



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana



## **Diferenças no Perfil de Força-Velocidade Entre Atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e Judo**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento

**Orientador:** Professor Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos

### **JÚRI:**

#### **PRESIDENTE**

Doutora Maria João de Oliveira Valamatos

Professora Auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

#### **VOGAIS**

Doutor Pedro Vítor Mil-Homens Ferreira Santos

Professor Associado da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

Doutor Jorge Manuel Castanheira Infante

Professor Auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

**Tiago André Batista Guerreiro**

2020



## **Agradecimentos**

Neste espaço irei expressar gratidão a várias pessoas individuais e coletivas que contribuíram para o desenvolvimento desta tese.

Ao professor Pedro Mil-Homens pela paciência durante todo este período. Foi um prazer ser seu aluno.

À professora Maria João Valamatos fica o agradecimento pelo excelente exemplo de profissionalismo e pela disponibilidade. Foi um prazer conhecê-la.

À Faculdade de Motricidade Humana, professores e colegas com quem me cruzei. Foram preciosos na minha formação académica.

Obrigado a todos os atletas e treinadores dos seguintes clubes e instituições que participaram nesta tese: Clube Judo Total, Endless Team, Escola de Judo Nuno Delgado, Fundação Salesianos - Judo, Ginásio Clube Português - Judo, Gracie Barra Paço de Arcos, Gracie Barra Cascais, Judo Clube de Portugal, MR Estoril, Sporting Clube Portugal, Triple Art Jiu-Jitsu Academy, ZR Elite, ZR Sintra.

A todos os treinadores, ex-treinadores, colegas e ex-colegas de treino com quem me cruzei ao longo de todos estes anos. O desporto deu-me grandes amizades.

Aos colegas de profissão por todo o apoio que me deram.

Um agradecimento com carinho aos meus pais e irmã e restante família, que apesar da distância que esta caminhada acadêmica e profissional implica e percebendo o que isso custa para mim e para eles, sempre aceitaram o meu voo em busca do desenvolvimento. É um orgulho ter uma família com tais valores humanos, exemplos de humildade e perseverança.

E por último à minha namorada que tem sido o meu suporte em tudo a que me dedico. Um agradecimento à sua família por todo o apoio que me dão.

## **Resumo**

Sabe-se que o perfil de força-velocidade (PFV) é um instrumento bastante útil para a prescrição do treino e sensível a diferenciar atletas ou modalidades. Este estudo teve como objetivo caracterizar o PFV entre as modalidades de jiu-jitsu brasileiro e judo. O segundo objetivo pretendeu averiguar possíveis relações (correlações) entre os PFVs de membros superiores e inferiores dentro da própria modalidade e em modalidades *grappling*.

Participaram no estudo 15 atletas de jiu-jitsu brasileiro (bjj) e 15 atletas de judo, todos do sexo masculino, com participações regulares em campeonatos nacionais e internacionais, alguns dos quais medalhados nessas competições. A determinação dos PFV, através de métodos anteriormente propostos na literatura, consistiram na realização de séries de supino lançado (membros superiores) e *squat jump* (membros inferiores), com cargas que variaram entre os 10 e os 90 Kg, gradualmente incrementadas com 10 Kg, que permitiram calcular os valores teóricos de potência máxima ( $P_{max}$ ), velocidade máxima ( $V_0$ ), força máxima ( $F_0$ ) e a curva Força-Velocidade (*slope*).

Os principais resultados mostraram não existir diferenças significativas no PFV dos membros superiores entre modalidades, em qualquer uma das variáveis estudadas ( $P > 0,05$ ). Relativamente aos membros inferiores, os atletas de bjj obtiveram valores de  $V_0$  superiores a atletas de judo no SJ ( $3,57 \pm 0,25 \text{ m.s}^{-1}$  vs  $2,74 \pm 0,11 \text{ m.s}^{-1}$ , respetivamente;  $P = 0,01$ ;  $d = 4,3$ ), enquanto que os judocas obtiveram maiores valores de  $F_0$  ( $32,94 \pm 0,77 \text{ N.kg}^{-1}$  vs  $28,96 \pm 0,96 \text{ N.kg}^{-1}$ , respetivamente;  $P < 0,05$ ;  $d > 2,4$ ). Os judocas evidenciaram um PFV dos membros inferiores (*slope*) mais orientado para a força do que os jiu-jiteiros ( $-12,43 \pm 0,79 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$  vs  $-8,94 \pm 0,94 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ , respetivamente;  $P = 0,00$ ;  $d = 4,0$ ). Com exceção da  $P_{max}$  ( $r > 0,43$ ;  $P < 0,023$ ), não se observaram correlações significativas entre qualquer outra variável do PFV entre membros superiores e inferiores.

Estes resultados demonstram que o facto de ambas serem modalidades de *grappling* poderão exigir adaptações muito idênticas no PFV dos membros superiores. Para os membros inferiores, os atletas de bjj desenvolvem a sua  $P_{max}$  com base na  $V_0$ , e os atletas de judo com maior incidência na  $F_0$ .

Este estudo permitiu, também, fornecer dados normativos para atletas de judo e bjj, tanto para o PFV dos membros inferiores como para os membros superiores, que podem servir de

referência tanto para investigadores como para treinadores e/ou preparadores físicos destas e de outras modalidades desportivas. Além disso, reforça a necessidade de avaliar, tanto o PFV dos membros inferiores como o dos membros superiores, a fim de garantir uma caracterização mais específica e abrangente das qualidades físicas dos atletas, e permitir o desenvolvimento de programas de treino de força ajustados e individualizados às necessidades dos atletas.

**Palavras-chave:** Judo, Jiu-Jitsu Brasileiro, Força Máxima, Velocidade Máxima, Potência Máxima, *Slope*, Avaliação, Perfil de Força-Velocidade, *Squat Jump*, Supino Lançado

## **Abstract**

We know that the profile of force-velocity (PFV) is a very useful tool to the training prescription and sensitive to distinguish athletes or sports. The target of this study is to characterize PFV between Brazilian jiu-jitsu and judo. The second target is to verify possible relations (correlations) between the PFVs of upper and lower members within the sport itself and in grappling sports.

This study had the participation of 15 Brazilian jiu-jitsu athletes (bjj) and 15 judo athletes, all male and competing on a regularly national and international tournaments, some of them winning medals on these competitions. The determination of PFV through methods early proposed, consisted of bench press throw series (upper members) and squat jump series (lower members), with charges between 10 and 90 Kg, gradually increased of 10 Kg, which allowed to calculate the theoretical maximum values of power ( $P_{max}$ ), velocity ( $V_0$ ), force ( $F_0$ ) and relation curve (slope).

The main results showed that there are no significant differences in PFV of upper members between sports in any studied variables ( $P > 0,05$ ). Regarding lower members, bjj athletes got superior values  $V_0$  than judo athletes in SJ ( $3,57 \pm 0,25 \text{ m.s}^{-1}$  vs  $2,74 \pm 0,11 \text{ m.s}^{-1}$ , respectively;  $P=0,01$ ;  $d=4,3$ ) while judo athletes got higher values of  $F_0$  ( $32,94 \pm 0,77 \text{ N.kg}^{-1}$  vs  $28,96 \pm 0,96 \text{ N.kg}^{-1}$ , respectively;  $P < 0,05$ ;  $d > 2,4$ ). There is an evidence that judo athletes have a PFV of lower members (slope) more directed to force than bjj ( $-12,43 \pm 0,79 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$  vs  $-8,94 \pm 0,94 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ , respectively;  $P=0,00$ ;  $d=4,0$ ). Except  $P_{max}$  ( $r > 0,43$ ;  $P < 0,023$ ), there were no significant correlations between any other PFV variable between upper and lower members.

These results show that the fact both are grappling sports, may demand very similar adaptations of upper members PFV. For lower members, bjj athletes develop their  $P_{max}$  based on  $V_0$  and judo athletes with more focus in  $F_0$ .

This study allowed, also, to supply normative data for judo and bjj athletes as much lower members PFV as upper members, that may be a reference both for investigators or coaches and/or strength and conditioning coaches of these and others sports. Furthermore, it reinforces the need to evaluate both lower members and upper members PFV, in order to provide a more specific and embracing characterization of athlete's physical skills and allow

the development of force training programs adjusted and individualized to the athlete's needs.

**Keywords:** Judo, Brazilian Jiu-Jitsu, Maximal Force, Maximal Velocity, Maximal Power, Slope, Testing, Force-Velocity Profile, Squat Jump, Bench Press Throw.



## Índice

### Agradecimentos

|  |      |
|--|------|
| Resumo.....  | iii  |
| Abstract .....   | v    |
| Índice de Tabelas.....   | ix   |
| Índice de Figuras .....  | xi   |
| Lista de Acrónimos .....   | xiii |
| Capítulo 1: Introdução.....  | 1    |
| 1.1. Apresentação e definição do problema de estudo .....                                | 3    |
| 1.2. Objetivos de estudo .....   | 6    |
| 1.3. Pressupostos e limitações de estudo.....  | 7    |
| Capítulo 2: Revisão da Literatura.....   | 9    |
| 2.1. Caracterização Fisiológica do Jiu-jitsu Brasileiro e do Judo .....                  | 11   |
| 2.2. Potência Muscular .....   | 12   |
| 2.3. Perfil de Força-Velocidade.....   | 13   |
| 2.4. Métodos de Terreno de Análise do Perfil de Força-Velocidade e Potência Máxima.....  | 20   |
| 2.5. Curva de Força-Velocidade no Judo e no Jiu-Jitsu Brasileiro.....                    | 23   |
| Capítulo 3: Metodologia.....   | 27   |
| 3.1. Desenho experimental .....  | 29   |
| 3.2. Amostra .....   | 29   |
| 3.3. Perfil de Força-Velocidade – Membros Inferiores .....                               | 30   |
| 3.4. Perfil de Força-Velocidade – Membros Superiores .....                               | 32   |
| 3.5. Análise Estatística .....   | 34   |
| Capítulo 4: Apresentação de Resultados .....   | 35   |
| 4.1. Perfil de Força-Velocidade – Membros Superiores .....                               | 37   |
| 4.2. Perfil de Força-Velocidade – Membros Inferiores .....                               | 38   |
| 4.3. Associação entre PFV Membros Superiores e Membros Inferiores na própria modalidade. | 39   |
| Capítulo 5: Discussão de Resultados.....   | 43   |
| 5.1. Discussão.....  | 45   |
| Capítulo 5: Conclusões.....  | 51   |
| Referências Bibliográficas .....   | 55   |



## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Valores médios  $\pm$  SD de  $F$ ,  $V$  e  $P$  obtidos de duas repetições dos métodos testados por Samozino et.al (2008). São apresentados os valores médios  $\pm$  desvio padrão das três variáveis medidas ( $F$ ,  $V$ ,  $P$ ), a média do erro sistemático absoluto (bias) entre os dois métodos e as características das correlações e regressões entre métodos (adaptado de Samozino et. al, 2008)... 17

Tabela 2 - Características da amostra: idade, estatura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC). Os dados são valores médios  $\pm$  DP ..... 30

Tabela 3 – Comparação do Perfil de Força-Velocidade dos membros superiores entre atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e Judo. As variáveis  $F_0$  e  $P_{max}$  são reportadas em valores absolutos e relativos (média  $\pm$  DP) ..... 37

Tabela 4 – Comparação do Perfil de Força-Velocidade dos membros inferiores entre atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e Judo. As variáveis  $F_0$  e  $P_{max}$  são reportadas em valores absolutos e relativos (média  $\pm$  DP) (\* diferenças estatisticamente significativas) ..... 38



## **Índice de Figuras**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - As três posições e as três distâncias utilizadas para avaliar o <i>squat jump</i> com carga (adaptado de Samozino et al., 2008) .....  | 16 |
| Figura 2 - Três posições no supino lançado com barra guiada e duas distâncias usadas para cálculo (adaptado de Rahmani et al., 2018).....   | 19 |
| Figura 3 - Setup experimental para a determinação do perfil de força-velocidade dos membros inferiores. A imagem realça a posição inicial do SJ com salto, com carga adicional .....  | 31 |
| Figura 4 - Setup experimental para a determinação do perfil de força-velocidade dos membros superiores. A imagem mostra a posição inicial do movimento, realçando a braçadeira de nylon utilizada para medir a altura de lançamento ..... | 33 |
| Figura 5 - Associação entre $V_0$ dos membros superiores e inferiores em atletas de combate - grappling (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respectivo $r^2$ e nível de significância .....                          | 39 |
| Figura 6 - Associação entre $F_0$ dos membros superiores e inferiores em atletas de combate - grappling (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respectivo $r^2$ e nível de significância .....                          | 40 |
| Figura 7 - Associação entre $P_{max}$ dos membros superiores e inferiores em atletas de combate (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respectivo $r^2$ e nível de significância.....                                   | 41 |
| Figura 8 - Associação entre o F-V <i>slope</i> dos membros superiores e inferiores em atletas de combate (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respectivo $r^2$ e nível de significância .....                         | 42 |



## **Lista de Acrónimos**

|               |   |
|---------------|---|
| 1RM           | Uma Repetição Máxima  |
| $\alpha$      | Ângulo de posição inicial do <i>Push-off</i> em Graus.                |
| bjj           | Jiu-Jitsu Brasileiro  |
| CMJ           | Countermovement Jump  |
| DJ            | Drop Jump   |
| $F$           | Força Instantânea   |
| $F_f$         | Força do Atrito   |
| F-V           | Força-Velocidade  |
| $g$           | Aceleração Gravitacional ( $9,81\text{m/s}^{-2}$ ).                   |
| H             | Distância de Lançamento   |
| $H_{po}$      | Alteração do Membro Inferior  |
| $P$           | Potência Instantânea  |
| PFV           | Perfil de Força-Velocidade  |
| $PFV_{opt}$   | Perfil de Força-Velocidade Ótimo                                      |
| $P_{max}$     | Potência Máxima   |
| Sfv           | Perfil mecânico correspondente à inclinação da relação linear de F-V. |
| SJ            | <i>Squat Jump</i>   |
| $V$           | Velocidade Instantânea  |
| $VO_{2\ max}$ | Volume de oxigénio máximo   |
| $V_{TOmax}$   | Velocidade Máxima do Centro de Massa no <i>Take-off</i>               |





## **Capítulo 1: Introdução**

---

Este capítulo apresenta o tema de estudo, a sua pertinência e os respetivos objetivos.



## INTRODUÇÃO

---

### 1.1. Apresentação e definição do problema de estudo

O judo e jiu-jitsu brasileiro (bjj), são duas modalidades de *grappling* (agarre), de grande popularidade e relevância no mundo do desporto de combate. O judo tem as suas raízes na arte marcial samurai japonesa ju jitsu, no século VI e foi fundado por Jigoro Kano em 1882, em Tóquio (Pierantozzi & Muroi, 2009). O jiu-jitsu brasileiro foi fundado pelos irmãos Carlos e Hélio Gracie, que o desenvolveram a partir dos ensinamentos de Mitsuyo Maeda, ainda hoje conhecido como Conde Koma (1878-1941), tendo derivado do judo e do ju-jitsu (artes marciais japonesas) (Telles, 2019).

As regras do judo privilegiam as projeções como principais ações técnicas, sendo o *ippon*, o ponto máximo obtido num combate, a forma mais convencional de vencer um combate. Segundo Amtmann and Cotton (2005), a vitória por *ippon* pode ser atribuída a um competidor através de 4 formas distintas: (1) projetar um oponente sobre as suas costas com ímpeto, (2) imobilizar o oponente por 25 segundos (atualmente 20 segundos), (3) estrangular o adversário até à sua submissão e (4) bloquear-lhe uma articulação igualmente até à sua submissão. Se um combate não for ganho por *ippon* durante o seu tempo regulamentar (4 minutos), é declarado vencedor o competidor que acumular maior quantidade de pontos durante o combate. O *ippon* pode também ser obtido pela acumulação de dois *wazaris* (meio ponto), através de uma projeção imperfeita ou por imobilização do oponente no mínimo por 15 segundos. Em caso de empate, ocorre um período de ponto de ouro sem tempo limite definido (FPJ, 2018). Centrando-se na procura constante da projeção do adversário, a prática do judo privilegia, em grande parte, a luta em pé, a ponto de o combate ser interrompido sempre que a luta não assuma grande desenvolvimento no chão, sendo depois retomado com os judocas em pé.

