



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
BACARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

GABRIELA LIMA RIBEIRO

VÍTOR BRANDÃO SILVA

**ÍNDICE BILATERAL DE FORÇA DE MEMBROS INFERIORES:
COMPARAÇÃO ENTRE HOMENS FÍSICAMENTE ATIVOS E ATLETAS
AMADORES.**

ORIENTADOR

PROF. DR. AMILTON VIEIRA

Brasília, DF, Brasil

2022

**ÍNDICE BILATERAL DE FORÇA DE MEMBROS INFERIORES:
COMPARAÇÃO ENTRE HOMENS FISICAMENTE ATIVOS E ATLETAS
AMADORES.**

GABRIELA LIMA RIBEIRO

Graduanda em Educação Física – UnB

Gabi042@gmail.com

VÍTOR BRANDÃO SILVA

Graduando em Educação Física – UnB

Silva.b.vitor@gmail.com

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção de título de
Bacharel em Educação Física pela
Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Vieira

Brasília, DF, Brasil

2022

GABRIELA LIMA RIBEIRO

VÍTOR BRANDÃO SILVA

**ÍNDICE BILATERAL DE FORÇA DE MEMBROS INFERIORES:
COMPARAÇÃO ENTRE HOMENS FISICAMENTE ATIVOS E ATLETAS
AMADORES.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção de título de Bacharel em Educação Física pela Universidade de Brasília.

Aprovado em 13/05/2022.

Conceito: SS

BANCA EXAMINADORA



PROF. Dr. AMILTON VIEIRA (LPTF – FEF – UnB)

Presidente



PROF. Dr. VICTOR LAGE (LPTF – FEF – UnB)

Membro



PROF. Me. RAFAEL CUNHA (LPTF – PPGEF – UnB)

Membro

RESUMO

O salto com contramovimento (CMJ) pode ser realizado de forma bilateral ou unilateral, sendo que a execução de ambos os testes propicia uma melhor compreensão das relações das forças produzidas entre os membros direito e esquerdo. A partir do Índice Bilateral de Força (IBF) é possível observar se um indivíduo apresenta déficit ou facilitação bilateral de força. O objetivo do presente estudo foi investigar a força produzida durante saltos uni- e bilaterais bem como o IBF de membros inferiores em homens fisicamente ativos e atletas amadores de esportes de combate. Foram analisados 42 participantes alocados em dois grupos (atletas amadores e fisicamente ativos) que completaram aleatoriamente quatro repetições, com 1 min de intervalo, de cada tipo de salto: CMJ, salto unilateral direito (SUD) e esquerdo (SUE). A partir dos valores médios e os desvios padrão das variáveis, comparações foram realizadas pelo teste t bicaudal para amostras independentes. Não foram observadas diferenças significativas ($p \geq 0,37$) para a força produzida durante a fase propulsiva dos saltos entre os atletas amadores de combate (CMJ=780±136N; SUD=439±82N; SUE=448±82N) e os participantes fisicamente ativos (CMJ=814±216N; SUD=474±155N; SUE=481±140N) nem para o IBF ($p=0,67$; -12,1±8,6% e -13,6±7,7%, atletas amadores de combate e fisicamente ativos respectivamente). Concluímos que os atletas amadores de combate e os homens fisicamente ativos apresentaram valores similares de IBF e de força na fase propulsiva do CMJ, assim como predominância para déficit bilateral de força.

Palavras-chave: déficit bilateral de força, salto com contramovimento, salto unilateral, esportes de combate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
1.2 OBJETIVO GERAL	7
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4 HIPÓTESE DA PESQUISA	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
2.1 TIPO DO ESTUDO	7
2.2 AMOSTRA.....	7
2.3 PROCEDIMENTOS	8
2.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	9
3. RESULTADOS	10
4. DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÃO	12
6. REFERÊNCIAS	13

1. INTRODUÇÃO

1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O teste do salto vertical é uma das formas mais práticas e populares de avaliar a força muscular dos membros inferiores (SAMOZINO et al., 2008). O desempenho do salto vertical tem sido frequentemente associado ao desempenho esportivo e tem sido utilizado para monitorar o efeito de programas de treinamento físico (SAMOZINO et al., 2008; LOTURCO et al., 2015; LOTURCO et al., 2017). O tipo de salto vertical mais comumente realizado é o salto vertical com contramovimento (CMJ). O CMJ pode ser realizado de forma bilateral ou unilateral, sendo que a execução de ambos os testes propicia uma melhor compreensão das relações das forças produzidas entre os membros direito e esquerdo.

