



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE BILATERAL NO SALTO  
VERTICAL: REPRODUTIBILIDADE, RAZÃO SINAL-  
RUÍDO E RELAÇÃO COM MÉTRICAS DO  
DESEMPENHO

GABRIELA LIMA RIBEIRO

BRASÍLIA – DF  
2023

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE BILATERAL NO SALTO  
VERTICAL: REPRODUTIBILIDADE, RAZÃO SINAL-  
RUÍDO E RELAÇÃO COM MÉTRICAS DO  
DESEMPENHO

GABRIELA LIMA RIBEIRO

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Educação Física da Universidade de  
Brasília, como requisito parcial para  
obtenção do grau Mestre em Educação  
Física.

Orientador:

Prof. Dr. Amilton Vieira

BRASÍLIA – DF

2023

GABRIELA LIMA RIBEIRO

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE BILATERAL NO SALTO  
VERTICAL: REPRODUTIBILIDADE, RAZÃO SINAL-  
RUÍDO E RELAÇÃO COM MÉTRICAS DO DESEMPENHO

Brasília, 29 de novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Amilton Vieira  
(Presidente – PPGEF/UnB)

---

Prof. Dr. Rafael Kons  
(Examinador Externo – UFBA)

---

Prof. Dr. Lauro Vianna  
(Examinador Interno – PPGEF/UnB)

---

Prof. Dr. Victor Lage  
(Examinador Suplente – PPGEF/UnB)

**Dedico este trabalho aos meus familiares e  
amigos que sempre sonharam comigo e  
acreditaram no meu sucesso.**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília, pela oportunidade de realização do curso de mestrado em uma instituição de excelência no ensino, pesquisa e extensão.

À minha família e amigos pelo apoio incondicional e pelos momentos de lazer necessários à manutenção da saúde mental durante a realização de trabalhos exigentes.

Aos membros do Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força (LPTF), que, nos anos de convivência, muito me ensinaram, contribuindo para meu crescimento científico e intelectual.

A todos do corpo docente e do corpo administrativo da Pós-graduação em Educação Física (PPGEF) pelas excelentes disciplinas ministradas e atenção às demandas do dia a dia de uma especialização *stricto sensu*.

À Fundação de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado, um apoio financeiro fundamental para a realização da pesquisa.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** O teste do salto vertical com contramovimento (CMJ) é um dos testes mais populares devido a sua praticidade e por ser altamente informativo, fornecendo dezenas de métricas. As métricas obtidas a partir do CMJ possibilitam a avaliação do desempenho, o monitoramento dos níveis de fadiga e da prontidão para a prática de exercícios físicos. Uma métrica pouco explorada do CMJ é o índice bilateral (IB). O IB requer a combinação de métricas obtidas do CMJ bilateral (BL) e do CMJ unilateral realizados com o membro inferior direito (UD) e esquerdo (UE). É sugerido que o IB seja capaz de fornecer informações sobre a capacidade neuromuscular e o desempenho esportivo. Todavia, podemos especular que a combinação de métricas a partir de três testes (BL, UD e UE) torne a métrica suscetível à erros de grande magnitude.

**OBJETIVOS.** O principal objetivo dessa dissertação foi comparar o índice bilateral de força (IBF) versus o índice bilateral de momentum (IBM) em homens jovens fisicamente ativos. Complementarmente, investigar a reprodutibilidade e a relação sinal-ruído (RSR), bem como explorar correlações entre os índices e métricas de desempenho do CMJ BL.

**MATERIAIS E MÉTODOS.** Trinta e nove homens ( $24 \pm 4$  anos) fisicamente ativos realizaram 12 CMJ (4 de cada tipo: BL, UD e UE) sobre uma plataforma de força em três dias separados por 48 a 168h. O IBF e o IBM foram determinados a partir das forças médias propulsivas (força) e do momentum da decolagem (momentum) produzidos nos saltos. A reprodutibilidade e a RSR foram determinadas intra e interdia. Investigamos as possíveis correlações entre os índices com métricas do desempenho do CMJ (i.e., altura, índice de força reativa modificado, velocidade e impulso líquido propulsivos, e duração do movimento) utilizando o produto momento de Pearson.

**RESULTADOS.** Em termos de magnitude, identificamos maiores IBF que IBM (36 versus 22%,  $p < 0,001$ , ES = 3,3). Na análise intradia, observamos uma baixa reprodutibilidade do IBF, que refletiu em RSR inadequado, enquanto o IBM demonstrou uma RSR aceitável no terceiro dia de teste. No entanto, na análise interdia ambos os índices foram considerados inadequados em todas as combinações nos três dias de testes. Finalmente, observamos uma correlação “forte” ( $r = -0,65$ ) entre o IBM e o impulso líquido propulsivo, mas não identificamos outras correlações entre os índices com métricas de desempenho do CMJ.

**CONCLUSÃO.** Embora o IBF apresente maior magnitude que o IBM, apenas o IBM demonstrou RSR aceitável no terceiro dia de teste e forte correlação com o impulso líquido propulsivo. Porém, nem o IBM tampouco o IBF demonstraram RSR aceitáveis interdia, podendo comprometer o monitoramento desses índices longitudinalmente.

**Palavras-chave:** aptidão física; função neuromuscular; salto com contramovimento; salto unilateral; salto unipodal.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The countermovement jump (CMJ) is one of the most popular tests due to its practical and highly informative nature, providing dozens of metrics. The metrics obtained with the CMJ enable performance assessments and monitoring levels of fatigue and readiness for physical exercise. One less explored metric of CMJ is the bilateral index (BI). The BI requires the combination of metrics obtained from bilateral CMJ and unilateral CMJ to be performed with the right leg (RL) and left leg (LL). The BI can provide information on neuromuscular capacity and performance in sports. However, the combination of metrics based on three tests (BI, RL, and LL) makes this metric susceptible to errors of great magnitude. **OBJECTIVES.** This dissertation's main objective was to compare the bilateral force index (BFI) and the bilateral momentum index (BMI) in physically active young men. Other objectives were to investigate the reproducibility and the signal-to-noise ratio (SNR) and explore the correlations between the bilateral CMJ's indexes and performance metrics. **MATERIALS AND METHODS.** Thirty-nine physically active men ( $24 \pm 4$  years old) performed 12 CMJs (4 of each type: BI, RL, and LL) on a force plate, on three separate days, from 48 to 168 hours apart. The BFI and the BII were established based on the average propulsive forces (force) and the take-off momentum (momentum) produced in the jumps. Reproducibility and SNR were established intra and interday. Using the Pearson product-moment correlation, we investigated the possible correlations between the CMJ indexes and performance metrics (i.e., jump height, modified reactive force index, take-off velocity and impulse, and movement duration). **RESULTS.** In magnitude, we identified BFI higher than BMI (36 against 22%,  $p < 0.001$ ,  $SE = 3.3$ ). In the intraday analysis, we observed low reproducibility of the BFI, which was reflected in an inadequate SNR, while the BMI demonstrated an acceptable SNR on the third testing day. However, both indexes were considered inadequate in all combinations on the three testing days in the interday analysis. Finally, we observed a "strong" correlation ( $r = -0.65$ ) between the BMI and take-off impulse, but we did not identify other correlations between the CMJ indexes and performance metrics. **CONCLUSION.** Though the BFI has a higher magnitude than the BMI, only the BMI showed an acceptable SNR on the third testing day and a strong correlation with take-off impulse. However, neither BMI nor BFI showed acceptable interday SNR, which can longitudinally compromise monitoring these indexes.

**Keywords:** physical aptitude; neuromuscular function; countermovement jump; unilateral jump; single leg jump.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Salto com contramovimento bilateral.....   | 27 |
| <b>Figura 2.</b> Salto com contramovimento unilateral.....  | 27 |
| <b>Figura 3.</b> Exemplo da organização dos pares de medidas intradia. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).....  | 29 |
| <b>Figura 4.</b> Exemplo da organização dos pares de medidas interdia considerando os dois primeiros dias de testes. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ).<br>.....  | 29 |
| <b>Figura 5.</b> (A) Força propulsiva média (força) e (B) momentum da decolagem (momentum) dos 39 participantes do estudo. ....   | 32 |
| <b>Figura 6.</b> Valores individuais dos índices bilaterais de força e momentum.....  | 33 |
| <b>Figura 7.</b> Análise de relação sinal-ruído das medidas de força “intradia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de força (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c). ....     | 36 |
| <b>Figura 8.</b> Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “intradia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de momentum (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c). .... | 39 |

**Figura 9.** Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “interdia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de força (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ).....42

**Figura 10.** Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “interdia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de impulso (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ). .....45

**Figura 11.** Matriz de correlação de Pearson.....46

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Características dos participantes do estudo (n=39).....  | 25 |
| <b>Tabela 2.</b> Força média propulsiva (força) e momentum da decolagem (momentum) dos saltos com contramovimento bilateral, unilateral direito e esquerdo, e da magnitude dos índices bilaterais. .... | 33 |
| <b>Tabela 3.</b> Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “intradia” da força média propulsiva (força). ....   | 35 |
| <b>Tabela 4.</b> Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “intradia” do momentum da decolagem (momentum). ....   | 38 |
| <b>Tabela 5.</b> Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “interdia” da força média propulsiva (força). ....   | 41 |
| <b>Tabela 6.</b> Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “interdia” do momentum da decolagem (momentum). ....   | 44 |
| <b>Tabela 7.</b> Métricas de desempenho no salto com contramovimento para o dia 3 de teste. ....  | 46 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|               |  |
|---------------|--|
| <b>BL</b>     | Bilateral                                      |
| <b>CV</b>     | Coefficiente de variação                       |
| <b>F</b>      | Força propulsiva média                         |
| <b>IB</b>     | Índice Bilateral                               |
| <b>IBF</b>    | Índice Bilateral de Força                      |
| <b>IBM</b>    | Índice Bilateral de Momentum                   |
| <b>RSImod</b> | Índice de força relativa modificado            |
| <b>kg</b>     | Quilograma                                     |
| <b>m</b>      | Massa corporal                                 |
| <b>SWC</b>    | Menor diferença válida                         |
| <b>N</b>      | Newton   |
| <b>IPAQ</b>   | Questionário Internacional de Atividade Física |
| <b>RSR</b>    | Razão Sinal-Ruído                              |
| <b>CMJ</b>    | Salto com contramovimento                      |
| <b>s</b>      | Segundos                                       |
| <b>UD</b>     | Unilateral direito                             |
| <b>UE</b>     | Unilateral esquerdo                            |
| <b>W</b>      | Watts  |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMO</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....                               | <b>11</b> |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>OBJETIVOS</b> .....  | <b>16</b> |
| Objetivo Geral.....   | 16        |
| Objetivos Específicos .....   | 16        |
| <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | <b>17</b> |
| Salto Vertical.....   | 17        |
| Métricas de Desempenho do CMJ .....                                       | 18        |
| Índice Bilateral .....  | 19        |
| Reprodutibilidade.....  | 22        |
| Análise Razão Sinal-Ruído.....  | 23        |
| <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....  | <b>25</b> |
| Participantes .....   | 25        |
| Protocolo experimental.....   | 25        |
| Salto vertical com contramovimento.....                                   | 26        |
| Aquisição e processamento da curva força-tempo dos saltos verticais ..... | 27        |
| Análise Estatística .....   | 28        |
| <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>31</b> |
| Índice Bilateral .....  | 31        |
| Reprodutibilidade Intradia.....   | 34        |
| Reprodutibilidade Interdia.....   | 40        |
| Correlação com Desempenho .....   | 46        |
| <b>DISCUSSÃO</b> .....  | <b>47</b> |
| <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>49</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>50</b> |
| <b>APÊNDICE</b> .....   | <b>53</b> |



## INTRODUÇÃO

A determinação do índice bilateral (IB) tem sido aplicada para obter informações sobre desempenho neuromuscular e esportivo a partir da magnitude do déficit bilateral de força (BISHOP et al., 2021a, 2022a; KONS et al., 2021, 2022; NICHOLSON; MASINI, 2021; REJC et al., 2010; ŠKARABOT et al., 2016). O IB é a razão entre a força bilateral e a soma das forças unilaterais (HOWARD; ENOKA, 1991). O IB pode resultar em duas classificações distintas: déficit bilateral ou facilitação bilateral.

A facilitação ocorre quando a razão do IB é positiva, ou seja, quando as ações musculares bilaterais apresentam maior magnitude que a soma das ações unilaterais (HOWARD; ENOKA, 1991). Já o déficit bilateral ocorre quando a soma das ações produzidas de forma unilateral (direita e esquerda) é maior do que a ação produzida durante o mesmo movimento bilateral (HOWARD; ENOKA, 1991). A manifestação do déficit bilateral poder ser modulada por fatores como a dominância de membros, as adaptações induzidas pelo treinamento, a natureza específica da prática esportiva, tipo de ação muscular e diferenças na coordenação intramuscular (BISHOP et al., 2021a; KONS et al., 2022; NIJEM; GALPIN, 2014; REJC et al., 2010).

A obtenção do IB é possível através de diferentes movimentos (e.g., salto vertical, força de preensão manual) e ações musculares, apresentando maior prevalência do déficit bilateral, principalmente quando em ações dinâmicas e multiarticulares (BISHOP et al., 2021a; NIJEM; GALPIN, 2014; ŠKARABOT et al., 2016).

O salto vertical é uma dessas ações dinâmicas e que envolve múltiplas articulações, sendo o salto com contramovimento (CMJ) um dos mais utilizados por cientistas do esporte e por treinadores (BISHOP et al., 2022b; CLAUDINO et al., 2017). A partir do CMJ é possível obter diversas métricas que possibilitam avaliar o efeito de programas de treinamento, o monitoramento da fadiga, e o nível de recuperação após uma lesão (BISHOP et al., 2022b, 2023; KENNEDY; DRAKE, 2021). Quando realizado de forma bilateral e unilateral, o CMJ pode expandir as possibilidades de análise do desempenho, incluindo a obtenção do IB (CLAUDINO et al., 2017; COHEN et al., 2021).

O índice bilateral é aplicado na prática a fim de comparar o desempenho funcional (i.e. Mudança de direção) ou esportivo (i.e. *Special Judo Fitness Test*) (BISHOP et al., 2021a; KONS et al., 2022). No entanto, esse uso ainda não está atrelado a uma análise

de reprodutibilidade da métrica. Por se tratar de um índice composto por três métricas distintas (CMJ bilateral, unilateral com a perna direita e unilateral com perna esquerda), pode propagar o erro dessas métricas e afetar a reprodutibilidade do índice.

