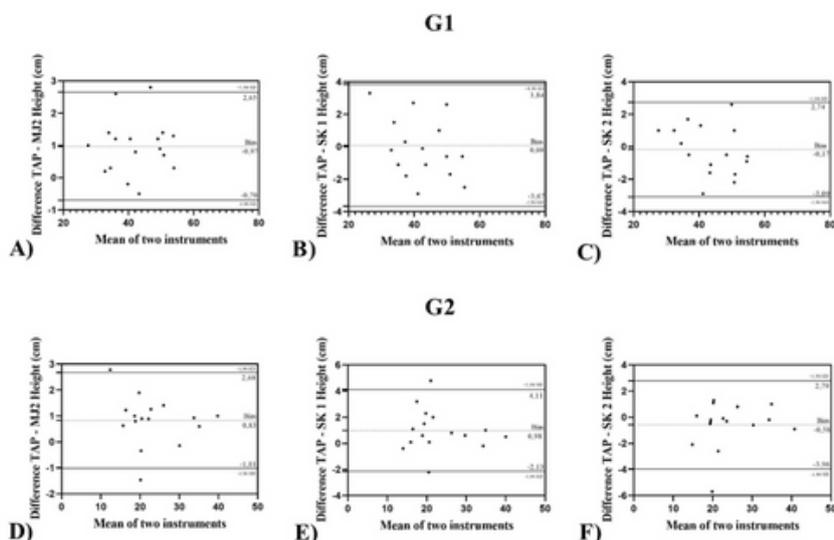


**Legenda:** TAP, tapete de contato; MJ2, my jump 2, SK1, software kinovea avaliador 1; SK2, software kinovea avaliador 2; ES, tamanho do efeito; \*diferença significativa p > 0,05

Os resultados do G1 na correlação da altura do salto no tapete de contato com os demais métodos testados mostraram uma correlação altíssima: TAP com MJ2 (r=994; p<0,001), TAP com SK 1 (r=976; p<0,001) e TAP com SK 2 (r=986; p<0,001), os ICCs também mostraram uma confiabilidade quase perfeita entre os métodos (ICC=988; IC=838-997), (ICC=989; IC=933-991) e (ICC=989; IC=959-994) respectivamente. No G2 os resultados de correlação

e confiabilidade para variável altura do salto também foram bastante expressivas: TAP com MY2 (r=974; ICC=987; IC=908-996; p<0,001), TAP com SK 1 (r=912; ICC=972; IC=896-991; p<0,001) e TAP com SK 2 (r=897; ICC=972; IC=922-990; p<0,001). Esses resultados nos mostram que os resultados da altura do salto se correlacionam com um método validado na literatura e que a confiabilidade entre eles é extremamente forte.