O bjj, por sua vez, concentra-se em submissões que privilegiam essencialmente a luta no chão como bloqueios de articulações, estrangulamentos e controlo do adversário. O objetivo é controlar e subjugar o oponente ao invés de golpear e induzir trauma (Spano, Risucci, Etienne, & Petersen, 2019). O sistema de pontuação está orientado de acordo com a progressão da luta, em que posições de maior controlo e domínio sobre o adversário são as

de maior valor. A duração das lutas de adultos masculinos varia de 5 (faixa branca) para 10 minutos (faixa preta) (IBJJF, 2018).

Segundo Amtmann and Cotton (2005) e James (2014), o judo e o bjj podem ser caracterizados por performances resultantes de ações acíclicas e esforços intermitentes de alta intensidade, seguidos por breves períodos de recuperação. As exigências técnico-táticas parecem, no entanto, diferenciar ambas as modalidades quanto à dimensão desses períodos de recuperação. Coswig et al. (2018) referem que os judocas apresentam mais e maiores períodos de pausa, enquanto os atletas de bjj apresentam maior tempo de esforço com ações frequentes de alta intensidade.

Van Malderen et al. (2006) verificaram que o tempo de combate de judo pode durar de poucos segundos a 10 minutos, embora com duração média aproximada de 3 minutos, envolvendo, normalmente, 10 segundos de pausa para pequenos períodos de 20 a 30 segundos de alta intensidade. O judo caracteriza-se, portanto, por um rácio de esforço:pausa entre 2:1 e 3:1 (20 e 30 segundos de esforço e 10 segundos de pausa), enquanto o bjj, esse rácio é aproximadamente 6:1, com períodos de esforço próximos de 117 segundos e períodos de pausa de 20 segundos.

Contudo, a grande diferença entre ambas as modalidades será, porventura, as características das ações técnico-táticas, que privilegiam a predominância da luta em pé no judo ( $\approx 70\%$  do tempo total de combate), e no chão no bjj ( $\approx 85\%$  do tempo total de combate) (Coswig et al., 2018). Tais características induzem uma eventual maior exigência muscular dos membros inferiores numa (judo) e dos membros superiores noutra (bjj), mas ambas exigem ações de elevada força (isométrica e explosiva) e potência musculares, tanto dos membros superiores como dos membros inferiores (Coswig et al., 2018; Diaz-Lara, Del Coso, Garcia Garcia, & Abián-Vicén, 2015; Emerson Franchini, Artioli, & Brito, 2013).

Uma das grandes questões colocada, normalmente, por treinadores, preparadores físicos e cientistas aquando da exploração dos fatores neuromusculares que otimizam o desempenho atlético em ações desta natureza, é a identificação da propriedade mecânica que maior preponderância assume no rendimento. O modelo mecânico do músculo proposto por Archibald Vivian Hill, em 1938 (Hill, 1938), determina que a força explosiva está diretamente relacionada com as características da componente contrátil muscular e, principalmente, com a capacidade de gerar elevados níveis de potência (Samozino, Morin, Hintzy, & Belli, 2008). A potência, por sua vez, resulta da conjugação de duas grandes

características musculares que são, normalmente, sujeitas a constante monitorização por parte de treinadores e preparadores físicos: a “força” e a “velocidade” (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011a, 2011b). A potência máxima muscular, sendo definida como a melhor relação entre a força e a velocidade (força x velocidade) durante a realização de tarefas desportivas específicas, pode ser manipulada através do aumento da força, da velocidade, ou de ambas (Newton & Kraemer, 1994). Esta variável pode ser a essência do que define o desempenho atlético e, portanto, o motivo pelo qual tem sido extensivamente estudada e discutida por cientistas e praticantes (McGuigan, 2017).

Recentemente, algumas equipas de investigação (J. B. Morin & Samozino, 2016; Rahmani, Samozino, Morin, & Morel, 2018; Samozino et al., 2008; Samozino, Rejc, Di Prampero, Belli, & Morin, 2012) desenvolveram métodos de terreno simples para avaliar a força, a velocidade e a potência dos membros inferiores (Samozino et al., 2008) e membros superiores (Rahmani et al., 2018), a partir de equipamentos práticos e amplamente acessíveis. Devido a esses métodos, todas aquelas variáveis de desempenho passaram a ser possíveis de monitorizar através da obtenção e derivação de medidas básicas de massa corporal, comprimento de membros inferiores e distâncias-tempo (J. B. Morin & Samozino, 2016; Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2008). O aspeto interessante destas abordagens é que elas permitem práticas de avaliação e monitorização capazes de determinar, não só a capacidade de gerar potência máxima ( $P_{max}$ ), como também determinar a força máxima teórica ( $F_0$ ), a velocidade máxima teórica ( $V_0$ ) e o *slope* (inclinação da curva de força-velocidade) e compará-las face a um perfil ótimo definido individualmente para cada atleta. Alguns estudos recentes mostraram que a determinação deste perfil de força-velocidade (PFV) pode ser uma ferramenta útil para treinadores e atletas, permitindo o desenvolvimento de programas de treino mais individualizados e orientados para as necessidades específicas dos atletas (Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2008; Samozino, Morin, Hintzy, & Belli, 2010). Além disso, o PFV parece conseguir distinguir perfis de potência entre atletas de diferentes modalidades e níveis de prática (Jimenez-Reyes et al., 2018). No entanto, tanto quanto nos foi possível conhecer, existe carência de informação sobre o PFV específico de atletas de judo e bjj, tanto para os membros inferiores como para os membros superiores. Apenas um estudo apresenta dados de  $P_{max}$ ,  $F_0$  e  $V_0$  dos membros inferiores de judocas (Jimenez-Reyes et al., 2018), não nos tendo sido possível encontrar qualquer referência relativa a atletas de bjj, nem dados relativos aos membros superiores em qualquer uma das modalidades.

Deste modo, considerando a importância de estudar e analisar o PFV de atletas e modalidades desportivas (Jimenez-Reyes et al., 2018; J. B. Morin & Samozino, 2016; Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2012), a ainda reduzida investigação sobre este tema, sobretudo a nível dos membros superiores, e a inexistência de informação relativa a atletas de judo e bjj, torna-se importante caracterizar o perfil específico de cada uma destas modalidades e conhecer como estas variáveis são afetadas pela modalidade.

Desta forma, o presente estudo pretendeu caracterizar e comparar o PFV dos membros inferiores e superiores de atletas praticantes de duas modalidades de combate, que embora semelhantes nos objetivos, apresentam características fisiológicas distintas. Foi ainda nosso objetivo, verificar a relação (correlação) entre os PFVs dos membros superiores e membros inferiores dentro da própria modalidade e em modalidades de *grappling* (análise conjunta de ambas as modalidades).

## 1.2. Objetivos de estudo

O presente estudo pretendeu caracterizar e comparar o PFV (i.e., valores teóricos máximos de força ( $F_0$ ), velocidade ( $V_0$ ), potência máxima ( $P_{max}$ ) e *slope* dos membros superiores e inferiores de atletas praticantes de duas modalidades de combate distintas: judo e bjj.

A um nível mais específico, o presente estudo procurou atingir os seguintes objetivos:

1. Caracterizar o PFV dos membros inferiores e superiores de atletas praticantes de judo e de bjj;
2. Verificar se o PFV é característico e diferenciado entre as duas modalidades de combate;
3. Identificar se existem diferenças significativas no valor de potência máxima dos membros superiores entre modalidades, uma vez que ambas são modalidades de *grappling*;
4. Identificar se existe relação (correlação) entre os PFVs de membros superiores e inferiores dentro da própria modalidade.
5. Identificar se existe relação (correlação) entre os PFVs de membros superiores e inferiores em desportos de *grappling*.

### **1.3. Pressupostos e limitações de estudo**

Na realização deste estudo foram considerados os seguintes pressupostos:

- a) Os atletas apresentaram-se aptos fisicamente e em perfeitas condições de sono, alimentação e consumo hídrico, para realizarem os testes à máxima intensidade;
- b) Os atletas realizaram, de facto, as avaliações solicitadas à máxima intensidade possível.

A realização desta investigação acarretou algumas condicionantes relevantes que importa referir e considerar na interpretação dos resultados:

- a) Os atletas não realizaram uma sessão de familiarização prévia às avaliações;
- b) As avaliações ocorrerem durante os períodos de preparação específico e competitivo, podendo os atletas não se encontrarem todos no seu melhor estado de forma física.





## **Capítulo 2: Revisão da Literatura**

---

A revisão da literatura contextualiza a investigação e apresenta uma visão geral sobre a temática de estudo.



---

## REVISÃO DA LITERATURA

---

### 2.1. Caracterização Fisiológica do Jiu-jitsu Brasileiro e do Judo

Ambos os desportos são caracterizados por performances resultantes de ações acíclicas e esforços intermitentes de alta intensidade seguidos de breves períodos de recuperação (Coswig et al., 2018). A natureza intermitente e característica do esforço, com diferentes rácios esforço:pausa são importantes para percebermos melhor as diferenças de predominância metabólica. Diferentes rácios, intensidade de esforço e características técnicas e táticas determinam que as principais aptidões físicas associadas ao sucesso competitivo destas modalidades, podem ser divididas em componentes metabólicos, como potência aeróbia e capacidade anaeróbia, e componentes neuromusculares, como resistência de preensão manual, flexibilidade, força muscular e potência (Amtmann & Cotton, 2005; Coswig et al., 2018; James, 2014).

Os tempos em que o atleta está em maior esforço e em pausa são determinantes e têm uma grande influência nas necessidades metabólicas de cada modalidade. Van Malderen et al. (2006) verificaram que o tempo de combate de judo pode durar poucos segundos ou 10 minutos e uma média de cerca 3 minutos, normalmente, com pequenos períodos de 20 a 30 segundos de alta intensidade para 10 segundos de pausa.

O rácio de esforço:pausa no bjj é de 6:1 (117 segundos de esforço e 20 segundo de pausa), enquanto no judo este rácio é 2:1 e 3:1 (20 e 30 segundos de esforço e 10 segundos de pausa). Além disso, a maior parte da luta de jiu-jitsu é desenvolvida no chão (por exemplo, luta no chão:  $146 \pm 119$  segundos; luta em pé:  $25 \pm 17$  segundos), enquanto o judo é basicamente um jogo de pé (por exemplo, período de preparação:  $4 \pm 1$  segundos a  $4 \pm 2$  segundos, disputa pela pega:  $16 \pm 5$  segundos a  $18 \pm 3$  segundos, ataques:  $1.0 \pm 0.4$  segundos a  $1.7 \pm 0.5$  segundos e trabalho de solo:  $9 \pm 4$  segundos a  $17 \pm 12$  segundos quando as sequências em pé tiveram seguimento para o solo) (Andreato et al., 2016a; Andreato, Follmer, Celidonio, & Honorato, 2016b).

Contudo, parecem existir diferenças nos tempos de esforços de alta intensidade (ações em que o lutador tenta progredir na luta com notória força ou potência muscular) e ações de baixa intensidade (ações com movimentos lentos com aparentes baixos níveis de força). Segundo Coswig et al. (2018), o rácio alta intensidade:baixa intensidade no chão foi de 1:14 no judo e de 1:3 no bjj, enquanto que em pé esta relação foi de 1:11 no judo e de 1:2 no bjj.

Schwartz, Takito, Del Vecchio, Antonietti, and Franchini (2015) observaram valores muito similares de  $VO_2 \text{ max}$  para praticantes de ambas as modalidades:  $52,23 \pm 7,86 \text{ mL min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$  para praticantes de bjj, e de  $52,40 \pm 8,29 \text{ mL min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$  para atletas de judo.

Apesar da natureza destes desportos, parece que as vias glicolíticas e a adenosina trifosfato-fosfocreatina (ATP-PC), são as principais fontes de produção de energia, mas não são as únicas responsáveis. Ratamess (2011) verificou, que atletas de modalidades de *grappling* necessitam da contribuição tanto do sistema anaeróbio como do sistema aeróbio para a produção de energia. A exigente intensidade requerida em desportos de *grappling* determina que o sistema de ATP-PC, que permite a libertação de altos níveis de energia para atividades com cerca de 10-15 segundos seja relevante, mas combates de *wrestling*, jiu-jitsu e de judo são normalmente longos, e, portanto, o ATP-PC não será a única fonte energética solicitada, pois ela é limitada. De acordo com Sikorski, Mickiewicz, Majle, and Laksa (1987), a fonte energética primária durante um combate de judo é a glicólise anaeróbia. Contudo, o glicogénio no músculo não é o único substrato usado durante um combate de judo. Ao encontro destas conclusões, Degoutte, Jouanel, and Filaire (2003) verificaram, que um combate de judo impele o metabolismo proteico e lipídico mesmo quando o sistema anaeróbio é predominante, com níveis de lactato plasmático de 12,3 mmol/l. Diaz-Lara et al. (2015) observaram concentrações de lactato plasmático de  $14,8 \pm 3,2 \text{ mmol/L}$ , dois minutos após combates de bjj (o pico de produção de lactato ocorre entre o primeiro e segundo minuto após a luta (Bonitch-Dominguez, Bonitch-Gongora, Padiál, & Feriche, 2010), com decréscimos para  $11,2 \pm 2,9 \text{ mmol/L}$ , 10 minutos após o combate.

Todavia é necessário ter em conta que os combates podem terminar no tempo regulamentar ou apenas em segundos. Segundo L. Andreato, Esteves, et al. (2016) tempos de combate de bjj diferentes têm uma influência direta nas respostas fisiológicas, hormonais e metabólicas.

## 2.2. Potência Muscular

Os desempenhos balísticos são fatores-chave na performance desportiva e a compreensão das características físicas subjacentes à otimização do movimento balístico, são altamente valorizados pelos profissionais da performance, mas também cada vez mais são explorados por profissionais da reabilitação. No quotidiano, alguns movimentos podem ser considerados movimentos balísticos, como, o levantar da posição de sentado para idosos ou indivíduos

com doenças (Corcos, Chen, Quinn, McAuley, & Rothwell, 1996; Janssen, Bussmann, & Stam, 2002; Mak, Levin, Mizrahi, & Hui-Chan, 2003).

No rendimento desportivo é necessário ter em conta não somente a força máxima, mas também a velocidade de implementação dessa força. Sendo que a maioria dos gestos desportivos depende de um tempo limitado para produzir força, não é o valor de força máxima, mas sim a velocidade com que a força muscular pode ser produzida que é relevante. Assim, torna-se importante definir o conceito de força rápida, que é considerada a capacidade do sistema neuromuscular para gerar o maior impulso (impulso = força x tempo) num determinado intervalo de tempo (Mil-Homens, Correia, & Mendonça, 2015). Por sua vez, a potência muscular, considerada uma importante expressão da força rápida, pode ser definida como a força aplicada multiplicada pela velocidade do movimento (Mil-Homens, Correia, & Mendonça, 2015). Assim sendo, a potência muscular é passível de ser manipulada através do aumento da força, da velocidade, ou de ambas (Newton & Kraemer, 1994).

Em desportos de *grappling*, esta forma de expressão da força parece ter grande relevo na obtenção do sucesso. Ainda que a força e a potência muscular dos membros superiores e inferiores possam ser determinantes para a performance no judo (Emerson Franchini et al., 2013), as ações de potência no bjj são as que frequentemente determinam o resultado final da luta (Diaz-Lara, Garcia Garcia, Monteiro, & Abián-Vicén, 2014).

Atletas de bjj experientes tendem a evidenciar melhores resultados na força isométrica de preensão manual, altura de salto, potência máxima, potência média, e velocidade no pico de potência quando comparados com atletas menos experientes (Diaz-Lara et al., 2014). Também Garcia-Pallares, Lopez-Gullon, Muriel, Diaz, and Izquierdo (2011), comparando *wrestlers* de elite a *wrestlers* amadores, verificaram que os atletas de elite evidenciaram maiores valores absolutos e relativos (à massa isenta de gordura) de potência máxima no *squat* e no supino (de 14,0 a 29,8%;  $P < 0,05$ ), na altura do salto e no valor absoluto de potência mecânica durante a realização de CMJs ( $P < 0,05$ ).

### **2.3. Perfil de Força-Velocidade**

Um dos principais determinantes do desempenho físico é a capacidade de produzir elevadas potências mecânicas durante os gestos desportivos, como saltos e/ou corridas de aceleração (J. Cronin & Sleivert, 2005; J. B. Cronin & Hansen, 2005). Essa potência depende da capacidade dos sistemas neuromuscular e osteoarticular dos atletas de produzir elevados

níveis de força, aplicá-los com eficácia no seu contexto específico (p.e., apoios no solo, contactos com bola, lançamento de engenhos, etc.) e produzi-la com elevadas velocidades de contração (J. B. Morin & Samozino, 2016). Força e velocidade são, portanto, consideradas as características subjacentes à produção de potência mecânica nos movimentos desportivos (Cormie et al., 2011a, 2011b).