A reprodutibilidade descreve a consistência de medidas (e.g., força, impulso), ou seja, a capacidade de apresentar valores similares quando o teste é realizado mais de uma vez em uma única ou em múltiplas sessões sem intervenções (e.g. intra e interdias) (KOO; LI, 2016). Um maior escore de reprodutibilidade implica em maior precisão na determinação de uma medida, e em maior probabilidade de monitorar as suas mudanças ao longo de um período (HOPKINS, 2000). No geral, toda medida apresenta uma variação devido aos aspectos biológicos (e.g., ciclo circadiano, motivação, etc.), de instrumentação (e.g., calibração, processamento), e do avaliador. Assim, a determinação da reprodutibilidade das métricas do CMJ é fundamental na distinção entre uma mudança real e o erro oriundo do teste (ROE et al., 2016). Uma forma de ponderar o erro em relação à menor diferença válida (*i.e.*, *smallest worthwhile change*) é a análise da razão sinal-ruído (RSR), ou análise de sensibilidade (KENNEDY; DRAKE, 2021). Teoricamente, é possível utilizar a RSR para identificar métricas com maior probabilidade de serem utilizadas na investigação do efeito de uma intervenção (e.g., programa de treinamento de força, suplementação, etc.) (NIBALI et al., 2015).

Dentro dessas métricas, destaca-se o uso da força média propulsiva (força) e do momentum da decolagem (momentum). Força é a métrica mais utilizada na literatura para avaliação de déficit (NICHOLSON; MASINI, 2021; ŠKARABOT et al., 2016). Enquanto isso, o momentum se relaciona matematicamente com impulso e no salto vertical pode apresentar uma interpretação da estratégia do salto para atingir o desfecho e a capacidade de deslocamento da própria massa pelo sujeito (CHAVDA et al., 2018; KIRBY et al., 2011).

Então, um nível adequado de reprodutibilidade atrelado a uma interpretação da RSR se torna importante para uma melhor avaliação dos resultados e, conseqüentemente, para compreender a adequação do uso do índice bilateral de força (IBF) e de momentum (IBM) na avaliação do desempenho a partir do CMJ.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Investigar índices bilaterais de força e momentum (*i.e.*, IBF e IBM) obtidos de saltos verticais (*i.e.*, CMJ e unipodal) em homens fisicamente ativos. Adicionalmente, avaliar a reprodutibilidade e a razão sinal-ruído, e explorar possíveis correlações dos índices bilaterais com métricas de desempenho do CMJ.

### Objetivos Específicos

1. Determinar a força média de reação contra o solo (força) durante a propulsão do salto com contramovimento bilateral (BL), e unilaterais direito (UD) e esquerdo (UE);
2. Determinar o momentum de decolagem (momentum) dos saltos BL, UD e UE;
3. Calcular os índices bilaterais de força (IBF) e de momentum (IBM);
4. Avaliar a reprodutibilidade da força, do impulso e dos índices bilaterais;
5. Avaliar a razão sinal-ruído intradia e interdia da força, do impulso e dos índices bilaterais;
6. Explorar possíveis correlações entre IBF e IBM com métricas do desempenho do CMJ (*i.e.*, altura, índice de força relativa modificado, velocidade de propulsão, duração do movimento, impulso e potência).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Salto Vertical

A avaliação da função neuromuscular por meio do teste do salto vertical é reconhecida como prática, simples e eficiente (BISHOP et al., 2023; SAMOZINO et al., 2008). Apesar da variedade de testes disponíveis, a escolha do protocolo de teste deve ser baseada nas particularidades e requisitos específicos do atleta, do esporte ou do tipo de avaliação que se deseja conduzir (BISHOP et al., 2022b, 2023; CLAUDINO et al., 2017).

Dentre os tipos de saltos verticais, o CMJ é o mais utilizado por requerer pouca familiarização enquanto fornece uma vasta quantidade de métricas (BISHOP et al., 2023). Tais métricas podem ser usadas para determinar o perfil de desempenho do atleta, estimar um risco potencial de lesões, auxiliar na prescrição do treino e no monitoramento dos níveis de fadiga (BISHOP et al., 2023; LOTURCO et al., 2015; MCMAHON et al., 2018). Quando realizado com uso de uma plataforma de força, é possível separar as métricas as fases do salto vertical, inclusive do CMJ, trazendo uma relação mais direta do perfil individual e das métricas selecionadas com o objetivo de uma avaliação mais específica (MCMAHON et al., 2018).

O CMJ pode ser descrito em seis fases distintas: 1 – Pesagem, 2 – Sem peso, 3 – Frenagem, 4 – Propulsiva, 5 – Voo e 6 – Aterrisagem (CHAVDA et al., 2018; MCMAHON et al., 2018). A fase propulsiva, também denominada de fase de impulsão, inicia-se quando os indivíduos estendem vigorosamente quadril, joelhos e tornozelos a fim de impulsionar verticalmente o seu centro de massa e finaliza no instante da decolagem (CHAVDA et al., 2018; MCMAHON et al., 2018). Nesta fase se obtém a força média propulsiva (força) e o momentum da decolagem (momentum), onde o momentum se mostra interessante para análises relativas à estratégia do salto vertical, uma vez que é capaz de prover informações sobre a movimentação da própria massa do sujeito (CHAVDA et al., 2018; KIRBY et al., 2011; WARR et al., 2020).

O impulso e o momentum se relacionam matematicamente, onde o primeiro diz respeito a força aplicada em um determinado tempo ( $\text{Impulso} = F \times t$ , N.s) e o segundo a multiplicação da massa corporal ( $m$ , kg) do sujeito pela velocidade de propulsão

(CHAVDA et al., 2018; KIRBY et al., 2011). No salto vertical, a força contra o solo aplicada durante a fase de propulsão contribuirá para alterar o momentum do corpo, permitindo o deslocamento vertical. Em resumo, a relação entre momentum e impulso líquido no salto vertical está fundamentada nas leis do movimento de Newton, onde a força aplicada e o tempo de aplicação dessa força afetam a mudança no momentum do corpo durante o movimento, ou seja, na capacidade do indivíduo de movimentar a sua massa. Além disso, momentum já se mostrou confiável em estudo anterior (ICC= 0,957, IC<sub>95</sub>= 0,878-0,988; CV= 3,48%, IC<sub>95</sub>= 1,08-4,50) (BRIGHT et al., 2023).

Dentre as métricas relativas à fase específica de propulsão, a força média propulsiva se mostra uma métrica confiável (ICC= 0,984, IC<sub>95</sub>= 0,955-0,996; CV= 3,72%, IC<sub>95</sub>= 2,07-4,75%) (BRIGHT et al., 2023; CORMACK et al., 2008; ROE et al., 2016). E ainda de acordo com a segunda lei do movimento de Newton, a aceleração de um objeto é diretamente proporcional à magnitude da força líquida. O que indica que tanto a força quanto o momentum podem se apresentar como variáveis de interesse a fim de acessar o desempenho neuromuscular a partir do CMJ.

### **Métricas de Desempenho do CMJ**

A análise do salto vertical deve então contar com métricas que avaliem o resultado, mas também a estratégia a fim de obter resultados de acordo com o objetivo estabelecido (*i.e.*, saltar mais alto). Sendo que as métricas de estratégia são mais sensíveis à mudança do que as de desfecho para avaliação após exercícios intensos, para retorno de lesão e longitudinalmente, promovendo uma avaliação mais completa das funções neuromusculares (BISHOP et al., 2022b). Assim, as métricas de desempenho devem ser escolhidas a fim de facilitar e auxiliar na tomada de decisão de treinadores (BISHOP et al., 2022b).

Dentre as métricas de desempenho do CMJ, podemos citar métricas já conhecidas como confiáveis para a análise de correlação com os índices bilaterais. O Índice de força relativa modificado (RSImod = altura do salto/tempo para decolagem) é, dentre as métricas, o com a menor confiabilidade dentro de um intervalo de confiança de 95% (IC<sub>95</sub>) (ICC= 0,63, IC<sub>95</sub>= 0,015-0,895; CV= 8,91%, IC<sub>95</sub>= 2,43-11,34%), no entanto, tem se tornado popular por ser uma razão entre a altura do salto e o tempo para decolagem, o

que possibilita compreender a métrica de desfecho “altura do salto” pela interação com o tempo para decolagem (BISHOP et al., 2023; BRIGHT et al., 2023).

A altura do salto e o impulso na fase propulsiva são amplamente utilizados para buscar associações com outras métricas de desempenho (i.e., mudança de direção, velocidade linear) (BISHOP et al., 2022b, 2023; BRIGHT et al., 2023) e se mostram confiáveis (ICC= 0,965, IC<sub>95</sub>= 0,900-0,990; CV= 6,76%, IC<sub>95</sub>= 2,12-8,75% e ICC= 0,983, IC<sub>95</sub>= 0,973-0,990; CV=1,00%, respectivamente) (BRIGHT et al., 2023; WARR et al., 2020).

Além disso, as métricas que compõe o RSI<sub>mod</sub> e o momentum da decolagem podem ser essenciais para avaliação da estratégia do salto. São elas a duração do movimento (início do movimento até a decolagem), amplamente utilizada para avaliação neuromuscular da fadiga induzida por exercícios intensos no CMJ, e a velocidade de propulsão, também demonstrando alta confiabilidade (ICC= 0,887, IC<sub>95</sub>= 0,675-0,969; CV= 7,87% , IC<sub>95</sub>= 3,76-9,77% e ICC= 0,962, IC<sub>95</sub>= 0,891-0,990; CV= 3,43%, IC<sub>95</sub>= 1,07-4,43%, respectivamente) (BISHOP et al., 2023; BRIGHT et al., 2023).

Outra métrica composta pela velocidade na fase propulsiva e amplamente utilizada é a potência (em watts). A potência tem sido consistentemente associada a métricas independentes de força e velocidade, utilizada por treinadores e cientistas para avaliação da supercompensação do treinamento, monitoramento da fadiga e para análise do perfil de desempenho, mostrando-se confiável para tanto (ICC= 0,915, IC<sub>95</sub>= 0,755-0,977; CV= 5,16%, IC<sub>95</sub>= 3,33-5,92%) (BISHOP et al., 2023; BRIGHT et al., 2023; CLAUDINO et al., 2017).

Essas métricas se mostram confiáveis na criação de um perfil neuromuscular de indivíduos e no monitoramento do treinamento. No entanto, quando submetido a correlações com o Índice Bilateral, ainda precisam ser exploradas.

## **Índice Bilateral**

O índice bilateral (IB) é a razão entre a força bilateral e a soma das forças unilaterais (HOWARD; ENOKA, 1991). Howard e Enoka (1991) sugerem que o índice bilateral de força (IBF) possa ser utilizado para avaliar a eficácia de programas de treinamento de força, desenvolver programas de reabilitação personalizados e analisar a existência de

diferenças na produção de força entre os membros durante atividades bilaterais. Estudos já mostraram a relação do déficit bilateral com o desempenho específico, com o tipo de treinamento realizado ou com especificidade esportiva do indivíduo, contudo ainda carece de novas pesquisas para confirmar demais potenciais do IBF (BISHOP et al., 2021a, 2021b; KONS et al., 2022).

A obtenção do IB é possível através de diferentes movimentos e ações musculares, desde ações isométricas a movimentos balísticos (ŠKARABOT et al., 2016). O salto vertical é um movimento balístico e pode ser realizado de forma bilateral e/ou unilateral, assim o CMJ como teste pode propiciar uma maior compreensão das relações entre lados direito e esquerdo, bem como quanto ao seu comportamento isolado ou simultâneo em relação às suas diversas métricas (CLAUDINO et al., 2017; COHEN et al., 2020).

A facilitação e o déficit bilateral entre membros se referem a um aspecto comparativo da relação da soma de ações unilaterais com a bilateral para a execução dos mesmos movimentos (i.e., salto vertical) (BISHOP et al., 2021a). A discrepância entre a métrica bilateral e a soma das métricas unilaterais pode ter implicações práticas no treinamento e no controle neuromuscular envolvidos nas tarefas (REJC et al., 2010; ŠKARABOT et al., 2016) Assim, para esta análise é importante elucidar o cálculo do índice bilateral (Eq. 1) e suas implicações.

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

(REJC et al., 2010; ŠKARABOT et al., 2016) As implicações práticas no treinamento envolvem a especificidade das tarefas do esporte e a caracterização do treinamento de força. A literatura mostra que o treinamento resistido parece reduzir ou aumentar o déficit bilateral, quando realizado bilateral e unilateralmente, respectivamente (NIJEM; GALPIN, 2014).

A facilitação bilateral é caracterizada quando a atuação simultânea de ambos os membros resulta em uma maior produção de força do que quando os membros são utilizados de forma isolada ( $IB > 0$  – Eq. 1) (HOWARD; ENOKA, 1991). A observação de facilitação bilateral pode ser indicativa da colaboração entre membros durante a execução da tarefa, como na experiência específica de exercícios que exigem

movimentos bilaterais simultâneos como o de levantadores de peso e remadores (HOWARD; ENOKA, 1991; PAIN, 2014).

Já o déficit bilateral ocorre quando uma variável neuromuscular produzida em uma ação bilateral é inferior à soma das variáveis produzidas em ações unilaterais correspondentes (HOWARD; ENOKA, 1991). O déficit bilateral pode ser considerado um fenômeno mais consistente em contrações dinâmicas e quando envolve exercícios multiarticulares, principalmente para populações não treinadas ou fisicamente ativas, mesma população participante do presente estudo, (PAIN, 2014; ŠKARABOT et al., 2016).

O déficit bilateral ( $IB < 0$ , Eq. 1), tem sido empregado a fim de avaliar e comparar o desempenho funcional, esportivo e a capacidade neuromuscular de indivíduos ao executarem tarefas que requerem a utilização de ambos os membros (BISHOP et al., 2021a, 2022a; KONS et al., 2022; NICHOLSON; MASINI, 2021; ŠKARABOT et al., 2016).

Este fenômeno tem sido principalmente associado a fatores de natureza neural como a coordenação intramuscular e à inibição inter-hemisférica (NIJEM; GALPIN, 2014; ŠKARABOT et al., 2016). A coordenação intramuscular diz respeito à magnitude da ativação muscular ser diferente em ações unilaterais e bilaterais, exercendo contribuições diferentes a depender da ação (REJC et al., 2010). Isto é relatado em movimentos explosivos dos membros inferiores e parece ser devido a uma redução da ativação neural dos músculos vasto lateral e reto femoral no salto bilateral, ou seja, ocorre uma coordenação muscular diferente desses músculos e do bíceps femoral nas ações bilaterais e unilaterais (REJC et al., 2010).

Embora a idade possa não ser um fator determinante, parece que a experiência de treinamento do participante e a forma como o exercício é realizado em termos de velocidade, intensidade e escolha são influentes no déficit bilateral (NIJEM; GALPIN, 2014). Também foram apresentadas evidências de diferenças, provavelmente restritas a contrações balísticas e explosivas, nas velocidades de encurtamento entre ações unilaterais e bilaterais durante as ações musculares (BOBBERT et al., 2006).

Assim, a manifestação do déficit bilateral pode ser modulada por fatores como a dominância de membros, as adaptações induzidas pelo treinamento, a natureza específica da prática esportiva, tipo de contração, e diferenças na coordenação

intramuscular (BISHOP et al., 2021a; BOBBERT et al., 2006; KONS et al., 2022; NIJEM; GALPIN, 2014; REJC et al., 2010). No entanto, ainda carece de estudo acerca da sua reprodutibilidade.

