



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física
Educação Física

Anna Beatriz Alves Vieira

**Confiabilidade e concordância entre-dias dos aplicativos JumpO 2 e
MyJump 2 para mensuração do desempenho no salto vertical**

Brasília

2021

Anna Beatriz Alves Vieira

Confiabilidade e concordância entre-dias dos aplicativos JumpO 2 e MyJump 2 para mensuração do desempenho no salto vertical

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado em Educação Física

Orientador (a): Prof.(a) Amilton Vieira

Brasília

2021

Anna Beatriz Alves Viera

**Confiabilidade e concordância entre-dias dos aplicativos JumpO 2 e MyJump 2
para mensuração do desempenho no salto vertical**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Faculdade de Educação Física da Universidade de
Brasília como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharelado em 05/11/2021

Data da aprovação: 05/11/2021

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi investigar a confiabilidade dos aplicativos JumpO 2 e MyJump 2 na mensuração das variáveis mecânicas (deslocamento, força, velocidade e potência) produzidas durante o salto vertical. Dez homens fisicamente ativos em idade universitária (20 ± 3 anos) participaram do estudo. Os participantes fizeram três visitas ao Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força da Faculdade de Educação Física. A primeira visita foi destinada para a determinação da massa, estatura, do comprimento dos membros inferiores bem como foi fornecido uma familiarização com os saltos verticais. Nas duas visitas seguintes (após 2 a 7 dias), os participantes realizaram quatro saltos com contramovimento (CMJ) e quatro saltos estáticos (SJ) sobre uma plataforma de força (equipamento critério). Os saltos também foram filmados em câmera lenta (240 FPS) por um *smartphone* Samsung Galaxy S7 (modelo SM-G930F). Os aplicativos fornecem uma estimativa da altura do salto (*i.e.*, deslocamento vertical) e os valores médios de força, velocidade e potência produzidos durante a fase propulsiva do salto vertical. A concordância entre as medidas obtidas foi determinada a partir do erro típico da medida como coeficiente de variação (CV%) e a confiabilidade pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC). No geral, os valores de CV% apresentaram-se inferiores a 10% e os valores de ICC ficaram na faixa considerada adequada (de bom a excelente). Não observamos diferenças relevantes nos escores de confiabilidade e concordância entre a plataforma de força e ambos os aplicativos. Este estudo demonstra que o novo aplicativo JumpO 2 fornece medidas confiáveis do desempenho do salto vertical, a qual é similar ao aplicativo MyJump 2 e a plataforma de força.

Palavras-chave: aptidão muscular, salto com contramovimento, salto estático, salto agachado, precisão.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the reliability of the JumpO 2 and MyJump 2 applications in measuring the mechanical variables (displacement, force, speed and power) produced during the vertical jump. Ten physically active college-age men (20 ± 3 years) participated in the study. Participants made three visits to the Strength Training Research Laboratory at the Faculty of Physical Education. The first visit was intended to determine the mass, height, length of the lower limbs, as well as a familiarization with the vertical jumps. On the next two visits (after 2 to 7 days), participants performed four countermovement jumps (CMJ) and four static jumps (SJ) on a force platform (criterion equipment). The jumps were also filmed in slow motion (240 FPS) for a Samsung Galaxy S7 smartphone (model SM-G930F). The apps provide an estimate of the jump height (ie, vertical displacement) and the average values of strength, speed, and power needed during the propulsive phase of the vertical jump. Agreement between the corresponding measures was provided from the typical error of the measure as a coefficient of variation (CV%) and a reliability by the intraclass correlation coefficient (ICC). In general, CV% values are less than 10% and ICC values are considered to be in the range considered adequate (from good to excellent). We did not observe relevant differences in confidence and agreement scores between a force platform and both applications. This study demonstrates that the new JumpO 2 app measures important vertical jump performance, one which is similar to the MyJump 2 app and force platform.