Alguns estudos recentes (Jimenez-Reyes et al., 2019a; Jimenez-Reyes et al., 2018; Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2008; Samozino et al., 2012) têm vindo a implementar novas abordagens de avaliar os PFVs de atletas em ações balísticas (p.e., saltos e arremessos) e movimentos de *sprint*. Esses métodos, que se encontram já validados (Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2008), baseiam-se em variáveis bastante simples de obter em condições de terreno (i.e., massa corporal, altura do salto, distância de arremesso, tempos de corrida). O aspeto interessante destas abordagens é que elas permitem práticas de avaliação, monitorização e treino mais individualizadas e precisas, cujo sucesso depende apenas da interpretação e comparação das respostas mecânicas dos atletas face a um conceito de PFV ótimo ( $PFV_{opt}$ ) e ao respetivo desequilíbrio de força ou velocidade. Por outras palavras, a determinação do PFV informa se um atleta está mais orientado para um perfil de força ou de velocidade, mesmo que o valor de potência média ou máxima, seja, aparentemente adequada.

Segundo (J.-B. Morin & Samozino, 2018), a determinação do PFV é muito interessante pelos seguintes motivos:

- Independente da  $P_{max}$ , o PFV do atleta apresenta perceções sobre as qualidades mecânicas do músculo independentemente das capacidades de potência.

- Dois atletas podem manifestar o mesmo valor de potência, mas os seus valores de força e velocidade serem diferentes.

- Independente do valor de potência gerado, pode-se identificar se o atleta tem défice de força ou velocidade. Um atleta com “perfil de força”, isto é, um perfil mais orientado para a produção de força desenvolve a sua  $P_{max}$  à base da força, enquanto um atleta com “perfil de velocidade”, com o mesmo valor de  $P_{max}$ , o faz devido a maior capacidade de velocidade de contração.

- Acedendo ao PFV o treinador pode situar o seu atleta face ao  $PFV_{opt}$  (Samozino et al., 2012), de forma a planear e a individualizar o treino de acordo com objetivos pretendidos.

- A monitorização deste perfil poderá também motivar o atleta a trabalhar os seus défices, baseados em dados concretos e credíveis.

O método de avaliação do PFV dos membros inferiores foi introduzido por Samozino e seus colaboradores (Samozino et al., 2008), através da realização de saltos verticais (SJ) sem e com cargas externas adicionais. Partindo de três parâmetros facilmente medidos em contexto de terreno: massa corporal, altura de salto, e distância do *push-off* (distância percorrida pelo centro de massa durante o *push-off*, i.e., fase de aceleração do movimento, correspondente ao movimento de extensão dos membros inferiores (metros) a partir da posição inicial – identificado como  $H_{po}$  na Figura 1).

Para aplicar este método é necessário medir a distância vertical entre o solo e o grande trocânter com os joelhos em posição de  $90^\circ$  (posição inicial). O sujeito deve descer para a posição inicial, mantendo-a cerca de 2 segundos, sendo-lhe pedido que aplique força o mais rápido possível e saltar o mais alto possível. Contramovimentos são proibidos verbalmente e devem ser verificados com atenção através das curvas de força-tempo. A receção deve ser feita mantendo a mesma posição final do *take-off*, com os membros inferiores em extensão e os pés e máxima flexão plantar (Samozino et al., 2008). O teste é realizado com cargas adicionais cargas que variaram entre os 10 e os 90 Kg (Jimenez-Reyes et al., 2018).

A fórmula baseia-se nos princípios fundamentais da dinâmica aplicada ao centro de massa do corpo, durante o salto vertical e na análise da sua energia mecânica (cinética e potencial), em diferentes fases do movimento, através, dos três parâmetros e registo de distância-tempo ou velocidade-tempo (Samozino et al., 2008). Permite calcular a força média ( $F$ ) e a potência ( $P$ ) produzida pelos membros inferiores, durante o salto vertical e a sua velocidade média de extensão ( $V$ ).

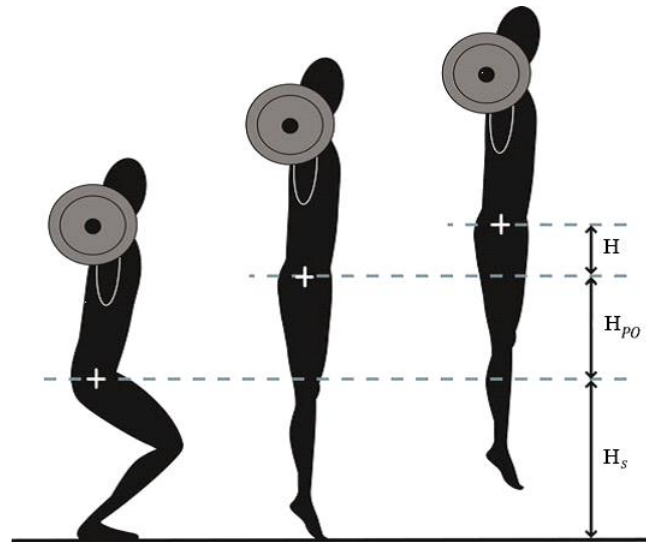


Figura 1 - As três posições e as três distâncias utilizadas para avaliar o squat jump com carga (adaptado de Samozino et al., 2008)

No entanto, segundo J.-B. Morin and Samozino (2018), são necessárias algumas suposições matemáticas e físicas para expressar  $F$ ,  $V$ ,  $P$  com apenas três parâmetros.

- As leis de Newton são aplicadas a um corpo considerado como um sistema e representado pelo centro de massa [p.e., Bosco and Komi (1979); Harman, Rosenstein, Frykman, and Rosenstein (1990)]. Sendo considerada apenas a energia mecânica aplicada ao centro de massa.
- Supõe-se que a resistência do ar é negligenciada, pois, foi demonstrado que somente afeta a altura do salto de animais pequenos (massa corporal abaixo de 0,5g) (Scholz, Bobbert, & Knoek van Soest, 2006).
- Supõe-se que distância vertical do centro de massa durante o *push-off*, corresponde à alteração do membro inferior ( $H_{po}$ ), enquanto a posição relativa real do centro de massa no corpo muda para baixo devido à extensão do membro inferior. Essa simplificação foi necessária para possibilitar a medição da distância  $H_{po}$  durante o teste de campo.
- A potência média durante a fase de *push-off*, é calculada como o produto dos valores de força e velocidade instantânea. No entanto, durante um movimento explosivo, cujo sistema é acelerado apenas numa direção, supõe-se que o erro de cálculo é menor.

Conhecer estas assunções, torna-se essencial para perceber que a determinação daquelas variáveis mecânicas através de instrumentos indiretos, embora fidedignos e reprodutíveis no terreno, têm erros de medida associados. Desta forma, o método anteriormente descrito (Samozino et al., 2008), foi validado pelos autores comparando as três variáveis medidas ( $V$ ,



$F$ ,  $P$ ), determinadas pelas equações seguintes, com medidas *gold-standard* obtidas em laboratório com plataformas de força. A tabela 1, mostra os resultados obtidos pelos autores (Samozino et al., 2008).

$$F = m \cdot g \cdot \left( \frac{h}{h_{\text{to}}} + 1 \right)$$

$$V = \sqrt{\frac{g \cdot h}{2}}$$

$$P = m \cdot g \cdot \left( \frac{h}{h_{\text{to}}} + 1 \right) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot h}{2}}$$

A tabela 1 apresenta os coeficientes de variação obtidos no método de Samozino et al. (2008) e método *gold standard* (Samozino et al., 2008).

Tabela 1 - Valores médios  $\pm$  SD de  $F$ ,  $V$  e  $P$  obtidos de duas repetições dos métodos testados por Samozino et al (2008). São apresentados os valores médios  $\pm$  desvio padrão das três variáveis medidas ( $F$ ,  $V$ ,  $P$ ), a média do erro sistemático absoluto (bias) entre os dois métodos e as características das correlações e regressões entre métodos (adaptado de Samozino et al., 2008).

|                         | Método de plataforma de forças (método <i>gold-standard</i> ) | Computation Method (novo método proposto no estudo) | Erro sistemático absoluto (BIAS) (%) | Coefficiente de Correlação de Pearson | Slope da Regressão Linear <sup>a</sup> | Interceção Y da linha de regressão linear <sup>b</sup> |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| $F$ (N)                 | 1294 $\pm$ 132  | 1282 $\pm$ 133                                      | 1,74 $\pm$ 1,17                      | 0,98***                               | 0,98                                   | 10,56  |
| $V$ (ms <sup>-1</sup> ) | 1,08 $\pm$ 0,12   | 1,10 $\pm$ 0,12                                     | 2,88 $\pm$ 2,00                      | 0,96***                               | 0,98                                   | 0,04   |
| $P$ (W)                 | 1412 $\pm$ 221  | 1411 $\pm$ 224                                      | 2,29 $\pm$ 1,95                      | 0,98***                               | 1,00                                   | 0,27   |

<sup>a</sup> Não significativamente diferente da unidade.

<sup>b</sup> Não significativamente diferente de 0.

\*\*\*  $P > 0,001$ .

A melhor performance num salto pode ser representada pela velocidade máxima do centro de massa no *take-off* ( $V_{TOmax}$ ), que pode obter-se através da seguinte fórmula (Samozino et al., 2010; Samozino et al., 2012):

$$V_{TOmax} = h_{PO} \left( \sqrt{\frac{S_{Fv}^2}{4} + \frac{2}{h_{PO}} \cdot (2\sqrt{-P_{max} \cdot S_{Fv}} - g \cdot \sin \alpha)} + \frac{S_{Fv}}{2} \right)$$

$g$  - aceleração gravitacional (9,81 m·s<sup>-2</sup>).

$\alpha$  - ângulo de posição inicial do *push-off* (graus).

$H_{po}$  - distância percorrida pelo centro de massa durante o *push-off* correspondente ao alcance da extensão dos membros inferiores (metros).

Sfv - Perfil mecânico dos membros inferiores correspondente à inclinação da relação linear da curva F-V.

Quanto mais o PFV difere do  $PFV_{opt}$ , menor é o desempenho relativamente ao que poderia ser alcançado com os mesmos recursos de energia. Atletas que apresentam um PFV afastado do  $PFV_{opt}$ , podem melhorar a sua performance de salto, adequando o respetivo processo de treino de acordo com as suas necessidades de força ou velocidade (Samozino, Riviere, Rossi, Morin, & Jimenez-Reyes, 2018).

O  $PFV_{opt}$  é individualizado, pois depende dos valores individuais de  $P_{max}$  e  $H_{po}$ . Pode ser determinado para cada atleta através da seguinte equação:

$$S_{FVopt} = -\frac{(g \cdot \sin \alpha)^2}{3P_{max}} - \frac{(-(g \cdot \sin \alpha)^4 \cdot h_{PO}^4 - 12g \cdot \sin \alpha \cdot h_{PO}^3 \cdot P_{max}^2)}{3h_{PO}^2 \cdot P_{max} \cdot Z(P_{max}, h_{PO})} + \frac{Z(P_{max}, h_{PO})}{3^2 h_{PO} \cdot P_{max}}$$

Com:

$$\begin{aligned} Z(P_{max}, h_{PO}) &= (-(g \cdot \sin \alpha)^6 \cdot h_{PO}^6 - 18(g \cdot \sin \alpha)^3 \cdot h_{PO}^5 \cdot P_{max}^2 - 54 h_{PO}^4 \cdot P_{max}^4 \\ &+ 6\sqrt{3} \cdot \sqrt{2(g \cdot \sin \alpha)^2 \cdot h_{PO}^9 \cdot P_{max}^6 + 27h_{PO}^8 \cdot P_{max}^8}) \end{aligned}$$

Relativamente aos membros superiores, foram Rahmani et al. (2018) que propuseram e validaram um método simples de estimar a  $F$ ,  $V$  e  $P$ , partindo do método desenvolvido por Samozino et al. (2008) para os membros inferiores.

Neste estudo (Rahmani et al., 2018), os autores apresentaram um teste de força dos membros superiores que implicava a realização do exercício de supino lançado numa *multipower*, com uma barra guiada. Nesta proposta, foram igualmente consideradas três variáveis de fácil registo: a massa total do sistema (i. e., a massa da carga movimentada e a dos membros superiores), a distância vertical da fase de voo livre da barra ( $H$ ), e a distância da fase de *push-off* (fase de aceleração da barra) ( $H_{po}$ ) (Figura 2). Porém, ao ser um teste realizado em barra guiada foi necessário considerar de que as forças produzidas no eixo ântero-posterior e medio-lateral seriam negligenciáveis. A velocidade instantânea e a aceleração da barra foram calculadas a partir de derivadas de tempo de deslocamento para cada execução.

A força instantânea ( $F$ , em N) foi calculada da seguinte forma:

$$F = M(a + g) + F_f$$

Onde  $M$  é a massa em movimento,  $g$  a aceleração gravitacional ( $9,81\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), e  $F_f$  a força de atrito da barra.  $F$  é determinada considerando a carga total movimentada ou a massa móvel total (carga movimentada acrescida da massa do membro superior estimada a partir de tabelas antropométricas de Winter (Winter, 2009)). A potência instantânea (em W), é calculada como o produto da força pela velocidade em cada instante. A massa média dos membros superiores representa cerca de 10% da massa corporal total do sujeito (Winter, 2009).

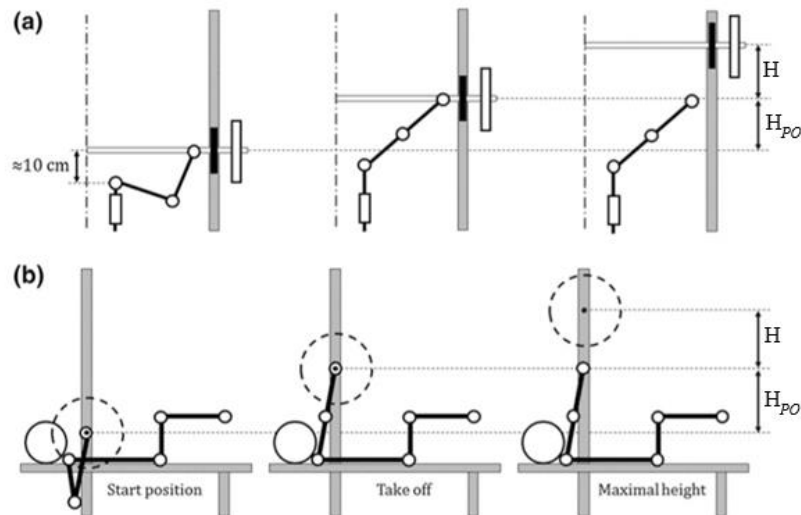


Figura 2 - Três posições no supino lançado com barra guiada e duas distâncias usadas para cálculo (adaptado de (Rahmani et al., 2018))

Segundo Garcia-Ramos, Jaric, Padial, and Feriche (2016), a relação de F-V obtida desta forma é útil para aceder às capacidades máximas de produzir força, velocidade e potência dos membros superiores. Como acontece no membro inferior, a determinação dessas qualidades musculares específicas poderá ajudar os treinadores e atletas a maximizar o desempenho dos membros superiores.

Quando a relação F-V é representada graficamente com um eixo de força vertical, quanto mais íngreme a sua inclinação (*slope*), mais negativo é o seu valor, mais “orientado para a força” será o PFV e vice-versa (J. B. Morin & Samozino, 2016).

Aceder a este perfil capacita os treinadores, para a prescrição de treino individualizado com base no desequilíbrio F-V, aproximando-o de um  $PFV_{opt}$ , para a melhoria do desempenho balístico.

As conclusões dos estudos em geral sugerem que o PFV pode ser usado por treinadores para prescreverem programas de treino mais específicos às necessidades dos seus atletas.

## **2.4. Métodos de Terreno de Análise do Perfil de Força-Velocidade e Potência Máxima**

Grande preocupação nas áreas da performance e reabilitação (Rambaud et al., 2019) é encontrar testes e instrumentos, capazes de avaliar a função muscular de forma válida e reprodutível no terreno.

A avaliação da força máxima, pressupõe que o valor máximo de força se manifeste quando a velocidade é nula (contração isométrica). De acordo com Riviere, Rossi, Jimenez-Reyes, Morin, and Samozino (2017), o teste de 1RM é afetado em parte pelas qualidades da velocidade e por isso, não representa somente as qualidades de força. Por esse motivo, a avaliação da força máxima só é possível em laboratório com um dinamómetro isométrico e/ou isocinético. Ambos os métodos são bastantes dispendiosos. Como tal, o teste de uma repetição máxima (1RM), definido como a máxima carga possível de movimentar, mantendo a técnica correta, é comparativamente simples e requer equipamento não laboratorial e acessível (Levinger et al., 2009). No entanto, o teste 1RM é considerado um índice de força dinâmica máxima e apresenta alta confiabilidade, e pode ser aplicado para registar alterações na força muscular após um programa de treino (Verdijk, van Loon, Meijer, & Savelberg, 2009). Força dinâmica é definida como a máxima capacidade de um músculo exercer força ou torque a uma velocidade específica (Knuttgen & Kraemer, 1987) e é frequentemente acedida com o uso do teste de 1RM (Kraemer & Newton, 1994).