## **Reprodutibilidade**

A reprodutibilidade de medidas favorece a aquisição de métricas que permitam identificar uma “melhora real” no desempenho físico (PLANT; HANISCH, 2020; WEAKLEY et al., 2023). Para isso, não apenas o teste a ser escolhido deve apresentar um protocolo reprodutível, mas as métricas a serem utilizadas também devem apresentar confiabilidade a fim de mitigar a presença de ruídos e, ao mesmo tempo, serem suficientemente sensíveis a fim possibilitar, com maior precisão, identificar melhorias no desempenho (PLANT; HANISCH, 2020; WEAKLEY et al., 2023).

A consistência de uma medida faz relação com confiabilidade e é preciso estabelecê-la antes de usá-la em avaliações (CORMACK et al., 2008; HOPKINS, 2000). A reprodutibilidade não apenas proporciona uma visão da consistência da métrica, mas também permite que profissionais identifiquem alterações de relevância nos seus programas de monitoramento (PLANT; HANISCH, 2020). Assim, a reprodutibilidade da medida é a capacidade de se obter valores similares quando um teste é repetido sob as mesmas condições, sendo essencial ter medidas consistentes para observar pequenas, porém significativas, mudanças em um indivíduo. Já a confiabilidade da medida é dependente do erro aleatório de aferição, envolvendo a variação natural do próprio sujeito, a capacidade do equipamento utilizado e o treinamento do examinador (HOPKINS, 2000; NIBALI et al., 2015).

O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) é uma medida estatística adimensional usada para avaliar a confiabilidade relativa. O ICC é capaz de informar quanto da variabilidade total nas medições é devido a variações sistemáticas ou verdadeiras diferenças entre sujeitos, e quanto é devido a variações aleatórias ou erro de medição em diferentes condições ou sessões (i.e., intradia e interdia) (HOPKINS, 2000). Ou seja, o ICC tem a capacidade de ranquear os avaliados de acordo com as variações, no qual um valor alto ( $>0,75$ ) sugere uma boa confiabilidade da métrica (HOPKINS, 2015).

A reprodutibilidade ainda depende de uma segunda métrica estatística, esta que seja capaz de quantificar a variação entre medidas avaliadas. O coeficiente de variação (CV) é uma métrica estatística que expressa a variabilidade relativa de uma amostra em relação à sua média, podendo ser expresso em termos percentuais através do erro típico da medida (HOPKINS, 2000; ROE et al., 2016; WEAKLEY et al., 2023). Quando utilizado em termos do erro típico, o CV pode prover uma estimativa da variabilidade esperada entre diferentes amostras de uma mesma população, tendo em termos percentuais a capacidade de comparar dados com unidades diferentes ou escalas distintas (HOPKINS, 2000; ROE et al., 2016).

### **Análise Razão Sinal-Ruído**

A capacidade de reprodução por si só não é um indicador suficientemente adequado para confiar em um resultado, ou seja, assegurar que um resultado realmente reflète a verdade (PLANT; HANISCH, 2020). Considerar a razão sinal-ruído (RSR), é apontada como uma solução para aumentar a probabilidade de uma interpretação mais precisa das variáveis derivadas do CMJ, ainda mais considerando as variações que ocorrem nas métricas de avaliações do desempenho humano – variação devido aos aspectos biológicos (e.g., ciclo circadiano, motivação, etc.), de instrumentação (e.g., calibração, processamento), e do avaliador (KENNEDY; DRAKE, 2021; ROE et al., 2016).

Para atingir uma margem de precisão, é essencial discernir se a mudança observada é real ou se deve ou a variação natural do próprio sujeito ou ao erro não sistemático de medição, como aqueles associados ao equipamento utilizado ou ao examinador. Assim, na análise das alterações que se manifestam nas medidas após sessões de treinamento, partidas esportivas ou avaliações de desempenho, é fundamental uma interpretação mais próxima possível da real mudança (mínimo ruído na medida) (NIBALI et al., 2015; ROE et al., 2016).

A RSR é então obtida pela razão da mudança real observada, denominado de sinal, pela variação da medida (i.e., erro típico de medida, coeficiente de variação), denominado de ruído (Eq. 2) (LINDBERG et al., 2022).

$$\text{Sinal/Ruído} = \frac{SWC}{CV} \quad (\text{Eq. 2})$$

Uma das formas de se obter a menor diferença válida (SWC) é a partir de uma fração do desvio padrão, pois a quantificação do desvio padrão reflete como os indivíduos se apresentam em relação uns aos outros (HOPKINS, 2000). No presente estudo, a SWC é obtida através da multiplicação do desvio padrão da amostra pelo valor de referência do tamanho de efeito proposto por Cohen ( $d = 0,2$ ), que apesar de um valor arbitrário é utilizado como consenso na literatura para avaliação de pequenas diferenças (HOPKINS, 2000; ROE et al., 2016; WEAKLEY et al., 2023).

O coeficiente de variação (CV) pode ser expresso em termos do erro típico. O erro típico pode se referir ao erro por aspectos biológicos (e.g., ciclo circadiano, motivação, etc.), de instrumentação (e.g., calibração, processamento), e do avaliador (HOPKINS, 2000). Os valores absolutos dos erros típicos podem ser consideravelmente diferentes, devido a isso valores expressos como porcentagem são mais vantajosos para avaliação e ainda contam com o fator adimensional que permite a comparação direta da confiabilidade de métricas diversas (i.e., força; momentum) (HOPKINS, 2000).

Assim, dentro da análise RSR, o sinal pode ser obtido através da SWC e o ruído através do CV a partir do erro típico. (ROE et al., 2016). E desta forma, a análise de sensibilidade pode ser capaz de retirar até certo ponto a arbitrariedade dos limites pré-definidos para o CV, quando utilizado de forma isolada, por colocá-lo como quociente em uma razão com a SWC (Eq. 2) (KENNEDY; DRAKE, 2021). Isto se deve ao fato de a razão entre SWC e CV, no presente estudo, possibilitar uma comparação direta entre a diferença significativa e a variação do erro, trazendo para a análise de sensibilidade RSR limiares a serem observados. A detecção de melhorias reais pode ser considerado aceitável quando  $CV < SWC$  e atinge sua máxima eficácia, sendo relatado como ideal, quando o CV corresponde a no mínimo 50% do valor do SWC, viabilizando a identificação de modificações que ultrapassem a margem do SWC como aceitáveis (KENNEDY; DRAKE, 2021). Desta forma, essa abordagem proporciona um critério mais claro para aferir a relevância das variações observadas, conferindo um maior rigor e confiabilidade à interpretação dos resultados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Participantes

Uma amostra de homens fisicamente ativos foi convidada a participar deste estudo (Tabela 1). Para aumentar a homogeneidade da amostra e consequentemente o poder estatístico, foi estabelecido que os participantes deveriam ser do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, fisicamente ativos, e livres de problemas osteomioarticulares que inviabilizassem a realização de saltos verticais. Foram excluídos três participantes que não completaram pelo menos quatro saltos de cada tipo nos três dias de testes. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário UDF (parecer no 2.878.364).

**Tabela 1.** Características dos participantes do estudo (n=39).

| <b>Participantes</b>                          | <b>Média ± Desvio Padrão</b> |
|---|------------------------------|
| Idade (anos)                                  | 24 ± 4                       |
| Estatura (m)                                  | 1,8 ± 0,1                    |
| Massa Corporal (kg)                           | 79 ± 14                      |
| Índice de Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> ) | 24 ± 4                       |

### Protocolo experimental

Os participantes visitaram o Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força (LPTF) em três ocasiões. Eles foram instruídos a não realizar esforço vigoroso nas 48h que antecederam as visitas ao laboratório. Os participantes foram orientados a praticarem os CMJ bilaterais e unilaterais antes de irem ao laboratório, a partir de um vídeo instrucional descrevendo e apresentando os procedimentos adotados em cada tipo de salto. No vídeo um atleta realiza os saltos, enquanto um narrador fornece informações técnicas para a obtenção do melhor desempenho.

Na primeira visita, os participantes responderam aos questionários de atividade física (IPAQ versão curta), de saúde, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. A seguir, um pesquisador do laboratório realizou as medidas de estatura (estadiômetro de parede, Sanny®, São Paulo, Brasil), e então deu início aos procedimentos para os testes dos saltos. Os participantes realizaram um aquecimento

seguido pelos testes dos saltos verticais (i.e., BL, UD e UE). A ordem de execução dos testes no primeiro dia foi aleatorizada para cada participante e mantida para as demais visitas. Nas duas visitas subsequentes (48 a 72h após), os participantes repetiram os mesmos procedimentos de teste de saltos.

### **Salto vertical com contramovimento**

O aquecimento iniciou com agachamentos com sobrecarga (50% da massa corporal) em um *Smith Machine* em que os participantes realizaram 10 repetições a 2 s nas fases descendente e ascendente seguido 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) separados por 15 segundos. Após 2-3 min, os participantes completaram aleatoriamente os quatro saltos de cada tipo (i.e., BL, UD ou UE), com 1 minuto de intervalo entre cada salto.

Os participantes foram posicionados no centro da plataforma de força permanecendo imóveis por cerca de 1–2s para a determinação da massa corporal antes de cada salto (i.e., força de reação contra o solo / aceleração gravitacional) – fase de pesagem. No comando do avaliador “3, 2, 1, salte”, os participantes iniciaram o contramovimento. Eles saltaram com as mãos na cintura, e foram instruídos a saltar o mais alto possível, enquanto empurravam a plataforma rapidamente. Os participantes foram orientados a não modificar a postura corporal na aterrissagem, e a amortecer o impacto da aterrissagem fletindo os membros inferiores a partir da instrução de “aterrissar suavemente, e com o mínimo de barulho”.

Para o salto BL, os participantes foram instruídos a realizar um contramovimento seguido da extensão vigorosa de quadril, joelho, e da flexão plantar do tornozelo com ambos os membros inferiores (Figura 1). Para os saltos UD e UE, os indivíduos foram instruídos a realizar os mesmos procedimentos com apenas o membro inferior direito ou esquerdo (Figura 2). A profundidade do contramovimento foi auto selecionada.



**Figura 1.** Salto com contramovimento bilateral.



**Figura 2.** Salto com contramovimento unilateral.

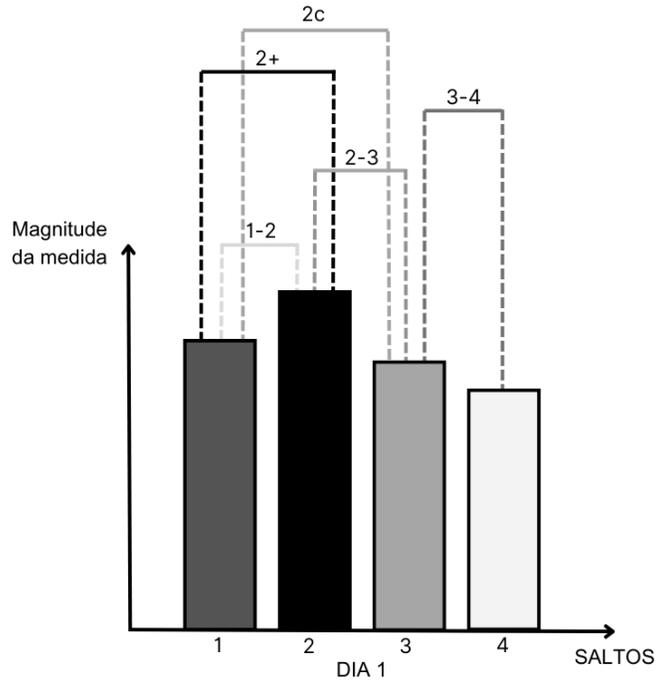
### **Aquisição e processamento da curva força-tempo dos saltos verticais**

Uma plataforma de força (AMTI, *Accupower Portable Force Plate 2.0.3*, Watertown, MA, EUA) foi utilizada no registro da força de reação contra o solo com uma taxa de aquisição de 1000 Hz. *A posteriori*, os dados foram analisados com auxílio de um *script* escrito em linguagem Python. Inicialmente, um filtro passa-baixa de 30 Hz e atraso de fase zero (*Butterworth de 4ª ordem*) foi utilizado para remover ruídos de alta frequência

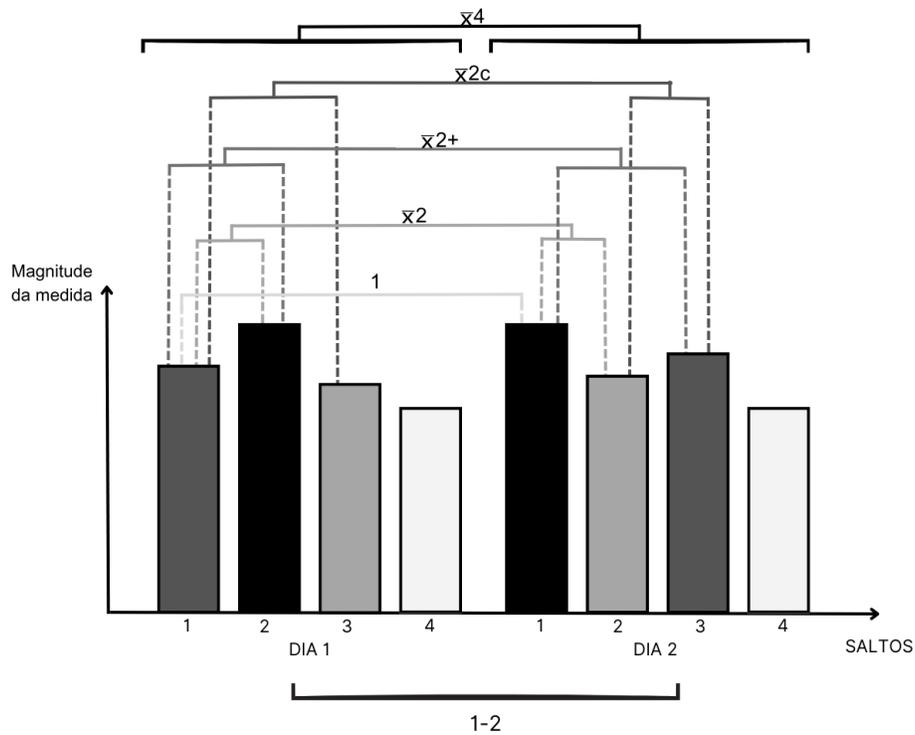
do sinal. A seguir, a velocidade do centro de massa foi calculada a partir da integração numérica do sinal da aceleração (LINTHORNE, 2001). A partir desses dados foram estimados a força média propulsiva (força), o impulso líquido propulsivo (impulso), a altura do salto (i.e.,  $v_{to}^2/2g$ ), a velocidade de propulsão ( $v_{prop}$ ), a duração do movimento (TTO), o índice de força relativa modificado (i.e.,  $JH/TTO$ ) e o momentum da decolagem (i.e.,  $massa \cdot v_{prop}$ ). A seguir, os índices bilaterais foram calculados a partir da equação 1 para força e momentum.

