

# Variáveis Biomecânicas nos Saltos de Atletas: Revisão de Escopo

## *Biomechanical Parameters in Athletes Jumps: Scope Review*

Antério Moreira Gama Neto<sup>1</sup>, Ana Lúcia Barbosa Góes<sup>2</sup>

1. Acadêmico do Curso de Fisioterapia da Bahiana – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0003-0521-0456
2. Fisioterapeuta, Doutora em Medicina e Saúde Humana, Professora Adjunta da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública; Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0003-2486-0876

Autor para correspondência: [anterioneto19.1@bahiana.edu.br](mailto:anterioneto19.1@bahiana.edu.br)

### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Atletas de alta performance são expostos a exaustivas rotinas de treinos e competições que exigem fisicamente um alto nível de preparo para a realização de tarefas motoras. Contudo, no caso de disfunção de um dos sistemas envolvido no salto, certamente haverá um impacto em toda a experiência motora. Além disso, pouco é considerado o quanto essas alterações podem impactar no desempenho de atletas expostos a alto nível de performance. **OBJETIVO:** Sumarizar as variáveis biomecânicas nos saltos de atletas. **METODOLOGIA:** O estudo é uma revisão de escopo que rastreou estudos transversais que estivessem relacionados a variáveis biomecânicas nos saltos de atletas. Os artigos foram pesquisados nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS e Google Acadêmico, no período de janeiro a março de 2023, incluindo artigos em inglês e português. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados e estudos transversais. **RESULTADOS:** Dos 2016 artigos pré selecionados nas bases de dados anteriormente citadas, apenas 13 passaram pela leitura completa e análise de critérios de inclusão e exclusão. **CONCLUSÃO:** A partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que há uma relação entre parâmetros (Potência, Pico de Força e Impulso) em fase concêntrica e maior angulação de articulações geradoras de impulso com o desempenho dos saltos.

**Palavras-chave:** Biomecânica; Variáveis; Saltos; Atletas

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** High performance athletes are exposed to exhaustive training routines and competitions that physically demand a high level of preparation to perform motor tasks. However, in the event of dysfunction of one of the systems involved in jumping, there will certainly be an impact on the entire motor experience. Furthermore, little consideration is given to how much these alterations may impact the performance of athletes exposed to high level performance. **OBJECTIVE:** To summarize the biomechanical variables in athlete jumping. **METHODOLOGY:** The study is a scoping review that tracked cross-sectional studies that were related to biomechanical variables in athlete jumping. Articles were searched in PubMed, SciELO, LILACS, and Google Scholar databases from January to March 2023, including articles in English and Portuguese. Randomized clinical trials and cross-sectional studies were included. **RESULTS:** Of the 2016 pre-selected articles in the aforementioned databases, only 13 underwent full reading and analysis of inclusion and exclusion criteria. **CONCLUSION:** From the results found, it can be

concluded that there is a relationship between parameters (Power, Peak Force, and Impulse) in concentric phase and greater angulation of thrust-generating joints with jump performance.

**Keywords:** Biomechanical; Parameters; Heels; Athletes

## **Introdução**

A biomecânica é uma área do conhecimento que pode auxiliar no entendimento das ocorrências de lesões, por meio de avaliações físicas, tendo as diferenças anatomofisiológicas existentes entre indivíduos como base. A cinemática e a cinética são ramificações da biomecânica, e naturalmente, são de grande valor durante uma avaliação. De um lado, a cinemática e a observação minuciosa ao aspecto visual do movimento corporal, e do outro a cinética que visa avaliar as forças presentes e atuantes nesse determinado movimento<sup>1</sup>.

Atletas de alta performance são expostos a exaustivas rotinas de treinos e competições que exigem fisicamente um alto nível de preparo para a realização de tarefas motoras que estão presentes em determinadas modalidades. Com isso, durante a prática, o atleta fica suscetível para lesões associadas à realização dos movimentos a ele exigido. Essas lesões podem afetar diferentes áreas do corpo, com variados desfechos e complicações<sup>2</sup>.

O salto é um movimento corporal que está presente na maioria dos esportes, e para a realização, é necessário uma coordenação de diversos segmentos corporais. Contudo, no caso de disfunção biomecânica de alguma região envolvida no movimento, certamente haverá um impacto em toda a experiência motora e ainda poderá gerar complicações ortopédicas, tendo em vista que o corpo irá se adaptar para realizar o movimento, mesmo que seja necessário adotar compensações<sup>3</sup>.

Em alguns casos, os atletas não conseguem um bom desempenho durante as competições por diversas alterações corporais presentes, que variam de indivíduo para indivíduo. Além disso, pouco é considerado o quanto essas alterações biomecânicas podem impactar no desempenho de atletas expostos a alto nível de performance. Com isso, o estudo tem como objetivo descrever as

variáveis biomecânicas nos saltos de atletas, a fim de identificar quais estão mais presentes, tendo em vista que há uma escassez de estudos focados nesse objetivo.