Keywords: muscle fitness, countermovement jump, static jump, squat jump, precision.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMJ	Saltos com contramovimento
SJ	Saltos sem contramovimento
CV	Coefficiente de variação
ICC	Correlação interclasse

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MÉTODOS	2
2.1 Participantes	2
2.2 Desenho do estudo	2
2.3 Teste do salto vertical	2
2.4 Equipamentos	3
2.5 Análise estatística	3
3. RESULTADOS	4
4. DISCUSSÃO	5
5. CONCLUSÃO	6
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6

1. INTRODUÇÃO

O salto vertical é um dos testes físicos mais simples e amplamente utilizados por técnicos, preparadores físicos e pesquisadores para avaliar aptidão física de atletas de esportes individuais e coletivos (NEWTON, ROBERT U., KRAEMER, WILLIAM J., 1994), avaliando por exemplo a potência e força dos membros inferiores. A altura do salto vertical tem se mostrado um forte preditor do desempenho atlético, como velocidade da corrida no atletismo e a força de impacto do soco de atleta de boxe. Além disso, a redução temporária na altura do salto se mostra relacionada e proporcional à fadiga induzida pelo exercício e marcadores sanguíneos do esforço como a amônia e o lactato (BUCHHEIT; SPENCER; AHMAIDI, 2010; SÁNCHEZ-MEDINA; GONZÁLEZ-BADILLO, 2011).

Além da altura do salto, inúmeras outras variáveis podem ser obtidas durante o salto vertical (*e.g.*, força, velocidade, potência), especialmente se o salto for realizado sobre uma plataforma de força - considerado o equipamento padrão-ouro. Contudo, o alto custo (*e.g.*, \$10.000) de uma plataforma de força tem restringido o seu uso. Além disso, geralmente o processamento do sinal obtido por uma plataforma de força requer *softwares* de análises, gerando um custo financeiro adicional. Diante disso, há a demanda por equipamentos alternativos de menor custo e de fácil manipulação. Nas últimas décadas, diversos equipamentos alternativos tem sido desenvolvidos com o propósito de avaliar o desempenho do salto vertical, dentre eles acelerômetros, tapetes de contato, sensores infravermelho, ou mesmo aplicativos para *smartphone* (CASARTELLI; MÜLLER; MAFFIULETTI, 2010; REQUENA et al., 2012).

Devido ao aumento da popularidade e da acessibilidade aos *smartphones*, os aplicativos tendem a ser o equipamento mais acessíveis aos profissionais e aos entusiastas do exercício. Recentemente, dois aplicativos foram desenvolvidos para avaliar o desempenho do salto vertical JumpO 2 e o MyJump 2. Esses aplicativos se mostram válidos e confiáveis para estimar a altura do salto vertical a partir do tempo de voo do salto. Este estudo vem com a proposta de trazer ao público uma nova alternativa para a mensuração dos saltos verticais, a partir de um aplicativo nacional de sistema android com funções parecidas e melhoradas do aplicativo MyJump 2, a qual já é validado e foi desenvolvido em sistema IOS. A análise foi realizada a partir de videos, filmados em câmera lenta por um smartphone, e feita seleção dos quadros da decolagem e aterrissagem. Ainda, não foi demonstrado as demais medidas de força, velocidade e potência também são confiáveis. Diante disso, objetivo do presente estudo é investigar a confiabilidade dos aplicativos JumpO 2 e MyJump

2 na mensuração da altura, força, velocidade e potência produzidas durante o salto vertical.

2. MÉTODOS

2.1 PARTICIPANTES

Dez homens fisicamente ativos em idade universitária (20 ± 3 anos, 176 ± 6 cm, 68 ± 9 kg) participaram deste estudo. Eles estavam livres de qualquer lesão que pudesse comprometer o desempenho do salto. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (número 2.878.364) e um consentimento informado por escrito foi obtido de cada participante.