A partir da realização do CMJ bilateral e unilateral é possível calcular o Índice Bilateral de Força (IBF). O IBF é a razão entre a força produzida bilateralmente durante o CMJ e a soma das forças produzidas pelos membros inferiores direito e esquerdo durante os saltos unilaterais (HOWARD; ENOKA, 1991). A partir do IBF é possível observar se um indivíduo apresenta déficit ou facilitação bilateral de força. O déficit bilateral é observado quando a força produzida em ação bilateral é inferior à soma das ações unilaterais, enquanto que a facilitação é caracterizada pela maior produção de força em ação bilateral do que em ações unilaterais somadas (MARCHETTI; UCHIDA, 2011; BOTTON; PINTO, 2012).

O aparecimento, tanto do déficit quanto da facilitação bilateral de força, pode sofrer influência das características do treinamento (BOTTON; PINTO, 2012; TURNES et al., 2019). A priorização do treinamento resistido bilateral pode favorecer a facilitação bilateral de força enquanto a priorização do treinamento unilateral pode favorecer o déficit (NIJEM; GALPIN, 2014; BOTTON; PINTO, 2012).

Na maioria das modalidades esportivas é possível observar o predomínio de ações unilaterais, sendo isso particularmente evidente nas modalidades de combates (e.g., caratê, judô) em que os atletas têm um lado preferido para a execução dos golpes. Estudos prévios envolvendo atletas reportam ser mais

frequente a ocorrência do déficit bilateral (-6% a -25%) (BISHOP et al., 2021; KONS et al., 2022). Este fenômeno tem sido atribuído principalmente a fatores neurais, como a inibição inter-hemisférica (ŠKARABOT et al., 2016). Além disso, a ocorrência bem como a magnitude do déficit também podem ser relacionadas à dominância de membros, às adaptações induzidas pelo treinamento e à especificidade da prática esportiva (BISHOP et al., 2021; KONS et al., 2022). Finalmente também é possível especular que o IBF tenha relação com o desempenho. Kons et al. (2022) reportaram correlações entre o IBF e o número de arremessos do oponente ($r = -0.69$) e as capacidades anaeróbia e aeróbia ($r = -0.59$) de atletas da elite nacional do Judô.

1.2 OBJETIVO GERAL

Investigar a força produzida durante saltos uni- e bilaterais bem como o índice bilateral de força (IBF) de membros inferiores em homens fisicamente ativos e atletas amadores de esportes de combate.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Verificar e comparar a força unilateral e bilateral produzida pelos membros inferiores durante o salto com contramovimento;
2. Verificar e comparar o IBF entre homens fisicamente ativos e praticantes de esportes de combate.

1.4 HIPÓTESE DA PESQUISA

Atletas amadores de esportes de combate, quando comparados aos fisicamente ativos, possivelmente apresentarão um maior déficit bilateral devido à uma maior demanda unilateral requerida pela modalidade esportiva.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 TIPO DO ESTUDO

Quantitativo, observacional e transversal.

2.2 AMOSTRA

A amostra de participantes foi selecionada de forma não probabilística e por acessibilidade. O tamanho amostral foi determinado por conveniência dentro dos grupos alvo da pesquisa. Foram recrutados homens entre 18 e 35 anos de idade, praticantes amadores de qualquer modalidade de combate ou fisicamente

ativos. Os participantes do estudo estavam livres de problemas osteomioarticulares que inviabilizassem a realização de saltos verticais com esforço máximo (ex.: histórico médico de lesões em membros inferiores nos últimos seis meses).

Os participantes foram alocados em dois grupos: atletas amadores de esportes de combate e homens fisicamente ativos. Os atletas estavam engajados em alguma modalidade de combate (caratê, judô, etc.) há pelo menos dois anos, com uma frequência semanal de pelo menos três vezes. Os participantes fisicamente ativos responderam ao Questionário Internacional de Atividade Física - IPAQ (CRAIG et al., 2003) e foram convidados a participar deste estudo por realizarem no seu cotidiano atividades físicas com intensidade vigorosa por pelo menos 75 minutos semanais ou em uma intensidade moderada por pelo menos 150 minutos.