### **Análise Estatística**

Os dados foram descritos como média e desvio padrão ou intervalo de confiança de 95%. A distribuição dos dados foi verificada com o auxílio do teste de *Shapiro-Wilk*. Na reprodutibilidade intradia, foram comparadas as magnitudes dos seguintes pares de medidas: (i) primeira e segunda (1-2); (ii) segunda e terceira (2-3); (iii) terceira e quarta (3-4); (iv) duas maiores medidas (2+); e (v) as duas medidas centrais (i.e., removendo o maior e o menor valor) (2c) (Figura 3). Na confiabilidade interdia, foram comparadas os seguintes pares de medidas: (i) o primeiro salto (1), (ii) a média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), (iii) a média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), (iv) a média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); (v) a média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ). A análise interdia comparou as medidas do primeiro e do segundo dia (1-2), e do segundo e terceiro dia (2-3) (Figura 4).



**Figura 3.** Exemplo da organização dos pares de medidas intradia. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).



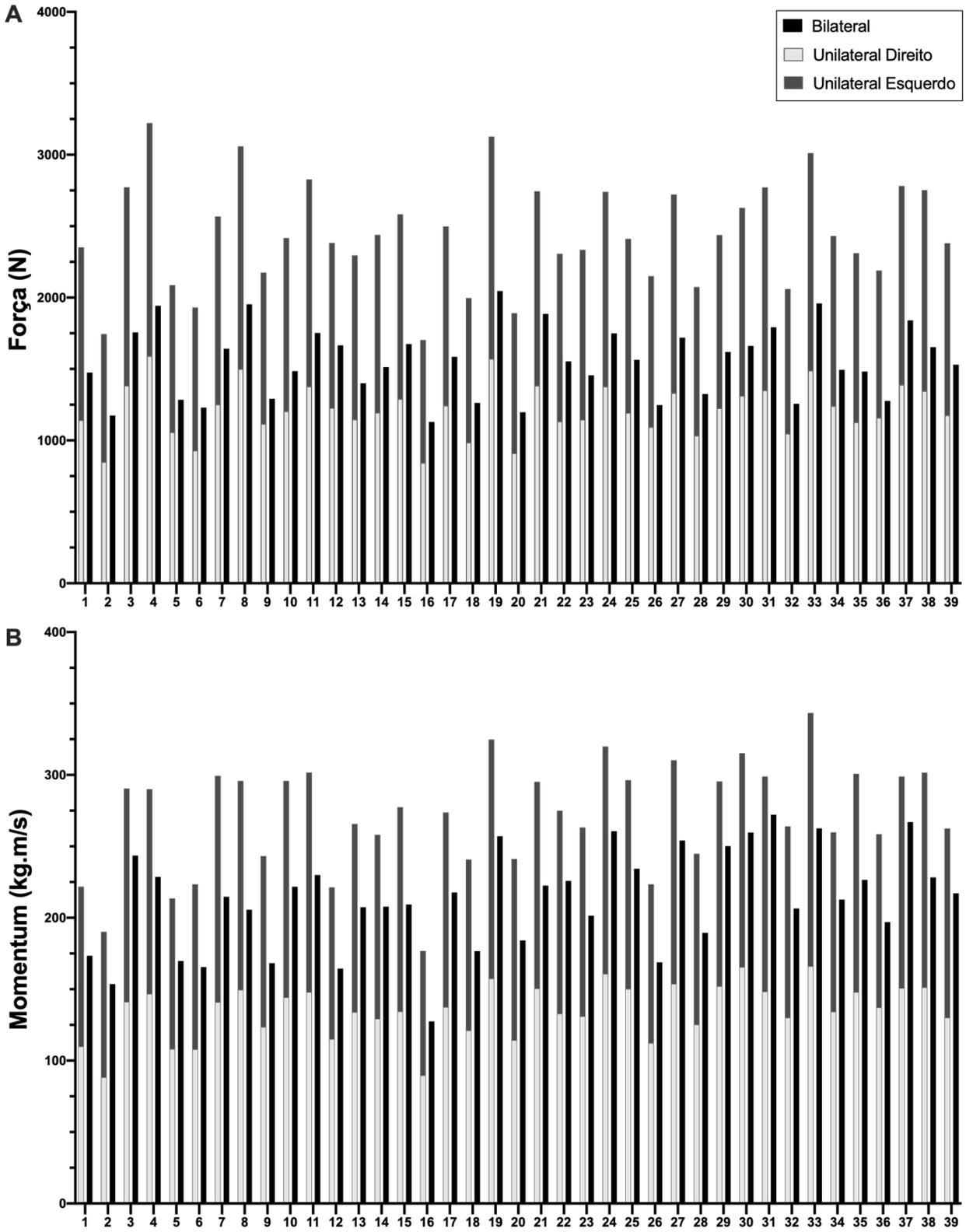
**Figura 4.** Exemplo da organização dos pares de medidas interdia considerando os dois primeiros dias de testes. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ).

A reprodutibilidade foi determinada a partir do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e do erro típico da medida como um coeficiente de variação (CV%). O ICC foi interpretado como ruim ( $< 0,500$ ), moderado ( $0,500-0,750$ ), bom ( $0,749-0,900$ ) e excelente ( $\geq 0,900$ ) (KOO; LI, 2016). O CV% foi interpretado a partir da magnitude dos erros padronizados como triviais ( $< 0,2$ ), pequenos ( $\geq 0,2$ ), moderados ( $\geq 0,6$ ), grandes ( $\geq 1,2$ ), e muito grandes ( $\geq 2,0$ ) (HOPKINS, 2015). A razão sinal-ruído (RSR) foi determinada pelo quociente entre o percentual da menor diferença válida (SWC%) e CV%. A RSR foi interpretada como inadequada ( $< 1$ ), aceitável ( $\geq 1$ ), e ideal ( $\geq 2$ ) (KENNEDY; DRAKE, 2021). As correlações entre os índices bilaterais e as métricas de desempenho (altura do salto,  $RSI_{mod}$ , impulso propulsivo líquido,  $v_{prop}$ , TTO, potência) produzidas no CMJ foram avaliadas através da correlação de Pearson. As correlações obtidas entre os índices bilaterais e as medidas do desempenho dos saltos verticais foram interpretadas como quase perfeita ( $> 0,90$ ), muito forte ( $0,70-0,89$ ), forte ( $0,50-0,69$ ), moderada ( $0,30-0,49$ ), pequena ( $0,10-0,29$ ), e trivial ( $0,00-0,09$ ) (HOPKINS, 2015). Os procedimentos estatísticos foram realizados em planilhas customizadas do Microsoft Excel (Hopkins, 2015) e através do software JASP (v. 0.18.1). O nível de significância adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

### Índice Bilateral

Por apresentar maior RSR (descrito na seção de Reprodutibilidade), foram selecionados os valores centrais médios (2c) do terceiro dia de teste. Nas Figuras 5 e 6, são apresentadas as medidas individuais médias de força e momentum, enquanto na tabela 2 foram descritos os valores médios  $\pm$  SD. Identificamos que o IBF tem maior magnitude que o IBM ( $p < 0,001$ ;  $d = 3,8$ ) e uma correlação moderada entre os índices ( $p = 0,02$ ;  $r = 0,37$ ).

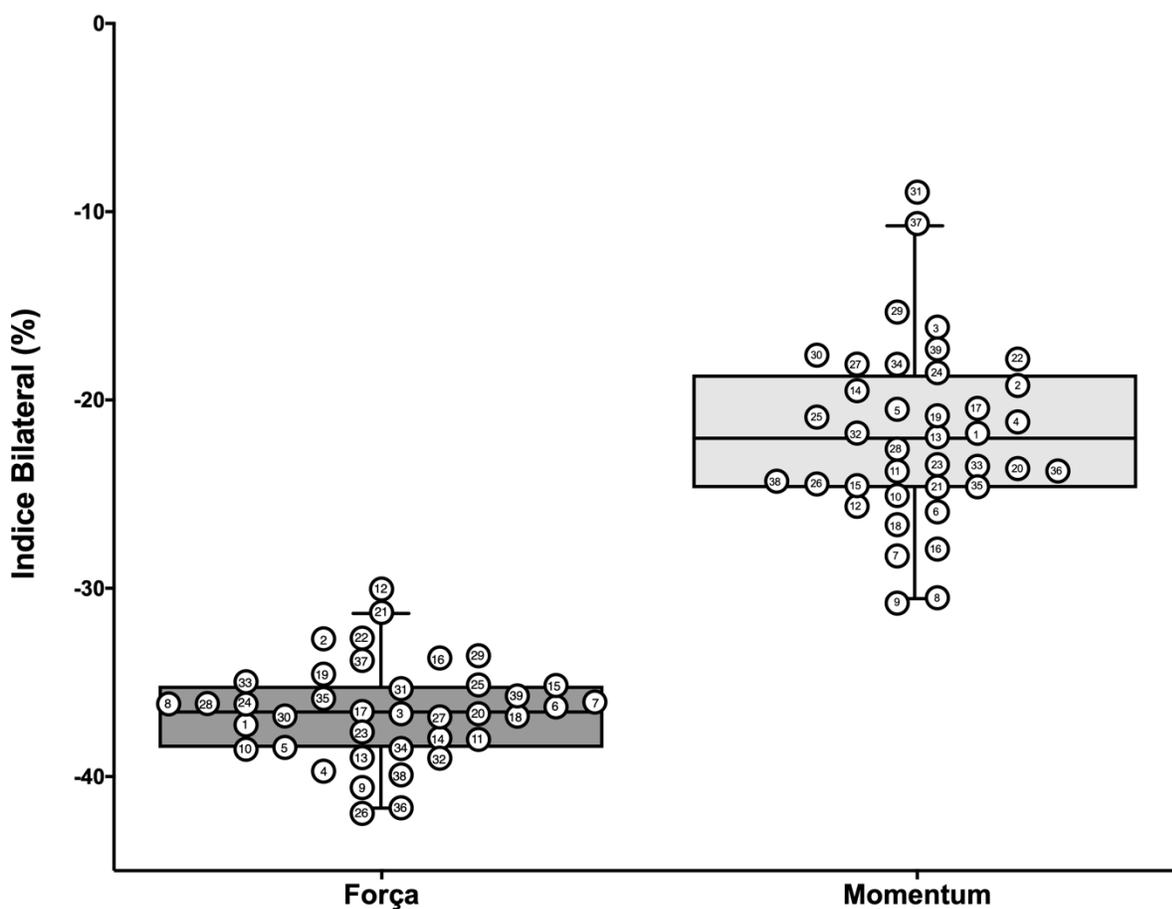


**Figura 5.** (A) Força propulsiva média (força) e (B) momentum da decolagem (momentum) dos 39 participantes do estudo.

**Tabela 2.** Força média propulsiva (força) e momentum da decolagem (momentum) dos saltos com contramovimento bilateral, unilateral direito e esquerdo, e da magnitude dos índices bilaterais.

| Variáveis            | Força (N)   | Momentum (kg.m/s) |
|----------------------|-------------|-------------------|
| Bilateral            | 1553 ± 244  | 212 ± 35          |
| Unilateral Direito   | 1215 ± 183  | 135 ± 19          |
| Unilateral Esquerdo  | 1228 ± 191  | 136 ± 20          |
| Índice Bilateral (%) | -36,5 ± 2,7 | -21,8 ± 4,6       |

Nota: Médias e desvios padrão.



Nota: Boxplot com Intervalo de Confiança: 95%.

**Figura 6.** Valores individuais dos índices bilaterais de força e momentum.

## **Reprodutibilidade Intradia**

### **Medidas de Força**

Na tabela 3, foram descritos os resultados de ICC, CV, e SWC, enquanto na figura 7 são apresentadas as RSR das medidas intradia de força obtidas nos saltos verticais. Os resultados da tabela 3 indicam que, para as métricas BL, UD e UE, o ICC é “excelente” ( $ICC \geq 0,92$ ) e o CV varia de “trivial” a “pequeno” ( $CV \leq 4,7\%$ ). Para o IBF, o ICC varia de “pobre” a “excelente” ( $ICC = 0,19$  a  $0,96$ ) e o CV de “pequeno” a “muito grande” ( $CV = 1,7$  a  $12,1$ ).

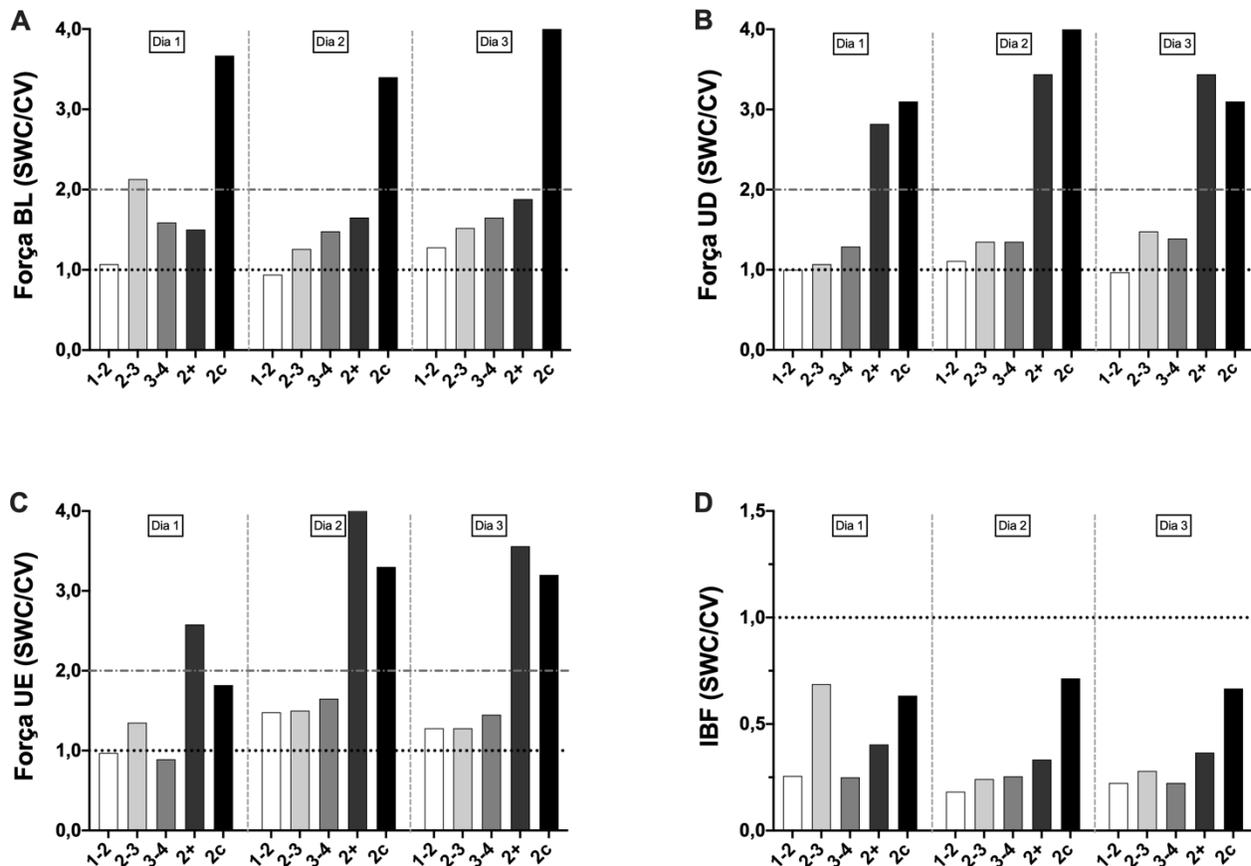
Para força BL (Figura 7A), as medidas centrais (2c) apresentaram RSR ideal nos três dias de testes, enquanto a combinação 2-3 se mostrou ideal apenas no dia 1. Os demais pares de medidas apresentaram RSR aceitável, exceto 1-2 do dia 2 que se mostrou inadequado. Na força UD (Figura 7B), as duas maiores medidas (2+) e as medidas centrais (2c) apresentaram RSR ideal nos três dias de testes. As demais combinações foram consideradas aceitáveis, exceto a combinação 1-2 do dia 3 que se mostrou inadequada. As forças UE (Figura 7C), apresentaram RSR ideal com 2+ nos três dias de testes, enquanto 2c demonstrou isso nos dias 2 e 3. As demais combinações apresentaram RSR aceitável, exceto 1-2 e 3-4 que foram inadequadas no dia 1. O IBF foi considerado inadequado independente da combinação e dos dias de testes (Figura 7D).