A velocidade de extensão máxima é constantemente avaliada com recurso a movimentos com alta velocidade, como saltos, *sprints* ou lançamentos. Contudo, esses movimentos requerem a produção de força, e a velocidade alcançada não reflete a velocidade máxima. Segundo Samozino et al. (2018), a avaliação da velocidade máxima de extensão dos membros inferiores não pode ser realizada medindo o desempenho do movimento, dependendo da força e velocidade, e por isso do *output* de potência.

Ao longo dos anos têm sido propostos diversos testes de avaliação da potência. O *Margaria staircase test* proposto por Margaria, Aghemo, and Rovelli (1966), baseia o seu cálculo da potência na subida de escadas à velocidade máxima e comprovou ser um teste de alta

reprodutibilidade (Margaria et al., 1966), sendo a respetiva correlação relativamente alta com outros testes de potência máxima, como o teste de Wingate (Patton & Duggan, 1987).

A avaliação da potência através da avaliação da distância vertical percorrida pelo centro de massa, foi primeiramente proposta por Dudley Allen Sargent (Sargent, 1921). O método estima a distância do centro de massa no salto vertical, pela diferença entre a altura máxima alcançada pela mão durante o salto vertical e a altura máxima alcançada na posição de pé sem salto. Outro método idêntico é o *Jump-and-Reach Test* (Menzel et al., 2010) com o instrumento de avaliação Vertec, em que o avaliado realiza o maior salto possível e alcança com a mão a palheta mais alta que conseguir. Enquanto o método de tapete de contacto mede apenas a elevação máxima do centro de massa para diferentes saltos, o *Jump-and-Reach Test* avalia a altura de alcance, não totalmente dependente do centro de massa, mas de outros fatores, como a técnica de movimento dos braços, a amplitude de movimento do ombro e o comprimento do pé (Menzel et al., 2010). No entanto, devido à participação dos membros superiores no desempenho, a validade deste teste de terreno de avaliação da força explosiva dos membros inferiores foi posta em causa por Young, MacDonald, and Flowers (2001).

As plataformas de forças permitem calcular a altura do salto vertical a partir do tempo de salto e estimando a velocidade vertical do centro de massa no *take-off*. Enquanto o método baseado na velocidade vertical do centro de massa no *take-off* é considerado o mais preciso para medir a altura do salto vertical, o método de tempo de salto também se mostrou altamente válido e confiável (Samozino et al., 2008), e a maioria dos instrumentos disponíveis atualmente, calcula a altura do salto medindo o tempo de voo do salto. Ambos os métodos são válidos e por isso, o método utilizado deve ser determinado pelo equipamento disponível, levando em consideração as fontes de erro inerentes a cada método. Ao utilizar-se a plataforma de forças para calcular a altura do salto, os avaliadores devem ser encorajados a utilizar o método baseado velocidade vertical do centro de massa de *take-off* (Gavin Moir, 2008).

Em 1992, Bosco (1992) propôs a avaliação da altura do centro de massa durante o salto vertical com contabilização do tempo de voo. No teste de Bosco, o tempo de voo é medido com recurso a um cronómetro que deteta os tempos de contacto. Algumas plataformas de contacto monitorizam o momento de *take-off* e de *landing* com o uso de micro-sensores e infravermelhos. Contudo, a altura do salto é calculada em ambos os instrumentos através da lei de Newton. Segundo G. Moir, Shastri, and Connaboy (2008) as plataformas de contacto

são um instrumento de avaliação reprodutível para avaliação da altura do salto em homens e mulheres.

A melhoria da capacidade de gravação de vídeo de alta velocidade (120 Hz) do iPhone 5s, permitiu a Carlos Basalobre desenvolver uma aplicação (*My Jump 2*), que sinaliza o tempo de *take-off* e *landing* e conseqüentemente permite calcular a altura do salto. Esta aplicação é reprodutível e validada (Balsalobre-Fernandez, Glaister, & Lockey, 2015).

O PUSH (PUSH band, PUSH, Inc., Toronto, Canada) e o Beast (Beast Technologies Srl., Brescia, Italy) são unidades de medição inercial (UMI), compostos pela combinação de acelerômetros de 3 eixos e giroscópios de 3 eixos, sendo ambos as UMI mais utilizadas nas pesquisas e na prática. A vantagem é que são instrumentos aptos a quantificar também a deslocação ântero-posterior que ocorre frequentemente em exercícios com carga livre, o que não acontece com um transmissor linear. Contudo, as duas UMI apresentam uma fiabilidade e validade baixa e, conseqüentemente deve existir maior cuidado na utilização destes sensores nos programas de treino baseados na velocidade (Perez-Castilla, Piepoli, Delgado-Garcia, Garrido-Blanca, & Garcia-Ramos, 2019).

Contudo, apesar da altura atingida pelo centro de massa no salto vertical estar correlacionada com a  $P_{max}$ , este tipo de avaliação não permite quantificar a potência, força ou velocidade. Conseqüentemente, a altura do salto como índice de capacidade da potência pode ser tendenciosa, pela massa corporal e pela dimensão do membro inferior (diferente *push-off*).

Em 2008, Samozino et al. (2008), propuseram uma fórmula de cálculo de valores de potência e PFV, simples, prática, baseada nos princípios fundamentais da dinâmica aplicada ao centro de massa do corpo durante o salto vertical e na análise da sua energia mecânica (cinética e potencial), em diferentes fases do movimento. Permite calcular a força média ( $F$ ) e a potência ( $P$ ) produzida pelos membros inferiores, durante o salto vertical e a sua velocidade média de extensão ( $V$ ). Esta fórmula é bastante simples e pode ser aplicada em contextos que integrem instrumentos de avaliação simples, como um transmissor linear, unidades de medição inercial, aplicações de *smartphone* ou plataformas de contacto.

Mais tarde, Rahmani et al. (2018), baseados no método desenvolvido por Samozino et al. (2008), propuseram um método simples de estimar a  $F$  e  $V$  dos membros superiores, utilizando parâmetros idênticos, como anteriormente referido. Contudo, sendo avaliações realizadas com barra guiada (*multipower*), a aceleração da barra não depende apenas da força

aplicada (massa x aceleração), sendo necessário também quantificar as forças de fricção da máquina onde o teste é realizado.

A partir destas fórmulas é possível aceder ao PFV através de uma curva de força-velocidade para membros inferiores e superiores, recorrendo a diferentes instrumentos, devidamente validados por estudos que comparam os resultados com instrumentos *standard* de avaliação, plataforma de contacto ou de forças, ou no caso dos membros superiores sensor de deslocamento (Rahmani et al., 2018; Samozino et al., 2008).

## 2.5. Curva de Força-Velocidade no Judo e no Jiu-Jitsu Brasileiro

A importância da potência em modalidades de combate é genericamente reconhecida, contudo, a pesquisa bibliográfica sobre este tema evidenciou carência de informação para membros inferiores e uma maior exiguidade de informação para os membros superiores.

A maioria dos estudos foram realizados com métodos de laboratório, sendo que, utilizaram métodos de avaliação de valores máximos e médios de potência, força e velocidade, tendo-se encontrado apenas um estudo com dados de PFV dos membros inferiores de judocas e nenhum relativo a membros superiores e a atletas de bjj. Grande parte da investigação científica reporta apenas valores de altura do salto ou potência sem discriminar as suas variáveis de força e velocidade (E. Franchini, Del Vecchio, Matsushigue, & Artioli, 2011; Sertić, Segedi, & Molanovic, 2006). Segundo J. B. Morin, Jimenez-Reyes, Brughelli, and Samozino (2019), o uso da altura do salto para indicar o *output* de potência dos membros inferiores produzido durante o salto tem várias limitações, recomendando a utilização de métodos mais precisos por parte de entidades de performance desportiva, medicina e pesquisa, com a utilização do cálculo do *output* de potência no SJ e CMJ baseado na massa corporal, distância de *push-off* e altura do salto através do método proposto por Samozino et al. (2008). Acrescendo a necessidade de estudar o PFV no judo e bjj, modalidades em que a potência é um fator decisivo para o sucesso.

Ao encontro da sua importância, Monteiro, Massuça, Garcia Garcia, and Calvo-Rico (2014), observaram a força explosiva no SJ e o *countermovement jump* (CMJ) dos membros inferiores, em judocas medalhados e não medalhados em grandes competições internacionais. Verificaram que o pico de força foi similar entre os grupos de atletas estudados. No entanto, observaram diferenças significativas na taxa de produção de força

relativizada para a massa corporal ( $312,07 \pm 103,25 \text{ N.s.}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$  vs  $238,81 \pm 75,55 \text{ N.s.}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ;  $P < 0,05$ ). Atletas de elite estão mais aptos para o aumento do recrutamento de unidades motoras e aumento de ativação das mesmas unidades, podendo concluir que os fatores nervosos no judo de alto rendimento podem decidir o pódio. Noutras palavras, o sucesso desportivo no judo está relacionado com uma maior capacidade de produzir muita força em pouco tempo.

O treino específico parece ter alguma influência na performance da potência em ambos os desportos com melhorias nas diferentes formas de manifestação de força balística. Zaggelidis, Lazaridis, Malkogeorgos, and Mavrovouniotis (2012) observaram que atletas de judo de nível avançado têm melhor performance no salto vertical (SJ, CMJ, DJ 20 cm e 40 cm), maior força no *push-off* e períodos de contacto mais curtos. Segundo os autores, valores elevados de ativação eletromiográfica dos agonistas em lançamentos e saltos, em simultâneo com reduzidos níveis de co-ativação antagonista, explicam a melhor habilidade para usar o ciclo muscular alongamento-encurtamento, com otimização da produção de potência durante o salto vertical. Detanico, Dal Pupo, Graup, and Santos (2016) também observaram valores mais elevados de potência em atletas judocas avançados na realização de saltos (CMJ), comparativamente a atletas novatos. Kons, Athayde, Tavares, Junior, and Detanico (2017) concluíram que atletas avançados de judo e bjj, quando comparados com atletas inexperientes, apresentam melhor performance nos parâmetros de força e velocidade no CMJ. Assim, as melhorias parecem verificar-se tanto na variável força como na variável velocidade. Na mesma linha, Diaz-Lara et al. (2014) concluíram que atletas mais avançados de bjj têm maior capacidade de gerar potência e força explosiva nos membros inferiores do que atletas inexperientes, com melhores valores de altura do salto, pico de potência e potência média no CMJ. Independentemente da modalidade em causa, parecem existir melhorias na performance da potência nos membros inferiores em resultado do treino específico da modalidade.

O escalão etário e a massa corporal dos atletas também parecem influenciar variáveis relacionadas com a potência no judo. Segundo Buško (2015), a potência máxima no *spike jump* e CMJ é mais baixa em cadetes em comparação com sub-23, existindo influência da idade na altura do CMJ. Já Detanico, Arins, Dal Pupo, and Santos (2012) observaram uma correlação negativa entre a massa corporal e as variáveis altura do salto e potência relativa, demonstrando que judocas mais leves apresentam um melhor desempenho no CMJ



comparativamente a judocas pesados. Contudo, atletas mais pesados têm maiores valores absolutos de força máxima e potência nos membros inferiores.

Apesar da influência do treino específico de judo e bjj têm sobre a potência, parece existir diferenças entre ambas. Kons et al. (2017) concluíram que judocas estão mais aptos a produzir maiores velocidades de *take-off* no CMJ do que atletas de bjj. O menor tempo disponível no judo para aplicação de técnicas poderá tender o PFV para uma orientação em velocidade comparativamente ao bjj, em ações que envolvam o ciclo muscular alongamento-encurtamento nos membros inferiores.

As diferentes necessidades metabólicas entre modalidades parecem afetar de forma distinta a capacidade de produzir elevados níveis de potência ao longo de uma competição. Bonitch-Dominguez et al. (2010) observaram que não houve efeito de lutas sucessivas de judo na potência máxima do membro inferior ( $P > 0,05$ ) e nenhuma diferença na comparação da potência antes e depois de cada luta ( $P > 0,05$ ). Enquanto que Diaz-Lara et al. (2015), verificaram que a altura máxima do CMJ reduziu significativamente após um combate oficial de bjj ( $34,0 \pm 5,2$  para  $30,8 \pm 6,7$  cm;  $P < 0,001$ ). Detanico et al. (2016) observaram após um torneio simulado de bjj um decréscimo significativo na altura do salto do CMJ ( $P = 0,001$ ). A performance decresceu tanto nos membros superiores (teste de resistência de preensão manual), como nos membros inferiores, resultado da indução de fadiga.

Como acontece com os membros inferiores, os membros superiores têm uma grande ação de potência. da Silva, Simim, Marocolo, Franchini, and da Mota (2015) avaliaram a percentagem ideal de carga para o desenvolvimento da potência dos membros superiores no supino lançado, em atletas avançados e novatos de bjj. O grupo avançado alcançou maiores valores de potência utilizando 40% e 50% de 1 RM. Atletas avançados apresentaram 1RM maior que atletas novatos, mas sem diferenças no *output* de pico de potência (30%-60% 1RM). Um ajustamento polinomial indicou que a carga ótima foi de 42% de 1RM para todos os grupos e subgrupos. Os resultados sugerem que existe uma diferença significativa entre atletas avançados e não avançados no 1RM, mas não na potência muscular. Tavares et al. (2017) avaliaram a percentagem ideal de carga no movimento antagonista de remada em pronação, e verificaram que cargas entre 45 e 50% 1RM produzem uma performance muscular ótima em atletas de bjj.

Existe uma grande lacuna no estudo da potência e do PFV nestas modalidades. Não foram encontrados estudos que avaliassem o PFV dos membros superiores em ambas as

modalidades, e sobretudo, não foi encontrado nenhum estudo com a avaliação do PFV de membros superiores, com recurso ao método de Rahmani et al. (2018).

Segundo Ratamess (2011), são necessários mais estudos para investigar possíveis diferenças entre atletas de judo e de jiu-jitsu nos parâmetros de força e potência dos membros superiores.

Embora os dois desportos de combate mostrem semelhanças (natureza intermitente, técnicas, etc.), existem várias especificidades que promovem diferentes adaptações. A grande escassez de estudos do treino da potência e principalmente do PFV nos membros inferiores é evidente para as duas modalidades, contudo, o estudo desta forma de manifestação da força nos membros superiores é quase nula. Tendo em conta a influência da potência no sucesso de ambas, já observada pela informação disponível é fundamental investir em mais estudos que a avaliem nestes desportos. Contudo, analisar apenas valores de potência incute pouca informação que diferencie atletas ou modalidades.

### **Capítulo 3: Metodologia**

---

Este capítulo inclui a descrição dos meios e métodos utilizados na fase experimental do estudo e os respetivos procedimentos de análise.



---

## METODOLOGIA

---

### 3.1. Desenho experimental

O presente estudo consistiu num desenho transversal onde se pretendeu analisar e comparar o perfil de força-velocidade vertical (i.e.,  $F_0$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}$  e *slope*) dos membros superiores e inferiores de atletas de elite de bjj e judo. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Função Neuromuscular da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa, em duas sessões separadas, aleatoriamente sequenciadas. Ambas as sessões foram concretizadas em períodos específicos e competitivos de preparação e realizadas na mesma semana, para garantir um idêntico estado de aptidão física entre sessões. Além disso, todos os testes foram concretizados no mesmo período do dia para minimizar o impacto da variabilidade diurna na função muscular. Os participantes foram solicitados a manter a normal ingestão alimentar e líquida nos dias antecedentes à avaliação, a evitar qualquer atividade física nas 24 horas anteriores e a não ingerir alimentos e cafeína nas 3 horas prévias à avaliação. Todos os testes foram precedidos de por um período de aquecimento (ativação geral) de duração aproximada de 10 minutos, composto por uma atividade cardiovascular de baixa intensidade (ciclo ergómetro:  $\approx$  5 minutos, a 70 rpm, e carga de 75-80W), exercícios de mobilidade articular e de ativação neuromuscular ( $\approx$  5 minutos: exercícios de mobilidade articular dos membros inferiores, incluindo alongamentos dinâmicos). Foi ainda concedido um período de familiarização com o contexto de avaliação que incluiu 3 a 4 séries de saltos a partir de uma posição de meio-agachamento (*squat jump* – SJ, com salto) e de supino lançado com intensidades crescentes de carga.