Antes da coleta de dados, os participantes foram informados sobre os procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Além disso, foram instruídos a não realizar atividades físicas de intensidade vigorosa nas 48h que antecederam os testes no laboratório.

2.3 PROCEDIMENTOS

Os participantes visitaram o LPTF em três ocasiões, duas para familiarização com os saltos e uma para a obtenção das medidas. A familiarização consistiu primeiramente no envio de um vídeo descrevendo e apresentando os procedimentos adotados em cada tipo de salto. Os participantes foram orientados a praticarem os saltos antes de irem ao laboratório.

No primeiro dia, os participantes também assinaram o termo de consentimento e os participantes do grupo de fisicamente ativos preencheram o questionário IPAQ. Adicionalmente, foram coletadas as medidas de massa e estatura. A seguir, eles realizaram um aquecimento padronizado (descrito a seguir) e foram familiarizados com os procedimentos dos saltos verticais. No segundo e terceiro dia, os participantes repetiram os mesmos procedimentos, exceto o preenchimento de formulários e as medidas de massa e estatura.

Como aquecimento (~10 min de duração), os participantes realizaram agachamentos com sobrecarga (50% da massa corporal) em uma barra guiada. Foi realizada uma série de 10 repetições em baixa velocidade (2 seg na fase descendente e 2 seg na ascendente) e outra série de 5-6 repetições com velocidade máxima na fase ascendente do movimento. A seguir, os participantes realizaram cinco saltos verticais com esforço progressivo (20, 40, 60, 80 e 100% do máximo percebido). Após 2-3 min de intervalo, os participantes completaram aleatoriamente quatro repetições, com 1 min de intervalo, de cada tipo de salto: salto com contramovimento (CMJ), salto unilateral direito (SUD) e esquerdo (SUE).

Os participantes saltaram com as mãos na cintura e foram instruídos a saltar o mais alto possível, enquanto empurravam a plataforma rapidamente. Para o CMJ bilateral, eles foram instruídos a realizar um contramovimento (fase descendente) seguido por uma extensão vigorosa de quadril, joelho e flexão plantar do tornozelo com ambos os membros inferiores (fase ascendente, propulsiva). A profundidade do contramovimento foi autodeterminada. Para os saltos unilaterais, os participantes realizaram os mesmos procedimentos, exceto que o joelho do membro contralateral permaneceu flexionado (~ 90°) durante os saltos.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

A plataforma de força (101 × 76 cm) registrou a força de reação contra o solo a 1000 Hz. Foi conectada a um computador equipado com o software para análise dos dados de força (AMTI, Accupower Portable Force Plate 2.0.3, Watertown, MA, EUA). A posteriori, os dados foram analisados com auxílio de um *script* escrito em linguagem Python. O sinal de força vertical (FRS) foi filtrado (passa-baixa de 30 Hz) e a força média líquida (FRS – força normal) produzida na fase propulsiva dos quatro saltos de cada tipo foi obtida. O IBF foi calculado a partir da equação 1 (Marchetti & Uchida, 2011).

$$IBF(\%) = \left[100 \times \left(\frac{Bilateral}{Unilateral\ esquerda + Unilateral\ direita} \right) \right] - 100 \quad (1)$$

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a descrição dos resultados foram calculados os valores médios e os desvios padrão das variáveis. Para comparação entre os grupos foi utilizado o teste *t* bicaudal para amostras independentes. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) e o software usado foi o Microsoft Excel (Versão 16.59).

3. RESULTADOS

Na figura 1 são apresentados os valores individuais da força produzida na fase propulsiva dos saltos com contramovimento, enquanto na tabela 1 são apresentados os valores médios e os desvios padrão. Não observamos diferença significativa da força produzidas pelos atletas de combate e os participantes fisicamente ativos ($p \geq 0,37$).