2.2 DESENHO DO ESTUDO

Os participantes visitaram o laboratório em três ocasiões (intervalo de 2 a 7 dias). Na primeira visita, medidas antropométricas foram obtidas (*e.g.*, estatura e o deslocamento realizado na fase propulsiva do salto vertical) e foi realizada uma familiarização dos participantes com os procedimentos dos saltos. Nas duas visitas seguintes, eles completaram ~ 10 min de um aquecimento padronizado composto por agachamentos com sobrecarga de 50% da massa corporal em um *Smith machine* (Select Fitness, Brasília, Brasil) seguido por cinco saltos verticais com esforço progressivo (20, 40, 60, 80 e 100% do esforço máximo percebido). Os participantes completaram aleatoriamente quatro repetições de cada tipo de salto: salto com contramovimento (CMJ) e salto agachado (SJ). Os saltos foram realizados sobre uma plataforma de força (AMTI, Accupower Portable Force Plate, Watertown, MA, EUA) enquanto eram gravados por uma câmera lenta (240 fps) de um *smartphone* Samsung Galaxy S7 (modelo SM-G930F). Cada salto foi separado por 1-min de intervalo e a ordem dos saltos CMJ e SJ foi mantida no reteste de cada participante. Um observador sem experiência com a análise de vídeo conduziu em ambos os aplicativos a seleção manual dos quadros da decolagem e, subsequentemente, o quadro da aterrissagem.

2.3 TESTE DO SALTO VERTICAL

Os participantes realizaram os saltos com as mãos na cintura e foram instruídos a saltar o mais alto possível, enquanto faziam um rápido movimento no solo. Eles também foram instruídos a manter a

mesma postura corporal da decolagem na aterrissagem do salto. Para o CMJ, eles foram instruídos a realizar o contramovimento seguido por uma extensão vigorosa de quadril, joelho e flexão plantar do tornozelo, enquanto eram livres para determinar a profundidade do contramovimento. Para SJ, eles mantiveram a posição de agachada (joelho a $\sim 90^\circ$) por 2 s antes de saltar. A curva força-tempo foi inspecionada, sendo os saltos com contramovimento removidos.

2.4 EQUIPAMENTOS

Para registrar os saltos, um tripé (~ 30 cm de altura) com o *smartphone* foi posicionado no solo a 1,5 m da face anterior das pernas/pés dos participantes. O JumpO 2 e MyJump 2 são aplicativos disponíveis na *Play Store* (Google Inc., EUA). Ambos os aplicativos mensuram o tempo de voo do salto. O tempo de voo foi identificado manualmente a partir da interface dos aplicativos. Os aplicativos permitem a seleção dos quadros de decolagem e aterrissagem do vídeo gravado do salto. Com base no tempo de voo, os aplicativos estimam a altura do salto, onde altura do salto = tempo de voo² $\times 1.22625$ (BOSCO et al., 1983). A partir da altura do salto e a aplicação da mecânica Newtoniana, foi possível também estimar a velocidade, força e potência produzidas na fase propulsiva dos saltos (SAMOZINO et al., 2008).

A plataforma de força (101×76 cm) registrou dados de força em uma frequência de amostragem de 1000 Hz. A plataforma de força foi conectada a um computador equipado com o *software* para análise dos dados de força (AccuPower 2.0.3 Dickinson, ND, EUA). A posteriori, os dados foram analisados com o auxílio de um *script* de *Matlab* (R2020a, MathWorks, EUA). Um filtro passa-baixa com frequência de corte de 30 Hz e atraso de fase zero (Butterworth 4^a ordem) foi inicialmente aplicado no sinal de força bruto (STREET et al., 2001). Depois disso, a massa corporal dos participantes (mensurada antes de cada salto) foi subtraída da força para determinar a do centro de massa (CM) durante os saltos. A curva de aceleração foi então integrada (método do trapézio) para determinar a velocidade do CM, a qual foi multiplicada pela força para determinar a potência produzida durante a fase propulsiva dos saltos (LINTHORNE, 2001).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e o erro típico expresso como coeficiente de variação (CV) foram determinados para investigar a confiabilidade intra-avaliador de ambos os aplicativos e

da plataforma de força. Os cálculos foram realizados em uma planilha customizada (Microsoft Excel), disponível online (Hopkins, 2015). Os ICCs com limites de confiança (LC) de 90% (CL) foram interpretados como ruim ($<0,50$), moderado ($0,5 - 0,75$), bom ($0,75 - 0,90$) e excelente ($>0,90$) (KOO; LI, 2016), enquanto que os CVs com LC90% foram interpretados com boa ($\geq 5\%$), moderada (de 5,01 a 10%) e baixa ($> 10\%$) concordância.