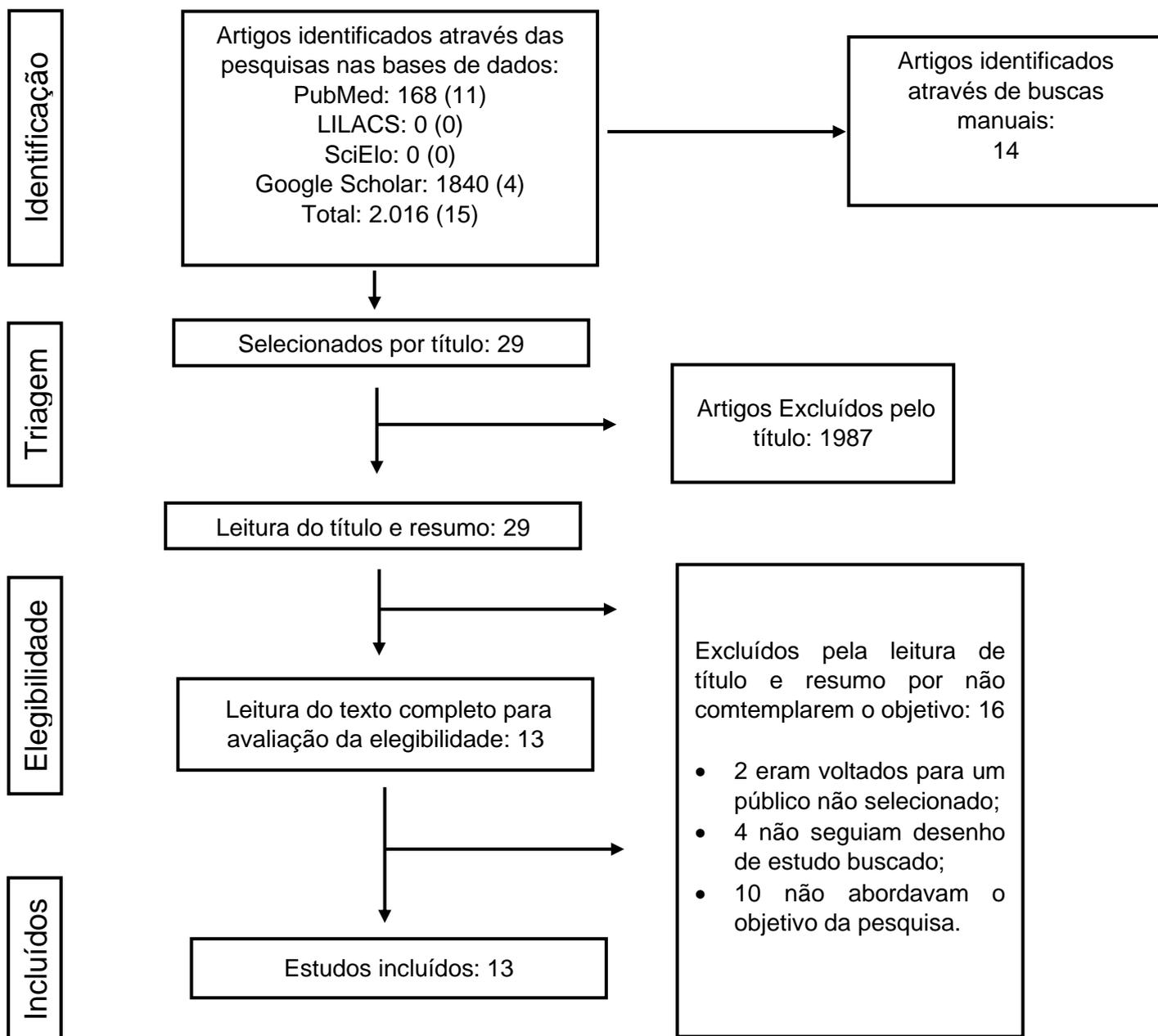
## **Material e Métodos**

Trata-se de uma revisão de escopo, a pesquisa foi realizada entre os meses de janeiro a março de 2023, de artigos, trabalhos acadêmicos e anais de congressos, nas bases de dados PubMed (*MEDLINE database*), SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS e Google acadêmico para ser feita a seleção dos artigos que seguissem o desenho de estudo transversal. Como critérios de inclusão, foram considerados atletas, tanto profissionais como amadores, de idade acima de 18 anos de ambos os sexos. Como critério de exclusão, foram desconsiderados os estudos com atletas com lesões recentes. Foram considerados artigos em inglês ou em português. Para síntese dos resultados, as alterações biomecânicas foram organizadas a partir dos parâmetros de cinemática, cinética e coordenação neuromuscular.

A estratégia de busca de dados PUBMED, foi feita utilizando descritores e os operadores booleanos: ((((((Athletes) OR (Elite Athletes) OR (Professional Athletes) AND (jump test) OR (Hop test) OR (jumping) OR (jump) OR (hop) AND (Biomechanics)). Os filtros utilizados foram: “Observational Study”, “Randomized Controlled Trial”, “Adult 19+ years”, “Male”.

## **Resultados**

O estudo em questão foi realizado após uma revisão de 2016 artigos pré-selecionados a partir de busca em base de dados, sendo eles, analisados e incluídos ou excluídos após triagem de aplicação de critérios de elegibilidade.



**Figura 1.** Fluxograma dos artigos que foram selecionados de acordo com o objetivo de sumarizar as variáveis biomecânicas nos saltos de atletas.

Após a aplicação de todos os critérios de elegibilidades, desses 2016 artigos pré-selecionados, 1987 foram excluídos por títulos. Posteriormente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, onde foram excluídos 16 artigos, sendo 2 excluídos por não abordarem o público selecionado, 4 por não seguirem o desenho de estudo pré-estabelecidos e 10 por não atenderem do objetivo da pesquisa. Partindo para a leitura completa, foram incluídos 13 estudos, sendo que nenhum deles foi excluído por serem elegíveis ao objetivo.

As variáveis analisadas nos artigos incluídos no estudo foram subdivididas em cinéticas e cinemáticas. Em relação às variáveis cinéticas, os artigos abordam: (3 artigos) Impulso, (4 artigos) Pico de força, (4 artigos) Força (de tornozelo, de joelho, de quadril, concêntrica e excêntrica, de reação ao solo, máxima), (4 artigos) Potência (de pico, média, máxima de saída, da articulação).

Já em relação às variáveis cinemáticas, os artigos abordam: (7 artigos) Altura do salto, (4 artigos) Velocidade (concêntrica e excêntrica, máxima), (3 artigos) Deslocamento (concêntrico / máximo e mínimo), (3 artigos) Ângulo de tornozelo, de joelho e de quadril, (2 artigos) Velocidade angular (tornozelo, joelho e quadril), (1 artigo) Pico de flexão de quadril, de dorsiflexão de tornozelo, (1 artigo) Tempo de salto.

Essas análises foram feitas em diferentes tipos de saltos, a saber: salto com contra movimento, Squat jump, Drop Jump, Pogo Jump, salto raso em contra movimento (S-CMJ), salto natural com contra movimento (N-CMJ), salto profundo com contra movimento (D-CMJ), salto com contra movimento carregado (20 kg) (20-CMJ), salto em queda rasa (S-DJ), deep drop jump (D-DJ), teste de seis saltos consecutivos (6CJ). Também foi considerado diferentes alturas e cargas: salto em profundidade de uma caixa de 45 cm, salto sobre um obstáculo, salto com um alvo aéreo, carga de 3% e 6% da massa corporal do indivíduo e com 2.5%, 5% e 10% do peso corporal.

Comparando o impulso concêntrico e excêntrico, pode-se observar que o impulso concêntrico foi maior nos estudos de González e de Meylan, quando considerado 5% e 10% do peso do corpo, em relação ao impulso excêntrico. (0,43 versus 0,36 e 372,22 versus 346,90 para 5% do peso e 374,86 versus 325 para 10% do peso corporal)<sup>4,7</sup>. O impulso excêntrico só foi maior do que o

concêntrico no estudo de Meylan quando considerou 2,5% do peso corporal (377,01 versus 370,46)<sup>7</sup>. Já em relação ao impulso total, Jidovtseff encontrou, dentre os 8 tipos de saltos analisados, o valor de 423N.s no SJ sendo esse o menor, e 782N.s sendo o maior<sup>9</sup>.

Neste mesmo estudo, para o pico de força no salto CMJ, observou-se que na fase concêntrica, o pico de força foi maior independentemente do peso adicionado, alcançando valores de 1.812,39N com 2,5% do peso, 1.812,77N com 5% e 1.813,37N com 10%<sup>7</sup>. Considerando o mesmo salto, porém diferenciando a área de colocação do peso, no estudo de Macadam, observou-se que o maior pico de força aconteceu com acréscimo de 3% de peso em membros superiores (MMSS), alcançando 40,7W/Kg. Cargas de 6% no MMSS geram picos de força semelhantes à cargas de 3% em membros inferiores (MMII), 37,6W/Kg versus 37,8W0Kg e picos de força em MMII foram semelhantes, considerando cargas de 3% ou 6% (37,8W/Kg versus 36,7W/Kg)<sup>10</sup>.

Quando considerada a disposição do pé na fase final do salto, no estudo de Zhou, o pé disposto mais atrás gerou maiores médias de picos de força do que o pé na frente, tanto para as articulações do tornozelo 16.04 (1.97) versus 14.04 (1.49), no joelho 11.71 (1.45) versus 11.18 (1.92) e no quadril 11.62 (1.22) versus 11.55 (1.39)<sup>15</sup>. Já no pico de força de reação do solo, Salles encontrou maiores valores quando há uma menor angulação de joelho, sendo assim, o maior valor foi encontrado com joelhos em 50° (3.4), seguido de 70°(2.6) e 90° (2.2)<sup>6</sup>.

No estudo de Kotsifaki, considerando 2 tipos de saltos, o maior pico de força encontrado no salto horizontal, na fase de propulsão foi de tornozelo (24.85W/kg), seguido de quadril (14.32W/kg). Na aterrissagem, a predominante foi a articulação do joelho (-43.16W/kg), seguido do quadril (-27.67W/kg). No salto vertical, na fase de propulsão houve um maior pico de força de tornozelo (16.17W/kg), seguido do joelho (12.11W/kg). Já na aterrissagem, a predominante foi a articulação do quadril (-22.28W/kg), seguido do tornozelo(-21.38W/kg)<sup>14</sup>. No tempo de salto, no estudo de Barker foi obtido valores de 0.55s no tempo mínimo e 0.96s no tempo máximo<sup>12</sup>.

Na potência, todos os artigos encontrados observaram maior potência tanto de pico como máxima na fase de impulsão, em relação a de aterrissagem, independentemente do tipo de salto. O estudo de González traz valores de 0.834 e 0.599 relacionados à potência de pico, e valores de 0.852 e 0.623 relacionados à potência média<sup>4</sup>.

