

Comparação Física, Fisiológica e Técnica de Atletas de Artes Marciais Mistas em Função do Nível Competitivo e Classe de Peso

Orlando Barbosa da Silva Folhes

Tese para obtenção do Grau de Doutor em
Ciências do Desporto
(3^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Mário António Cardoso Marques
Co-orientador: Prof. Doutor Victor Manuel Machado dos Reis

Data da realização das provas 22 de novembro de 2023

Júri:
Prof. Doutor Joaquim Mateus Paulo Serra
Prof. Doutor Jefferson da Silva Novaes
Prof. Doutor Victor Manuel Machado de Ribeiro dos Reis
Prof. Doutor Daniel Almeida Marinho
Prof. Doutor Pedro Miguel Gomes Forte
Prof. Doutor Fernando Paulo Sebastião Rocha

Abril de 2024

Declaração de Integridade

Eu, Orlando Barbosa da Silva Folhes, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição D1942 de Ciências do Desporto da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Acadêmica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referência de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 19 /01 /2024



Orlando Barbosa da Silva Folhes

Dedicatória

Dedico à Deus por ter me orientado e fortalecido em todos momentos da minha vida até aqui.

Agradecimentos

A presente tese de doutorado foi possível devido à ajuda fundamental de várias pessoas. Como tal, gostaria de manifestar minha gratidão àqueles que contribuíram de alguma forma para isso:

- Agradecimentos especiais aos professores Mário C. Marques e Victor M. Reis por aceitarem ser meus orientadores, pela paciência, apoio e correções que me fizeram evoluir como acadêmico e profissional.
- Obrigado ao professor André Pederneiras por acreditar nas minhas ideias e ideais, e, por viabilizar o desenvolvimento dessa tese com os atletas que depositam em ti total confiança.
- Obrigado ao grupo de pesquisadores da Esefex pelo conhecimento passado. Sem a parceria de vocês esse projeto não teria sido possível. Um obrigado especial às professoras Danielli Mello, Adriene Muniz, Maria Cláudia e aos professores Guilherme Rosa e Lucenildo Cerqueira.
- Obrigado ao grupo de professores do CDPD por sempre esboçarem apoio às pesquisas e por fazerem parte dela.
- Obrigado aos atletas da equipe Nova União que fizeram parte como amostra desse estudo.
- Obrigado ao professor Nuno Garrido pela paciência e efetividade colaborando com todas as questões burocráticas no decorrer do curso.
- Um muito obrigado à minha família por sempre me incentivar e me fazer acreditar sem desistir. Em especial à minha esposa Natália Andrade pela paciência e companherismo em diversos momentos, principalmente durante o período gestacional que ocorreu durante o processo de análise de dados da pesquisa.

Lista de Publicações

Esta tese de doutorado está suportada pelos seguintes artigos:

- **Folhes, O.**, Reis, V. M., Marques, D. L., Neiva, H. P., & Marques, M. C. (2022). Maximum Isometric and Dynamic Strength of Mixed Martial Arts Athletes According to Weight Class and Competitive Level. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8741. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148741>
- **Folhes, O.**, Reis, V. M., Marques D. L., Neiva, H. P., & Marques, M. C. (2022). Influence of the Competitive Level and Weight Class on Technical Performance and Physiological and Psychophysiological Responses during Simulated Mixed Martial Arts Fights: A Preliminary Study. Aceite para publicação no *Journal of Human Kinetics*.
- **Folhes, O.**, Reis, V. M., Marques D. L., Neiva, H. P., & Marques, M. C. (2022). Comparison of Muscle Power and Anaerobic Endurance Levels of Mixed Martial Arts Athletes Based on Competitive Level and Weight Class. Artigo submetido para o *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Resumo