3. RESULTADOS

Os CVs apresentados na Figura 1A apontam que a maioria das variáveis investigadas apresentaram uma concordância adequada ($CV \leq 10\%$ em 19 de 24 variáveis). As variáveis obtidas com a plataforma de força e interpretadas como de “boa concordância” (*i.e.*, $CV \leq 5\%$) foram a força no CMJ e SJ e a velocidade no CMJ. A altura no CMJ e SJ bem como a potência no CMJ foram interpretadas como “moderada concordância” (*i.e.*, $CV \leq 10\%$), enquanto que a velocidade e a potência no SJ foram interpretadas como “baixa concordância” (*i.e.*, $CV > 10\%$).

As variáveis obtidas com o JumpO 2 e interpretadas como de “boa concordância” foram a força no CMJ e SJ e a velocidade no SJ. A altura no CMJ e SJ, a velocidade no CMJ e potência no SJ foram interpretadas como “moderada concordância” (*i.e.*, $CV \leq 10\%$), enquanto que a potência no CMJ foi interpretada como “baixa concordância” (*i.e.*, $CV > 10\%$).

As variáveis obtidas com o MyJump 2 e interpretadas como de “boa concordância” foram a altura, força e a velocidade no CMJ. A força e a velocidade no SJ, e a potência no CMJ foram interpretadas como “moderada concordância” (*i.e.*, $CV \leq 10\%$), enquanto que a altura e a potência no SJ foram interpretadas como “baixa concordância” (*i.e.*, $CV > 10\%$).

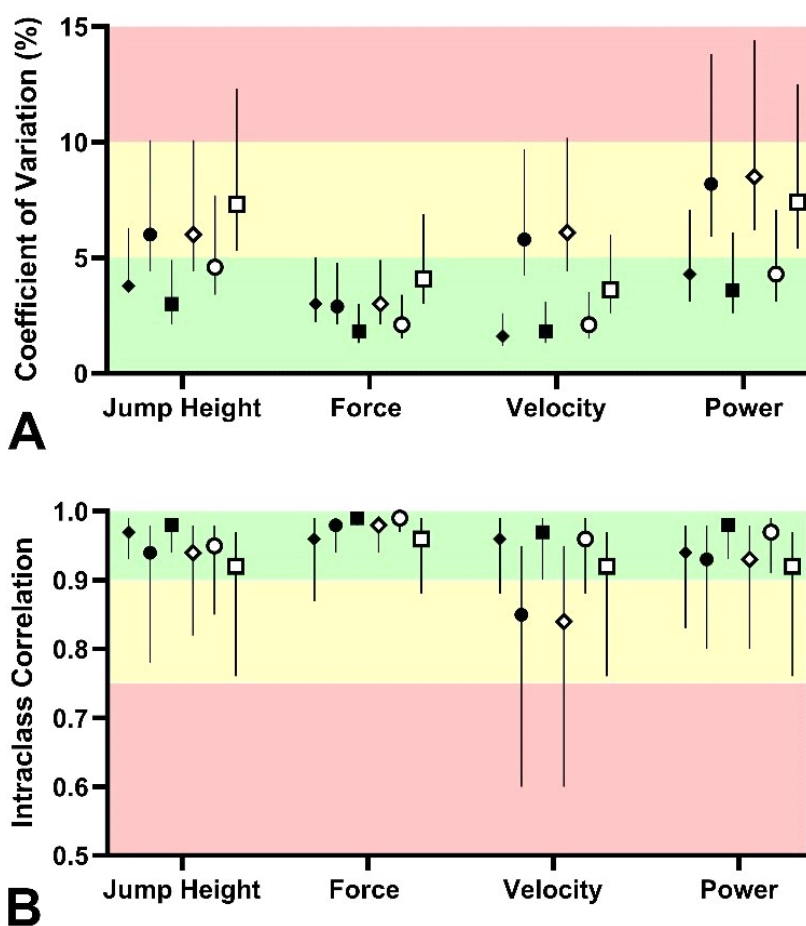
Os ICCs apresentados na Figura 1B apontam que a grande maioria das variáveis investigadas apresentaram uma confiabilidade aceitável ($ICC \geq 0,75$ em 22 das 24 variáveis).