**Figura 5.** Gráficos de comparação Blant-Altman altura do salto

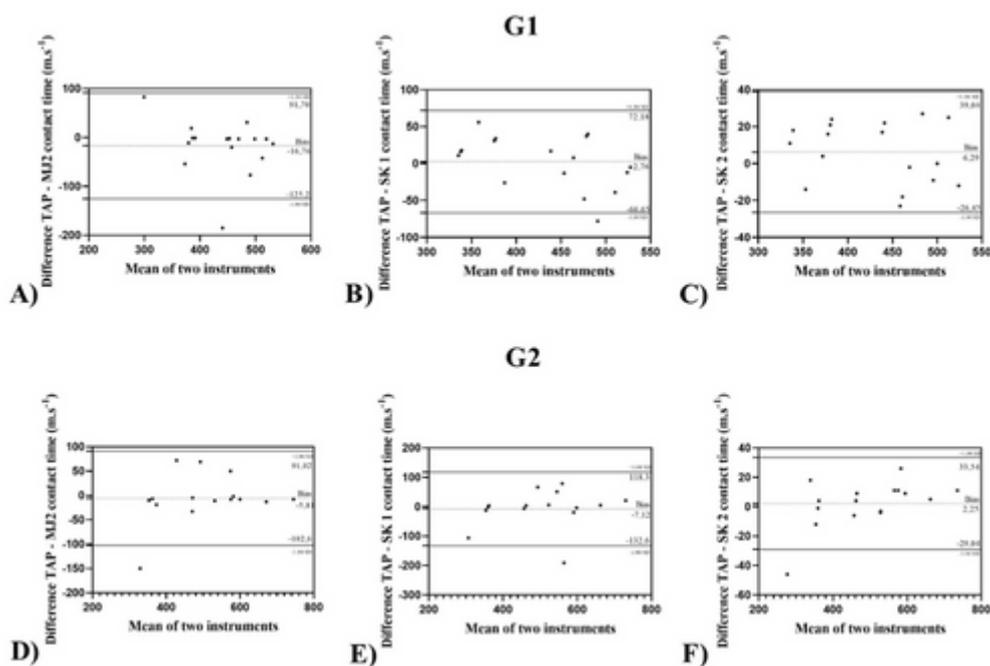


Nos gráficos de concordância de Blant-Altman apenas na comparação TAP com MJ2 no G1 figura 5-a) teve 1/17 outliers (5,8%). No G2 na comparação TAP com MJ2 e TAP com SK 1 tiveram outliers 1/16 (6,2%) figura 5-d) e 2/16 (12,4%) figura 5-e) respectivamente, nas demais comparações todos os pontos ficaram dentro dos ICs de 95%. Os vieses médios do tapete com os demais métodos testados variam 0,8 cm a 14 cm no G1 e entre 0,8 cm e 1,5 cm no G2. Percebe-se que a porcentagem dos outliers identificados foram baixos, dessa forma compreende-se que os métodos testados tiveram uma alta concordância com o tapete de contato, se mostrando confiável para a mensuração da altura do salto.

Já nos resultados do G1 na correlação do tempo de contato no tapete de contato com os demais métodos testados foi encontrado uma correlação moderada do TAP com MJ2 ( $r=698$ ;  $p<0,05$ ), mas nas correlações TAP com SK1 ( $r=900$ ;  $p<0,001$ ) e TAP ( $r=953$ ;  $p<0,001$ ) foi encontrado

uma correlação considerada muito forte. No ICC do TAP com MJ2 (ICC=677; IC=321-868) foi encontrado uma confiabilidade mediana, e no TAP com SK 1 (ICC=881; IC=703-955) e TAP com SK 2 (ICC=964; IC=902-987) a confiabilidade dos métodos foram altíssimas. Quando avaliado a correlação e confiabilidade no G2 foi encontrada uma correlação e confiabilidade alta no tempo de contato na comparação do TAP com MY2 (My Jump2  $r=929$ ; ICC=928; IC=807-974;  $p<0,001$ ), moderada na comparação do TAP com SK1 ( $r=485$ ; ICC=293; IC=-214-662;  $p>0,05$ ) e alta na comparação do TAP com SK2 ( $r=995$ ; ICC=993; IC=979-997;  $p<0,001$ ). Os resultados para o tempo de contato mostraram uma correlação e confiabilidade alta do tapete com os métodos testados, exceto na correlação do TAP com SK 1, onde foi encontrado uma correlação moderada. Mostrando que o my jump 2 e o kinovea são métodos válidos para análise do tempo de contato no drop jump.