As Artes Marciais Mistas (MMA) é um dos esportes de combate de contato total que mais cresce internacionalmente. Os atletas podem vencer a luta por nocaute, nocaute técnico, finalização, decisão do júri, desclassificação do adversário e lesão do adversário. O treinamento dos atletas de MMA envolve sessões focadas no desenvolvimento técnico, tático e físico. Portanto, é essencial conhecer os requisitos físicos, fisiológicos e técnicos do MMA e entender se eles permitem discriminar os atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e a categoria de peso. Assim, esta tese de doutorado analisa como diferentes parâmetros físicos, fisiológicos e técnicos diferenciam os atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e a categoria de peso. Para atingir esses objetivos foram planejados os seguintes estudos: i) comparação da força isométrica e dinâmica máxima de atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso; ii) comparação dos níveis de potência muscular e resistência anaeróbia de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso; iii) avaliação da resposta fisiológica durante um combate simulado de MMA. No geral, os resultados indicaram que: i) a força dinâmica máxima no supino reto e a força isométrica lombar permitem diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso; ii) apesar da potência máxima absoluta nos testes de salto vertical e a potência média absoluta no teste de Wingate permitirem diferenciar atletas de MMA em função da sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal; iii) atletas de elite apresentam maior rendimento técnico quando comparados com atletas profissionais; iv) atletas leves tendem a iniciar o primeiro round com uma demanda fisiológica menor quando comparados aos atletas pesados, embora os primeiros possam aumentar sua demanda ao longo do combate. Em síntese, com os resultados da tese é possível entender melhor as demandas físicas, fisiológicas e técnicas do esporte, sugerindo modelos de treinamento mais específicos para atletas de MMA.

Palavras-chave

Artes marciais mistas, força, potência, demandas fisiológicas, desempenho técnico, elite, profissional, leve, pesado

Abstract

Mixed Martial Arts (MMA) is one of the fastest-growing full-contact combat sports internationally. Athletes can win the fight by knockout, technical knockout, submission, the jury's decision, disqualification of the opponent, and injury of the opponent. The training of MMA athletes involves sessions focused on technical, tactical, and physical development. Therefore, it is essential to know the physical, physiological, and technical requirements of MMA and to understand whether they allow discriminating MMA athletes according to the competitive level and weight class. Thus, this doctoral thesis analyzes how different physical, physiological, and technical parameters differentiate MMA athletes according to the competitive level and weight category. To achieve these objectives, the following studies were planned: i) comparison of maximal isometric and dynamic strength of MMA athletes according to the competitive level and weight class; ii) comparison of muscular power and anaerobic endurance levels of MMA athletes according to the competitive level and weight class; iii) evaluation of the physiological response during a simulated MMA combat. Overall, the results indicated that: i) maximum dynamic strength in the bench press and lumbar isometric strength allow differentiating MMA athletes according to their competitive level and weight class; ii) although the absolute maximum power in the vertical jump tests and the mean absolute power in the Wingate test allow differentiating MMA athletes according to their weight class, the same does not happen when the values are normalized to body mass; iii) elite athletes have higher technical performance when compared to professional athletes; iv) light athletes tend to start the first round with a lower physiological demand when compared to heavy athletes, although the former may increase their demand throughout the combat. In summary, with the results of the thesis, it is possible to understand better the physical, physiological, and technical demands of the sport, suggesting more specific training models for MMA athletes.

Keywords

Mix martial arts, strength, power, physiological demands, technical performance, elite, professional, light, heavy

Índice

| | |
|--|------|
| Declaração de Integridade..... | iii |
| Dedicatória..... | v |
| Agradecimentos..... | vii |
| Lista de Publicações..... | ix |
| Resumo..... | xi |
| Abstract..... | xiii |
| Lista de Figuras..... | xvii |
| Lista de Tabelas..... | xix |
| Lista de Acrónimos..... | xxi |
| Capítulo 1. Introdução Geral..... | 1 |
| Capítulo 2. Revisão da Literatura..... | 3 |
| Capítulo 3. Estudos Experimentais..... | 25 |
| Estudo 1. Comparação dos níveis de força máxima em regime isométrico e dinâmico em atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e classe de peso..... | 25 |
| Estudo 2. Comparação dos níveis de potência muscular e resistência anaeróbia em atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e classe de peso.... | 39 |
| Estudo 3. Influência do Nível Competitivo e da Classe de Peso no Desempenho Técnico e nas Respostas Fisiológicas e Psicofisiológicas Durante Lutas Simuladas de Artes Marciais Mistas: Um Estudo Preliminar..... | 51 |
| Estudo 4. Recomendações práticas para o treino físico e técnico de atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e estratégia de luta..... | 65 |
| Capítulo 4. Discussão Geral..... | 79 |
| Capítulo 5. Conclusões Gerais..... | 85 |
| Capítulo 6. Sugestões para Futuras Pesquisas..... | 87 |
| Capítulo 7. Bibliografia..... | 89 |