### 3.2. Amostra

Trinta atletas do sexo masculino praticantes de judo ( $n=15$ ) e de bjj ( $n=15$ ), participaram voluntariamente no estudo. As características da amostra estão apresentadas na Tabela 2. Todos os atletas tinham experiência prévia em treino de força e praticavam a respetiva modalidade de forma regular e sistematizada há pelo menos 5 anos, com participações regulares em campeonatos nacionais e internacionais, alguns dos quais medalhados nessas competições. Eram todos saudáveis, sem terem experienciado qualquer tipo de lesão músculo-esquelética dos membros superiores e/ou inferiores nos últimos 6 meses. Além disso, todos se encontravam isentos de medicamentos, drogas ou suplementos alimentares

e/ou energéticos que pudessem influenciar os resultados do estudo. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos de estudo e respectivos procedimentos de avaliação, tendo assinado um consentimento informado, livre e esclarecido antes da realização das avaliações. O estudo foi elaborado de acordo com a declaração de Helsínquia, tendo sido aprovado pelo conselho de ética local.

*Tabela 2 - Características da amostra: idade, estatura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC). Os dados são valores médios  $\pm$  DP. \* Significativamente diferente dos judocas,  $P < 0,05$ .*

|                               | <b>Bjj</b>        | <b>Judo</b>      |
|-------------------------------|-------------------|------------------|
| <b>N</b>                      | 15                | 15               |
| <b>Idade (anos)</b>           | 24,53 $\pm$ 1,12* | 20,67 $\pm$ 0,71 |
| <b>Estatura (m)</b>           | 1,78 $\pm$ 0,01*  | 1,73 $\pm$ 0,01  |
| <b>Massa Corporal (Kg)</b>    | 76,80 $\pm$ 2,10  | 73,93 $\pm$ 1,58 |
| <b>IMC (Kg.m<sup>2</sup>)</b> | 24,05 $\pm$ 0,38  | 24,53 $\pm$ 0,39 |

### 3.3. Perfil de Força-Velocidade – Membros Inferiores

Para determinar o perfil de força-velocidade dos membros inferiores, os participantes realizaram séries sequenciais de SJs com salto – sem carga (massa corporal) e com cinco a oito cargas adicionais. As séries foram realizadas por ordem crescente de intensidade e as que integraram carga adicional externa foram realizadas com incrementos graduais de 10 Kg e com cargas que variaram entre os 10 e os 90 Kg (Jimenez-Reyes et al., 2018). A série de intensidade mais elevada foi determinada pela carga com a qual o sujeito não foi capaz de saltar mais do que 15 cm. Antes de cada repetição, os participantes foram instruídos a manterem o corpo em posição ereta com os pés assentes no centro da área de salto e distanciados entre si  $\approx$  à largura dos ombros. As mãos foram colocadas num tubo de PVC (de massa desprezível) na série sem carga, e na barra nas condições de carga adicional, tendo mantido a mesma posição em todas as condições (Figura 3). Posteriormente, os participantes foram instruídos a fletir os joelhos até uma posição inicial de  $\approx 90^\circ$  e a manter essa posição durante cerca de 2 s, após o que realizavam a extensão máxima dos membros inferiores de forma explosiva e procurando atingir a máxima altura de salto possível. Na fase de receção ao solo foi-lhes solicitado que mantivessem a flexão plantar natural, evitando uma receção com os pés paralelos ao solo. A posição inicial foi definida por um goniómetro manual e

controlada em todas as séries através da colocação de um cordão elástico. Qualquer contramovimento antes dos saltos foi expressamente proibido e cuidadosamente verificado em todas as repetições. Sempre que estes requisitos técnicos não fossem cumpridos, era concedida nova repetição de salto. Foram realizados dois ensaios válidos por carga (série), com 2 min de recuperação entre eles e 4 a 5 min entre cargas. O melhor registo por carga, determinado pela melhor altura de salto, foi considerado para análise futura.

Os valores médios de força, velocidade e potência foram calculados pelo método de Samozino (Samozino et al., 2008), usando uma folha Excel desenhada especificamente para o efeito (Samozino et al., 2008) e que considera a introdução de três variáveis simples por série: (a) massa do sistema (massa corporal mais carga externa), (b) altura de salto e (c) distância de aceleração (*push-off*) (i.e., distância percorrida pelo centro de massa desde a posição inicial e a extensão dos membros inferiores da posição de *take-off* (Samozino et al., 2008). A distância de *push-off* foi determinada previamente para cada participante, pela diferença entre o comprimento total do membro inferior (desde o grande trocânter até aos dedos do pé, com o tornozelo em flexão plantar) e a altura da posição inicial de salto (distância vertical do grande trocânter ao solo). A altura do salto foi obtida com recurso a um tapete de contacto, hardware e software *open-source* (Chronojump, Barcelona, Espanha), que determina e armazena o tempo de voo com uma resolução temporal de 1 milissegundo (ms). O deslocamento do centro de gravidade durante a fase aérea do salto (altura do salto –  $h$ ) foi estimado a partir da convencional equação cinemática  $h = t^2 \cdot g / 8$ , em que  $g$  é a aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) e  $t^2$  o tempo de voo ao quadrado (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983).



Figura 3 - Setup experimental para a determinação do perfil de força-velocidade dos membros inferiores. A imagem realça a posição inicial do SJ com salto, com carga adicional

Os valores de força e velocidade de cada condição de carga foram modelados por regressões lineares de mínimos quadrados (Jaric, 2015):  $F(V) = F_0 - aV$ , onde  $F_0$  representa a força isométrica máxima (i.e., a interseção de  $F$  em  $V$  zero), enquanto  $a$  representa a inclinação (*slope*) da relação força-velocidade, em que  $V_0$  é a velocidade máxima (i.e., a interseção de  $V$  em  $F$  zero). Como a relação força-velocidade é fortemente linear, a potência máxima ( $P_{max}$ ) foi calculada como  $P_{max} = F_0 \cdot V_0 / 4$  (Jaric, 2015; Samozino et al., 2008).  $F_0$  e  $P_{max}$  foram consideradas como valores absolutos e normalizadas para a massa corporal.

### 3.4. Perfil de Força-Velocidade – Membros Superiores

Para determinar o perfil de força-velocidade dos membros superiores, cada participante realizou várias séries de supino lançado numa máquina *multipower* (Smith Machine Matrix G1-FW161, Matrix Fitness, USA). A barra foi posicionada ao nível da linha dos mamilos, aproximadamente 5 cm acima do peitoral (Rahmani et al., 2018) e mantida nesta posição nos suportes da *multipower*. Para cada participante, a distância entre mãos foi definida individualmente, de forma a que o cotovelo assumisse uma posição angular de 90° (Hervéou et al., 2018). Esta posição foi definida durante o aquecimento e marcada na barra com fita adesiva para garantir reprodutibilidade das repetições. Cada participante foi instruído a lançar a barra o mais alto possível, realizando um movimento explosivo de extensão dos membros superiores e mantendo as costas em contacto com o banco. Foram realizadas duas séries de supino lançado (balístico) com cargas progressivamente graduais, iniciando com uma carga de 15 kg (peso da barra), e posteriores incrementos de 10 kg (Hervéou et al., 2018), até se atingir uma carga com a qual, o sujeito não conseguia alcançar uma distância de lançamento superior a 5 cm. Foram realizados dois ensaios por carga, tendo-se considerado o melhor registo (i.e., maior altura de lançamento) para análise futura. O intervalo entre repetições foi estabelecido em 15 segundos e em 3 minutos entre séries (cargas) (Rahmani et al., 2018). A técnica padrão de execução exigiu o estabelecimento de 5 pontos de contacto corporal (cabeça, parte superior das costas, nádegas e pés firmemente assentes no banco) (Rahmani et al., 2018), tendo sido cumpridos estes requisitos em todas as repetições de teste. Dois ajudantes treinados (*spotters*) permaneceram em cada lado da *multipower* para garantir a segurança de lançamento e incentivar os participantes a lançar a barra o mais alto possível.



À semelhança do descrito para os membros inferiores, os valores médios de força, velocidade e potência foram calculados pelo método de Samozino (Samozino et al., 2008), usando uma folha Excel adaptada daqueles autores, e considerando as seguintes variáveis: (a) massa do sistema (massa dos membros superiores mais carga externa), (b) distância de lançamento e (c) distância de aceleração (*push-off*) (i.e., distância percorrida pela barra desde a posição inicial até a extensão total do membros superiores, como descrito por Rahmani et al. (2018) para o *computation method*. De forma resumida, a distância de lançamento (H) foi medida com uma braçadeira de nylon fixada em torno do poste da *multipower* (Figura 4), que permitiu o registo da altura atingida pela barra. Essa braçadeira deslocava-se ao longo do poste sempre que a barra era lançada e permanecia imóvel na altura máxima atingida pela mesma. A distância de *push-off* ( $H_{po}$ ) foi medida com o sujeito mantendo as costas apoiadas no banco e com as omoplatas em abdução, por considerarmos que durante o lançamento ocorre uma abdução das omoplatas, de forma a evitar uma desaceleração do movimento antes do lançamento da barra. Todas as distâncias foram medidas com fita métrica não flexível, com precisão de 0,1 cm.



Figura 4 - Setup experimental para a determinação do perfil de força-velocidade dos membros superiores. A imagem mostra a posição inicial do movimento, realçando a braçadeira de nylon utilizada para medir a altura de lançamento

As variáveis do PFV foram determinadas como anteriormente descrito para os membros inferiores.

### 3.5. Análise Estatística

Foram utilizados procedimentos estatísticos descritivos para caracterizar a amostra e os valores das diferentes variáveis em termos de tendência central (média aritmética) e de dispersão absoluta (desvio padrão). A condição de normalidade das variáveis foi previamente verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Para testar as diferenças entre modalidades nas diferentes variáveis em estudo ( $F_0$ ,  $V_0$  e  $P_{max}$ ) foi utilizado o Teste T para amostras independentes. Para discriminar as diferenças, foi usado como *post-hoc* o teste de *Scheffe*. A dimensão do efeito foi determinada pelo  $d$  de *Cohen* de forma a analisar a magnitude das diferenças entre modalidades. Foram estabelecidos valores de 0,2, 0,5 e 0,8 para representar a dimensão de efeitos pequenos, moderados e grandes, respetivamente (Lakens, 2013). Foram utilizados coeficientes de correlação de *Pearson* ( $r$ ) para quantificar a relação entre os PFVs (i.e.,  $F_0$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}$  e *slope*) dos membros superiores e inferiores dentro da mesma modalidade. As interpretações qualitativas dos coeficientes  $r$  foram: trivial ( $r < 0,1$ ), pequeno ( $r = 0,1-0,3$ ), moderado ( $r = 0,3-0,5$ ), grande ( $r = 0,5-0,7$ ), muito grande ( $r = 0,7-0,9$ ) e quase perfeito ( $r > 0,9$ ) (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). O grau de confiança escolhido para os valores estatisticamente significativos foi de 95%. Todo o tratamento estatístico foi realizado com o auxílio do programa informático —SPSS® (SPSS® 24.0, for Windows®).

## **Capítulo 4: Apresentação de Resultados**

---

Este capítulo apresenta os resultados alcançados.



## APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

### 4.1. Perfil de Força-Velocidade – Membros Superiores

Os resultados descritivos do PFV dos membros superiores podem ser observados na tabela 3.

Apesar de não se terem verificado diferenças significativas em qualquer uma das variáveis do PFV dos membros superiores entre atletas de bjj e de judo, na variável  $V_0$  existiu um pequeno efeito ( $d=0,24$ ) para maiores valores nos atletas de bjj ( $1,92 \pm 0,59$  m.s<sup>-1</sup> vs.  $1,79 \pm 0,50$  m.s<sup>-1</sup>, respetivamente;  $P=0,44$ ).

Contrariamente, existiu um grande efeito ( $d=1,08$ ) para os judocas apresentarem superiores  $F_0$  absolutas e relativas às dos atletas de bjj, sem existirem diferenças significativas ( $987,93 \pm 47,23$  N e  $13,07 \pm 0,56$  N.kg<sup>-1</sup>, respetivamente  $P > 0,13$ ).

Também para a  $P_{max}$  não se encontraram diferenças significativas entre modalidades, embora se tenha evidenciado um moderado efeito ( $d=0,62$ ) ( $474,20 \pm 24,01$  W vs.  $460,87 \pm 18,63$  W, respetivamente,  $P=0,33$ ). Quando normalizada para a massa corporal não existe qualquer diferença entre modalidades, sendo o efeito insignificante ( $P=0,48$ ;  $d=0,04$ ).

Face aos resultados anteriores os judocas apresentam uma tendência (grande efeito:  $d=2,1$ ;  $P=0,07$ ) para um PFV dos membros superiores (*slope*) mais orientado para a força do que atletas de bjj.

Tabela 3 – Comparação do Perfil de Força-Velocidade dos membros superiores entre atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e Judo. As variáveis  $F_0$  e  $P_{max}$  são reportadas em valores absolutos e relativos (média  $\pm$  DP)

|   | Bjj<br>(N=15)      | Judo<br>(N=15)      | ES (d)                | P-value  |
|---|--------------------|---------------------|-----------------------|----------|
| $V_0$ (m.s <sup>-1</sup> )                                | 1,92 $\pm$ 0,59    | 1,79 $\pm$ 0,50     | 0,24 (pequeno)        | $P=0,44$ |
| $F_0$   |                    |                     |                       |          |
| Absoluta (N)  | 987,93 $\pm$ 47,23 | 1045,93 $\pm$ 59,80 | 1,08 (grande)         | $P=0,22$ |
| Relativa (N.kg <sup>-1</sup> )                            | 13,07 $\pm$ 0,56   | 14,06 $\pm$ 0,69    | 1,58 (grande)         | $P=0,13$ |
| $P_{max}$   |                    |                     |                       |          |
| Absoluta (W)  | 474,20 $\pm$ 24,01 | 460,87 $\pm$ 18,63  | 0,62 (moderado)       | $P=0,33$ |
| Relativa (W.kg <sup>-1</sup> )                            | 6,22 $\pm$ 0,21    | 6,23 $\pm$ 0,24     | 0,04 (insignificante) | $P=0,48$ |
| F-V <i>slope</i> (N.s.m <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> ) | -6,95 $\pm$ 0,46   | -8,03 $\pm$ 0,55    | 2,13 (grande)         | $P=0,07$ |

## 4.2. Perfil de Força-Velocidade – Membros Inferiores

Os resultados descritivos do PFV dos membros inferiores de cada modalidade podem ser observados na tabela 4.

Comparativamente aos judocas, os atletas de bjj apresentam  $V_0$  superiores ( $3,57 \pm 0,25$  m.s<sup>-1</sup> vs.  $2,74 \pm 0,11$  respetivamente;  $d= 4,30$ ;  $P= 0,01$ ).

Contrariamente, os judocas apresentam maiores  $F_0$  do que os atletas de bjj ( $2441,47 \pm 89,60$  N vs.  $2222,20 \pm 94,46$  N respetivamente;  $d= 2,38$ ;  $P= 0,05$ ). Também os valores relativos de  $F_0$  são superiores no judo ( $32,94 \pm 0,77$  N.kg<sup>-1</sup>) relativamente ao bjj ( $28,96 \pm 0,96$  N.kg<sup>-1</sup>;  $d= 4,57$ ;  $P= 0,01$ ).

Ainda assim, a  $P_{max}$  é superior nos atletas bjj ( $1958,33 \pm 142,04$  W) relativamente aos judocas ( $1647,47 \pm 49,17$  W) com diferenças significativas ( $d= 2,92$ ;  $P= 0,01$ ). No entanto, quando relativizada para a massa corporal, a  $P_{max}$  mostra-se similar entre modalidades ( $25,29 \pm 1,45$  W.kg<sup>-1</sup> vs.  $22,38 \pm 0,76$  W.kg<sup>-1</sup>, respetivamente para o bjj e judo;  $P= 0,07$ ), ainda que com um grande efeito  $d= 2,51$  a tender igualmente para os atletas de bjj, sem diferenças significativas ( $P= 0,07$ )

O *slope* é mais acentuado (mais orientado para a força) no judo ( $-12,43 \pm 0,79$  N·s·m<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>) do que no bjj ( $-8,94 \pm 0,94$  N·s·m<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>), com diferenças significativas entre modalidades e um efeito grande ( $d= 4,02$ ;  $P= 0,00$ ).