Figura 6. Gráficos de comparação Blant-Altman tempo de contato



Nos gráficos de concordância de Blant-Altman para o tempo de contato foram identificados no G1 1/17 (5,8%) outliers nos gráficos 6-a) e 6-b) nas comparações TAP com MJ2 e TAP com SK1. No G2 foram encontrados 1/16 (6,2%) outliers nos

gráficos 6-d) e 6-f), e 2/16 (12,4%) no gráfico 6-e). Nas demais comparações todos os pontos ficaram dentro dos ICs de 95%. Os vieses médios do tempo de contato no tapete variaram de 16 m.s<sup>-1</sup> a 55 m.s<sup>-1</sup> no G2 e 16 m.s<sup>-1</sup> a 193 m.s<sup>-1</sup> no G2. A porcentagem

dos outliers identificados foram baixas, dessa forma compreende-se que os métodos testados tiveram uma alta concordância com o tapete de contato, se mostrando confiável para a mensuração

da altura do tempo de contato, no entanto percebe-se que no G2 houve um desvio padrão maior.

## DISCUSSÃO

Nesse estudo, foi investigado atletas de alto rendimento com familiaridade no salto vertical Drop Jump e jovens de iniciação esportiva com pouca experiência no salto. O principal objetivo do estudo foi apresentar métodos válidos, acessíveis, baratos e fáceis para se utilizar em campo. Nesse sentido a importância do presente estudo baseia-se na possibilidade de facilitar o processo de avaliação do salto vertical drop jump para diversas finalidades já apresentadas na literatura, como, avaliações de parâmetros neuromusculares<sup>6,7,8</sup>, detecção e seleção de talentos<sup>9</sup> e treinamento pliométrico<sup>27</sup>. Diante dos resultados expostos pode-se concluir que o software kinovea e o aplicativo my jump 2 são métodos precisos e confiáveis para se analisar a altura do salto e tempo de contato do Drop jump em atletas com experiência e jovens inexperientes.

Como já destacado, a disseminação de métodos mais baratos para a mensuração do salto vertical se faz necessário, principalmente para clubes e profissionais do esporte que não possuem acesso a equipamentos com alto custo. O Kinovea é um software gratuito disponível na Web com finalidades para fazer análises biomecânica<sup>28</sup> e medições de saltos<sup>21</sup>. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que utiliza o software para mensurar o tempo de contato no salto vertical drop jump.

No estudo de Balsalobre<sup>12</sup>, foram testadas análises de dois avaliadores do software para as medidas de tempo voo e altura do salto CMJ, no referente estudo foram apresentadas uma confiabilidade altíssima entre os observadores para as duas variáveis (ICC=1, intervalo de confiança de 95% [IC] = 1-1,  $p < 0,0001$ ). Os achados da altura do salto corroboram com os resultados do presente estudo na comparação entre observadores no grupo atletas de alto rendimento (ICC=989; IC=970-996) e no grupo de iniciação ICC=935; IC=754-972;  $p < 0,001$ ), tendo em vista a utilização da mesma forma matemática para calcular a altura do salto<sup>26</sup>.

Na literatura não foram encontrados resultados de comparação entre avaliadores para a variável tempo de contato, mas os achados da presente pesquisa apresentaram uma boa confiabilidade entre os avaliadores no grupo atletas de alto rendimento (ICC=898; IC=793-962), resultados não encontrados na mensuração dos iniciantes para a mesma variável (ICC=294; IC= -192-675;  $p > 0,05$ ). Segundo Junior<sup>29</sup> o salto vertical drop jump é um movimento de difícil execução, sendo recomendado para atletas que fazem uso da pliométrico no programa de treinamento e com familiaridade no movimento, dessa forma a execução dos jovens de iniciação esportiva pode ter interferido diretamente na análise dos avaliadores.