Já o estudo de Kotsifaki, quando se trata de trabalho total (potência), traz 4.35 J/Kg e -3.49 J/Kg em salto vertical nas fases de propulsão e aterrissagem, e valores de 4.77 J/Kg e -4.27 J//Kg em saltos horizontais, respectivamente. Já segmentando por articulações, o estudo traz na fase de propulsão, no salto horizontal, existe maior potência na articulação do quadril (2.10 J/Kg, equivalente a 44% da distribuição das articulações) seguido da articulação de tornozelo (2.04 J/Kg, 42.8%), enquanto no salto vertical, existe uma maior potência na articulação do tornozelo (1.51 J/Kg, 34.7%) seguido da articulação do joelho (1.49 J/Kg, 34.1%)<sup>14</sup>.

Já na fase de aterrissagem, no salto horizontal, existe maior potência na articulação do joelho (-2.78 J/Kg, 64.7%), seguido da articulação do quadril (-1.01 J/Kg, 23.9%), enquanto no salto vertical, existe potência equivalentes nas articulações do joelho e tornozelo (-1.22 J/Kg, 34.3% e -1.21, 36.5%, respectivamente), seguido da articulação de quadril (-1.06 J/Kg, 29.2%)<sup>14</sup>.

Além disso, neste mesmo estudo, podemos observar a porcentagem de atuação de cada articulação, durante a realização do salto. No salto horizontal, na fase de propulsão, foi observado maior atuação do quadril (44.3%), seguido do tornozelo (42.8%). Já na fase de aterrissagem, foi observado maior atuação do joelho (64.7%), seguido do quadril (23.9%). Já no salto vertical, nas fases de propulsão e aterrissagem, foi encontrado maior atuação do tornozelo (34.7% e 36.5%, respectivamente), seguido do joelho (34.1% e 34.3%, respectivamente)<sup>14</sup>.

No estudo de Barker, foi encontrado os valores de trabalho excêntrico (-4.51 mínimo e -2.05 máximo) e concêntrico (6.41 mínimo e 9.96 máximo) em saltos com contra movimento<sup>12</sup>. O estudo de Reyes comparou a potência máxima de

saída em SJ e CMJ, e verificou que é necessária uma maior potência em saltos alcançando, valores de 3,21 CMJ em relação ao SJ 2,46<sup>8</sup> .

Em relação à força, o estudo de Gonzalez obteve valores médios de 0.531 para força excêntrica e de 0.775 para força concêntrica, levando em consideração a média aritmética dos 3 saltos com contra movimento (CMJ)<sup>4</sup>. Se tratando de força máxima, Reyes trouxe a comparação entre SJ e CMJ e encontrou valores de 2.455 e 3.211, respectivamente, sendo o único a analisar desta forma<sup>8</sup>.

No estudo de Smith, se tratando de força de reação ao solo, foi encontrado o valor de 746.72 para o salto C, seguido de 755.79 do salto T e posteriormente, o valor de 875.36 do salto H. No mesmo estudo de Smith, quando considerado as forças por articulações, encontramos: em tornozelo para geração (T - 622.54, C - 643.35 e H - 768.84 ) e absorção (T - 409.83, C - 425.60 e H - 566.02); em joelho para geração (C - 415.44, T - 478.89 e H - 488.30) e absorção (C - 539.54, T - 538.00 e H - 583.57); em quadril para geração (H - 250.59 , C - 265.86 e T - Ger. 270.53 ) e absorção (H - 375.67 , C - 292.84 e T - Ger. 307.17 )<sup>5</sup>.

Já no estudo de Zhou, quando comparado SJR E SJF, foram encontrados valores de: força de tornozelo, em dorsiflexão (SJR 11.26 e SJF 8.39) e plantiflexão (SJR -3.36 e SJF -4.63); força de joelho, em flexão (SJR -13.99 e SJF -12.07) e extensão (SJR 15.27 e SJF 16.44); força de quadril, em flexão (SJR -6.33 e SJF -5.05) e extensão (SJR 19.21 e SJF 7.09)<sup>15</sup>.

Para análise da altura do salto foi feita uma padronização dos parâmetros (todos convertidos para cm). Como achados, no estudo de Salles, no salto com contra movimento (CMJ), tivemos 26 cm quando realizado com flexão de joelho de 50°, 34 cm quando realizado com ângulo de 70° e 37 cm quando realizado com ângulo de 90°<sup>6</sup>. Ao acrescentar rotação de 180° no salto, o estudo de Barker, encontrou maior altura no CMJ sem rotação (41,6cm) contra 39,4cm no CMJ<sub>180</sub><sup>11</sup>.

Em outro estudo de Barker, os valores mínimo e máximo para o salto CMJ foram de 30cm e 45cm, respectivamente<sup>12</sup>. Ao comparar dois saltos, Reyes, encontraram alturas de 43 cm e 51 cm nos saltos SJ e CMJ, respectivamente<sup>8</sup>. O estudo de Macadam, também compara dois saltos: CMJ e DJ, em diferentes

acréscimos de carga ao salto. Foi observado que com o acréscimo de carga de 3% (valores variando em torno de 28cm tanto para carga no MS como MI, no CMJ e de 27, no DJ) para 6% (valores variando em torno de 27 tanto para carga no MS como MI, no CMJ e de 26, no DJ), houve uma diminuição da altura que girou em torno de 2 cm para ambos os saltos<sup>10</sup>.

Os dados do CMJ no estudo de Meylan estão próximos ao de Macadam, porém diferem um pouco sobre a relação entre aumento de carga e altura do salto, em que o aumento da carga em 2,5% fez os participantes saltarem a uma altura de 28cm, enquanto cargas de 5,0% e 10% aumentou o salto para 29cm<sup>7,10</sup>.

Finalmente, o estudo de Soares, investigou a relação da fadiga com a altura do salto e identificou que submeter os atletas à fadiga, por meio do protocolo de Wingate, parece diminuir a altura do salto, que tende a aumentar após período de recuperação (52,8cm de altura no Pré Wingate, 38 cm no Pós 1, 42,5 no Pós 2 e 46,5 no Pós 3)<sup>13</sup>. Em relação ao tempo de salto, no estudo de Barker, foi obtido valores de 0.55s no tempo mínimo e 0.96s no tempo máximo<sup>12</sup>.

Em relação ao deslocamento concêntrico, no estudo de Meylan, obtivemos valores similares, independente da carga exposta acrescida (0.39m com 2,5% e 5% e 40cm com 10%)<sup>7</sup>. Em outro estudo de Barker, foi encontrado -0,02 m no deslocamento mínimo e 0.21 no deslocamento máximo<sup>12</sup>. Já no estudo de Jidovtseff, no deslocamento máximo, foi obtido um valor de 0.43m no D-CMJ, sendo esse o maior valor encontrado dentre todos os 8 saltos, e o valor de 0.08m no 6CJ, sendo esse o menor valor<sup>9</sup>.

Falando de velocidade vertical, no estudo de Salles, em esforço máximo (100%), foi observado valores de 1.9 com joelho posicionado em 50°, 2.3 com joelho em 70° e 2.5 com joelho posicionado em 90°. Já no de Smith, que avaliou a velocidade vertical em diferentes saltos, foram encontrados valores de 3.32 (salto C), 3.57 (salto H) e 3.46 (salto T). Se tratando de velocidade máxima, Reyes encontrou valores de 4.04 ms no SJ e 4.58 no CMJ<sup>6</sup>.

No estudo de Jidovtseff, foi encontrado que em todos os saltos, a velocidade concêntrica do salto foi maior que a excêntrica, sendo o maior valor de 2.80 m.s-

1 no D-CMJ, e 2.48m.s-1 no 6CJ o menor. Já na fase excêntrica, o maior valor foi de -0.94m.s-1 no 20-CMJ, e -2.39m.s-1 no 6CJ sendo o menor valor<sup>9</sup>.

Dois estudos observaram a velocidade de cada articulação durante a realização de um salto, sendo que, no estudo de Smith, que avalia 3 tipos de saltos, no tornozelo o maior e menor valor foi no salto H (937.27 e -680.11, respectivamente). No joelho, o maior valor foi encontrado no salto C (513.93) e o menor no salto T (-960.73). Por último, no quadril foi encontrado o maior no salto T (452.49) e o menor valor no salto C (-201.06)<sup>5</sup>.