Tabela 4 – Comparação do Perfil de Força-Velocidade dos membros inferiores entre atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e Judo. As variáveis  $F_0$  e  $P_{max}$  são reportadas em valores absolutos e relativos (média  $\pm$  DP) (\* diferenças estatisticamente significativas)

|   | Bjj<br>(N=15)                  | Judo<br>(N=15)       | ES (d)              | p-value       |              |
|---|--------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|--------------|
| $V_0$ (m.s <sup>-1</sup> )                                | $3,57 \pm 0,25$                | $2,74 \pm 0,11$      | 4,30 (grande)       | $P = 0,01^*$  |              |
| $F_0$   | Absoluta (N)                   | $2222,20 \pm 94,46$  | $2441,47 \pm 89,60$ | 2,38 (grande) | $P = 0,05^*$ |
|   | Relativa (N.kg <sup>-1</sup> ) | $28,96 \pm 0,96$     | $32,94 \pm 0,77$    | 4,57 (grande) | $P = 0,01^*$ |
| $P_{max}$   | Absoluta (W)                   | $1958,33 \pm 142,04$ | $1647,47 \pm 49,17$ | 2,92 (grande) | $P = 0,01^*$ |
|   | Relativa (W.kg <sup>-1</sup> ) | $25,29 \pm 1,45$     | $22,38 \pm 0,76$    | 2,51 (grande) | $P = 0,07$   |
| F-V <i>slope</i> (N·s·m <sup>-1</sup> ·kg <sup>-1</sup> ) | $- 8,94 \pm 0,94$              | $-12,43 \pm 0,79$    | 4,02 (grande)       | $P = 0,00^*$  |              |

### 4.3. Associação entre PFV Membros Superiores e Membros Inferiores na própria modalidade

As associações entre as diferentes variáveis dos PFVs dos membros superiores e dos membros inferiores estão representadas nas figuras 5 a 8. A Figura 5 apresenta as associações observadas na variável  $V_0$  entre membros superiores e membros inferiores nas modalidades estudadas, não tendo sido observada qualquer associação significativa em nenhuma delas ( $P > 0,05$ ).

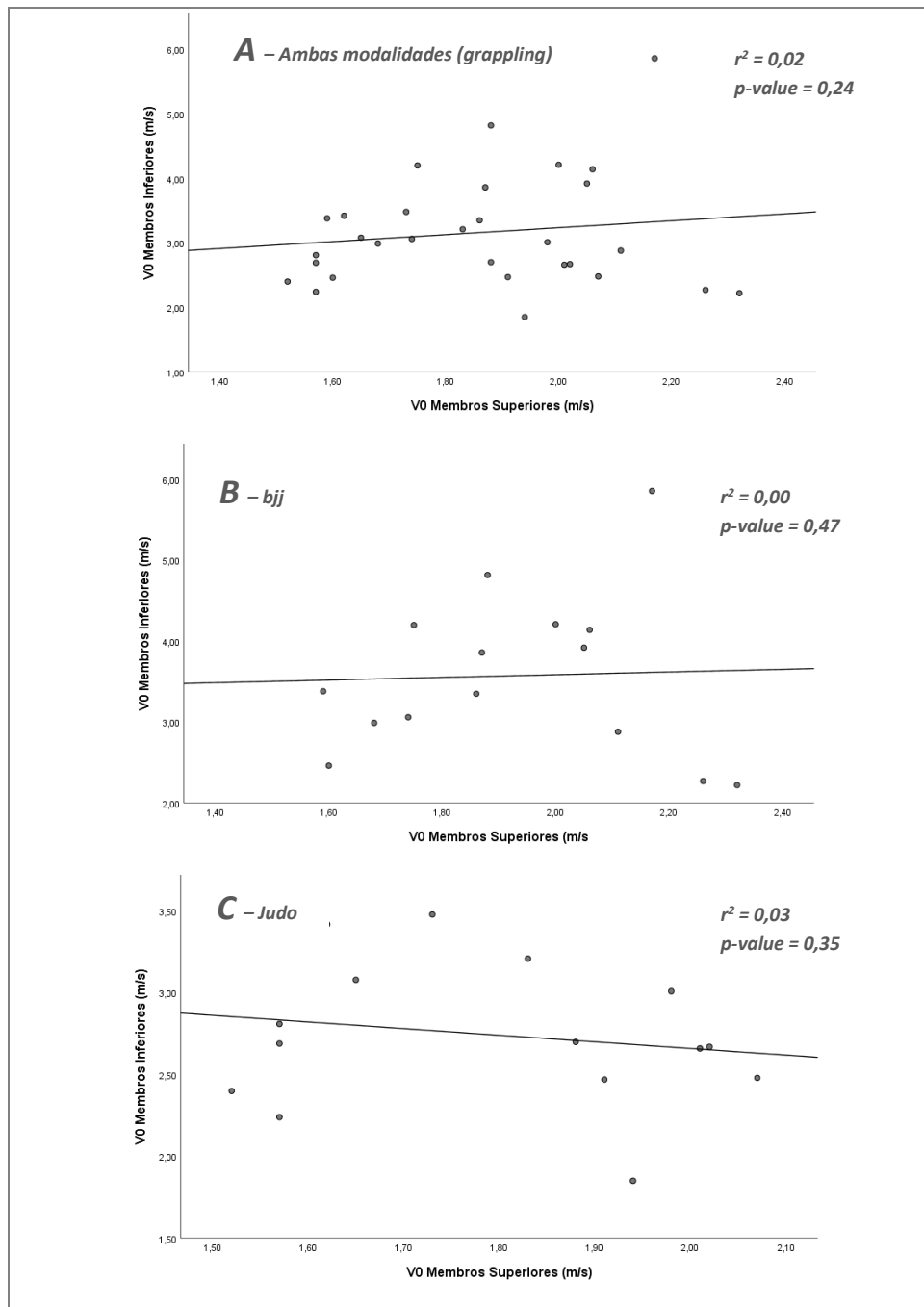


Figura 5 - Associação entre  $V_0$  dos membros superiores e inferiores em atletas de combate - grappling (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respetivo  $r^2$  e nível de significância

A Figura 6 apresenta as associações observadas na variável  $F_0$  (N) entre membros superiores e membros inferiores nas modalidades estudadas, não tendo sido observada qualquer associação significativa em nenhuma das condições (bjj, judo e ambas) ( $P > 0,05$ ).

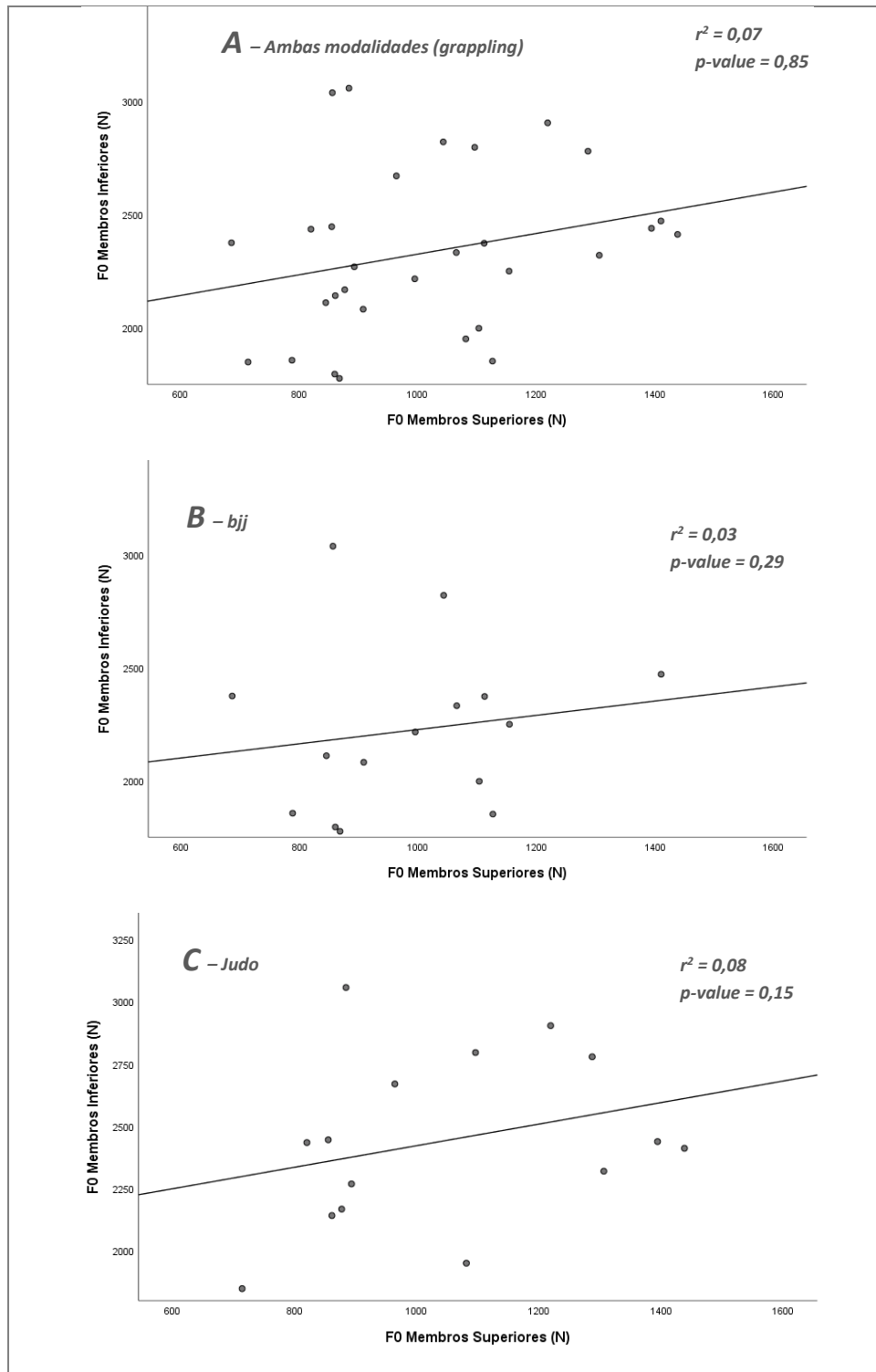


Figura 6 - Associação entre  $F_0$  dos membros superiores e inferiores em atletas de combate - grappling (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respetivo  $r^2$  e nível de significância



A Figura 7 apresenta as associações observadas na variável  $P_{max}$  (W) entre membros superiores e membros inferiores nas modalidades em estudo, tendo sido observadas correlações positivas grandes no bjj ( $r = 0,58$ ;  $P = 0,012$ ) e no judo ( $r = 0,52$ ;  $P = 0,023$ ), e moderadas na análise conjunta das duas modalidades ( $r = 0,43$ ;  $P = 0,008$ ).

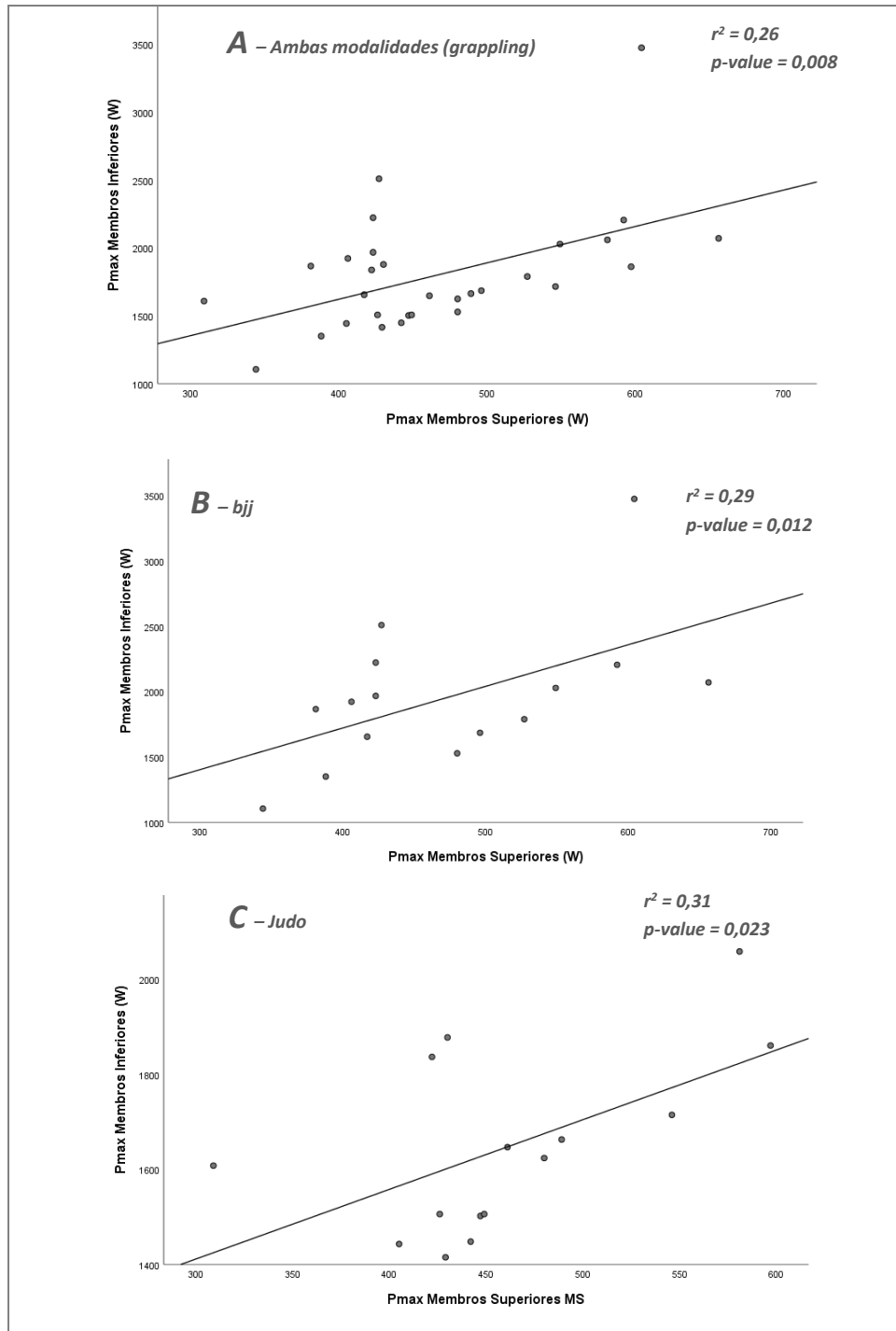


Figura 7 - Associação entre  $P_{max}$  dos membros superiores e inferiores em atletas de combate (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respetivo  $r^2$  e nível de significância

A Figura 8 apresenta as associações observadas na variável *slope* ( $\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) entre membros superiores e membros inferiores nas modalidades de estudo, sem ser observada qualquer associação significativa em qualquer condição (judo, bjj e ambas as modalidades;  $r < -0,32$ ;  $P > 0,05$ ).