Lista de Figuras

Capítulo 3, Estudo 1

Figura 1. Ilustração do teste isométrico de força lombar.30

Capítulo 3, Estudo 3

Figura 1. Ilustração dos procedimentos experimentais..... 53

Figura 2. Ilustração da posição da câmera de vídeo..... 55

Figura 3. Mudança na frequência cardíaca das rondas 1 a 2, 2 a 3 e 1 a 3 antes (A) e depois (B) de cada ronda; * $p < 0,05$, diferenças significativas entre grupos (ANOVA de um fator); R: ronda; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite..... 58

Lista de Tabelas

Capítulo 3, Estudo 1

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Características dos atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso. | 29 |
| Tabela 2. Valores absolutos e relativos de força isométrica e dinâmica de acordo com o nível competitivo e classe de peso. | 33 |
| Tabela 3. Tamanho do efeito (<i>Hedge's g</i>) para a comparação entre grupos. | 34 |
| Tabela 4. Resultados da correlação de Pearson com valores absolutos e relativos (normalizados para massa corporal). | 34 |

Capítulo 3, Estudo 2

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Características dos atletas de MMA acordo com o nível competitivo e classe de peso. | 42 |
| Tabela 2. Valores de potência muscular e resistência anaeróbia de acordo com o nível competitivo e classe de peso. | 45 |
| Tabela 3. Tamanho do efeito (<i>Hedge's g</i>) para a comparação entre grupos. | 45 |

Capítulo 3, Estudo 3

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Diferenças entre grupos nas ações ofensivas e defensivas. | 57 |
| Tabela 2. Diferenças entre os grupos na frequência cardíaca antes e depois de cada ronda. | 58 |
| Tabela 3. Diferenças entre os grupos nas concentrações de lactato sanguíneo. | 59 |
| Tabela 4. Diferenças entre os grupos na taxa de esforço percebido após cada ronda. | 60 |

Capítulo 3, Estudo 4

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Resultados de testes de força em atletas de MMA e outras modalidades de combate. | 68 |
| Tabela 2. Resultados de testes de potência/resistência anaeróbia em atletas de MMA e outras modalidades de combate. | 69 |

| | |
|---|----|
| Tabela 3. Resultados fisiológicos após combates simulados em atletas de MMA e outras modalidades de combate..... | 70 |
| Tabela 4. Comparações entre atletas de modalidades de domínio, MMA e de modalidades de percussão e projeção. | 71 |

Lista de Acrónimos

| | |
|--------------------------|---|
| Cage Jaula | Área de combate onde ocorrem os combates de MMA |
| Camp training | Temporada de treino preparatório para combate |
| Cartel | currículo de um lutador, apresentando as lutas realizadas separadas por vitórias, empates, derrotas e nos contests. Quando se diz que um lutador tem um cartel de 2-2-1-1, significa que venceu 2 combates, perdeu 2, empatou uma e uma delas terminou em no contest. |
| Cruzado | Golpe realizado com a mão de trajetória lateral |
| Direto | Soco com a mão de trás partindo de uma posição de guarda |
| Double leg | Projeção utilizando as duas pernas do adversário |
| EP | Estado de prontidão |
| FC | Frequência cardíaca |
| Ground and pound | Movimentação de combate de solo simulando ataques por cima |
| Head coach | Treinador principal |
| Jab | Soco com a mão da frente partindo de uma posição de guarda |
| Manopla | Proteção acolchoada onde os atletas deferem golpes em movimentos de combate |
| MMA | Mix martial arts (artes marciais mistas) |
| Muay Thai | É uma arte marcial originária da Tailândia que inclui golpes de combate de percussão em pé, sendo permitido punhos, cotovelos, joelhos, canelas e pés. |
| No contest | Quando a combate, por alguma razão, termina sem resultado |
| PSE | Percepção subjetiva de esforço |
| Single leg | Projeção utilizando uma das pernas do adversário |
| TEAI | Teste específico de alta intensidade |
| Treino de sparring | Treino de combate dentro das regras de competição |
| Sprawl | Defesa de queda utilizando as duas pernas |
| Submissão ou finalização | Movimento onde o atleta expõe seu oponente a posições de estrangulamento ou torções articulares levando o mesmo a desistência do combate, usualmente sinalizado por 3 tapinhas no solo ou no próprio corpo do executante da ação |
| Wrestling | Arte marcial de luta agarrada, onde é permitido executar arremessos e projeções do corpo do adversário contra o solo e executar torções nas articulações em pé e no solo. |

Capítulo 1. Introdução Geral

O *Mixed Martial Arts* (MMA) ou Artes Marciais Mistas é uma modalidade de esporte de combate que inclui tanto técnicas de combate em pé quanto no chão, suas principais características são a liberdade e variabilidade de técnicas permitidas, seja para o objetivo de tocar, arremessar e ou imobilizar o adversário utilizando os punhos, pés, cotovelos, joelhos, passando por técnicas de projeções, torções, chaves nas articulações e estrangulamentos Amtmann (2004).