As variáveis obtidas com a plataforma de força e interpretadas como “excelente confiabilidade” (*i.e.*, $ICC > 0,90$) foram a altura do CMJ e a força do SJ. A altura e a potência do SJ, força, velocidade e potência do CMJ foram interpretados como “boa confiabilidade” (*i.e.*, $ICC \geq 0,75 \leq 0,90$), enquanto que a velocidade do SJ foi interpretada como “moderada confiabilidade” (*i.e.*, $ICC \geq 0,50 \leq 0,75$).

As variáveis obtidas com o JumpO 2 e interpretadas como “excelente confiabilidade” (*i.e.*, $ICC > 0,90$) foram a força nos saltos CMJ e SJ e a potência do SJ. A altura nos saltos CMJ e SJ bem como a velocidade no SJ e potência no CMJ foram interpretadas como “boa confiabilidade” (*i.e.*, $ICC \geq 0,75 \leq 0,90$), enquanto que a velocidade do CMJ foi interpretada como “moderada confiabilidade” (*i.e.*, $ICC \geq 0,50 \leq 0,75$). As variáveis obtidas com o MyJump 2 e interpretadas como “excelente confiabilidade” (*i.e.*, $ICC > 0,90$) foram a altura, força, velocidade e potência no CMJ, enquanto

que na altura, força, velocidade e potência no SJ foram interpretadas como “boa confiabilidade” (*i.e.*, $ICC \geq 0,75 \leq 0,90$).

Figura 1. Coeficiente de variação (A) e coeficiente de correlação intraclass (B) da altura do salto, força, velocidade e potência do salto com contramovimento (◆●■) e do salto agachado (□○◇) obtidos com os aplicativos Jumpo2(●○) e My Jump2 (■□) e com a plataforma de força (◆◆).



DISCUSSÃO

O presente estudo teve o objetivo de investigar a confiabilidade dos aplicativos JumpO 2 e MyJump 2 na mensuração da altura do salto, força, velocidade e potência produzidas durante a fase propulsiva dos saltos CMJ e SJ. De acordo com os resultados obtidos foi possível observar que os resultados com menor variação (*i.e.* $CV \geq 5\%$) foram os saltos CMJ. O que corrobora com um

estudo anterior, demonstrando confiabilidade maior no CMJ do que no SJ (GALLARDO-FUENTES *et al.*, 2016). É provável que indivíduos ativos não sejam tão familiarizados com o salto SJ, sendo necessário pelo menos mais uma sessão de familiarização para obtenção de medidas mais confiáveis. Entre as variáveis estudadas a força apresentou as menores variações, enquanto que a potência apresentou as maiores, independente do equipamento utilizado, visto que esta é o produto da força e da velocidade, possivelmente trazendo consigo ruídos dos resultados obtidos nessas variáveis. Os resultados apontam que o aplicativo JumpO 2 fornece medidas confiáveis, as quais são similares ao MyJump 2 e a plataforma de força.

Uma limitação do presente estudo é uma amostra relativamente pequena ($n = 10$), composta apenas por jovens universitários, fisicamente ativos. Estudos utilizando outras populações (por exemplo, atletas, idosos e indivíduos sedentários) devem ser feitos no futuro.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o novo aplicativo JumpO 2 fornece medidas confiáveis do desempenho do salto vertical, a qual é similar ao aplicativo MyJump 2 e a plataforma de força. Dessa forma, tanto o JumpO 2 quanto o MyJump2 se mostram como alternativas à plataforma de força e podem ser utilizados por profissionais do movimento, treinadores físicos ou mesmos entusiastas do exercício físico para medir a aptidão muscular por meio do salto vertical.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; GLAISTER, M.; LOCKEY, R. A. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, vol. 33, no. 15, p. 1574–1579, 2015. DOI 10.1080/02640414.2014.996184. Available at: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>.