Já no estudo de Zhou, foi encontrada na dorsiflexão, uma maior velocidade no SJF em comparação com o SJR (475.64°/s e 220.95°/s, respectivamente). Já na plantiflexão, foi encontrado o maior valor no SJR quando comparado ao SJF (-968.31°/s e -883.18°/s, respectivamente). No joelho, em flexão e extensão foram encontrados maiores valores no SJR (-409.99°/s e 842.58°/s, respectivamente) em relação ao SJF (-400.76°/s e 827.93°/s, respectivamente). Por último, no quadril foram alcançados maiores valores no SJF (392.68 e 377.83) em extensão e no SJR (-208.17 e -165.25) em flexão.

Falando de pico, no estudo de Salles, foi encontrado 32° de flexão de quadril em esforço máximo (100%) com 50° de angulação de joelho, 53° com 70° de angulação de joelho e 72° com 90° de angulação de joelho. Já em relação a dorsiflexão de tornozelo, foi encontrado 30° em esforço máximo (100%), quando joelho posicionado a 50°, 34° com angulação de joelho à 70° e 36° de dorsiflexão com joelhos à 90°<sup>6</sup>.

Apenas 2 estudos avaliaram as angulações em diferentes tipos de salto. No estudo de Smith, foram obtidos os seguintes valores: Ângulo de dorsiflexão (C- 9.97°, H- 8.14° e T- 8.58°), Ângulo de plantiflexão (C- -7.70°, H- -9.77° e T- -8.45°), Flexão de joelho (C- 73.45°, H- 67.47° e 75.01°), Extensão de joelho (C- 0.75°, H- 4.36° e T-0.65°), Flexão de quadril (C-49.26°, H-41.22° e T-50.51°) e Extensão de quadril (C- -6.67°, H- -4.95° e T- -7.91°)<sup>5</sup>.

Já no estudo de Soares, foram encontrados os seguintes valores de flexão: Máximo de flexão de quadril (Pré – 89.9°, Pós 1- 88.2°, Pós 2 – 91.5° e Pós 3 - 90.6°) para lado direito e (Pré – 92.2°, Pós 1 – 89.1°, Pós 2 – 93.4° e Pós 3 –

90.7°) para lado esquerdo; Máximo de flexão de joelho (Pré: 75.8, Pós 1: 83.0, Pós 2: 68.6, Pós 3: 75.6) para o lado direito e (Pré: 80.3, Pós 1: 81.1, Pós 2: 79.7, Pós 3: 78.4) para lado esquerdo; Máximo de flexão de tornozelo (Pré: 17.0, Pós 1: 18.3, Pós 2: 14.2, Pós 3: 15.4) para lado direito e (Pré: 17.1, Pós 1: 18.3, Pós 2: 15.3, Pós 3: 16.7)<sup>13</sup>.

Já em relação a extensão, no mesmo estudo, tivemos: Máximo de extensão de quadril (Pré: -0.7, Pós 1: -1.5, Pós 2: 1.1, Pós 3: 0.2) para lado direito e (Pré: -1.5, Pós 1: -0.8, Pós 2: 0.6, Pós 3: -0.1) para lado esquerdo; Máximo de extensão de joelho (Pré: -3.6, Pós 1: -4.2, Pós 2: -4.1, Pós 3: -3.6) para lado direito e (Pré: -2.7, Pós 1: -4.0, Pós 2: -4.2, Pós 3: -5.0) para lado esquerdo; Máximo de extensão de tornozelo (Pré: -30.1, Pós 1: -34.6, Pós 2: -31.5, Pós 3: -29.0) para lado direito e (Pré: -25.4, Pós 1: -28.0, Pós 2: -27.9, Pós 3: -29.1) para lado esquerdo<sup>13</sup>.

Por último, no estudo de Zhou, que buscou avaliar os ângulos das articulações durante a realização do Stop Jump, com diferentes apoios finais, onde foi encontrado: em tornozelo, na dorsiflexão (SJR: 16.99 e SJF 12.86) e na plantiflexão (SJR: -33.5 e SJF -33.81). No joelho, na extensão (SJR: -18.99 e SJF -23.03) e na flexão (SJR: -88.63 e SJF -91.16). Finalizando, no quadril, na extensão (SJR: -19.68 e SJF -21.98) e na flexão (SJR: -80.51 e SJF -6.56).

O estudo de Almansoof, que vem com uma abordagem que se diferencia dos outros, visou identificar o quanto a redução de amplitude do tornozelo pode afetar o salto. Foi realizado o single leg hop e o side hop test, onde foi encontrado 146,67cm para membro inferior dominante e 147,67cm para o não dominante. Além disso, foi avaliado ADROM de membro dominante e não dominante em cadeia cinética aberta, com flexão de joelho (25.62° e 25.14° respectivamente).

Quadro 1: Artigos que analisam as variáveis cinéticas nos saltos de atletas.

Autor/Ano	Objetivo	Método	Resultados
<p><i>González et al., 2010</i></p>	<p>Determinar a relação entre os fatores cinemáticos da altura de um salto com contra movimento (CMJ) em uma grande amostra de atletas de atletismo treinados.</p>	<p>48 atletas masculinos;  3 saltos máximos com contra movimento  Plataforma de força  Estudo Transversal</p>	<p><b>Salto 1</b></p> <p>Impulso excêntrico = 0.280  Impulso concêntrico = 0.427  Força excêntrica (N) = 0.67  Força de transição (N) = 0.768  Força concêntrica (N) = 0.701  Potência de pico excêntrico (W) = 0.579  Potência de pico concêntrico (W) = 0.812  Potência média excêntrica (W) = 0.604  Potência média concêntrica (W) = 0.829</p> <p><b>Salto 2</b></p> <p>Impulso excêntrico = 0.412  Impulso concêntrico = 0.482  Força excêntrica (N) = 0.340  Força de transição (N) = 0.741  Força concêntrica (N) = 0.799  Potência de pico excêntrico (W) = 0.545  Potência de pico concêntrico (W) = 0.839</p>

			<p>Potência média excêntrica (W) = 0.582</p> <p>Potência média concêntrica (W) = 0.857</p> <p><b>Salto 3</b></p> <p>Impulso excêntrico = 0.384</p> <p>Impulso concêntrico = 0.379</p> <p>Força excêntrica (N) = 0.584</p> <p>Força de transição (N) = 0.792</p> <p>Força concêntrica (N) = 0.825</p> <p>Potência de pico excêntrico (W) = 0.675</p> <p>Potência de pico concêntrico (W) = 0.851</p> <p>Potência média excêntrica (W) = 0.684</p> <p>Potência média concêntrica (W) = 0.870</p>
<i>Smith et al., 2011</i>	Investigar as diferenças cinéticas e cinemáticas encontradas entre o salto em profundidade padrão, o salto em profundidade com um objeto acima da cabeça e o salto em profundidade sobre um obstáculo.	<p>14 homens; (idade 20,4 ± 1,4 anos)</p> <p>Hop Test</p> <p>Ensaio Clínico Randomizado</p> <p>Salto em profundidade de uma caixa de 45 cm (C), Salto sobre um obstáculo (H), Salto</p>	<p><b>Força de reação ao solo</b></p> <p>C - 746.72</p> <p>H - 875.36</p> <p>T - 755.79</p> <p><b>Força de tornozelo</b></p> <p>C - Ger. 643.35 / Abs. 425.60</p> <p>H - Ger. 768.84 / Abs. 566.02</p> <p>T - Ger. 622.54 / Abs. 409.83</p>