A força muscular é uma valência física muito discutida no ambiente esportivo. Observamos o uso da força em diversas situações durante um combate de MMA, manifestando-se de forma máxima em situações de ataque/defesa e de forma isométrica em eventos onde a luta se desenrola no solo ou na busca pelo melhor controle do corpo do adversário (Silva et al., 2018). O MMA é uma modalidade relativamente recente e com literatura escassa sobre a comparação dos índices de força entre atletas de diferentes níveis competitivos e classes de peso. Portanto, é necessário perceber se os níveis de força máxima em regime isométrico e dinâmico permitem diferenciar atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso (Estudo 1).

Além da importância da força muscular, a potência muscular (i.e., o produto da força e velocidade) e a resistência anaeróbia são valências físicas que podem ser decisivas durante um combate de MMA, por consequência de sua manifestação acontecer em altas intensidades e atos explosivos (Franchini et al., 2004). Dado a sua importância e salientando a escassez de dados sobre a comparação de tais índices entre atletas de MMA, é fundamental perceber se os níveis de potência muscular e resistência anaeróbia permitem discriminar entre atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso (Estudo 2).

De acordo com a literatura científica, durante um combate de MMA ocorrem variações intermitentes de estímulos em diferentes níveis de intensidade e contundência, principalmente nos deslocamentos e transição de posições (Alm, 2013). Sendo a literatura escassa sobre a comparação destes índices entre atletas de MMA de diferentes níveis competitivos e classes de peso, é necessário aprofundar mais esta temática. Nesse sentido, torna-se fundamental comparar as respostas fisiológicas, percepção de esforço e desempenho técnico durante um combate simulado de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso (Estudo 3).

Dadas as considerações acima, a presente tese tem com objetivo geral analisar como diferentes indicadores físicos, fisiológicos e técnicos permitem diferenciar os atletas de MMA em função do seu nível competitivo e classe de peso. De forma a alcançar o objetivo proposto, foi definida uma sequência de estudos, que compõe a seguinte estrutura de tese:

O Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura para identificar as exigências físicas, fisiológicas e técnicas do MMA. Em seguida, o Capítulo 3 compila a pesquisa experimental realizada para atingir o objetivo principal da tese, incluindo os seguintes estudos:

- Estudo 1: Comparação dos níveis de força máxima em regime isométrico e dinâmico de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso.
- Estudo 2: Comparação dos níveis de potência muscular e resistência anaeróbia de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso.
- Estudo 3: Comparação das respostas fisiológicas, percepção de esforço e desempenho técnico durante um combate simulado de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso
- Estudo 4: Recomendações práticas para o treino físico e técnico de atletas de MMA em função do nível competitivo e estratégia de luta.

De seguida, é apresentada no Capítulo 4 uma discussão geral dos resultados obtidos nos diferentes estudos, seguida das principais conclusões da tese no Capítulo 5. Por fim, o Capítulo 6 apresenta sugestões para futuras pesquisas.

Capítulo 2. Revisão da Literatura

Organização do MMA

Desenvolvido por uma família de brasileiros praticantes e criadores do *brazilian jiu-jitsu*, família Gracie, as Artes Marciais Mistas ou *Mixed Martial Arts* (MMA) nasceu com a intenção de mostrar a supremacia da arte criada por esta família sobre as demais artes marciais existentes. Originalmente o MMA era um combate sem regras, sem tempo, onde tudo era permitido. Com passar do tempo, a venda dos direitos autorais do maior evento, conhecido como UFC (Ultimate Fighting Championship) e com a criação de comissões atléticas, a modalidade se desenvolveu e passou a ter regras definidas (Milo, 2005). Nos dias atuais, o MMA é uma das modalidades que mais cresce em âmbito internacional, sendo uma mistura de esportes de combate, incluindo o Judô, Boxe, Wrestling, Brazilian Jiu-Jitsu, Muay Thai, Taekwondo, Caratê entre outros estilos (Marinho, 2011). O combate se desenvolve em pé de forma agarrada ou em percussão e no solo. São válidos golpes traumáticos como socos, cotoveladas, joelhadas, chutes, além de aplicação de imobilizações, chaves articulares e estrangulamentos, além de diversas técnicas de projeção e domínio (Alm, 2013).