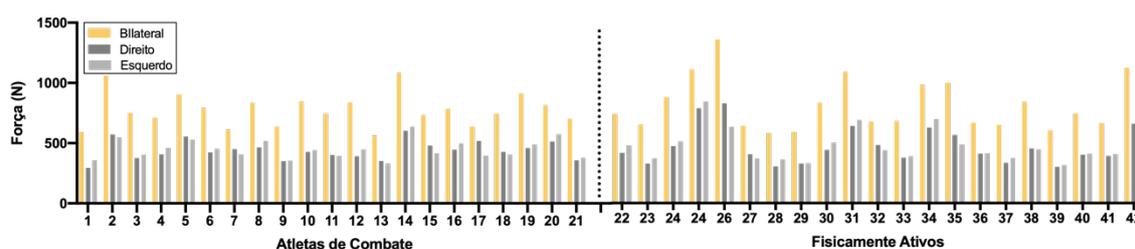


Figura 1 - Valores da resultante de força média na fase propulsiva individuais para os atletas amadores de combate e fisicamente ativos.

Tabela 1 - Média e desvios padrão da força produzida na fase propulsiva dos saltos com contramovimento bilateral (CMJ) e unilateral direito (SUD) e esquerdo (SUE).

Salto Vertical	Atletas de Combate	Fisicamente Ativos	valor de <i>p</i>
CMJ (N)	780 ± 136	814 ± 216	0,49
SUD (N)	439 ± 82	474 ± 155	0,39
SUE (N)	448 ± 82	481 ± 140	0,37

Na Figura 2 foram apresentados os valores médios e individuais do IBF. Com apenas uma exceção, os participantes apresentaram valores negativos

(déficit bilateral) e não observamos diferença significativa ($p = 0,67$) entre os atletas de combate e os fisicamente ativos.

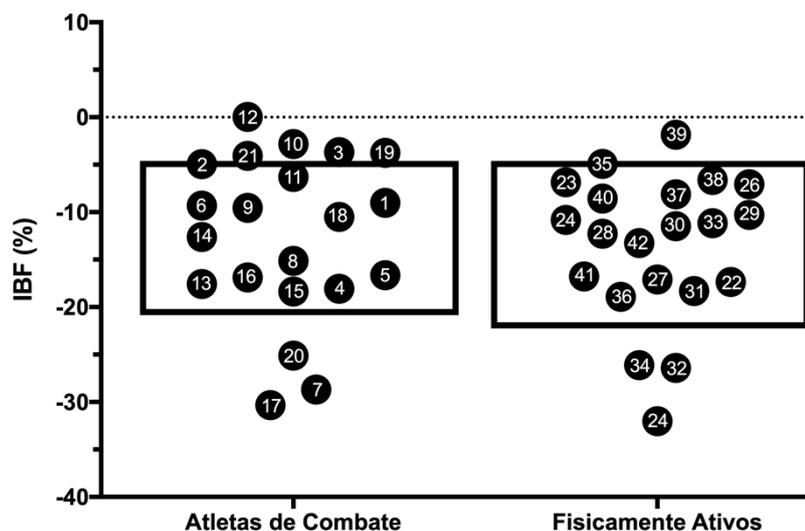


Figura 2 - Índice bilateral de força em atletas amadores de combate e fisicamente ativos.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo comparar o IBF entre atletas de combate e homens fisicamente ativos. Os dados obtidos indicam que ambos os grupos apresentaram valores similares de IBF (Figura 2). Com base nas análises feitas, foi constatada a predominância do déficit bilateral nos participantes, corroborando com os achados previamente obtidos (BOTTON; PINTO, 2012). Além disso não foram observadas diferenças significativas na força produzida na fase propulsiva dos saltos (Tabela 1).

Como resultado do presente estudo foi encontrado o valor médio \pm DP de IBF de $-12,1\pm 8,6\%$ nos atletas amadores e $-13,6\pm 7,7\%$ nos fisicamente ativos. Kons et. al (2022) demonstraram por meio do CMJ que atletas de judô apresentam valores superiores de déficit bilateral (IBF = -35%). Além disso, os valores obtidos no presente estudo também foram inferiores aos encontrados em jovens treinados recreativamente e fisicamente ativos engajados em um treinamento de resistência e pliométrico (BISHOP et. al. 2021). Bishop et. al. (2021) reportaram um IBF de $-21,8\%$ no CMJ. Adicionalmente, esses autores

reportaram uma fraca relação entre o IBF e a velocidade da corrida ($r = -0,10$ a $-0,17$) e tarefas com mudanças de direção ($r = 0,01$ e $0,04$).