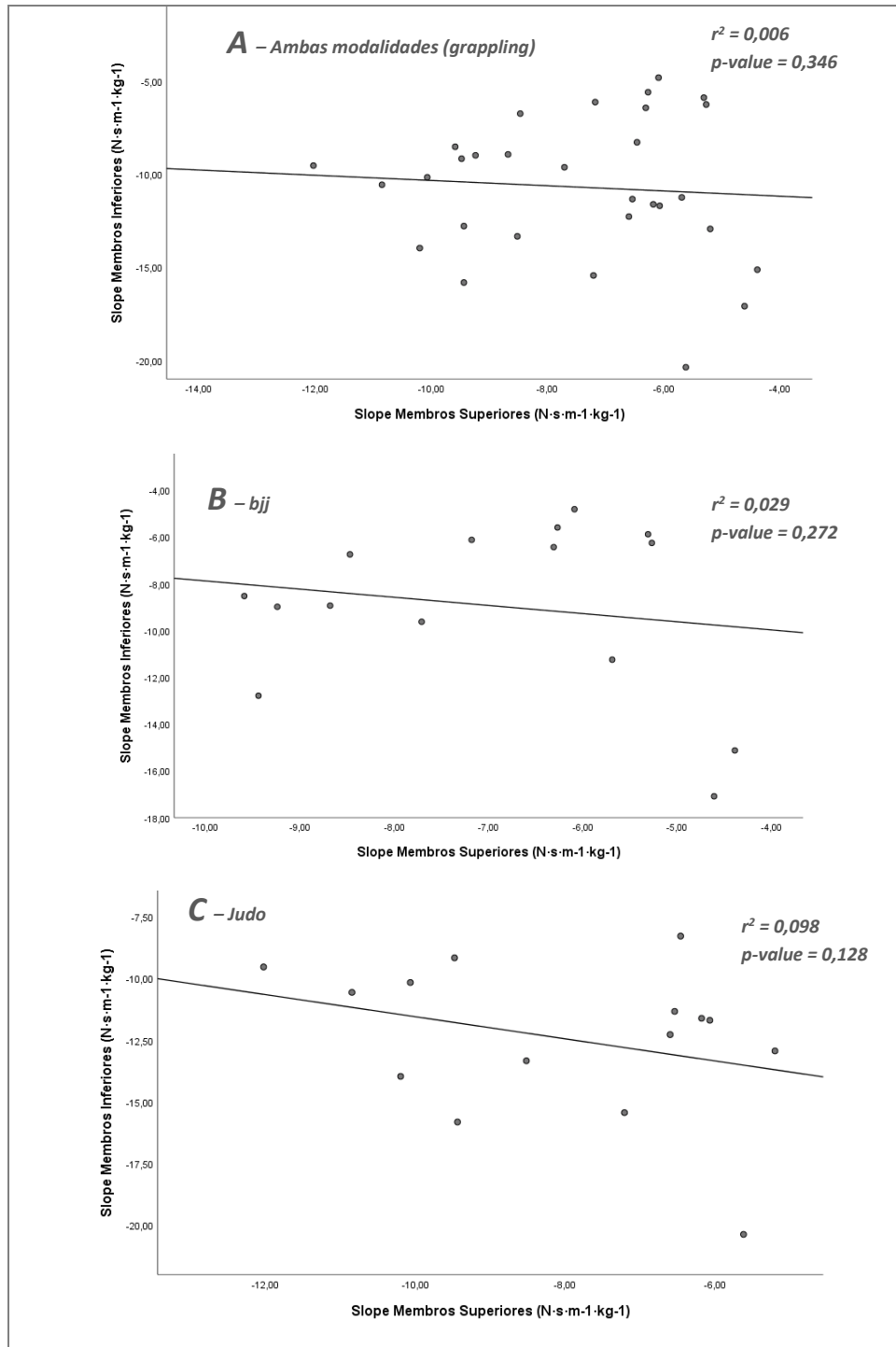


Figura 8 - Associação entre o F-V slope dos membros superiores e inferiores em atletas de combate (A), bjj (B) e judo (C). Em cada gráfico é apresentado o respetivo  $r^2$  e nível de significância

## **Capítulo 5: Discussão de Resultados**

---

Este capítulo discute os resultados à luz das mais relevantes referências científicas sobre o tema.



---

## DISCUSSÃO DE RESULTADOS

---

### 5.1. Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar as diferenças no PFV nos membros superiores e inferiores entre duas modalidades de *grappling*, com recurso a dois métodos de terreno reprodutíveis e validados, propostos por Rahmani et al. (2018) e Samozino et al. (2008). Trata-se de um tema recente, relevante e com escassez de informação científica (dados científicos) relativos a modalidades específicas, tanto para membros inferiores como, e ainda com maior exiguidade, para os membros superiores. Tanto quanto nos foi possível pesquisar, apenas um estudo apresenta dados de PFV dos membros inferiores de atletas de judo (Jimenez-Reyes et al., 2018), não nos tendo sido possível encontrar qualquer referência para os membros superiores em modalidades de *grappling*. Com o presente estudo, pretendeu-se acrescentar informação à investigação científica sobre a variação do PFV de acordo com as exigências específicas das modalidades e, particularmente, em duas modalidades de combate que dependem, predominantemente de elevados níveis de potência muscular para o sucesso desportivo (Diaz-Lara et al., 2014; E. Franchini, Panissa, & Julio, 2013).

De acordo com o primeiro propósito do estudo, que pretendia caracterizar e comparar o PFV dos membros inferiores e superiores de atletas praticantes de duas modalidades de combate distintas, os nossos resultados mostraram que atletas de bjj e judo apresentam similares PFVs dos membros superiores. De facto, não foram observadas quaisquer diferenças estatisticamente significativas entre ambas as modalidades nas diferentes variáveis do PFV dos membros superiores:  $F_0$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}$  e *slope* ( $P > 0,05$ ). Parece, portanto, não existir um *slope* do PFV característico e diferenciado nos membros superiores entre modalidades, embora exista um efeito de grande dimensão para os judocas apresentarem um PFV dos membros superiores mais orientado para a força do que atletas de bjj ( $-8,03 \pm 0,55$  vs.  $-6,95 \pm 0,46$  N.s.m<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>, respetivamente;  $d = 2,1$ ;  $P = 0,07$ ). O nosso objetivo de analisar diferenças de  $P_{max}$  dos membros superiores tendo em consideração duas modalidades de *grappling* revelou que ambas as modalidades não manifestam diferenças significativas nesta variável, embora exista um efeito moderado para os atletas de bjj apresentarem  $P_{max}$  absolutas dos membros superiores mais elevadas que os judocas ( $474,20 \pm 24,01$  W vs.  $460,87 \pm 18,63$  W, respetivamente para atletas de bjj e de judo;  $d = 0,6$ ;  $P > 0,05$ ).

No entanto, face aos resultados obtidos, é possível que ambas as modalidades apresentem idênticas exigências neuromusculares nos membros superiores, que por si promovem adaptações similares no perfil mecânico de potência. Face à escassez de estudos relativos ao PFV dos membros superiores só nos foi possível comparar os nossos dados com os apresentados por outros dois estudos anteriores (Bourdin et al., 2010; Hervéou et al., 2018). Bourdin et al. (2010) apresentaram valores de  $P_{max}$  de atletas lançadores de peso, disco e martelo franceses de nível nacional, tendo reportado valores significativamente mais elevados dos que aqueles alcançados por jiu-jiteiros e judocas. No presente estudo, foram observados valores médios de  $P_{max}$  de  $474,20 \pm 24,01$  W para os atletas de bjj e de  $460,87 \pm 18,63$  W para os judocas. No estudo Bourdin et al. (2010) foram registados valores médios de  $732 \pm 253$  W para as três especialidades de lançamentos, tendo os lançadores de martelo alcançado  $536 \pm 204$  W, os de disco  $833 \pm 177$  W e os de peso  $835 \pm 263$  W. No entanto, esta grande diferença é bastante atenuada quando a  $P_{max}$  é relativizada para a massa corporal (lançadores:  $7.3 \pm 2.0$  W.kg<sup>-1</sup>; jiu-jiteiros:  $6,22 \pm 0,21$  W.kg<sup>-1</sup>; Judocas:  $6,23 \pm 0,24$ ). Esta diferença é perfeitamente justificável pelas características distintas entre modalidades, ainda que em todas elas a potência dos membros superiores seja determinante para o rendimento, a necessidade de lançar engenhos de massa elevada (7,260 kg) a longas distâncias (acima de 20 m no peso e dos 80 m no martelo) exige que estes atletas desenvolvam elevados níveis de  $F_0$  e  $V_0$ . No estudo de Hervéou et al. (2018), no qual os autores avaliaram onze guardas-redes de futebol da 4ª divisão francesa, foi observado que estes atletas possuem um *slope* de  $-3,7 \pm 1,1$  N.s.m<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>, possuindo portanto, um PFV mais orientado para a velocidade do que aqueles evidenciados nas duas modalidades estudadas no presente estudo que apresentaram para um PFV mais orientado para a força ( $-6,95 \pm 0,46$  N.s.m<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> e  $-8,03 \pm 0,55$  N.s.m<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>, para atletas de bjj e de judo, respetivamente). Estes resultados também são facilmente entendidos, uma vez que a reduzida massa da bola de futebol (0.800 kg), muito diferente da necessidade de projetar um adversário de massa bastante superior, obriga a que estes atletas desenvolvam um PFV dos membros superiores mais orientado para a velocidade.

Quanto aos membros inferiores, o PFV mostrou-se diferente entre as modalidades de bjj e judo. A variável  $V_0$  (m.s<sup>-1</sup>) foi mais elevada em atletas de bjj comparativamente a atletas de judo ( $3,57 \pm 0,25$  m.s<sup>-1</sup> vs.  $2,74 \pm 0,11$  m.s<sup>-1</sup>, respetivamente;  $P=0,01$ ,  $d=4,30$ ). Os resultados de  $V_0$  obtidos pelos judocas no presente estudo ( $2,74 \pm 0,11$  m.s<sup>-1</sup>) são ligeiramente inferiores aos observados por Monteiro et al. (2014) que registaram valores de  $V_0$  de  $2,99 \pm 0,30$  m.s<sup>-1</sup>

em judocas de Top-Elite (medalhados em *Grand Slams*, Campeonatos do Mundo e Jogos Olímpicos. Também no estudo de Jimenez-Reyes et al. (2018), que incluiu a determinação do PFV vertical e horizontal dos membros inferiores de atletas de várias modalidades e níveis de prática, foram registados valores médios de  $V_0$  vertical de  $3,29 \pm 0,23 \text{ m.s}^{-1}$  para judocas de elevado nível de rendimento e/ou profissionais mais elevados dos que os registados no presente estudo para judocas de idênticas características ( $2,74 \pm 0,11 \text{ m.s}^{-1}$ ). Nesse mesmo estudo (Jimenez-Reyes et al., 2018), os valores  $V_0$  vertical para atletas masculinos de diferentes modalidades oscilaram entre os  $2,74 \pm 0,27 \text{ m.s}^{-1}$  para halterofilistas de alto rendimento e os  $3,69 \pm 1,06 \text{ m.s}^{-1}$  para andebolistas de elite (nível internacional). No presente estudo, os resultados obtidos pelos atletas de bjj (alguns medalhados em campeonatos da europa) foram de  $3,57 \pm 0,25 \text{ m.s}^{-1}$ , ligeiramente inferiores aos valores máximos registados por Jimenez-Reyes et al. (2018), mas superiores aos obtidos por atletas masculinos de elite de futebol ( $3,22 \pm 0,61 \text{ m.s}^{-1}$ ), futsal ( $3,27 \pm 0,45 \text{ m.s}^{-1}$ ), ginástica ( $3,35 \pm 0,31 \text{ m.s}^{-1}$ ) e rugby ( $3,38 \pm 1,13 \text{ m.s}^{-1}$ ). A necessidade de realizar ações rápidas e explosivas dos membros inferiores, como passar a guarda do adversário ou auxiliar numa raspagem, maioritariamente com menor resistência de forças externas do que no judo, poderá potenciar o desenvolvimento da velocidade na modalidade de bjj. No entanto, Kons et al. (2017) observaram maiores velocidades verticais de saída na realização de CMJs em atletas de judo do que em atletas de bjj ( $2,87 \pm 0,14$  vs.  $2,76 \pm 0,10 \text{ m.s}^{-1}$ , respetivamente;  $P < 0,05$ ). Os autores justificaram tal tendência pela predominância de luta em pé no judo comparado com o bjj, a qual ocorre predominantemente no chão (Jones & Ledford, 2012; Ratamess, 2011), condição que exige maior preponderância de contrações musculares em ciclo muscular alongamento-encurtamento e, por isso, contribuindo para um melhor aproveitamento da componente elástica muscular.

No entanto, no presente estudo, os atletas de judo mostraram possuir um PFV dos membros inferiores mais orientado para a força ( $-12,43 \pm 0,79 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ) e os atletas de bjj para a velocidade ( $-8,94 \pm 0,94 \text{ N.s.m}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ ; menor inclinação). Tais resultados sugerem que os jiu-jiteiros desenvolvem os seus valores de potência com base numa maior capacidade de otimização da velocidade de contração muscular e pelo contrário, os judocas desenvolvem os seus valores de potência devido à maior capacidade de produção de força (J. B. Morin & Samozino, 2016). De facto, os judocas evidenciaram valores de  $F_0$  (N) e  $F_0$  ( $\text{N.kg}^{-1}$ ) dos membros inferiores significativamente mais elevados do que os atletas de bjj ( $F_0$ :  $2441,47 \pm 89,60 \text{ N}$  vs.  $2222,20 \pm 94,46 \text{ N}$  e  $32,94 \pm 0,77 \text{ N.kg}^{-1}$  vs.  $28,96 \pm 0,96 \text{ N.kg}^{-1}$  respetivamente

para judocas e jiu-jiteiros,  $P < 0,05$ ,  $d > 2,38$ ). Comparativamente ao estudo de Jimenez-Reyes et al. (2018), os valores médios de  $F_0$  ( $\text{N.kg}^{-1}$ ), para judocas masculinos de nível elevado foram de  $31,1 \pm 2,15 \text{ N.kg}^{-1}$ , ligeiramente inferiores aos  $32,94 \pm 0,77 \text{ N.kg}^{-1}$  registados no presente estudo para judocas de idênticas características. A necessidade de  $F_0$  mais elevadas pode ser explicado pela maior resistência que os judocas têm de vencer para conseguir sucesso na projeção do adversário (p.e., massa corporal do adversário ou a sua resistência às tentativas de projeção).

O segundo objetivo do presente estudo pretendeu verificar a relação (correlação) entre os PFVs dos membros superiores e membros inferiores dentro da própria modalidade. Os nossos resultados não evidenciaram qualquer relação entre o PFV (*slope*) entre os membros superiores e inferiores, tanto no bjj, como no judo ou no agrupamento dos dados dos desportos de *grappling* ( $r < 0,32$ ;  $P > 0,05$ ; figura 8). Também nas variáveis  $F_0$  e  $V_0$  não se verificou qualquer associação entre membros superiores e inferiores em nenhuma das condições analisadas (bjj, judo e ambas integradas – modalidades de *grappling*) ( $r < 0,29$ ;  $P > 0,05$ ; figuras 5 e 6). Tais resultados sugerem que os membros superiores e inferiores desenvolvem ações distintas dentro da própria modalidade e fornecem informação distinta quanto à contribuição muscular dos membros superiores e inferiores para a performance desportiva. No estudo de Jimenez-Reyes et al. (2018), no qual os autores analisaram as associações entre os PFVs vertical (SJ) e horizontal (*sprint*) de diferentes modalidades e níveis de prática também foram observadas baixas correlações entre os PFVs horizontal (SJ) e vertical (*sprint*) em atletas de elite, o que segundo os autores, sugere que ambas as tarefas promovem informações distintas sobre o PFV dos membros inferiores.

No entanto, em qualquer uma das modalidades (bjj e judo) existiram correlações positivas fortes entre os membros superiores e inferiores na  $P_{max}$ , o que reforça a importância desta variável tanto para as ações musculares dos membros superiores e inferiores em cada uma das modalidades (figura 7). Estes resultados foram reforçados, quando agrupámos os dados dos atletas de *grappling* ( $n = 30$ ; integrando ambas as modalidades na análise correlacional). Nesta condição foi também observada uma correlação moderada entre a  $P_{max}$  dos membros superiores e dos membros inferiores, indicando que a probabilidade da performance das modalidades de *grappling*, ser dependente em grande medida da potência muscular dos membros superiores, não fica totalmente comprovada. Os nossos resultados evidenciaram que a potência máxima dos membros superiores é importante em desportos de combate de *grappling*, mas que, provavelmente, não será o único fator a contribuir para a performance.



A evidência de que existe uma correlação entre a  $P_{max}$  dos membros superiores e dos membros inferiores mostra que a potência dos membros inferiores será também importante para a performance de judocas e jiu-jiteiros, apesar dela advir de PFVs completamente distintos entre membros superiores e inferiores. Estes resultados confirmam os achados de Bourdin et al. (2010), que mostraram correlações positivas significativas tanto dos membros superiores como dos membros inferiores com a performance de lançadores de peso, dardo e disco, embora a relação estabelecida entre o desempenho de lançamento e as características musculares dos membros superiores e inferiores seja diferente. Desta forma, e à semelhança de outros estudos (Bourdin et al., 2010; Jimenez-Reyes et al., 2019b; Jimenez-Reyes, Samozino, Brughelli, & Morin, 2016; J. B. Morin & Samozino, 2016), o presente estudo reforça a necessidade de avaliar, tanto o PFV dos membros inferiores como o dos membros superiores, a fim de garantir uma caracterização mais específica, precisa e abrangente das qualidades físicas dos atletas, e permitir o desenvolvimento de programas de treino de força ajustados e individualizados às necessidades dos atletas.



## **Capítulo 5: Conclusões**

---

Este capítulo apresenta as conclusões gerais desta investigação,  
com base nos resultados obtidos



---

## CONCLUSÕES

---

O presente estudo teve como principal objetivo analisar as diferenças e relações de PFVs dos membros superiores (supino lançado) e membros inferiores (SJ), de duas modalidades de *grappling*: bjj e judo, que embora semelhantes nos objetivos, apresentam características fisiológicas distintas.