Quando comparada a média da altura de salto do tapete de contato com os demais métodos testados, nota-se uma diferença significativa do tapete com o My Jump 2 no grupo dos atletas (diferença entre médias MJ2 - TAP = - 0,97cm;  $p > 0,05$ ) e no grupo dos iniciantes (diferença entre médias MJ2 - TAP = - 0,83cm;  $p > 0,05$ ). Esse resultado nos leva a crer que as análises do My Jump 2 não são parecidas com um método já validado. No entanto, quando analisado a confiabilidade das medidas (G1 - ICC=988; IC=838-997 e G2 - ICC=987; IC=908-996) e a correlação (G1 -  $r=994$ ;  $p < 0,001$  e G2 -  $r=974$ ;  $p < 0,001$ ) percebe-se que são quase perfeitas<sup>30</sup>, resultados parecidos com os achados de Hayanes e colaboradores<sup>18</sup> e Balsalobre e colaboradores<sup>13</sup>. Fazendo uma análise mais aprofundada sobre a comparação das médias, o tamanho do efeito (0,1) encontrado é considerado insignificante, não interferindo na confiabilidade de análise do método, dessa forma, reduzindo os riscos de vieses das análises. O mesmo ocorreu com a comparação do tapete de contato com o software kinovea avaliador 1 ocorrendo um tamanho de efeito extremamente baixo (0,1).

Os dados de concordância da variável altura do salto dos métodos testados com o tapete de contato apresentados nos gráficos de Blant-Altman na figura 5, nos mostrou que a maioria

dos pontos então perto da média, apresentando uma alta concordância dos métodos testados com o já validado tapete de contato<sup>31</sup>. Outros estudos<sup>13,19</sup> mostraram uma correlação altíssima entre o tapete e o My Jump 2, indo em acordo com o presente estudo, com relação ao Kinovea, os dois avaliadores apresentaram uma concordância relevante com o tapete de contato, corroborando com os achados de Balsalobre e colaboradores<sup>12</sup>.

Os dados de concordância da variável tempo de contato do tapete com os outros métodos variaram um pouco mais, no entanto ainda assim no grupo atletas de alto rendimento foi encontrado uma confiabilidade quase perfeita, com exceção da comparação do tapete com o My jump 2, que apresentaram uma confiabilidade moderada entre os métodos (ICC=0,677; IC=321-868), porém quando se analisa o gráfico de Blant-Altman (Figura 6-A) é percebido apenas 1 outlier, demonstrando uma que mais de 90% dos pontos estão dentro do intervalo de concordância de 95%. No grupo dos iniciantes é encontrado uma confiabilidade mais baixa comparando o tapete com o avaliador 1 do software ( $r=0,485$ ; ICC=0,293; IC=-214-662;  $p>0,05$ ), no entanto, nas demais comparações os resultados foram relevantes. Dessa forma, software Kinovea e o My jump 2 apresentam uma alta concordância e confiabilidade para análise do tempo de contato, configurando-se como métodos baratos, acessíveis e válidos para mensuração do tempo de contato e altura do salto vertical drop jump.

Como limitação do estudo considerou-se o tamanho padronizado do caixote, dessa forma podendo interferir diretamente nos resultados de

altura do salto e tempo de contato, principal nos atletas de iniciação esportiva.

#### Aplicações práticas

O *software* kinovea e o app my jump 2 são métodos confiáveis para a mensuração da altura do salto vertical e tempo de contato em atletas de alto rendimento e atletas de iniciação esportiva. Os treinadores e atletas devem selecionar a ferramenta com base na disponibilidade de recursos. Embora as correlações de validade sejam muito fortes, este estudo mostra que os métodos não devem ser alternados para monitorar a altura do salto e o tempo de contato durante uma temporada. Apesar dos resultados não saírem instantaneamente após a gravação do movimento, o *software* kinovea é uma excelente opção para quantificar as variáveis testadas no presente estudo, além de ser gratuito. O App my jump 2 é mais prático e menos trabalhoso, porém é necessário um pequeno recurso financeiro para sua aquisição.

#### Conclusão

Os métodos de análise da altura do salto drop jump e tempo de contato My jump 2 e *software* kinovea são ferramentas com alta correlação, confiabilidade e concordância com o método já validado na literatura, sendo ambas as ferramentas confiáveis para mensuração do salto vertical drop jump. Os achados deste estudo são valiosos ao revelar ferramentas válidas, baratas, acessíveis e de fácil utilização em campo para a mensuração do salto vertical drop jump, quando comparadas com outros métodos.