**Tabela 3.** Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “intradia” da força média propulsiva (força).

| Variáveis    | Combinações | Dia 1                   |                                 |                             | Dia 2                   |                                 |                             | Dia 3                   |                                |                             |
|--------------|-------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|              |             | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )      | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )      | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )     | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) |
| Força BL (N) | 1-2         | 0,97<br>(0,94; 0,98)    | 3,0<br>(2,5; 3,9) <sup>a</sup>  | 3,2<br>(2,3; 3,9)           | 0,96<br>(0,92; 0,98)    | 3,5<br>(2,9; 4,5) <sup>a</sup>  | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,5<br>(2,0; 3,2) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,9)           |
|              | 2-3         | 0,99<br>(0,98; 1,00)    | 1,6<br>(1,3; 2,1) <sup>*</sup>  | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,7<br>(2,2; 3,5) <sup>a</sup>  | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,1<br>(1,7; 2,7) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,9)           |
|              | 3-4         | 0,99<br>(0,97; 0,99)    | 2,2<br>(1,8; 2,8) <sup>a</sup>  | 3,5<br>(2,5; 4,2)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,3<br>(1,8; 2,9) <sup>a</sup>  | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 0,99<br>(0,97; 0,99)    | 2,0<br>(1,6; 2,5) <sup>a</sup> | 3,3<br>(2,4; 4,0)           |
|              | 2+          | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,2<br>(1,8; 2,9) <sup>a</sup>  | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,99<br>(0,97; 0,99)    | 2,0<br>(1,6; 2,5) <sup>a</sup>  | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,99<br>(0,98; 0,99)    | 1,7<br>(1,4; 2,2) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,9)           |
|              | 2c          | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 0,9<br>(0,7; 1,2) <sup>*</sup>  | 3,3<br>(2,5; 4,0)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,0<br>(0,8; 1,3) <sup>*</sup>  | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 1,00<br>(1,00; 1,00)    | 0,8<br>(0,6; 1,0) <sup>*</sup> | 3,3<br>(2,4; 4,0)           |
| Força UD (N) | 1-2         | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,0<br>(2,4; 3,9) <sup>a</sup>  | 3,0<br>(2,2; 3,7)           | 0,97<br>(0,95; 0,98)    | 2,7<br>(2,2; 3,5) <sup>a</sup>  | 3,0<br>(2,2; 3,7)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,2<br>(2,6; 4,1) <sup>a</sup> | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
|              | 2-3         | 0,97<br>(0,94; 0,98)    | 2,8<br>(2,3; 3,6) <sup>a</sup>  | 3,0<br>(2,2; 3,7)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,3<br>(1,8; 2,9) <sup>a</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,1<br>(1,7; 2,7) <sup>a</sup> | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
|              | 3-4         | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,4<br>(1,9; 3,1) <sup>a</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,8)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,3<br>(1,9; 3,0) <sup>a</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,8)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,3<br>(1,9; 3,0) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,8)           |
|              | 2+          | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,1<br>(0,9; 1,5) <sup>*</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 0,9<br>(0,7; 1,1) <sup>*</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 0,9<br>(0,7; 1,1) <sup>*</sup> | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
|              | 2c          | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,0<br>(0,8; 1,3) <sup>*</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 1,00<br>(1,00; 1,00)    | 0,7<br>(0,6; 0,9) <sup>*</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,0<br>(0,8; 1,2) <sup>*</sup> | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
| Força UE (N) | 1-2         | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,0<br>(2,4; 3,8) <sup>a</sup>  | 2,9<br>(2,1; 3,6)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,3<br>(1,8; 2,9) <sup>a</sup>  | 3,4<br>(2,5; 4,2)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,5<br>(2,1; 3,3) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,9)           |
|              | 2-3         | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,3<br>(1,9; 3,0) <sup>a</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,2<br>(1,8; 2,8) <sup>a</sup>  | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,5<br>(2,0; 3,2) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,9)           |
|              | 3-4         | 0,95<br>(0,91; 0,97)    | 3,6<br>(3,0; 4,7) <sup>a</sup>  | 3,2<br>(2,3; 3,9)           | 0,99<br>(0,97; 0,99)    | 2,0<br>(1,6; 2,6) <sup>a</sup>  | 3,3<br>(2,4; 3,9)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,2<br>(1,8; 2,8) <sup>a</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,8)           |
|              | 2+          | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,2<br>(0,9; 1,5) <sup>*</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,8)           | 1,00<br>(1,00; 1,00)    | 0,8<br>(0,7; 1,1) <sup>*</sup>  | 3,3<br>(2,5; 4,0)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 0,9<br>(0,8; 1,2) <sup>*</sup> | 3,2<br>(2,4; 3,9)           |
|              | 2c          | 0,99<br>(0,98; 0,99)    | 1,7<br>(1,4; 2,2) <sup>a</sup>  | 3,1<br>(2,3; 3,8)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,0<br>(0,8; 1,2) <sup>*</sup>  | 3,3<br>(2,5; 4,0)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,0<br>(0,8; 1,3) <sup>*</sup> | 3,2<br>(2,3; 3,8)           |
| IBF (%)      | 1-2         | 0,64<br>(0,41; 0,80)    | 7,8<br>(6,3; 10,2) <sup>b</sup> | 2,0<br>(1,2; 2,6)           | 0,47<br>(0,19; 0,68)    | 9,3<br>(7,5; 12,1) <sup>d</sup> | 1,7<br>(0,7; 2,2)           | 0,57<br>(0,32; 0,75)    | 6,7<br>(5,4; 8,7) <sup>c</sup> | 1,5<br>(0,8; 1,9)           |
|              | 2-3         | 0,92<br>(0,86; 0,96)    | 3,2<br>(2,6; 4,2) <sup>a</sup>  | 2,2<br>(1,5; 2,6)           | 0,62<br>(0,38; 0,78)    | 6,2<br>(5,0; 8,0) <sup>c</sup>  | 1,5<br>(0,9; 2,0)           | 0,67<br>(0,45; 0,81)    | 5,0<br>(4,1; 6,5) <sup>c</sup> | 1,4<br>(0,8; 1,7)           |
|              | 3-4         | 0,62<br>(0,38; 0,78)    | 7,6<br>(6,2; 9,9) <sup>b</sup>  | 1,9<br>(1,0; 2,4)           | 0,64<br>(0,41; 0,79)    | 5,1<br>(4,1; 6,5) <sup>c</sup>  | 1,3<br>(0,7; 1,7)           | 0,56<br>(0,30; 0,74)    | 6,7<br>(5,5; 8,8) <sup>c</sup> | 1,5<br>(0,8; 1,9)           |
|              | 2+          | 0,82<br>(0,68; 0,90)    | 4,7<br>(3,8; 6,0) <sup>b</sup>  | 1,9<br>(1,3; 2,4)           | 0,75<br>(0,57; 0,87)    | 5,1<br>(4,1; 6,6) <sup>b</sup>  | 1,7<br>(1,1; 2,1)           | 0,79<br>(0,63; 0,88)    | 4,1<br>(3,3; 5,3) <sup>b</sup> | 1,5<br>(1,0; 1,9)           |
|              | 2c          | 0,92<br>(0,85; 0,96)    | 3,0<br>(2,4; 3,8) <sup>b</sup>  | 1,9<br>(1,4; 2,4)           | 0,93<br>(0,86; 0,96)    | 2,1<br>(1,7; 2,7) <sup>a</sup>  | 1,5<br>(1,0; 1,8)           | 0,92<br>(0,86; 0,96)    | 2,1<br>(1,7; 2,7) <sup>a</sup> | 1,4<br>(1,0; 1,8)           |

Nota: CV% \*trivial, <sup>a</sup>pequeno, <sup>b</sup>moderado, <sup>c</sup>grande, e <sup>d</sup>muito grande. IC<sub>95</sub>: Intervalo de Confiança de 95%.

ICC: coeficiente de correlação intraclassa; CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).



**Figura 7.** Análise de relação sinal-ruído das medidas de força “intradia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de força (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).

### Medidas de momentum

Na tabela 4, foram descritos os resultados de ICC, CV, e SWC, enquanto na figura 8 são apresentadas as RSR das medidas intradia do momentum obtidas nos saltos verticais. O ICC, para as métricas BL, UD e UE do momentum intradia, varia de “bom” a “excelente” ( $ICC \geq 0,79$ ) e o CV de “trivial” a “moderado” ( $CV \leq 7,6\%$ ). Para o IBM, o ICC varia de “pobre” a “excelente” ( $ICC = 0,01$  a  $0,98$ ) e o CV de “pequeno” a “muito grande” ( $CV = 3,7$  a  $40,8$ ).

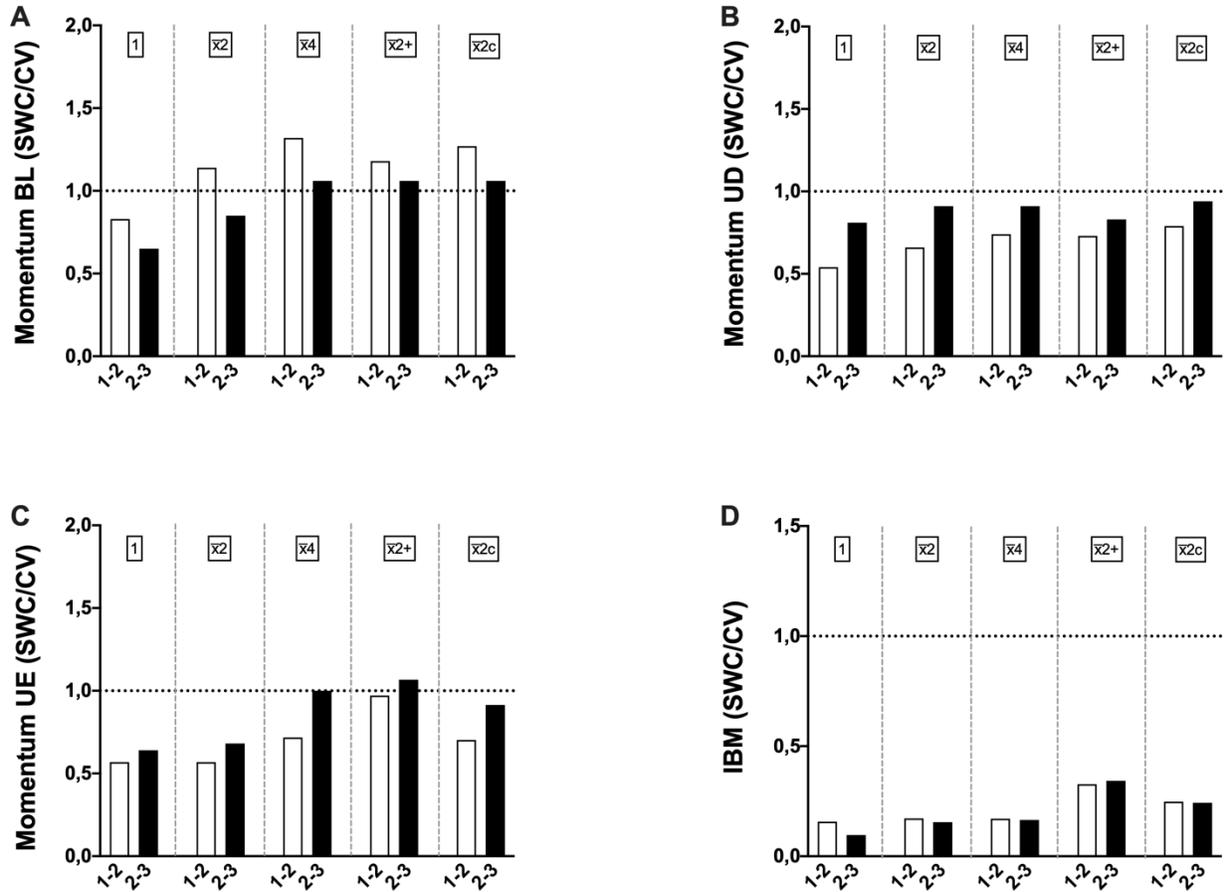
Para o momentum BL (Figura 8) as medidas centrais (2c) apresentaram RSR ideal nos três dias de testes, enquanto a combinação das maiores medidas (2+) foi ideal nos dias 2 e 3. Os demais pares de medidas apresentaram RSR aceitável, exceto 1-2 no dia 1 que se mostrou inadequado. No momentum UD (Figura 8B), as medidas centrais (2c)

apresentaram RSR ideal nos três dias de testes, enquanto a combinação 2+ foi ideal apenas no dia 3. O momentum UE (Figura 8C) apresentou RSR ideal para 2+ e 2c apenas no dia 3, e foi aceitável nos dias 1 e 2. As demais combinações foram inadequadas, com exceção da 1-2 nos dias 2 e 3. O IBM (Figura 8D) apresentou RSR aceitável para 2+ e 2c no dia 3.