De um modo geral, os resultados deste estudo demonstraram que não existem diferenças no PFV entre atletas de bjj e judo para os membros superiores, o que poderá estar relacionado a ações similares de disputa de pega e controlo do adversário, que diferenciam modalidades de combate de *grappling* de outras modalidades de combate (p.e., *striking*), que implicam golpear diretamente o oponente, com socos, pontapés, joelhadas e cotoveladas.

Quanto aos PFVs dos membros inferiores, este estudo demonstra que atletas de bjj apresentam valores superiores de velocidade (i. e.,  $V_0$ ), enquanto que, judocas apresentam valores superiores de força (i. e.,  $F_0$ ), resultando numa menor inclinação do *slope* para o bjj (maior orientação para a velocidade) e maior inclinação para o judo (maior orientação para a força). Ou seja, jiu-jiteiros desenvolvem os seus valores de potência máxima com maior pronúncia na velocidade, enquanto que atletas de judo desenvolvem os seus valores de potência máxima com maior pronúncia na força.

Esta investigação demonstrou no geral, com exceção da  $P_{max}$ , baixas correlações em todas as restantes variáveis do PFV ( $V_0$ ,  $F_0$  e *slope*) entre membros superiores e inferiores, tanto no bjj, como no judo ou no agrupamento de dados dos desportos de *grappling* ( $n=30$ ), pelo que os PFVs dos membros inferiores (SJ) e membros superiores (supino lançado) parecem fornecer diferentes informações quanto às respetivas características musculares. Assim, recomenda-se a necessidade de avaliar, tanto o PFV dos membros inferiores como o dos membros superiores, pois ambos fornecem informações distintas e mais específicas.

Este estudo permitiu, também, fornecer dados normativos para atletas de judo e bjj, tanto para o PFV dos membros inferiores como para os membros superiores, que podem servir de referência tanto para investigadores como para treinadores e/ou preparadores físicos destas e de outras modalidades desportivas.

Como recomendação para investigações futuras, sugerimos alargar este tipo de avaliação – determinar os PFVs dos membros superiores e inferiores a outras modalidades desportivas, e caracterizar a sua relação com a performance desportiva. Além disso, poderá ser interessante analisar e comparar o PFV dos membros superiores de atletas de *grappling* e de *striking*, a fim de observar se o mesmo é sensível o suficiente para detetar possíveis diferenças em modalidades de diferente natureza.

## **Referências Bibliográficas**

---

Este capítulo apresenta todas as referências que fundamentaram e suportaram este estudo





---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Amtmann, J., & Cotton, A. (2005). Strength and Conditioning for Judo. *Strength & Conditioning Journal*, 27(2), 26–31.
- Andreato, L., Esteves, J. V., Julio, U., Panissa, V., Hardt, F., Pastório, E., . . . Franchini, E. (2016a). Metabolic, muscle damage and heart rate responses in Brazilian Jiu-Jitsu matches of varied duration. *Kinesiology*, 48.
- Andreato, L., Follmer, B., Celidonio, C., & Honorato, A. (2016b). Brazilian Jiu-Jitsu Combat Among Different Categories: Time-Motion and Physiology. A Systematic Review. *Strength and Conditioning Journal*, 38(1).
- Balsalobre-Fernandez, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *J Sports Sci*, 33(15), 1574-1579.
- Bonitch-Dominguez, J., Bonitch-Gongora, J., Padiá, P., & Feriche, B. (2010). Changes in peak leg power induced by successive judo bouts and their relationship to lactate production. *J Sports Sci*, 28(14), 1527-1534.
- Bosco, C. (1992). *La valutazione della forza con il test di Bosco* (2<sup>nd</sup> ed.). Rome: Società Stampa Sportiva.
- Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiol Scand*, 106(4), 467-472.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50(2), 273-282.
- Bourdin, M., Rambaud, O., Dorel, S., Lacour, J. R., Moyon, B., & Rahmani, A. (2010). Throwing performance is associated with muscular power. *Int J Sports Med*, 31(7), 505-510.
- Buško, K. (2015). Jumping Abilities and Power-Velocity Relationship in Judo Athletes: Comparative Analysis Among Age Categories. *Human Movement*, 16, 78-82.
- Corcos, D. M., Chen, C. M., Quinn, N. P., McAuley, J., & Rothwell, J. C. (1996). Strength in Parkinson's disease: relationship to rate of force generation and clinical status. *Ann Neurol*, 39(1), 79-88.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011a). Developing maximal neuromuscular power: Part 1--biological basis of maximal power production. *Sports Med*, 41(1), 17-38.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011b). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*, 41(2), 125-146.
- Coswig, V. S., Gentil, P., Bueno, J. C. A., Follmer, B., Marques, V. A., & Del Vecchio, F. B. (2018). Physical fitness predicts technical-tactical and time-motion profile in simulated Judo and Brazilian Jiu-Jitsu matches. *PeerJ*, 6, e4851.
- Cronin, J., & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med*, 35(3), 213-234.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J Strength Cond Res*, 19(2), 349-357.
- da Silva, B. V., Simim, M. A., Marocolo, M., Franchini, E., & da Mota, G. R. (2015). Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1616-1621.
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Med*, 37(3), 245-249.
- Detanico, D., Arins, F., Dal Pupo, J., & Santos, S. (2012). Strength Parameters in Judo Athletes: An Approach Using Hand Dominance and Weight Categories. *Human Movement*, 13, 330-336.
- Detanico, D., Dal Pupo, J., Graup, S., & Santos, S. (2016). Vertical jump performance and isokinetic torque discriminate advanced and novice judo athletes. *Kinesiology*, 48.

- Diaz-Lara, F., Del Coso, J., Garcia Garcia, J. M., & Abián-Vicén, J. (2015). Analysis of physiological determinants during an international Brazilian Jiu-jitsu competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 489-500.
- Diaz-Lara, F., Garcia Garcia, J. M., Monteiro, L., & Abián-Vicén, J. (2014). Body composition, isometric hand grip and explosive strength leg – similarities and differences between novices and experts in an international competition of Brazilian jiu jitsu. *Archives of Budo*, 10, 211-217.
- FPJ, F. P. d. J. (2018). Regulamento de Organização de Provas. from [http://www.fpj.pt/wp-content/uploads/2019/01/18ci305-Divulga%C3%A7%C3%A3o-de-Documentos\\_Regulamento-de-Organiza%C3%A7%C3%A3o-de-Provas-2019-1.pdf](http://www.fpj.pt/wp-content/uploads/2019/01/18ci305-Divulga%C3%A7%C3%A3o-de-Documentos_Regulamento-de-Organiza%C3%A7%C3%A3o-de-Provas-2019-1.pdf)
- Franchini, E., Artioli, G. G., & Brito, C. J. (2013). Judo combat: time-motion analysis and physiology. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 624-641.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sports Med*, 41(2), 147-166.
- Franchini, E., Panissa, V. L., & Julio, U. F. (2013). Physiological and performance responses to intermittent Uchi-komi in Judo. *J Strength Cond Res*, 27(4), 1147-1155.
- Garcia-Pallares, J., Lopez-Gullon, J. M., Muriel, X., Diaz, A., & Izquierdo, M. (2011). Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. *Eur J Appl Physiol*, 111(8), 1747-1758.
- Garcia-Ramos, A., Jaric, S., Padial, P., & Feriche, B. (2016). Force-Velocity Relationship of Upper Body Muscles: Traditional Versus Ballistic Bench Press. *J Appl Biomech*, 32(2), 178-185.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., & Rosenstein, R. M. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 22(6), 825-833.
- Hervéou, T., Rahmani, A., Chorin, F., Frère, J., Ripamonti, M., & Durand, S. (2018). Force-velocity muscular profiles and jumping performances of soccer goalkeeper. *Science & Sports*, 33(5).
- Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*, 126, 136-195.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1), 3-13.
- IBJJF, I. B. J.-J. F. (2018). Rules. from [https://ibjjf.com/wp-content/uploads/2019/05/IBJJF\\_Rules\\_Book\\_v5.1.1\\_en-US.pdf](https://ibjjf.com/wp-content/uploads/2019/05/IBJJF_Rules_Book_v5.1.1_en-US.pdf)
- James, L. (2014). An Evidenced-Based Training Plan for Brazilian Jiu-Jitsu. *Strength and Conditioning Journal*, 36, 14-22.
- Janssen, W. G., Bussmann, H. B., & Stam, H. J. (2002). Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther*, 82(9), 866-879.
- Jaric, S. (2015). Force-velocity Relationship of Muscles Performing Multi-joint Maximum Performance Tasks. *Int J Sports Med*, 36(9), 699-704.
- Jimenez-Reyes, P., Cross, M., Ross, A., Samozino, P., Brughelli, M., Gill, N., & Morin, J. B. (2019a). Changes in mechanical properties of sprinting during repeated sprint in elite rugby sevens athletes. *Eur J Sport Sci*, 19(5), 585-594.
- Jimenez-Reyes, P., Garcia-Ramos, A., Cuadrado-Penafiel, V., Parraga-Montilla, J. A., Morcillo-Losa, J. A., Samozino, P., & Morin, J. B. (2019b). Differences in Sprint Mechanical Force-Velocity Profile Between Trained Soccer and Futsal Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(4), 478-485.
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2016). Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Front Physiol*, 7, 677.
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Garcia-Ramos, A., Cuadrado-Penafiel, V., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2018). Relationship between vertical and horizontal force-velocity-power profiles in various sports and levels of practice. *PeerJ*, 6, e5937.
- Jones, N., & Ledford, E. (2012). Strength and Conditioning for Brazilian Jiu-jitsu. *Strength and Conditioning Journal*, 34, 60-69.

- Knuttgen, H., & Kraemer, W. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 1, 1-10.
- Kons, R., Athayde, M., Tavares, W., Junior, J. N., & Detanico, D. (2017). Vertical jump performance in judo and Brazilian jiu-jitsu athletes: An approach with different training levels. *Ido Movement for Culture*, 17(4), 27-31.
- Kraemer, W., & Newton, R. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Science Exchange*, 7, 1-12.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol*, 4, 863.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*, 12(2), 310-316.
- Mak, M. K., Levin, O., Mizrahi, J., & Hui-Chan, C. W. (2003). Joint torques during sit-to-stand in healthy subjects and people with Parkinson's disease. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 18(3), 197-206.
- Margarita, R., Aghemo, P., & Rovelli, E. (1966). Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *J Appl Physiol*, 21(5), 1662-1664.
- McGuigan, M. (2017). *Developing Power: NSCA - National Strength & Conditioning Association*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Menzel, H. J., Chagas, M. H., Szmuchowski, L. A., Araujo, S. R., Campos, C. E., & Giannetti, M. R. (2010). Usefulness of the jump-and-reach test in assessment of vertical jump performance. *Percept Mot Skills*, 110(1), 150-158.
- Mil-Homens, P., Correia, P., & Mendonça, G. (2015). *Treino da Força: Princípios Biológicos e Métodos de Treino* (Vol. 1). Cruz Quebrada: Edições FMH
- Moir, G. (2008). Three Different Methods of Calculating Vertical Jump Height from Force Platform Data in Men and Women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12, 207-218.
- Moir, G., Shastri, P., & Connaboy, C. (2008). Intersession reliability of vertical jump height in women and men. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1779-1784.
- Monteiro, L., Massuca, L., Garcia Garcia, J. M., & Calvo-Rico, B. (2014). Differences of Explosive Strength in Judokas Medallists and Not Medallists. *PAPIREX - Indian Journal of Research*, 3, 199-202.
- Morin, J.-B., & Samozino, P. (2018). *Biomechanics of Training and Testing. Innovative Concepts and Simple Field Methods* (J.-B. Morin, Samozino, Pierre Ed.).
- Morin, J. B., Jimenez-Reyes, P., Brughelli, M., & Samozino, P. (2019). When Jump Height is not a Good Indicator of Lower Limb Maximal Power Output: Theoretical Demonstration, Experimental Evidence and Practical Solutions. *Sports Med*, 49(7), 999-1006.
- Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *Int J Sports Physiol Perform*, 11(2), 267-272.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Strength na Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
- Patton, J. F., & Duggan, A. (1987). An evaluation of tests of anaerobic power. *Aviat Space Environ Med*, 58(3), 237-242.
- Perez-Castilla, A., Piepoli, A., Delgado-Garcia, G., Garrido-Blanca, G., & Garcia-Ramos, A. (2019). Reliability and Concurrent Validity of Seven Commercially Available Devices for the Assessment of Movement Velocity at Different Intensities During the Bench Press. *J Strength Cond Res*, 33(5), 1258-1265.
- Pierantozzi, E., & Muroi, R. (2009). Judo high level competitions injuries. *MEDit J MUSC SURV*, 7, 26-29.
- Rahmani, A., Samozino, P., Morin, J. B., & Morel, B. (2018). A Simple Method for Assessing Upper-Limb Force-Velocity Profile in Bench Press. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(2), 200-207.
- Rambaud, A., Pavoine, A., Morin, J.-B., Rossi, J., Edouard, P., & Samozino, P. (2019). *Evaluation of sprinting force production capacities in athletes at 6<sup>th</sup> month after anterior cruciate*

- ligament reconstruction: a pilot study*. Paper presented at the 3<sup>rd</sup> World Congress of Sports Physical Therapy, Vancouver.
- Ratamess, N. (2011). Strength and Conditioning for Grappling Sports. *Strength & Conditioning Journal*, 33, 18-24.
- Riviere, J. R., Rossi, J., Jimenez-Reyes, P., Morin, J. B., & Samozino, P. (2017). Where does the One-Repetition Maximum Exist on the Force-Velocity Relationship in Squat? *Int J Sports Med*, 38(13), 1035-1043.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech*, 41(14), 2940-2945.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: a theoretical integrative approach. *J Theor Biol*, 264(1), 11-18.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements--altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 313-322.
- Samozino, P., Riviere, J. R., Rossi, J., Morin, J. B., & Jimenez-Reyes, P. (2018). How Fast Is a Horizontal Squat Jump? *Int J Sports Physiol Perform*, 13(7), 910-916.
- Sargent, D. A. E. h. R., 188-194. (1921). The Physical Test of a Man. *American Physical Education Review*, 26, 188-194.
- Scholz, M. N., Bobbert, M. F., & Knoek van Soest, A. J. (2006). Scaling and jumping: gravity loses grip on small jumpers. *J Theor Biol*, 240(4), 554-561.
- Schwartz, J., Takito, M. Y., Del Vecchio, F. B., Antonietti, L. S., & Franchini, E. (2015). Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners. *Sport Sciences for Health*, 11(2), 171-180.
- Sertić, H., Segedi, I., & Molanovic, D. (2006). Anthropological and fitness status of Croatian judoists. *Archives of Budo*, 2, 24-27.
- Sikorski, W., Mickiewicz, G., Majle, B., & Laksa, C. (1987, 9-11 November). *Structure of the contest and work capacity of the judoist*. Paper presented at the International Congress on Judo, Contemporary Problems of Training and Judo Contest, Spala-Poland.
- Spano, M., Risucci, D. A., Etienne, M., & Petersen, K. H. (2019). Epidemiology of Sports Related Concussion in Brazilian Jiu-Jitsu: A Cross-Sectional Study. *Sports (Basel)*, 7(2).
- Tavares, L., Zanchetta, F., Lasevicius, T., Anorato, A., De Souza, E., Laurentino, G., & Franchini, E. (2017). Optimal load for the muscle power profile of prone bench pull in Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *Sport Sciences for Health*.
- Telles, T. (2019). What is the so-called Brazilian jiu-jitsu? *International Centre of Martial Arts for Youth Development and Engagement under the auspices of UNESCO*.
- Van Malderen, K., Jacobs, C., Ramon, K., Evert, Z., Deriemaeker, P., & Clarys, P. (2006, 5-8 Jul 2006). *Time and technique analysis of a judo fight: a comparison between males and females*. Paper presented at the 11<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science, Lausanne.
- Verdijk, L. B., van Loon, L., Meijer, K., & Savelberg, H. H. (2009). One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci*, 27(1), 59-68.
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (4<sup>th</sup> ed.). New York, United States: John Wiley & Sons Inc.
- Young, W. B., MacDonald, C., & Flowers, M. A. (2001). Validity of double- and single-leg vertical jumps as tests of leg extensor muscle function. *J Strength Cond Res*, 15(1), 6-11.
- Zaggelidis, G., Lazaridis, S., Malkogeorgos, A., & Mavrovouniotis, F. (2012). Differences in vertical jumping performance between untrained males and advanced Greek judokas. *Archives of Budo*. 8. 85-90. 10.12659/AOB.882775. . *Archives of Budo*, 8, 85-90.