## Referências

1. Sheppard, J., Hobson, S., Barker, M., Taylor, K., Chapman, D., McGuigan, M., & Newton, R. (2008). The Effect of Training with Accentuated Eccentric Load Counter-Movement Jumps on Strength and Power Characteristics of High-Performance Volleyball Players. **International Journal of Sports Science & Coaching**, 3(3), 355–363. doi:10.1260/174795408786238498
2. Beato M, Bianchi M, Coratella G, Merlini M, Drust B. Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. **JStrengthCond Res**. 2018 Feb;32(2):289-296. doi: 10.1519/JSC.0000000000002371. PMID: 29176387.

3. RAMIREZ-CAMPILLO, Rodrigo *et al.* Effects of Plyometric Training on Physical Performance of Young Male Soccer Players: potential effects of different drop jump heights. **Pediatric Exercise Science**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 306-313, 1 ago. 2019. Human Kinetics. <http://dx.doi.org/10.1123/pes.2018-0207>.
4. KOBAL, Ronaldo *et al.* Effects of Different Combinations of Strength, Power, and Plyometric Training on the Physical Performance of Elite Young Soccer Players. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 31, n. 6, p. 1468-1476, jun. 2017. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).
5. Markovic G, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **J Strength Cond Res**. 2007 May;21(2):543-9. doi: 10.1519/R-19535.1. PMID: 17530960.
6. EVANS, Daniel A. *et al.* Monitoring Postmatch Fatigue During a Competitive Season in Elite Youth Soccer Players. **Journal Of Athletic Training**, [S.L.], v. 57, n. 2, p. 184-190, 20 set. 2021. Journal of Athletic Training/NATA. <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-0245.21>.
7. MAROTO-IZQUIERDO, Sergio *et al.* Cross-education effects of unilateral accentuated eccentric isoinertial resistance training on lean mass and function. **Scand J Med Sci Sports**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 672-684, abr. 2022.
8. LOURENÇO, João *et al.* Relationship between Objective and Subjective Fatigue Monitoring Tests in Professional Soccer. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 1539, 14 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20021539>.
9. Fry, Andrew C *et al.* Anthropometric and performance variables discriminating elite American juniors men weightlifters. **J Strength Cond Res**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 861-866, nov. 2006.
10. Allis J, Morris RO, Duncan MJ, Eyre ELJ, Guimaraes-Ferreira L. Agreement between Force Platform and Smartphone Application-Derived Measures of Vertical Jump Height in Youth Grassroots Soccer Players. **Sports** (Basel). 2023 Jun 13;11(6):117. doi: 10.3390/sports11060117. PMID: 37368567; PMCID: PMC10301366.
11. Bui HT, Farinas MI, Fortin AM, Comtois AS, Leone M. Comparison and analysis of three different methods to evaluate vertical jump height. **Clin Physiol Funct Imaging**. 2015 May;35(3):203-9. doi: 10.1111/cpf.12148. Epub 2014 Apr 1. PMID: 24690449.
12. Balsalobre-Fernández, Carlos *et al.* The Concurrent Validity and Reliability of a Low-Cost, High-Speed Camera-Based Method for Measuring the Flight Time of Vertical Jumps. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 528-533, fev. 2014. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0b013e318299a52e>.
13. Balsalobre-Fernández C, Glaister M, Lockey RA. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **J Sports Sci**. 2015;33(15):1574-9. doi: 10.1080/02640414.2014.996184. Epub 2015 Jan 2. PMID: 25555023.
14. Dias JA, Dal Pupo J, Reis DC, Borges L, Santos SG, Moro AR, Borges NG Jr. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. **J Strength Cond Res**. 2011 Jul;25(7):2034-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e73f6e. PMID: 21701288.