**Tabela 4.** Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “intradia” do momentum da decolagem (momentum).

| Variáveis            | Combinações | Dia 1                   |                                   |                             | Dia 2                   |                                   |                             | Dia 3                   |                                   |                             |
|----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
|                      |             | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )        | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )        | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )        | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) |
| Momentum BL (kg.m/s) | 1-2         | 0,95<br>(0,91; 0,98)    | 3,8<br>(3,1; 4,9) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,2<br>(2,6; 4,2) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,5<br>(2,8; 4,5) <sup>a</sup>    | 3,5<br>(2,6; 4,3)           |
|                      | 2-3         | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,3<br>(2,7; 4,2) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,5<br>(2,0; 3,2) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,1)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,7<br>(2,2; 3,4) <sup>a</sup>    | 3,5<br>(2,5; 4,2)           |
|                      | 3-4         | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,8<br>(2,3; 3,6) <sup>a</sup>    | 3,5<br>(2,6; 4,3)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,3<br>(2,7; 4,3) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 0,98<br>(0,97; 0,99)    | 2,3<br>(1,9; 3,0) <sup>a</sup>    | 3,5<br>(2,6; 4,2)           |
|                      | 2+          | 0,97<br>(0,95; 0,99)    | 2,7<br>(2,2; 3,6) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,1)           | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,5<br>(1,2; 1,9) <sup>*</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,1<br>(0,9; 1,4) <sup>*</sup>    | 3,6<br>(2,6; 4,3)           |
|                      | 2c          | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,3<br>(1,1; 1,7) <sup>*</sup>    | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,1<br>(0,9; 1,5) <sup>*</sup>    | 3,3<br>(2,4; 4,0)           | 1,00<br>(1,00; 1,00)    | 0,7<br>(0,6; 0,9) <sup>*</sup>    | 3,6<br>(2,6; 4,3)           |
| Momentum UD (kg.m/s) | 1-2         | 0,88<br>(0,79; 0,94)    | 5,6<br>(4,6; 7,3) <sup>b</sup>    | 3,0<br>(2,1; 3,7)           | 0,94<br>(0,88; 0,97)    | 4,0<br>(3,2; 5,2) <sup>a</sup>    | 3,0<br>(2,1; 3,6)           | 0,97<br>(0,94; 0,98)    | 2,9<br>(2,4; 3,8) <sup>a</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
|                      | 2-3         | 0,92<br>(0,86; 0,96)    | 4,6<br>(3,7; 5,9) <sup>a</sup>    | 3,1<br>(2,2; 3,8)           | 0,96<br>(0,92; 0,98)    | 3,4<br>(2,8; 4,5) <sup>a</sup>    | 3,1<br>(2,2; 3,8)           | 0,96<br>(0,92; 0,98)    | 3,2<br>(2,6; 4,1) <sup>a</sup>    | 2,9<br>(2,1; 3,6)           |
|                      | 3-4         | 0,94<br>(0,89; 0,97)    | 4,0<br>(3,3; 5,2) <sup>a</sup>    | 3,1<br>(2,2; 3,8)           | 0,93<br>(0,87; 0,96)    | 4,2<br>(3,4; 5,4) <sup>a</sup>    | 2,9<br>(2,1; 3,6)           | 0,93<br>(0,87; 0,96)    | 4,1<br>(3,3; 5,3) <sup>a</sup>    | 2,9<br>(2,1; 3,6)           |
|                      | 2+          | 0,97<br>(0,95; 0,99)    | 2,5<br>(2,0; 3,2) <sup>a</sup>    | 3,0<br>(2,2; 3,7)           | 0,97<br>(0,93; 0,98)    | 2,8<br>(2,3; 3,6) <sup>a</sup>    | 2,9<br>(2,1; 3,5)           | 0,99<br>(0,98; 1,00)    | 1,5<br>(1,2; 2,0) <sup>a</sup>    | 3,0<br>(2,2; 3,7)           |
|                      | 2c          | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,4<br>(1,1; 1,8) <sup>*</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,8)           | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,2<br>(1,0; 1,6) <sup>*</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,7)           | 0,99<br>(0,99; 1,00)    | 1,4<br>(1,1; 1,8) <sup>*</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,7)           |
| Momentum UE (kg.m/s) | 1-2         | 0,89<br>(0,80; 0,94)    | 5,9<br>(4,8; 7,6) <sup>b</sup>    | 3,2<br>(2,2; 3,9)           | 0,97<br>(0,95; 0,99)    | 3,1<br>(2,6; 4,1) <sup>a</sup>    | 3,6<br>(2,6; 4,4)           | 0,97<br>(0,94; 0,98)    | 2,9<br>(2,4; 3,8) <sup>a</sup>    | 3,0<br>(2,2; 3,7)           |
|                      | 2-3         | 0,94<br>(0,89; 0,97)    | 4,5<br>(3,7; 5,9) <sup>a</sup>    | 3,5<br>(2,5; 4,3)           | 0,93<br>(0,87; 0,96)    | 4,7<br>(3,9; 6,1) <sup>a</sup>    | 3,4<br>(2,4; 4,1)           | 0,96<br>(0,92; 0,98)    | 3,3<br>(2,7; 4,3) <sup>a</sup>    | 3,0<br>(2,2; 3,7)           |
|                      | 3-4         | 0,91<br>(0,83; 0,95)    | 5,6<br>(4,5; 7,3) <sup>b</sup>    | 3,4<br>(2,4; 4,2)           | 0,96<br>(0,92; 0,98)    | 3,6<br>(2,9; 4,7) <sup>a</sup>    | 3,4<br>(2,4; 4,1)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 3,3<br>(2,7; 4,2) <sup>a</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,8)           |
|                      | 2+          | 0,97<br>(0,95; 0,99)    | 2,9<br>(2,3; 3,7) <sup>a</sup>    | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 0,99<br>(0,98; 0,99)    | 1,8<br>(1,5; 2,3) <sup>a</sup>    | 3,3<br>(2,5; 4,1)           | 0,99<br>(0,98; 1,00)    | 1,5<br>(1,2; 1,9) <sup>*</sup>    | 3,1<br>(2,2; 3,7)           |
|                      | 2c          | 0,97<br>(0,95; 0,98)    | 3,0<br>(2,4; 3,8) <sup>a</sup>    | 3,4<br>(2,5; 4,1)           | 0,98<br>(0,96; 0,99)    | 2,7<br>(2,2; 3,6) <sup>a</sup>    | 3,4<br>(2,5; 4,2)           | 1,00<br>(0,99; 1,00)    | 1,1<br>(0,9; 1,4) <sup>*</sup>    | 3,1<br>(2,3; 3,7)           |
| IBM (%)              | 1-2         | 0,49<br>(0,21; 0,70)    | 28,2<br>(22,5; 37,8) <sup>d</sup> | 4,9<br>(2,2; 6,6)           | 0,64<br>(0,41; 0,79)    | 21,9<br>(17,6; 29,1) <sup>c</sup> | 5,3<br>(3,0; 6,9)           | 0,60<br>(0,36; 0,77)    | 20,5<br>(16,5; 27,2) <sup>c</sup> | 4,6<br>(2,5; 6,0)           |
|                      | 2-3         | 0,62<br>(0,38; 0,78)    | 17,1<br>(13,8; 22,6) <sup>c</sup> | 4,0<br>(2,3; 5,3)           | 0,32<br>(0,01; 0,57)    | 30,4<br>(24,2; 40,8) <sup>d</sup> | 3,6<br>(-0,8; 5,2)          | 0,80<br>(0,65; 0,89)    | 12,3<br>(10,0; 16,1) <sup>b</sup> | 4,7<br>(3,1; 5,9)           |
|                      | 3-4         | 0,71<br>(0,51; 0,84)    | 15,4<br>(12,4; 20,2) <sup>c</sup> | 4,4<br>(2,7; 5,7)           | 0,54<br>(0,28; 0,73)    | 14,7<br>(11,9; 19,4) <sup>c</sup> | 3,0<br>(1,5; 4,0)           | 0,73<br>(0,54; 0,85)    | 14,8<br>(12,0; 19,5) <sup>c</sup> | 4,5<br>(2,8; 5,7)           |
|                      | 2+          | 0,61<br>(0,37; 0,78)    | 21,9<br>(17,5; 29,0) <sup>c</sup> | 5,0<br>(2,8; 6,5)           | 0,81<br>(0,67; 0,90)    | 8,2<br>(6,6; 10,7) <sup>b</sup>   | 3,2<br>(2,2; 4,0)           | 0,96<br>(0,93; 0,98)    | 4,9<br>(4,0; 6,4) <sup>a</sup>    | 5,0<br>(3,6; 6,1)           |
|                      | 2c          | 0,92<br>(0,85; 0,95)    | 7,3<br>(5,9; 9,4) <sup>b</sup>    | 4,6<br>(3,3; 5,6)           | 0,79<br>(0,64; 0,89)    | 9,0<br>(7,3; 11,7) <sup>b</sup>   | 3,4<br>(2,2; 4,2)           | 0,97<br>(0,94; 0,98)    | 4,6<br>(3,7; 5,9) <sup>a</sup>    | 5,1<br>(3,7; 6,2)           |

Nota: CV% \*trivial, <sup>a</sup>pequeno, <sup>b</sup>moderado, <sup>c</sup>grande, e <sup>d</sup>muito grande. Valores expressos em média e IC<sub>95</sub>: Intervalo de Confiança de 95%. ICC: coeficiente de correlação intraclasse; CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).



**Figura 8.** Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “intradia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de momentum (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações das medidas: primeira e segunda (1-2); segunda e terceira (2-3); terceira e quarta (3-4); duas maiores medidas (2+); e as duas medidas centrais (2c).

## Reprodutibilidade Interdia

### Medidas de Força

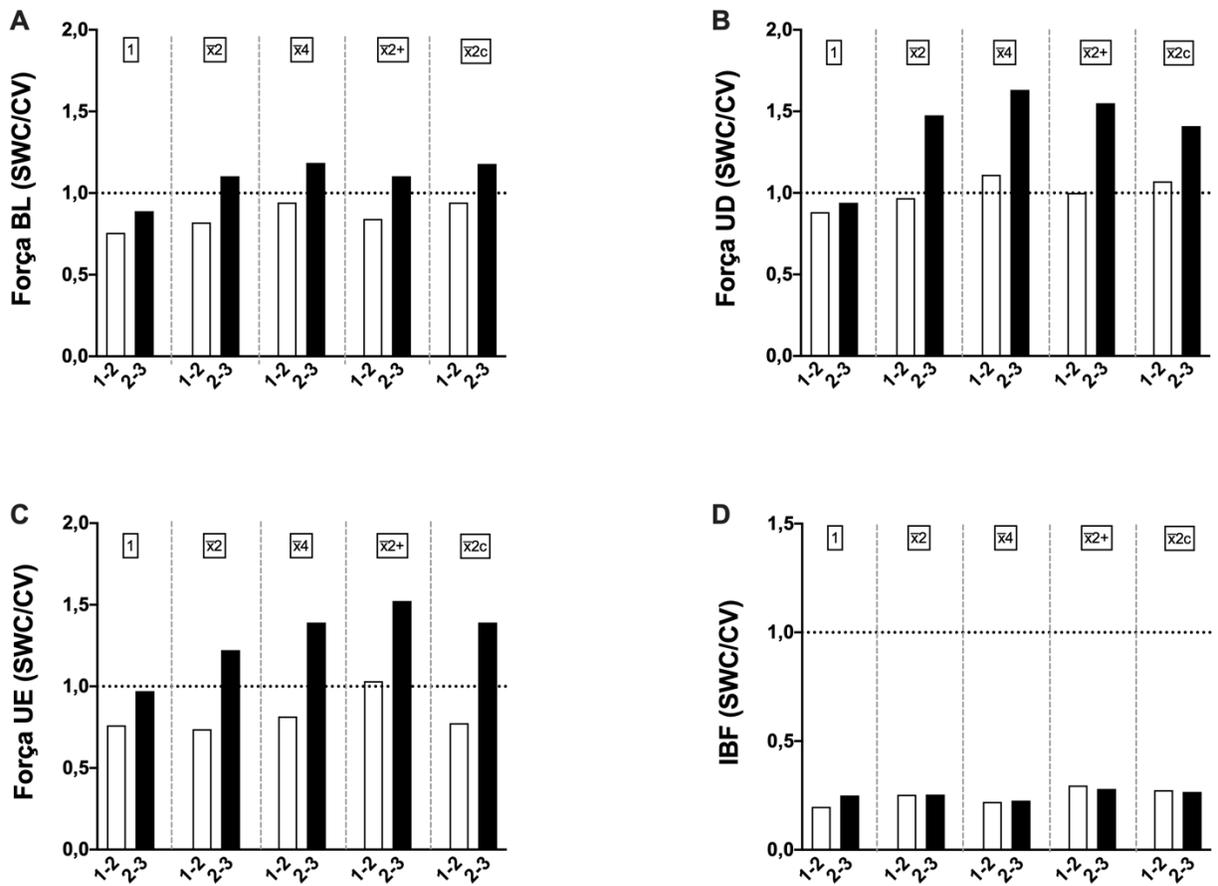
Na tabela 5, foram descritos os resultados de ICC, CV, e SWC, enquanto na figura 9 são apresentadas as RSR das medidas interdia de força obtidas nos saltos verticais. O ICC, para as métricas BL, UD e UE da força interdia, varia de “bom” a “excelente” ( $ICC \geq 0,88$ ) e tem o CV avaliado como “pequeno” ( $CV \leq 5,5\%$ ). Para o IBF, o ICC varia de “pobre” a “bom” ( $ICC = 0,27$  a  $0,83$ ) e o CV é “grande” ( $CV = 3,6$  a  $12,5$ ).

Para força BL (Figura 9) as medidas apresentaram RSR aceitável entre os dias 2-3, exceto para os primeiros saltos do dia (1). Na força UD (Figura 9B), a média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), a média das duas maiores ( $\bar{x}_{2+}$ ) e a média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ) apresentaram RSR aceitável para os dias 1-2. Nos dias 2-3, o RSR foi aceitável para todas as medidas, com exceção dos primeiros saltos (1). As forças UE (Figura 9C) apresentaram RSR aceitável apenas para  $\bar{x}_{2+}$  entre os dias 1-2. Nos dias 2-3, o RSR foi aceitável para todas as medidas, exceto para os primeiros saltos (1). O IBF (Figura 9D) foi considerado inadequado ( $<1$ ) para todas as combinações e pares de dias.