		<p>com medição Vertec com um alvo aéreo (T).</p> <p>Tempo de contato com o solo, flexão e extensão articular máxima, Ângulo da articulação, força vertical máxima de reação do solo, absorção e geração máxima de força articular.</p>	<p><b>Força de joelho</b></p> <p>C - Ger. 415.44 / Abs. 539.54  H - Ger. 488.30 / Abs. 583.57  T - Ger. 478.89 / Abs. 538.00</p> <p><b>Força de quadril</b></p> <p>C - Ger. 265.86 / Abs. 292.84  H - Ger. 250.59 / Abs. 375.67  T - Ger. 270.53 / Abs. 307.17</p>																				
Salles et al., 2011	Investigar os efeitos diferenciais da magnitude do contra movimento e do esforço volitivo no desempenho do salto vertical.	<p>10 atletas masculinos; (idade 26 ± anos)</p> <p>60 saltos com contra movimento (CMJ), cada um com três diferentes ângulos de joelho (50, 70 e 90°) e quatro níveis de esforço (25, 50, 75 e 100% do esforço máximo)</p> <p>Ensaio Clínico Randomizado</p>	<p><b>Pico de força de reação do solo</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>25%</th> <th>50%</th> <th>75%</th> <th>100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50° -</td> <td>2.7</td> <td>3.0</td> <td>3.2</td> <td>3.4</td> </tr> <tr> <td>70° -</td> <td>2.4</td> <td>2.4</td> <td>2.6</td> <td>2.6</td> </tr> <tr> <td>90° -</td> <td>2.0</td> <td>2.1</td> <td>2.2</td> <td>2.2</td> </tr> </tbody> </table>		25%	50%	75%	100%	50° -	2.7	3.0	3.2	3.4	70° -	2.4	2.4	2.6	2.6	90° -	2.0	2.1	2.2	2.2
	25%	50%	75%	100%																			
50° -	2.7	3.0	3.2	3.4																			
70° -	2.4	2.4	2.6	2.6																			
90° -	2.0	2.1	2.2	2.2																			
Meylan et al., 2011	Determinar os efeitos e a confiabilidade de diferentes limiares relativos nas variáveis cinemáticas e cinéticas derivadas de uma plataforma de força.	<p>10 atletas masculinos (idade 21,0 ± 3,1 anos)</p> <p>Estudo Transversal</p> <p>Plataforma de força</p>	<p>• <b>Variáveis do CMJ (Salto com contra movimento)</b></p> <p><b>Excêntrica:</b></p> <p><b>Pico de força (N)</b></p> <p>2,5% BW -1,789.17</p>																				

			<p>5,0% BW - 1,787.48 10% BW - 1,784.73</p> <p><b>Impulso (Ns)</b></p> <p>2,5% BW - 377.07 5,0% BW - 346.90 10% BW - 324.98</p> <p><b>Concêntrica:</b></p> <p><b>Pico de força (N)</b></p> <p>2,5% BW - 1,812.39 5,0% BW - 1,812.77 10% BW - 1,813.37</p> <p><b>Impulso (Ns)</b></p> <p>2,5% BW - 370.455 5,0% BW - 372.22 10% BW - 374.86</p>
<i>Reyes et al., 2014</i>	Estudar o efeito de um contra movimento no perfil mecânico força-velocidade dos membros inferiores e testar experimentalmente a	54 velocistas e saltadores de alto nível;	<b>F0 (N) Força máxima</b>

	<p>influência do perfil mecânico no desempenho do salto com contramovimento, independentemente do efeito da potência máxima.</p>	<p>Salto com contra movimento (CMJ)</p> <p>Squat jump (SJ)</p> <p>Ensaio Clínico Randomizado</p>	<table> <tr> <td>SJ</td> <td>CMJ</td> </tr> <tr> <td>2,455</td> <td>2,852</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Pmax (W) Potência máxima de saída</b></td> </tr> <tr> <td>SJ</td> <td>CMJ</td> </tr> <tr> <td>2,461</td> <td>3,211</td> </tr> </table>	SJ	CMJ	2,455	2,852	<b>Pmax (W) Potência máxima de saída</b>		SJ	CMJ	2,461	3,211
SJ	CMJ												
2,455	2,852												
<b>Pmax (W) Potência máxima de saída</b>													
SJ	CMJ												
2,461	3,211												
<p>Jidovtseff et al., 2014</p>	<p>Analisar como a manipulação de variáveis (salto com contra movimento, a amplitude de flexão, a queda e a carga) podem influenciar no salto vertical e nos parâmetros cinemáticos e cinéticos medidos por uma plataforma de força.</p>	<p>10 atletas masculinos (idade: 26±4 anos);</p> <p>Plataforma de força</p> <p>Estudo transversal</p> <p>8 tipos de saltos verticais</p> <p>(1) salto agachado (SJ);</p> <p>(2) salto raso em contra movimento (S-CMJ);</p> <p>(3) salto natural contra movimento (N-CMJ);</p> <p>(4) salto profundo com contra movimento (D-CMJ);</p>	<p><b>Impulso Total:</b></p> <p>SJ = 423N.s</p> <p>S-CMJ = 468N.s</p> <p>N-CMJ = 589N.s</p> <p>D-CMJ = 645N.s</p> <p>20-CMJ = 782N.s</p> <p>S-DJ = 481N.s</p> <p>D-DJ = 716N.s</p> <p>6CJ = 483N.s</p>										

		<p>(5) salto com contra movimento carregado (20 kg) (20-CMJ);</p> <p>(6) salto em queda rasa (S-DJ);</p> <p>(7) deep drop jump (D-DJ);</p> <p>(8) teste de seis saltos consecutivos (6CJ)</p>	
<p><i>Macadam et al., 2017</i></p>	<p>Determinar as mudanças agudas no desempenho do salto vertical com diferentes magnitudes de carga e posicionamentos de carga</p>	<p>20 atletas do sexo masculino de: <math>27,8 \pm 3,8</math> anos;</p> <p>Salto com contra movimento</p> <p>Drop Jump</p> <p>Pogo Jump</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Salto com contra movimento (CMJ)</b></li> </ul> <p>Pico relativo da força (W/kg)</p> <p>UL 44.2</p> <p>3% BM UWR - 40.7</p> <p>3% BM LWR - 37.8</p> <p>6% BM UWR - 37.6</p> <p>6% BM LWR - 36.7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Salto com queda (DJ)</b></li> </ul> <p>Pico relativo da força (W/kg)</p> <p>UL 54.2</p> <p>3% BM UWR - 50.7</p> <p>3% BM LWR - 50.2</p>

			6% BM UWR - 49.2 6% BM LWR - 49.0
Barker et al., 2018	Determinar a relação entre as variáveis da força de reação do solo (GRF) com a altura do salto, o tempo do salto e o índice de força reativa (RSI).	26 atletas masculinos (19,65 ± 1,23 anos);  Estudo Transversal  Plataforma de força dupla	<b>Trabalho excêntrico</b>  Mínimo:-4.51 Máximo:-2.05  <b>Trabalho concêntrico</b>  Mínimo:6.41 Máximo:9.96
Zhou et al., 2021	Investigar as diferenças nas alterações biomecânicas dos membros inferiores entre o pé de trás como área de contato inicial para finalizar o salto (SJR) e o antepé como área de contato inicial para também finalizar o salto (SJF)	25 atletas amadores de basquete  Stop jump  Estudo transversal	<b>Força de tornozelo (W/kg)</b>  Dorsiflexão SJR SJF 11.26 8.39  Plantiflexão SJR SJF -3.36 -4.63

			<p><b>Força de joelho (W/kg)</b></p> <p>Extensão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>15.27</td> <td>16.44</td> </tr> </table> <p>Flexão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>- 13.99</td> <td>- 12.07</td> </tr> </table> <p><b>Força de quadril (W/kg)</b></p> <p>Extensão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>19.21</td> <td>7.09</td> </tr> </table> <p>Flexão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>- 6.33</td> <td>- 5.05</td> </tr> </table> <p>● <b>Pico de força articular vertical</b></p> <p><b>Pico de força de tornozelo</b></p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>16.04</td> <td>14.04</td> </tr> </table> <p><b>Pico de força de joelho</b></p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> </table>	SJR	SJF	15.27	16.44	SJR	SJF	- 13.99	- 12.07	SJR	SJF	19.21	7.09	SJR	SJF	- 6.33	- 5.05	SJR	SJF	16.04	14.04	SJR	SJF
SJR	SJF																								
15.27	16.44																								
SJR	SJF																								
- 13.99	- 12.07																								
SJR	SJF																								
19.21	7.09																								
SJR	SJF																								
- 6.33	- 5.05																								
SJR	SJF																								
16.04	14.04																								
SJR	SJF																								

			11.71	11.18
			<b>Pico de força de quadril</b>	
			SJR	SJF
			11.62	11.55

Quadro 2: Artigos que analisam as variáveis cinemáticas nos saltos de atletas.