15. Wilder JN, Riggins ER, Noble RA, Lelito CM, Widenhoefer TL, Almonroeder TG. The effects of drop vertical jump technique on landing and jumping kinetics and jump performance. **J ElectromyogrKinesiol.** 2021 Feb;56:102504. doi: 10.1016/j.jelekin.2020.102504. Epub 2020 Nov 19. PMID: 33242751.
16. Farias DL, Teixeira TG, Madrid B, Pinho D, Boullosa DA, Prestes J. Reliability of vertical jump performance evaluated with contact mat in elderly women. **Clin PhysiolFunct Imaging.** 2013 Jul;33(4):288-92. doi: 10.1111/cpf.12026. Epub 2013 Jan 10. PMID: 23692618.
17. Ferreira, JP, Santos, PS, Teodoro, RC, Alves DL, Da Silva, SF. Análisis del dropjump en deportistas y principiantes. **Revista peruana de ciencias de la actividad física y del deporte.** 2021 Aug1(1)2313-2868 DOI:<https://doi.org/10.53820/rpcafd.v1i1.179>
18. HAYNES, Tom; BISHOP, Chris; ANTROBUS, Mark; BRAZIER, Jon. The validityandreliabilityoftheMy Jump 2 app for measuringthereactivestrength index anddrop jump performance. **The JournalOf Sports Medicine AndPhysical Fitness**, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 00-00, jan. 2019. Edizioni Minerva Medica. <http://dx.doi.org/10.23736/s0022-4707.18.08195-1>.
19. BOGATAJ, Špela *et al.* Validity, Reliability, andUsefulnessofMy Jump 2 App for Measuring Vertical Jump in Primary SchoolChildren. **InternationalJournalOf Environmental ResearchAndPublic Health**, [S.L.], v. 17, n. 10, p. 3708, 25 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17103708>.
20. Cruvinel-Cabral RM, Oliveira-Silva I, Medeiros AR, Claudino JG, Jiménez-Reyes P, Boullosa DA. The validityandreliabilityofthe “My Jump App” for measuring jump heightoftheelderly. **PeerJ.** 2018 Oct 15;6:e5804. doi: 10.7717/peerj.5804. PMID: 30356977; PMCID: PMC6193468.
21. LEE, Yongsuk; MIN, Kyeong Eun; PARK, Jihong. CorrelationandReliabilityofTwo Field Tests for Vertical Jump Height. **The AsianJournalOfKinesiology**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 9-14, 31 jan. 2020. Korean AcademyofKinesiology. <http://dx.doi.org/10.15758/ajk.2020.22.1.9>.
22. Pueo B, Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo JM. Validity, reliability and usefulness of smartphone and kinovea motion analysis software for direct measurement of vertical jump height. **PhysiolBehav.** 2020 Dec1;227:113144. doi: 10.1016/j.physbeh.2020.113144. Epub 2020 Aug 19. PMID: 32822710.
23. Caseiro-Filho LC, Girasol CE, Rinaldi ML, Lemos TW, Guirro RRJ. Analysis of the accuracy and reliability of vertical jump evaluation using a low-cost acquisition system. **BMC Sports Sci Med Rehabil.** 2023 Sep 6;15(1):107. doi: 10.1186/s13102-023-00718-z. PMID: 37674232; PMCID: PMC10483722.
24. **Senado Federal. Legislacao Deportiva.** Lei N° 9.615. Disponíbleen: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/LEIS/L9615consol.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L9615consol.htm)
25. Kollias I, Panoutsakopoulos V, Papaiakevou G. Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. **J StrengthCond Res.** 2004 Aug;18(3):546-50. doi: 10.1519/1533-4287(2004)18<546:CJAAAO>2.0.CO;2. PMID: 15320661.
26. Glatthorn JF, Gouge S, Nussbaumer S, Stauffacher S, Impellizzeri FM, Maffiuletti NA. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. **J Strength Cond Res.** 2011 Feb;25(2):556-60. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d. PMID: 20647944.