**Tabela 5.** Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “interdia” da força média propulsiva (força).

| Variáveis    | Combinações (Dias)                 | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )   | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Força BL (N) | 1° (1-2)                           | 0,94 (0,89; 0,97)       | 4,1 (3,4; 5,4) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,2; 3,8)              |
|              | 1° (2-3)                           | 0,95 (0,91; 0,98)       | 3,6 (2,9; 4,6) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,8)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,95 (0,90; 0,97)       | 3,9 (3,2; 5,0) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,97 (0,94; 0,98)       | 2,9 (2,3; 3,7) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|              | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,5 (2,9; 4,6) <sup>a</sup>  | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|              | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,97 (0,95; 0,99)       | 2,7 (2,2; 3,6) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,4; 3,9)              |
|              | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,95 (0,91; 0,97)       | 3,8 (3,1; 5,0) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|              | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,97 (0,94; 0,98)       | 2,9 (2,4; 3,7) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|              | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,5 (2,9; 4,6) <sup>a</sup>  | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|              | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,97 (0,95; 0,99)       | 2,8 (2,3; 3,6) <sup>a</sup>  | 3,3 (2,4; 4,0)              |
| Força UD (N) | 1° (1-2)                           | 0,95 (0,91; 0,98)       | 3,4 (2,8; 4,5) <sup>a</sup>  | 3,0 (2,2; 3,7)              |
|              | 1° (2-3)                           | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,3 (2,7; 4,3) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,2; 3,8)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,96 (0,93; 0,98)       | 3,1 (2,5; 4,0) <sup>a</sup>  | 3,0 (2,2; 3,6)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,98 (0,97; 0,99)       | 2,1 (1,7; 2,7) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,2; 3,7)              |
|              | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,97 (0,94; 0,98)       | 2,7 (2,2; 3,5) <sup>a</sup>  | 3,0 (2,2; 3,7)              |
|              | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,99 (0,97; 0,99)       | 1,9 (1,5; 2,5) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,3; 3,7)              |
|              | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,97 (0,93; 0,98)       | 3,0 (2,4; 3,6) <sup>a</sup>  | 3,0 (2,2; 3,7)              |
|              | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,98 (0,97; 0,99)       | 2,0 (1,6; 2,6) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,3; 3,7)              |
|              | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,97 (0,94; 0,98)       | 2,8 (2,3; 3,6) <sup>a</sup>  | 3,0 (2,2; 3,7)              |
|              | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,98 (0,95; 0,99)       | 2,2 (1,8; 2,8) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,3; 3,7)              |
| Força UE (N) | 1° (1-2)                           | 0,94 (0,89; 0,97)       | 4,2 (3,4; 5,5) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|              | 1° (2-3)                           | 0,96 (0,93; 0,98)       | 3,4 (2,8; 4,4) <sup>a</sup>  | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,94 (0,88; 0,97)       | 4,2 (3,4; 5,4) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,2; 3,8)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,97 (0,95; 0,99)       | 2,7 (2,2; 3,5) <sup>a</sup>  | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|              | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,95 (0,90; 0,97)       | 3,8 (3,1; 4,9) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,3; 3,8)              |
|              | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,98 (0,96; 0,99)       | 2,3 (1,9; 3,0) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,4; 3,9)              |
|              | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,96 (0,93; 0,98)       | 3,1 (2,5; 4,0) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,3; 3,8)              |
|              | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,98 (0,97; 0,99)       | 2,1 (1,7; 2,7) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,4; 3,9)              |
|              | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,94 (0,89; 0,97)       | 4,0 (3,3; 5,2) <sup>a</sup>  | 3,1 (2,2; 3,8)              |
|              | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,98 (0,96; 0,99)       | 2,3 (1,9; 3,0) <sup>a</sup>  | 3,2 (2,4; 3,9)              |
| IBF (%)      | 1° (1-2)                           | 0,54 (0,27; 0,73)       | 9,6 (7,8; 12,5) <sup>c</sup> | 1,9 (1,0; 2,6)              |
|              | 1° (2-3)                           | 0,63 (0,39; 0,78)       | 8,0 (6,5; 10,4) <sup>c</sup> | 2,0 (1,1; 2,5)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,63 (0,40; 0,79)       | 6,7 (5,5; 8,8) <sup>c</sup>  | 1,7 (1,0; 2,2)              |
|              | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,63 (0,39; 0,79)       | 5,9 (4,8; 7,7) <sup>c</sup>  | 1,5 (0,8; 1,9)              |
|              | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,57 (0,32; 0,75)       | 6,8 (5,5; 8,8) <sup>c</sup>  | 1,5 (0,8; 2,0)              |
|              | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,59 (0,34; 0,75)       | 5,3 (4,3; 6,8) <sup>c</sup>  | 1,2 (0,7; 1,6)              |
|              | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,70 (0,50; 0,83)       | 5,4 (4,4; 7,0) <sup>c</sup>  | 1,6 (1,0; 2,0)              |
|              | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,68 (0,47; 0,82)       | 5,0 (4,0; 6,4) <sup>c</sup>  | 1,4 (0,8; 1,8)              |
|              | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,68 (0,47; 0,82)       | 5,1 (4,2; 6,6) <sup>c</sup>  | 1,4 (0,9; 1,8)              |
|              | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,65 (0,43; 0,80)       | 4,5 (3,6; 5,8) <sup>c</sup>  | 1,2 (0,7; 1,5)              |

Nota: CV% <sup>a</sup>trivial, <sup>b</sup>pequeno, <sup>c</sup>moderado e <sup>d</sup>grande. Valores expressos em média e IC<sub>95</sub>; Intervalo de Confiança de 95%. ICC: coeficiente de correlação intraclassa; CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}2+$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}2c$ ).



**Figura 9.** Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “interdia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de força (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBF: índice bilateral de força. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}_2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}_4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}_{2+}$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}_{2c}$ ).

### Medidas de Momentum

Na tabela 6, foram descritos os resultados de ICC, CV, e SWC, enquanto na figura 10 são apresentadas as RSR das medidas interdia do momentum obtidas nos saltos verticais. O ICC, para as métricas BL, UD e UE do momentum interdia, varia de “bom” a “excelente” ( $ICC \geq 0,78$ ) e o CV de “pequeno” a “moderado” ( $CV \leq 7,6\%$ ). Para o IBM, o ICC varia de “pobre” a “bom” ( $ICC = 0,09$  a  $0,87$ ) e o CV de “moderado” a “muito grande” ( $CV = 8,8$  a  $37,5$ ).

Para momentum BL (Figura 10A), o RSR foi aceitável entre dias 1-2 para todas as combinações, exceto para os primeiros saltos (1). Nos dias 2-3, o RSR foi aceitável para todas as combinações, exceto para os primeiros saltos (1) e para a média dos dois

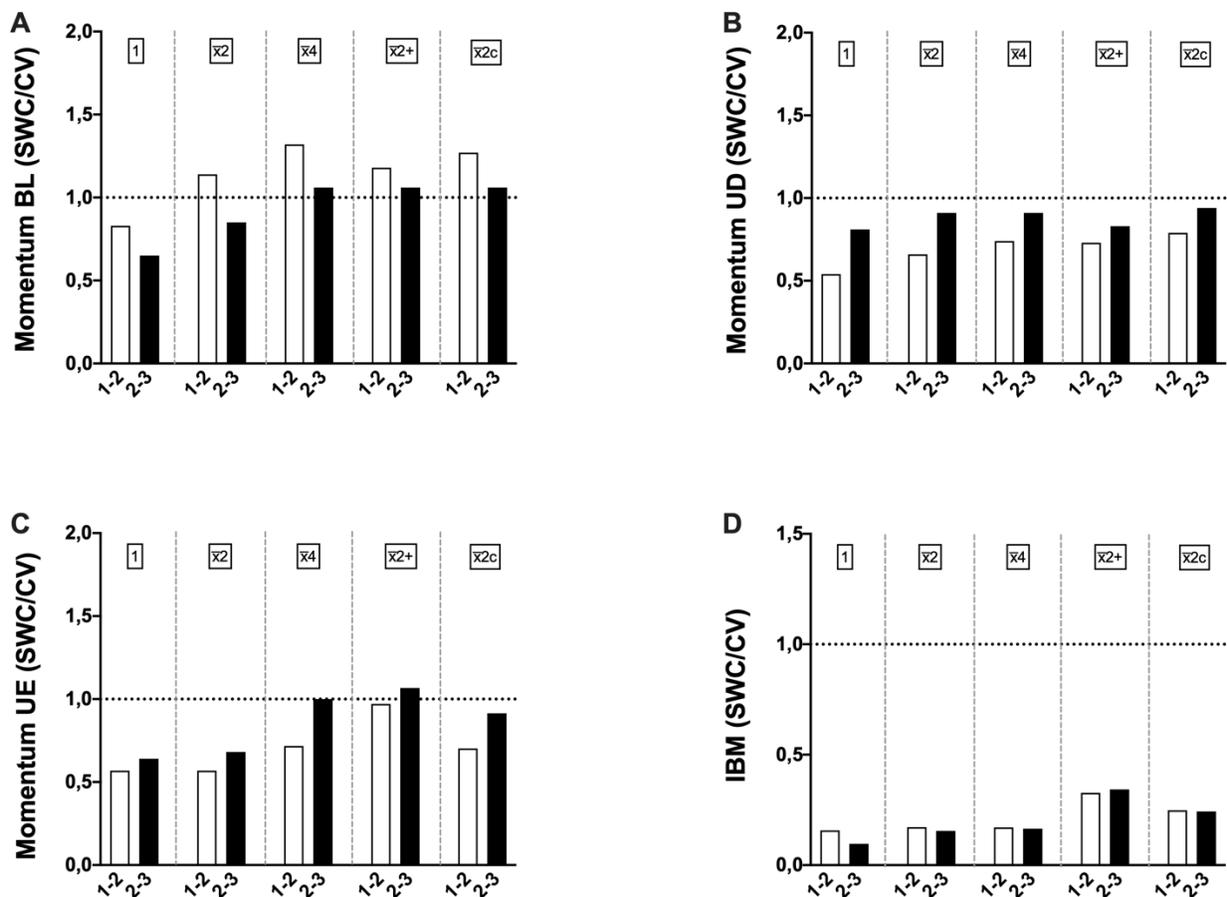
primeiros ( $\bar{x}_2$ ). O momentum UD (Figura 10B) foi inadequado em todas as combinações, e em ambos os pares de dias. O momentum UE (Figura 10C) foi aceitável para  $\bar{x}_4$  e  $\bar{x}_2+$  entre os dias 2-3. O IBM foi considerado inadequado independente da combinação e dos dias de testes (Figura 10D).

**Tabela 6.** Parâmetros de reprodutibilidade das medidas “interdia” do momentum da decolagem (momentum).

| Variáveis            | Combinações (Dias)                 | ICC (IC <sub>95</sub> ) | CV (%) (IC <sub>95</sub> )     | SWC (%) (IC <sub>95</sub> ) |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Momentum BL (kg.m/s) | 1° (1-2)                           | 0,95 (0,90; 0,97)       | 4,1 (3,3; 5,3) <sup>a</sup>    | 3,4 (2,4; 4,1)              |
|                      | 1° (2-3)                           | 0,92 (0,85; 0,96)       | 5,2 (4,3; 6,8) <sup>b</sup>    | 3,4 (2,4; 4,1)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,97 (0,95; 0,99)       | 2,9 (2,3; 3,7) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,95 (0,91; 0,97)       | 3,9 (3,1; 5,0) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,1)              |
|                      | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,98 (0,96; 0,99)       | 2,5 (2,1; 3,3) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,97 (0,94; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,1) <sup>a</sup>    | 3,4 (2,4; 4,1)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,97 (0,95; 0,99)       | 2,8 (2,3; 3,6) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,97 (0,94; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,2) <sup>a</sup>    | 3,4 (2,5; 4,1)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,98 (0,96; 0,99)       | 2,6 (2,1; 3,4) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,97 (0,94; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,1) <sup>a</sup>    | 3,4 (2,5; 4,1)              |
| Momentum UD (kg.m/s) | 1° (1-2)                           | 0,88 (0,79; 0,94)       | 5,2 (4,3; 6,8) <sup>b</sup>    | 2,8 (1,9; 3,4)              |
|                      | 1° (2-3)                           | 0,94 (0,90; 0,97)       | 3,7 (3,0; 4,8) <sup>a</sup>    | 3,0 (2,1; 3,6)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,92 (0,86; 0,96)       | 4,4 (3,6; 5,7) <sup>a</sup>    | 2,9 (2,1; 3,6)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,3 (2,7; 4,3) <sup>a</sup>    | 3,0 (2,2; 3,6)              |
|                      | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,94 (0,88; 0,97)       | 3,9 (3,2; 5,0) <sup>a</sup>    | 2,9 (2,1; 3,6)              |
|                      | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,2) <sup>a</sup>    | 2,9 (2,1; 3,6)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,93 (0,87; 0,96)       | 4,0 (3,3; 5,2) <sup>a</sup>    | 2,9 (2,0; 3,5)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,95 (0,90; 0,97)       | 3,5 (2,9; 4,6) <sup>a</sup>    | 2,9 (2,1; 3,5)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,94 (0,90; 0,97)       | 3,8 (3,1; 4,9) <sup>a</sup>    | 3,0 (2,2; 3,7)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,1) <sup>a</sup>    | 3,0 (2,2; 3,7)              |
| Momentum UE (kg.m/s) | 1° (1-2)                           | 0,90 (0,81; 0,94)       | 5,8 (4,7; 7,6) <sup>b</sup>    | 3,3 (2,3; 4,1)              |
|                      | 1° (2-3)                           | 0,92 (0,85; 0,96)       | 5,0 (4,0; 6,5) <sup>b</sup>    | 3,2 (2,3; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,90 (0,81; 0,94)       | 5,8 (4,7; 7,6) <sup>b</sup>    | 3,3 (2,3; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,92 (0,86; 0,96)       | 4,7 (3,9; 6,1) <sup>a</sup>    | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|                      | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,93 (0,87; 0,96)       | 4,6 (3,8; 6,0) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,96 (0,93; 0,98)       | 3,2 (2,6; 4,2) <sup>a</sup>    | 3,2 (2,3; 3,9)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,96 (0,93; 0,98)       | 3,4 (2,8; 4,4) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,4; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,97 (0,94; 0,98)       | 3,0 (2,5; 3,9) <sup>a</sup>    | 3,2 (2,3; 3,8)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,93 (0,87; 0,96)       | 4,7 (3,8; 6,1) <sup>a</sup>    | 3,3 (2,3; 4,0)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,96 (0,92; 0,98)       | 3,5 (2,8; 4,5) <sup>a</sup>    | 3,2 (2,3; 3,9)              |
| IBM (%)              | 1° (1-2)                           | 0,45 (0,16; 0,67)       | 28,0 (22,4; 37,5) <sup>d</sup> | 4,4 (1,7; 6,1)              |
|                      | 1° (2-3)                           | 0,23 (0,09; 0,51)       | 28,0 (22,4; 37,5) <sup>d</sup> | 2,7 (-1,4; 4,1)             |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (1-2) | 0,48 (0,19; 0,69)       | 22,1 (17,8; 29,4) <sup>d</sup> | 3,8 (1,6; 5,2)              |
|                      | $\bar{x}1^{\circ}-2^{\circ}$ (2-3) | 0,43 (0,14; 0,66)       | 21,9 (17,5; 29,0) <sup>d</sup> | 3,4 (1,2; 4,7)              |
|                      | $\bar{x}4$ (1-2)                   | 0,46 (0,17; 0,68)       | 18,7 (15,0; 24,7) <sup>d</sup> | 3,2 (1,3; 4,3)              |
|                      | $\bar{x}4$ (2-3)                   | 0,45 (0,16; 0,67)       | 18,2 (14,6; 24,0) <sup>d</sup> | 3,0 (1,2; 4,1)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (1-2)                  | 0,75 (0,57; 0,86)       | 11,6 (9,4; 15,2) <sup>b</sup>  | 3,8 (2,4; 4,8)              |
|                      | $\bar{x}2+$ (2-3)                  | 0,77 (0,60; 0,87)       | 10,8 (8,8; 14,2) <sup>b</sup>  | 3,7 (2,4; 4,7)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (1-2)                  | 0,63 (0,40; 0,79)       | 13,3 (10,7; 17,4) <sup>c</sup> | 3,3 (1,9; 4,2)              |
|                      | $\bar{x}2c$ (2-3)                  | 0,63 (0,40; 0,79)       | 14,0 (11,3; 18,4) <sup>c</sup> | 3,4 (2,0; 4,5)              |

Nota: CV% \*trivial, <sup>a</sup>pequeno, <sup>b</sup>moderado, <sup>c</sup>grande, e <sup>d</sup>muito grande. Valores expressos em média e IC<sub>95</sub>: Intervalo de Confiança de 95%.