No entanto, é importante ressaltar que existem divergências metodológicas entre o presente estudo e os estudos de Kons et. al (2022) e Bishop et. al (2021), que possivelmente justificam as diferenças encontradas. Esses estudos (Bishop et. al. 2021; Kons et. al, 2022) utilizaram a força pico e não excluíram a força peso das análises. Considerando que a força peso é uma constante, e não uma variável sob controle do sistema neuromuscular, é possível especular que isso possa atenuar a capacidade de encontrar possíveis diferenças entre os grupos. Ademais, incluir a força peso nas análises impede a comparação com estudos que avaliaram a força produzidas por grupamentos musculares isolados (e.g., joelho), incluindo estudos que analisaram o IBF de membros superiores. Além disso, estudos prévios apontam que a força média, utilizada neste estudo, seria uma medida mais representativa do esforço muscular desempenhado durante todo o movimento (SAMOZINO et al. 2008).

5. CONCLUSÃO

Os atletas amadores de combate e os homens fisicamente ativos apresentaram valores similares de IBF e de força uni- e bilateral na fase propulsiva do CMJ. Além disso, a maioria dos participantes (41/42) apresentaram valores negativo do IBF, ou seja, déficit bilateral de força.

Investigações futuras devem ser realizadas a fim explorar outras variáveis que podem ser obtidas de saltos verticais (e.g., força pico, velocidade, impulso, potência) bem como a relação entre esses índices com variáveis que expressem o desempenho do salto (e.g., índice de força reativa, potência média na fase propulsiva, altura do salto, momentum na decolagem).

6. REFERÊNCIAS

BISHOP, C., BERNEY, J.; LAKE, J.; LOTURCO, I.; BLAGROVE, R.; TURNER, A.; READ, P. Bilateral deficit during jumping tasks: Relationship with speed and change of direction speed performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 7, p. 1833-1840, 2021. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003075.

BISHOP, C.; TURNER, A.; READ, P. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 10, p. 1135-1144, 2018. DOI 10.1080/02640414.2017.1361894.

BOTTON, C.; PINTO, R. Déficit bilateral: origem, mecanismos e implicações para o treinamento de força. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v. 14, n. 6, p. 749-761, 2012. DOI: 10.5007/1980-0037.2012v14n6p749.

CRAIG, C. L. et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381–1395, 2003. DOI: 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.

HOWARD, D.; ENOKA, M. Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, n. 1, p. 306-316, 1991. DOI: 10.1152/jappl.1991.70.1.306.

KONS, R. L., ACHE-DIAS, J., GHELLER, R. G., BISHOP, C., & DETANICO, D. Bilateral deficit in the countermovement jump and its associations with judo-specific performance. **Research in Sports Medicine**, v. 1, n. 12, 2022. DOI: 10.1080/15438627.2021.2024542.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L.; ABAD, C.; D'ANGELO, R.; FERNANDES, V.; KITAMURA, K.; KOBAL, R.; NAKAMURA, F. Vertical and horizontal jump tests are strongly associated with competitive performance in 100-m dash events. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 551–555, 2015. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000849.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L.; KOBAL, R.; KITAMURA, K.; ABAD, C.; MARQUES, G.; GUERREIRO, A.; MORAES, J.; NAKAMURA, F. Validity and Usability of a New System for Measuring and Monitoring Variations in Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 9, p. 2579-2585, 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002086.

MARCHETTI, H.; UCHIDA, C. Influence of unilateral fatigue of lower limbs on the bilateral vertical jump. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol. 17, no. 6, p. 405-408, 2011. DOI: 10.1590/S1517-86922011000600007.

NIJEM, R. M.; GALPIN, A. J. Unilateral Versus Bilateral Exercise and the Role of the Bilateral Force Deficit. **Strength and Conditioning Journal**, vol. 36, no. 5, p. 113–18, 2014. DOI:10.1519/SSC.0000000000000085.

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**, v. 41, n. 14, p. 2940-2945, 2008. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2008.07.028.

ŠKARABOT J, CRONIN N, STROJNIK V, AVELA J. Bilateral deficit in maximal force production. **Eur J Appl Physiol**. 2016 Dec;116(11-12):2057-2084. DOI: 10.1007/s00421-016-3458-z.

TURNES, T.; SILVA, A.; KONS, L.; DETANICO, D. Is bilateral déficit in handgrip strength associated with performance in specific judô tasks?. **Journal of Strength and Conditioning Research**, V. 10, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003441.