27. Berton R, Lixandrão ME, Pinto E Silva CM, Tricoli V. Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. **J Sports Sci.** 2018 Sep;36(18):2038-2044. doi: 10.1080/02640414.2018.1434746. Epub 2018 Feb 1. PMID: 29385904.
28. Nor Adnan, N. M., Ab Patar, M. N. A., Lee, H., Yamamoto, S.-I., Jong-Young, L., & Mahmud, J. (2018). Biomechanical analysis using Kinovea for sports application. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 342, 012097. doi:10.1088/1757-899x/342/1/012097
29. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **J Chiropr Med.** 2016 Jun;15(2):155-63. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012. Epub 2016 Mar 31. Erratum in: J Chiropr Med. 2017 Dec;16(4):346. PMID: 27330520; PMCID: PMC4913118.
30. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986 Feb 8;1(8476):307-10. PMID: 2868172.
31. HEYWARD, Vivian H; GIBSON, Ann. **Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription.** 7. ed. United States: Human Kinetics, 2014.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram que não existe conflito de interesse nesse manuscrito.

**Financiamento:** Não houve financiamento para esse manuscrito.

# Métodos Mais Acessíveis Para Mensuração do Tempo de Contato e Altura do Salto Vertical: DROP JUMP

Rafael Correa Teodoro<sup>1,2,3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0002-0327-5785>  
João Pedro Ferreira de Souza<sup>3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0002-0465-7232>  
Pedro de Oliveira<sup>4</sup>,  
<https://orcid.org/0009-0007-2439-4883>

Francisco Manoel de Assis<sup>1,3</sup>,  
<https://orcid.org/0000-0003-1841-5637>  
Sandro Fernandes da Silva<sup>1,2,3</sup>.  
<https://orcid.org/0000-0003-0516-6408>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde

<sup>3</sup>Grupo de Estudos e Pesquisas em Respostas Neuromusculares

<sup>4</sup>Universidade de Guarulhos, Brasil

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo foi analisar métodos mais acessíveis, baratos e válidos para quantificação da altura e tempo de contato (TC) do salto vertical drop jump (DJ). **Metodologia:** A pesquisa foi constituída por 2 grupos, 17 atletas de alto rendimento (G1), (idade:  $21,8 \pm 2,6$  anos) e 16 atletas de iniciação esportiva (G2), (idade:  $13,5 \pm 2,2$  anos). Foram executados três saltos DJ com intervalos de 30" entre eles no tapete de contato (TAP), simultaneamente gravados com um *iphone* 8 no plano frontal, onde foi mensurado o TC e altura do salto no app My Jump 2 (MJ2) e com um smartphone *samsung* no plano lateral para a quantificação do TC e tempo de voo no *software* kinovea® (Sk) (por dois avaliadores diferentes), para posteriormente quantificar a altura do salto. Para análise dos dados utilizou-se somente o salto mais alto, quantificado pelo

TAP. Utilizou-se o coeficiente de correlação intercalasse (ICC), correlação de Person (r) e gráficos de Bland-Altman para testar a confiabilidade, correlação e concordância dos métodos testados com o TAP.

**Resultados:** Correlações e confiabilidades para a altura do salto no G1 e G2 foram quase perfeitas ( $r=1$ ;  $ICC=1$ ;  $IC=1-1$ ;  $p<0,001$ ). TC no grupo G1 ( $r=698-963$ ;  $ICC=677-964$ ) e G2 ( $r=485-995$ ;  $ICC=273-993$ ) variaram.

**Conclusão:** O MJ2 e SK são confiáveis para medir a altura do salto e o TC durante o drop jump.

**Palavras-Chave:** Salto Vertical; Drop Jump; Tempo de Contato; Altura de Salto.



RPCAFD

ORIGINAL

Recibido: 12 mar 2023  
Aceptado: 30 may 2023

### Correspondencia:

Sandro Fernandes da Silva

E-mail:

[sandrofs@ufla.br](mailto:sandrofs@ufla.br)