Autor/Ano	Objetivo	Método	Resultados
<i>Smith et al., 2011</i>	Investigar as diferenças cinéticas e cinemáticas encontradas entre o salto em profundidade padrão, o salto em profundidade com um objeto acima da cabeça e o salto em profundidade sobre um obstáculo.	14 homens; (idade 20,4 ± 1,4 anos)  Hop Test  Ensaio Clínico Randomizado  Salto em profundidade de uma caixa de 45 cm (C), Salto sobre um obstáculo (H), Salto com medição Vertec com um alvo aéreo (T).  Tempo de contato com o solo, flexão e extensão articular máxima, Ângulo da articulação, força vertical máxima de reação do solo, absorção e geração máxima de força articular.	<b>Velocidade vertical</b> C - 3.32 H - 3.57 T - 3.46 <b>Ângulo de dorsiflexão</b> C - 9.97 H - 8.14 T - 8.58 <b>Ângulo de plantiflexão</b> C - -7.70 H - -9.77 T - -8.45 <b>Flexão de joelho</b> C - 73.45 H - 67.47 T - 75.01

			<p><b>Extensão de joelho</b></p> <p>C - 0.75</p> <p>H - 4.36</p> <p>T - 0.65</p> <p><b>Flexão de quadril</b></p> <p>C - 49.26</p> <p>H - 41.22</p> <p>T - 50.51</p> <p><b>Extensão de quadril</b></p> <p>C - -6.67</p> <p>H - -4.95</p> <p>T - -7.91</p> <p><b>Velocidade angular de tornozelo</b></p> <p>C - Max. 909.77/ Min. -635.11</p> <p>H - Max. 937.27/ Min. -680.11</p> <p>T - Max. 931.79/ Min. 592.21</p> <p><b>Velocidade angular de joelho</b></p> <p>C - Max. 513.93/ Min. -919.83</p> <p>H - Max. 460.81/ Min. -865.57</p> <p>T - Max. 503.10/ Min. 960.73</p> <p><b>Velocidade angular de quadril</b></p> <p>C - Max. 427.23/ Min. -201.06</p> <p>H - Max. 407.73/ Min. -126.30</p> <p>T - Max. 452.49/ Min. 199.28</p>
<i>Salles et al., 2011</i>	Investigar os efeitos diferenciais da magnitude do contra movimento e do	10 atletas masculinos; (idade 26 ± anos)	<p><b>Altura mm</b></p> <p>25% 50% 75%100%</p>

	<p>esforço volitivo no desempenho do salto vertical.</p>	<p>60 saltos com contra movimento (CMJ), cada um com três diferentes ângulos de joelho (50, 70 e 90°) e quatro níveis de esforço (25, 50, 75 e 100% do esforço máximo)</p> <p>Ensaio Clínico Randomizado</p>	<p>50° - 180 230 240 260  70° - 250 260 310 340  90° - 260 280 330 370</p> <p><b>Pico de flexão de quadril</b></p> <p>25% 50% 75% 100%</p> <p>50° - 30 31 32 32  70° - 48 50 49 53  90° - 67 68 70 72</p> <p><b>Pico de dorsiflexão de tornozelo</b></p> <p>25% 50% 75% 100%</p> <p>50° - 31 30 31 30  70° - 34 35 34 34  90° - 36 36 36 36</p>
<p>Meylan et al., 2011</p>	<p>Determinar os efeitos e a confiabilidade de diferentes limiares relativos nas variáveis cinemáticas e cinéticas derivadas de uma plataforma de força.</p>	<p>10 atletas masculinos (idade 21,0 ± 3,1 anos)</p> <p>Estudo Transversal</p> <p>Plataforma de força</p>	<p><b>Variáveis do CMJ (Salto com contra movimento)</b></p> <p><b>Deslocamento (m)</b></p> <p>2,5% BW - 0.39  5,0% BW - 0.39  10% BW - 0.40</p> <p><b>Altura do salto (m)</b></p> <p>2,5% BW - 0.28  5,0% BW - 0.29  10% BW - 0.29</p>

<i>Reyes et al., 2014</i>	Estudar o efeito de um contra movimento no perfil mecânico força-velocidade dos membros inferiores e testar experimentalmente a influência do perfil mecânico no desempenho do salto com contramovimento, independentemente do efeito da potência máxima.	54 velocistas e saltadores de alto nível;  Salto com contra movimento (CMJ)  Squat jump (SJ)  Ensaio Clínico Randomizado	<b>Altura do salto (m)</b>  SJ                      CMJ 0.43                      0.51  <b>v0 (m s<sup>-1</sup>)                      Velocidade máxima</b>  SJ                      CMJ 4.04                      4.58
<i>Jidovtseff et al., 2014</i>	Analisar como a manipulação de variáveis (salto com contra movimento, a amplitude de flexão, a queda e a carga) podem influenciar no salto vertical e nos parâmetros cinemáticos e cinéticos medidos por uma plataforma de força.	10 atletas masculinos (idade: 26±4 anos);  Plataforma de força  Estudo transversal  8 tipos de saltos verticais  (1) salto agachado (SJ);  (2) salto raso em contra movimento (S-CMJ);  (3) salto natural contra movimento (N-CMJ);  (4) salto profundo com contra movimento (D-CMJ);	<b>Deslocamento máximo Dmax:</b>  SJ = 0.36m S-CMJ = 0.38m N-CMJ = 0.42m D-CMJ = 0.43m 20-CMJ = 0.32m S-DJ = 0.32m D-DJ = 0.42m 6CJ = 0.31m  <b>Deslocamento mínimo Dmin:</b>  SJ = 0.25m S-CMJ = 0.17m N-CMJ = 0.28m D-CMJ = 0.36m 20-CMJ = 0.33m

		<p>(5) salto com contra movimento carregado (20 kg) (20-CMJ);</p> <p>(6) salto em queda rasa (S-DJ);</p> <p>(7) deep drop jump (D-DJ);</p> <p>(8) teste de seis saltos consecutivos (6CJ)</p>	<p>S-DJ = 0.34m D-DJ = 0.11m 6CJ = 0.08m</p> <p><b>Velocidade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concêntrica:</li> </ul> <p>SJ = 2.62m.s<sup>-1</sup> S-CMJ = 2.65m.s<sup>-1</sup> N-CMJ = 2.79m.s<sup>-1</sup> D-CMJ = 2.80m.s<sup>-1</sup> 20-CMJ = 2.45m.s<sup>-1</sup> S-DJ = 2.60m.s<sup>-1</sup> D-DJ = 2.78m.s<sup>-1</sup> 6CJ = 2.48m.s<sup>-1</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Excêntrica:</li> </ul> <p>S-CMJ = -1.04m.s<sup>-1</sup> N-CMJ = -1.09m.s<sup>-1</sup> D-CMJ = -1.20m.s<sup>-1</sup> 20-CMJ = -0.94m.s<sup>-1</sup> S-DJ = -1.85m.s<sup>-1</sup> D-DJ = -1.90m.s<sup>-1</sup> 6CJ = -2.39m.s<sup>-1</sup></p>
<p>Macadam et al., 2017</p>	<p>Determinar as mudanças agudas no desempenho do salto vertical com diferentes magnitudes de carga e posicionamentos de carga</p>	<p>20 atletas do sexo masculino de: 27,8 ± 3,8 anos;</p> <p>Salto com contra movimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Salto com contra movimento (CMJ)</b></li> </ul> <p>Altura do salto (cm)</p>