ICC: coeficiente de correlação intraclasse; CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}2+$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}2c$ ).



**Figura 10.** Análise de razão sinal-ruído das medidas de força “interdia”. Bilateral (A), unilateral direita (B), unilateral esquerda (C) e índice bilateral de impulso (D). CV: coeficiente de variação; SWC: menor diferença válida; BL: salto bilateral; UD: salto unilateral direito; UE: salto unilateral esquerdo; IBM: índice bilateral de momentum. Combinações dos dias: primeiro e segundo (1-2); segundo e terceiro (2-3). Combinações das medidas: primeiro salto (1), média dos dois primeiros saltos ( $\bar{x}2$ ), média dos quatro saltos ( $\bar{x}4$ ), média das duas maiores medidas ( $\bar{x}2+$ ); média das medidas centrais ( $\bar{x}2c$ ).

## Correlação com Desempenho

Na tabela 7 foram descritos as médias e os desvios padrão das métricas de desempenho do CMJ, enquanto na figura 11 são apresentadas as correlações entre os índices bilaterais com essas métricas de desempenho.

**Tabela 7.** Métricas de desempenho no salto com contramovimento para o dia 3 de teste.

| Métricas de Desempenho           | Média | Desvio Padrão |
|----------------------------------|-------|---------------|
| Altura do salto (cm)             | 37,8  | 6,13          |
| RSI <sub>mod</sub> (ratio)       | 0,52  | 0,10          |
| Impulso propulsivo líquido (N.s) | 429   | 77            |
| Velocidade de propulsão (m/s)    | 2,71  | 0,22          |
| Duração do movimento (ms)        | 740   | 85            |
| Potência pico propulsiva (W)     | 2560  | 449           |

*RSI<sub>mod</sub>: Índice de força relativa modificado.*

Nota-se uma correlação “forte” entre o IBM e o impulso propulsivo líquido ( $p < 0,001$ ). Não foram identificadas correlações do IBF com nenhuma métrica de desempenho ( $p > 0,05$ ).

|         |                      |                            |                                  |                               |                           |                              |
|---------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| IBF (%) | -0,12                | -0,20                      | -0,10                            | -0,11                         | 0,19                      | -0,33                        |
| IBM (%) | -0,29                | -0,10                      | *<br>-0,65                       | -0,30                         | -0,24                     | -0,40                        |
|         | Altura do salto (cm) | RSI <sub>mod</sub> (ratio) | Impulso propulsivo líquido (N.s) | Velocidade de propulsão (m/s) | Duração do Movimento (ms) | Potência pico propulsiva (W) |

**Figura 11.** Matriz de correlação de Pearson.

*Nota: \*correlação significativa ( $p < 0,001$ ).*

*IBF: Índice Bilateral de Força; IBM: Índice Bilateral de Momentum; RSI<sub>mod</sub>: Índice de força relativa modificado.*

## DISCUSSÃO

O principal objetivo dessa dissertação foi investigar índices bilaterais (*i.e.*, IBF e IBM) obtidos de saltos verticais (*i.e.*, CMJ e unipodal) em homens fisicamente ativos. Complementarmente, essa dissertação teve como propósito avaliar a reprodutibilidade e a razão sinal-ruído (intra- e interdia), e explorar possíveis correlações dos índices bilaterais com métricas de desempenho do CMJ. Identificamos maiores IBF que IBM (Figura 5). Na análise intradia, observamos uma baixa reprodutibilidade do IBF, que refletiu em RSR inadequado, enquanto o IBM demonstrou uma RSR aceitável no terceiro dia de teste (Tabela 4). Na análise interdia, observamos baixa reprodutibilidade em ambos os índices (Tabela 5 Tabela 6). Observamos uma correlação “forte” entre o IBM e o impulso líquido propulsivo, mas não identificamos outras correlações entre os índices com as métricas de desempenho do CMJ (Figura 11).

Identificamos maiores magnitudes de IBF (-36%) que IBM (-22%). O possível motivo dessa diferença, já abordada por Kons et al. (2022) quando avaliou o impulso e a força pico como déficit bilateral. A velocidade do movimento é menor e a produção de força é maior no CMJ unilateral em comparação com o mesmo salto bilateral (COHEN et al., 2020). Desta forma, devido ao momentum ser composto pela velocidade de propulsão, o IBM que tem a massa constante dos sujeitos, varia de acordo com a velocidade, resultando em valor menor quando comparado ao IBF, composto exclusivamente pelas forças líquidas dos saltos realizados.

O estudo de Kons et al. (2022) também apresenta valores superiores para o IBF (61%) comparado ao presente estudo, mas para tanto ocorre uma diferença metodológica quanto a métrica de força selecionada. O presente estudo utilizou-se da força média propulsiva, enquanto o estudo de Kons et al. (2022) utilizou força pico. A força média foi utilizada devido a interpretação completa do movimento do salto, não somente de um ponto específico como ocorre na força pico. Além disso, a força pico tem sido orientada para o uso de análise pós lesão para retorno esportivo, enquanto a força média é indicada para acessar um objetivo do presente estudo, que são as possíveis associações com outras métricas do desempenho (BISHOP et al., 2023).

Outra diferença metodológica que pode justificar as diferenças de magnitude entre os achados de força é o nível técnico dos participantes, atletas vs. jovens fisicamente

ativos, visto que o histórico de treinamento pode afetar na magnitude do déficit bilateral (NIJEM; GALPIN, 2014). De todo modo, as diferenças entre os índices é um indicativo que o cálculo do IB é variável dependente, manifestando variações de magnitude conforme a métrica e o método de obtenção adotados.

A análise intradia apontou uma baixa reprodutibilidade do IBF, enquanto o IBM demonstrou uma RSR aceitável apenas no terceiro dia de teste. No entanto, o IBM apresenta uma alta variabilidade do seu ICC (IC<sub>95</sub>: 0,37-0,98), mesmo quando observadas apenas as duas combinações aceitáveis (2+; 2C). Da mesma forma, o CV que qualitativamente variou de “pequeno” a “grande”.

Na análise interdia, o ICC apresentou uma variação de “pobre” a “bom” (IBF - IC<sub>95</sub>: 0,27-0,83; IBM IC<sub>95</sub>: 0,09-0,87), enquanto o CV foi “grande” para o IBF e variou de “moderado” a “muito grande” para o IBM. Hopkins (2000) afirma que a alta variação do ICC e do CV influencia na interpretação dos resultados. Desta forma, observamos baixa reprodutibilidade em ambos os índices, resultando em RSR inadequado independente do dia avaliado.

Por fim, observamos uma correlação “forte” entre o IBM e o impulso líquido propulsivo, mas não identificamos outras correlações entre os índices com as métricas de desempenho do CMJ. A relação negativa do IBM com o impulso líquido propulsivo, sugere que quanto maior a diferença na velocidade de propulsão entre o salto bilateral e a soma dos unilaterais (como avaliado pelo IBM), menor é o impulso gerado no salto vertical. O impulso é uma medida crucial no salto vertical e tem sido associado à altura alcançada nos saltos verticais (KIRBY et al., 2011). A redução no impulso líquido propulsivo pode indicar uma eficiência diminuída nos resultados esperados do CMJ, seja no uso da força, da velocidade de propulsão ou no tempo de aplicação da força para gerar impulso. Estas hipóteses têm que ser avaliadas futuramente.

Nossos resultados apontam que tanto o IBF quanto o IBM não apresentam uma RSR aceitável interdia, ou seja, apresentam uma baixa sensibilidade para o uso no monitoramento esportivo de uma diferença mínima válida. O estudo, no entanto, limita-se ao caso em que pesquisadores tenham a expectativa de encontrar um efeito pequeno (ES  $\approx$  0,2) de uma intervenção (e.g., treino de força). Estudo avaliando efeitos moderados e grandes são necessários para complementação da sensibilidade real desses índices.

## CONCLUSÃO

O principal objetivo dessa dissertação foi investigar índices bilaterais (i.e., IBF e IBM) obtidos de saltos verticais (i.e., CMJ e unipodal) em homens fisicamente ativos. Os resultados apontam que o índice bilateral da força é superior que o do momentum e que a correlação é moderada entre eles. O segundo objetivo investigou a reprodutibilidade e a razão sinal-ruído intra- e interdia dos índices bilaterais, assim como suas possíveis correlações com métricas de desempenho do CMJ (i.e., Altura do salto, índice de força relativa modificado, impulso propulsivo líquido, velocidade de propulsão, duração do movimento). A análise intradia apontou uma baixa reprodutibilidade e RSR inadequada do IBF, já o IBM demonstrou uma RSR aceitável apenas no terceiro dia de teste. Na análise interdia, observamos baixa reprodutibilidade, resultando em RSR inadequado para ambos os índices. Tal resultado pode comprometer o monitoramento longitudinal do desempenho a partir desses índices. Apenas o IBM demonstrou forte correlação com uma métrica de desempenho do CMJ, o impulso propulsivo líquido. Essa correlação negativa pode ser um indicador específico para melhorar a eficiência do salto.

## REFERÊNCIAS

- BISHOP, C. et al. Bilateral deficit during jumping tasks: Relationship with speed and change of direction speed performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 7, p. 1833–1840, 2021a.
- BISHOP, C. et al. Effects of Pre-Season Strength Training on Bilateral and Unilateral Jump Performance, and the Bilateral Deficit in Premier League Academy Soccer Players. n. March, p. 1–24, 2021b.
- BISHOP, C. et al. Seasonal Variation of Physical Performance, Bilateral Deficit, and Interlimb Asymmetry in Elite Academy Soccer Players: Which Metrics Are Sensitive to Change? **Journal of Strength and Conditioning Research**, 1 abr. 2022a.
- BISHOP, C. et al. A Framework to Guide Practitioners for Selecting Metrics During the Countermovement and Drop Jump Tests. **Strength & Conditioning Journal**, v. 44, n. 4, p. 95–103, ago. 2022b.
- BISHOP, C. et al. Selecting Metrics That Matter: Comparing the Use of the Countermovement Jump for Performance Profiling, Neuromuscular Fatigue Monitoring, and Injury Rehabilitation Testing. **Strength & Conditioning Journal**, 9 jan. 2023.
- BOBBERT, M. F. et al. Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 2, p. 493–499, fev. 2006.
- BRIGHT, T. et al. Development and Reliability of Countermovement Jump Performance in Youth Athletes at Pre-, Circa- and Post-Peak Height Velocity. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 3, n. 1, 10 fev. 2023.
- CHAVDA, S. et al. Force-time characteristics of the countermovement jump: Analyzing the curve in excel. **Strength and Conditioning Journal**, v. 40, n. 2, p. 67–77, 2018.
- CLAUDINO, J. G. et al. **The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis.** **Journal of Science and Medicine in Sport** Elsevier Ltd, , 1 abr. 2017.
- COHEN, D. et al. Single Vs Double Leg Countermovement Jump Tests: Not half an Apple! n. March, p. 1–17, 2020.
- CORMACK, S. J. et al. Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 2, p. 131–144, 2008.
- HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1–15, 2000.
- HOPKINS, W. G. Spreadsheets for analysis of validity and reliability. **Sportscience**, v. 19, n. 19, p. 36–44, 2015.

HOWARD, J. D.; ENOKA, R. M. **Maximum bilateral contractions are modified by neurally mediated interlimb effects.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.physiology.org/journal/jappl>.

KENNEDY, R. A.; DRAKE, D. Improving the Signal-To-Noise Ratio When Monitoring Countermovement Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 1, p. 85–90, jan. 2021.

KIRBY, T. J. et al. Relative net vertical impulse determines jumping performance. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 27, n. 3, p. 207–214, 2011.

KONS, R. L. et al. Effects of successive judo matches on interlimb asymmetry and bilateral deficit. **Physical Therapy in Sport**, v. 47, p. 15–22, 2021.

KONS, R. L. et al. Bilateral deficit in the countermovement jump and its associations with judo-specific performance. **Research in Sports Medicine**, v. 00, n. 00, p. 1–12, 2022.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 1 jun. 2016.

LINDBERG, K. et al. Strength and Power Testing of Athletes: A Multicenter Study of Test–Retest Reliability. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 17, n. 7, p. 1103–1110, 1 jul. 2022.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 11, p. 1198–1204, 2001.

LOTURCO, I. et al. Vertical and Horizontal Jump Tests Are Strongly Associated With Competitive Performance in 100-m Dash Events. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, p. 1966–1971, jul. 2015.

MCMAHON, J. J. et al. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. **Strength and Conditioning Journal**, v. 40, n. 4, p. 96–106, 2018.

NIBALI, M. L. et al. Influence of Familiarization and Competitive Level on the Reliability of Countermovement Vertical Jump Kinetic and Kinematic Variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2827–2835, out. 2015.

NICHOLSON, G.; MASINI, D. Bilateral deficit: relationships with training history and functional performance. **Kinesiology**, v. 53, n. 1, p. 86–94, 1 fev. 2021.

NIJEM, R. M.; GALPIN, A. J. Unilateral Versus Bilateral Exercise and the Role of the Bilateral Force Deficit. **Strength & Conditioning Journal**, v. 36, n. 5, p. 113–118, out. 2014.

PAIN, M. T. G. Considerations for single and double leg drop jumps: Bilateral deficit, standardizing drop height, and equalizing training load. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 30, n. 6, p. 722–727, 2014.

PLANT, A. L.; HANISCH, R. J. Reproducibility in Science: A Metrology Perspective. **Harvard Data Science Review**, v. 2, n. 4, 16 dez. 2020.

REJC, E. et al. Bilateral deficit and EMG activity during explosive lower limb contractions against different overloads. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 157–165, 2010.

ROE, G. et al. Between-days reliability and sensitivity of common fatigue measures in rugby players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 5, p. 581–586, 1 jul. 2016.

SAMOZINO, P. et al. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. **Journal of biomechanics**, v. 41, n. 14, p. 2940–5, 20 out. 2008.

ŠKARABOT, J. et al. **Bilateral deficit in maximal force production**. **European Journal of Applied Physiology** Springer Verlag, , 1 dez. 2016.

WARR, D. M. et al. Reliability of measurements during countermovement jump assessments: Analysis of performance across subphases. **Cogent Social Sciences**, v. 6, n. 1, 2020.

WEAKLEY, J. et al. Testing and Profiling Athletes: Recommendations for Test Selection, Implementation, and Maximizing Information. **Strength & Conditioning Journal**, 1 maio 2023.

## APÊNDICE

Disponibilizado o banco de dados utilizado.

- Acesso via site do Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força: [www.lptf.unb.br](http://www.lptf.unb.br)
- Link direto: [https://1drv.ms/x/s!ArwFobHxEp-vhyXFvu29vZJs6\\_B8?e=8MezUQ](https://1drv.ms/x/s!ArwFobHxEp-vhyXFvu29vZJs6_B8?e=8MezUQ)