BOSCO, C.; KOMI, P. V.; TIHANYI, J.; FEKETE, G.; APOR, P. Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, vol. 51, no. 1, p. 129–135, 1983. <https://doi.org/10.1007/BF00952545>.

BORT-ROIG, J.; GILSON, N.D.; PUIG-RIBERA, A. *et al.* Measuring and Influencing Physical Activity with Smartphone Technology: A Systematic Review. **Sports Med** **44**, 671–686 (2014). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0142-5>

BUCHHEIT, M.; SPENCER, M.; AHMAIDI, S. Reliability, usefulness, and validity of a repeated sprint and jump ability test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, vol. 5, no. 1, p. 3–17, 2010. <https://doi.org/10.1123/ijspp.5.1.3>.

CASARTELLI, N.; MÜLLER, R.; MAFFIULETTI, N. A. Validity and Reliability of the Myotest Accelerometric System for the Assessment of Vertical Jump Height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 24, no. 11, p. 3186–3193, Nov. 2010. DOI 10.1519/JSC.0b013e3181d8595c. Available at: <https://journals.lww.com/00124278-201011000-00040>.

GALLARDO-FUENTES J.; GALLARDO-FUENTES J.; RAMÍREZ-CAMPILLO R.; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ C.; MARTÍNEZ C.; CANIUQUEO A.; CAÑAS R.; BANZER W.; LOTURCO I.; NAKAMURA FY.; IZQUIERDO M. Intersession and intrasession reliability and validity of the my jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. **J Strength Cond Res** 30(7): 2049-2056, 2016.

GARCÍA-LÓPEZ, J.; PELETEIRO, J.; RODRÍGUEZ-MARROYO, J. A.; MORANTE, J. C.; HERRERO, J. A.; VILLA, J. G. The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. **International Journal of Sports Medicine**, vol. 26, no. 4, p. 294–302, 2005. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820962>.

HOPKINS, W. G. Spreadsheets for analysis of validity and reliability. **Sportscience**, vol. 19, no. 19, p. 36–44, 2015. .

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, vol. 15, no. 2, p. 155–163, 2016. DOI 10.1016/j.jcm.2016.02.012. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, vol. 69, no. 11, p. 1198–1204, 2001. <https://doi.org/10.1119/1.1397460>.

MARKOVIC, G.; DIZDAR, D.; JUKIC, I.; CARDINALE, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 18, no. 3, p. 551–555, 2004. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2).

REQUENA, B.; REQUENA, F.; GARCÍA, I.; DE VILLARREAL, E. S. S.; PÄÄSUKE, M. Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system (Keimove™) for measuring vertical jumping performance. **Journal of Sports Science and Medicine**, vol. 11, no. 1, p. 115–122, 2012. .

SAMOZINO, P.; MORIN, J. B.; HINTZY, F.; BELLI, A. A simple method for measuring force,

velocity and power output during squat jump. **Journal of Biomechanics**, vol. 41, no. 14, p. 2940–2945, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.07.028>.

SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Medicine and science in sports and exercise**, vol. 43, no. 9, p. 1725–1734, 2011. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318213f880>.

STREET, G.; MCMILLAN, S.; BOARD, W.; RASMUSSEN, M.; HENEGHAN, J. M. Sources of error in determining countermovement jump height with the impulse method. **Journal of Applied Biomechanics**, vol. 17, no. 1, p. 43–54, 2001. <https://doi.org/10.1123/jab.17.1.43>.

VIEIRA, A.; BLAZEVIČH, A. J.; DA COSTA, A. S.; TUFANO, J. J.; BOTTARO, M. Validity and test-retest reliability of the jumo app for jump performance measurement. **International Journal of Exercise Science**, vol. 14, no. 7, p. 677–686, 2021. .