		<p>Drop Jump</p> <p>Pogo Jump</p>	<p>UL - 32.0</p> <p>3% BM UWR - 28.2</p> <p>3% BM LWR - 28.0</p> <p>6% BM UWR - 27.6</p> <p>6% BM LWR - 26.6</p> <p><b>• Salto com queda (DJ)</b></p> <p>Altura do salto (cm)</p> <p>UL 30.1</p> <p>3% BM UWR - 27.0</p> <p>3% BM LWR - 27.1</p> <p>6% BM UWR - 26.5</p> <p>6% BM LWR - 25.9</p> <p>Tempo de voo (s)</p> <p>UL - 0.366 ± 0.038</p> <p>3% BM UWR - 0.345</p> <p>3% BM LWR - 0.348</p> <p>6% BM UWR - 0.336</p> <p>6% BM LWR - 0.338</p>
Barker et al., 2017	Comparar a altura do salto durante o salto de esforço máximo usando	24 atletas masculinos (idade, 19,9 ± 1,5 anos);	<b>Altura do salto vertical</b>

	um salto vertical com contramovimento sem rotação (CMJ <sub>0</sub> ) e um salto vertical com contramovimento com rotação aérea de 180° (CMJ <sub>180</sub> ).	Estudo Transversal  Plataforma de força dupla	CMJ <sub>0</sub> 41,6 CMJ <sub>180</sub> 39,4
Barker et al., 2018	Determinar a relação entre as variáveis da força de reação do solo (GRF) com a altura do salto, o tempo do salto e o índice de força reativa (RSI).	26 atletas masculinos (19,65 ± 1,23 anos);  Estudo Transversal  Plataforma de força dupla	<b>Altura do salto(m)</b>  Mínimo: 0.30 Máximo: 0.45  <b>Tempo de salto (s)</b>  Mínimo:0.55 Máximo:0.96  <b>Deslocamento concêntrico (m)</b>  Mínimo:-0.02 Máximo:0.21
Soares et al., 2020	Analisar o salto vertical com contra movimento, sob a indução de fadiga e os efeitos da coordenação articular do movimento sob a altura saltada em atletas de futebol americano.	9 atletas amadores (25,22 ± 4,80 anos)  Salto Vertical Máximo;  Protocolo de fadiga Wingate	<b>Altura:</b>  Pré: 529,8 Pós 1: 389,0 Pós 2: 426,5 Pós 3: 466,5

Estudo transversal

**Max. Flexão de Quadril**

D	E
Pré: 89,9	92,2
Pós 1: 88,2	89,1
Pós 2: 91,5	93,4
Pós 3: 90,6	90,7

**Max. Flexão de Joelho**

D	E
Pré: 75,8	80,3
Pós 1: 83,0	81,1
Pós 2: 68,6	79,7
Pós 3: 75,6	78,4

**Max. Flexão de Tornozelo**

D	E
Pré: 17,0	17,1
Pós 1: 18,3	18,3
Pós 2: 14,2	15,3
Pós 3: 15,4	16,7

**Max. Extensão de Quadril**

D	E
Pré: -0,7	-1,5
Pós 1: -1,5	-0,8
Pós 2: 1,1	0,6
Pós 3: 0,2	-0,1

**Max. Extensão de Joelho**

D	E
---	---



			<p>Quadril - 44.3 Joelho - 12.9 Tornozelo - 42.8</p> <p><b>Salto Vertical:</b></p> <p>Pico de força W/kg</p> <p>Quadril - 11.36 Joelho - 12.11 Tornozelo - 16.17</p> <p>Trabalho da articulação, J/Kg</p> <p>Quadril - 1.36 Joelho - 1.49 Tornozelo - 1.51 Trabalho total - 4.35</p> <p>Trabalho da articulação, %</p> <p>Quadril - 31.2 Joelho - 34.1 Tornozelo - 34.7</p> <p>● <b>Aterrissagem:</b> <b>Salto horizontal:</b></p> <p>Pico de força, W/kg</p>
--	--	--	---

			<p>Quadril - - 27.67</p> <p>Joelho - - 43.16</p> <p>Tornozelo - - 14.78</p> <p><b>Trabalho da articulação, J/Kg</b></p> <p>Quadril - - 1.01</p> <p>Joelho - - 2.78</p> <p>Tornozelo - - 0.48</p> <p>Trabalho total - 4.27</p> <p><b>Trabalho da articulação, %</b></p> <p>Quadril - 23.9</p> <p>Joelho - 64.7</p> <p>Tornozelo - 11.4</p> <p><b>Salto Vertical:</b></p> <p><b>Pico de força, W/kg</b></p> <p>Quadril - - 22.28</p> <p>Joelho - - 17.01</p> <p>Tornozelo - - 21.38</p> <p><b>Trabalho da articulação, J/Kg</b></p>
--	--	--	---

			<p>Quadril - - 1.06</p> <p>Joelho - - 1.22</p> <p>Tornozelo - - 1.21</p> <p>Trabalho Total - - 3.49</p> <p>Trabalho da articulação, %</p> <p>Quadril - 29.2</p> <p>Joelho - 34.3</p> <p>Tornozelo - 36.5</p>												
<i>Zhou et al., 2021</i>	Investigar as diferenças nas alterações biomecânicas dos membros inferiores entre o pé de trás como área de contato inicial para finalizar o salto (SJR) e o antepé como área de contato inicial para também finalizar o salto (SJF)	<p>25 atletas amadores de basquete</p> <p>Stop jump</p> <p>Estudo transversal</p>	<p>• <b>Cinemática</b></p> <p><b>Ângulo de tornozelo (°)</b></p> <p>Dorsiflexão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>16.99</td> <td>12.86</td> </tr> </table> <p>Plantiflexão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>- 33.5</td> <td>- 33.81</td> </tr> </table> <p><b>Ângulo de joelho (°)</b></p> <p>Extensão</p> <table> <tr> <td>SJR</td> <td>SJF</td> </tr> <tr> <td>- 18.99</td> <td>- 23.03</td> </tr> </table> <p>Flexão</p>	SJR	SJF	16.99	12.86	SJR	SJF	- 33.5	- 33.81	SJR	SJF	- 18.99	- 23.03
SJR	SJF														
16.99	12.86														
SJR	SJF														
- 33.5	- 33.81														
SJR	SJF														
- 18.99	- 23.03														

			SJR	SJF
			-88.63	-91.16
			<b>Ângulo de quadril (°)</b>	
			Extensão	
			SJR	SJF
			-19.68	-21.98
			Flexão	
			SJR	SJF
			-80.51	-6.56
			<b>Velocidade de tornozelo (°/s)</b>	
			Dorsiflexão	
			SJR	SJF
			220.95	475.64
			Plantiflexão	
			SJR	SJF
			-968.31	-883.18
			<b>Velocidade de joelho (°/s)</b>	
			Extensão	
			SJR	SJF

			842.58	827.93
			Flexão	
			SJR	SJF
			- 409.99	- 400.76
			<b>Velocidade de quadril (°/s)</b>	
			Extensão	
			SJR	SJF
			377.83	392.68
			Flexão	
			SJR	SJF
			- 208.17	- 165.25
<i>Almanso of et al., 2023</i>	Identificar a correlação da amplitude de movimento da dorsiflexão do tornozelo com a função da cadeia cinética dos membros inferiores e o desempenho do hop test em jovens atletas recreativos saudáveis.	21 atletas jovens do sexo masculino;  Teste de estabilidade da extremidade inferior em cadeia cinética fechada (CKCLEST);  Single-leg hop SHDT;  Side hop test  Estudo Transversal	<b>ADROM dominante de cadeia aberta de membros inferiores com flexão do joelho (graus)</b>  25.62  <b>ADROM de cadeia aberta de membro inferior não dominante com flexão do joelho (graus)</b>  25.14  <b>ADROM de cadeia aberta de</b>	

		<p>ADROM - Amplitude de Movimento da Dorsiflexão do Tornozelo;</p>	<p><b>membro inferior não dominante com extensão do joelho (graus)</b></p> <p>11.90</p> <p><b>Extensibilidade do gastrocnêmio da perna dominante (ADROM de sustentação de peso com extensão do joelho) (graus)</b></p> <p>29,90</p> <p><b>Extensibilidade não dominante do gastrocnêmio do membro inferior (ADROM de sustentação de peso com extensão do joelho) (graus)</b></p> <p>29.33</p> <p><b>Extensibilidade do sóleo do membro inferior dominante (ADROM de sustentação de peso com flexão do joelho) (graus)</b></p> <p>34,95</p> <p><b>Extensibilidade do sóleo inferior não dominante (ADROM de sustentação de peso com flexão do joelho) (graus)</b></p> <p>34,67</p> <p><b>SHDT (centímetros) para o membro inferior dominante</b></p>
--	--	--	---

			146,67
			<b>SHDT (centímetros) para o membro inferior não dominante</b>
			147,67

## Discussão

Em relação ao impulso, pico de força e potência, foi observado uma relação de maior atuação concêntrica do que excêntrica na realização dos saltos. Isso se deve pela maior atuação das articulações e músculos envolvidos na propulsão (fase concêntrica) do que os envolvidos na fase de aterrissagem (fase excêntrica), independentemente do tipo de salto, ou seja, na fase concêntrica há um recrutamento maior de musculatura geradora de força que será responsável por impulsionar o corpo contra a gravidade<sup>4</sup>.

Contudo, no estudo de Maylan, a ação excêntrica foi maior do que a ação concêntrica. A principal hipótese é que ação da carga corporal adicional em uma determinada área do corpo, tenha impactado nos valores da fase excêntrica.

Em potência, todos os artigos encontraram valores maiores na fase concêntrica em comparação com a excêntrica, tanto em potência média como potência máxima<sup>4,8,12</sup>. Foi constatado que na fase de propulsão, no salto horizontal, existe maior potência na articulação do quadril, sendo ela a mais atuante quando se pensa em distribuição por articulação. Já no salto vertical, há maiores valores de potência da articulação do tornozelo, indicando ser a mais atuante nesta fase<sup>14</sup>. Já na fase de aterrissagem, foi constatado que no salto horizontal há uma maior atuação da articulação do joelho, e no salto vertical há uma equivalência de atuação entre articulações de joelho e tornozelo<sup>14</sup>.

Já no pico de força, foi constatado valores mais altos na fase concêntrica em relação a fase excêntrica sem adição de carga. Quando considerada essa adição, há valores mais altos com a utilização de cargas menores, sendo elas um fator de redução do desempenho dos saltos<sup>7,10</sup>. Quando considerado o posicionamento dos pés na fase final, há uma tendência que o salto finalizado

com o pé de trás consiga gerar maiores valores de pico de força quando comparado com o da frente<sup>15</sup>.

Observando o quanto a fadiga pode influenciar o desempenho dos saltos, foi constatado que ao submeter o indivíduo a um protocolo de fadiga, e depois, solicitar a realização do salto, haverá uma redução do desempenho dos saltos, porém, aumenta devido ao período de recuperação<sup>13</sup>.

Já em força, o estudo de Gonzalez expõe valores de 0.531 para força excêntrica e de 0.775 para força concêntrica, sendo estes a média aritmética de 3 saltos com contra movimento realizado<sup>4</sup>. No de Reyes foi observado que quanto maior o contra movimento realizado, maior será a força observada<sup>8</sup>. Smith foi semelhante em relação aos achados, observando que maiores valores de geração de força estavam presentes em salto com maior contra movimento<sup>5</sup>.

Em altura do salto, ficou constatado a relação da flexão de joelho no desempenho do salto. Salles, obteve valores de 26 cm quando realizado com ângulo de 50°, 34 cm quando realizado com ângulo de 70° e 37 cm quando realizado com ângulo de 90°, sendo assim, quanto maior a angulação de flexão de joelho há uma tendência de maior altura do salto<sup>6</sup>.

Em angulações, segundo estudo de Smith, há uma necessidade de uma maior angulação de dorsiflexão no salto C, de ângulo de plantiflexão no salto H, flexão e extensão de joelho no salto T, de extensão de quadril no salto T<sup>5</sup>. Além disso, parece que a fadiga faz um aumento da necessidade do aumento de flexão de quadril em salto vertical<sup>14</sup>.

### **Limitações do estudo**

O estudo tem como limitação o fato de ter poucos estudos focados no objetivo em questão. Além disso, não há uma padronização das variáveis que deveriam ser analisadas, causando uma indefinição em qual variável é essencial para o objetivo proposto.

## Conclusão

A partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que há uma relação entre parâmetros em fase concêntrica e maior angulação de articulações geradoras de impulso com o desempenho dos saltos. Entretanto, é necessário mais estudos voltados para essa vertente, tendo em vista alguns desfechos controversos existentes.

## Referências:

- 1- Hall Susan J.; Biomecânica Básica. 8. Ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2021.
- 2- Silva, Telmo, Ribeiro, Fernando e Venâncio, João. Comparação da performance funcional do membro inferior entre jovens futebolistas e jovens não treinados. *Fisioterapia em Movimento* [online]. 2010, v. 23, n.1
- 3- Amadio A.C.; Lobo da Costa, P.H.; Sacco, I.C.N.; Serrão, J.C.; Araújo, R.C.; Mochizuki, L.; Duarte, M. Introdução à análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, vol.3, no.2, 1999
- 4- González-Badillo, Juan José<sup>1</sup>; Marques, Mário C<sup>2,3</sup>. Relationship Between Kinematic Factors and Countermovement Jump Height in Trained Track and Field Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(12):p 3443-3447, December 2010. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181bac37d
- 5- Smith, Joel P et al. "Kinematic and kinetic variations among three depth jump conditions in male NCAA division III athletes." *Journal of strength and conditioning research* vol. 25,1 (2011): 94-102. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b6041c
- 6- Salles, Andre S et al. "Differential effects of countermovement magnitude and volitional effort on vertical jumping." *European journal of applied physiology* vol. 111,3 (2011): 441-8. doi:10.1007/s00421-010-1665-6

- 7- Meylan, César M P et al. "The effect of three different start thresholds on the kinematics and kinetics of a countermovement jump." *Journal of strength and conditioning research* vol. 25,4 (2011): 1164-7. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c699b9
- 8- Jiménez-Reyes, Pedro et al. "Effect of countermovement on power-force-velocity profile." *European journal of applied physiology* vol. 114,11 (2014): 2281-8. doi:10.1007/s00421-014-2947-1
- 9- Jidovtseff, B et al. "Influence of jumping strategy on kinetic and kinematic variables." *The Journal of sports medicine and physical fitness* vol. 54,2 (2014): 129-38.
- 10- Macadam, Paul et al. "Acute kinematic and kinetic adaptations to wearable resistance during vertical jumping." *European journal of sport science* vol. 17,5 (2017): 555-562. doi:10.1080/17461391.2017.1298672
- 11- Barker, Leland A et al. "Aerial Rotation Effects on Vertical Jump Performance Among Highly Skilled Collegiate Soccer Players." *Journal of strength and conditioning research* vol. 31,4 (2017): 932-938. doi:10.1519/JSC.0000000000001557
- 12- Barker, Leland A et al. "Relationships Between Countermovement Jump Ground Reaction Forces and Jump Height, Reactive Strength Index, and Jump Time." *Journal of strength and conditioning research* vol. 32,1 (2018): 248-254. doi:10.1519/JSC.0000000000002160
- 13- Soares, W.G., Oliveira, A.C.P. de, Santos K.B. dos, & Lara, J.P.R. (2020). Análise cinemática do salto vertical pré e pós-fadiga induzida em atletas de futebol americano. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 25(269), 79-91.
- 14- Kotsifaki, Argyro et al. "Vertical and Horizontal Hop Performance: Contributions of the Hip, Knee, and Ankle." *Sports health* vol. 13,2 (2021): 128-135. doi:10.1177/1941738120976363
- 15- Zhou, Huiyu, Datao Xu, Chaoyi Chen, Ukadike Chris Ugbolue, Julien S. Baker, and Yaodong Gu. 2021. "Analysis of Different Stop-Jumping Strategies on the Biomechanical Changes in the Lower

Limbs" *Applied Sciences* 11, no. 10: 4633.

<https://doi.org/10.3390/app11104633>

- 16- Almansoof, Haifa Saleh et al. "Correlation of ankle dorsiflexion range of motion with lower-limb kinetic chain function and hop test performance in healthy male recreational athletes." *PeerJ* vol. 11 e14877. 21 Feb. 2023, doi:10.7717/peerj.14877