Formalmente e de maneira unificada, um combate de MMA contém três rounds com cinco minutos de duração com um minuto de intervalo entre eles. Entretanto, alguns eventos elevam para cinco o número de rounds de combates que tenham em disputa o cinturão do evento, definindo assim o campeão. Apesar da enorme popularidade, o conhecimento científico sobre as características fisiológicas desta modalidade ainda muito reduzido em comparação com outras modalidades de combate (Amtmann, 2004). Ainda fazendo uma comparação com algumas outras modalidades de combate, o MMA se diferencia com relação aos rankings produzidos pelos eventos. No MMA o ranking é um dos argumentos utilizados para casamento dos combates, logo, os atletas com melhor ranking conseguem os melhores combates. Todavia, o ranking é usualmente feito por votação de jornalistas e da mídia especializada que o próprio evento escolhe. Algumas revistas especializadas divulgam um ranking oficial, procurando utilizar critérios mais objetivos e consequentemente mais justos. Nas diferentes modalidades esportivas, rankings são organizados para classificar os competidores ao longo de vários campeonatos ou torneios. Os critérios variam conforme o esporte, o país, a época, entre outros quesitos, mas, ainda que sua aplicação seja sempre discutível, todo ranking busca sua legitimação em pressupostos objetivos.

Há basicamente dois tipos de rankings: os históricos e os de momento. Rankings históricos são cumulativos, e procuram classificar os competidores somando pontos em toda a história da competição. Rankings de momento referem-se apenas aos pontos conquistados pelos competidores num período recente, em geral os últimos 12 meses (Houaiss, 2017).

Os Rankings do UFC (maior evento de MMA da atualidade) é a classificação dos lutadores que combatem nesta promoção de artes marciais mistas. Ao todo, são 10 rankings, um para cada categoria, além do chamado Ranking Peso por Peso, que é a classificação geral, considerando todo os pesos. Os rankings são votados por jornalistas escolhidos pelo UFC, e participam das votações pessoas da mídia de todo o mundo. Os critérios para a votação dependem de cada jornalista, mas, a princípio, são consideradas coisas como: Ranking dos adversários derrotados pelo lutador, dificuldade das finalizações de combate, etc. As classificações, até dezembro de 2013, continham 10 atletas para cada ranking. A partir da atualização do dia 30 de dezembro de 2013 (após o UFC 168), os rankings passaram a ter 15 atletas para cada categoria (MMA World Ranking, 2017).

Estratégia de combate, tática e exigência física do MMA

O grande número de possibilidades onde um combate de MMA pode se desenvolver, e a imprevisibilidade do que fará o adversário, permite que os treinadores possam traçar diferentes estratégias para seus atletas (Del Vecchio et al., 2011). Regra geral, as estratégias são traçadas de acordo com a origem marcial do atleta (sua arte marcial mais aperfeiçoada), com a meta de potencializar as características próprias ou ainda de anular as potencialidades do adversário (Sterkowicz, 2003). Ainda dentro desse contexto global, o combate pode se desenvolver através de: a) combate de percussão em pé, b) projeção para desenvolvimento de combate de solo e c) combate agarrada em pé (conhecida como combate de grade ou anti-jogo).

Segundo Lenetsky e Harris (2012) ainda que um combate se tenha iniciado em pé, as técnicas utilizadas no MMA geralmente se enquadram em três categorias técnicas, sendo elas: técnicas de contusão, técnicas de dominância e técnicas agarradas. Ou seja, os atletas podem usar como recurso socos, chutes, joelhos e cotoveladas. Agarrar o oponente tentando ganhar o controle do corpo do atleta adversário com ataques de curta distância, e, também pode tentar projetar o adversário para a luta de solo, e, portanto, fazer a transição de técnicas. Uma vez no solo, poderão tentar ganhar

posições dominantes para aplicação de estrangulamentos ou torções ou ainda tentar ficar novamente em pé. Os atletas ainda podem desferir socos e cotoveladas uns nos outros na cabeça, rosto e no corpo, bem como uso dos joelhos e chutes.

Logo, a maioria dos atletas em MMA geralmente tem suas raízes específicas de acordo com seu histórico de artes marciais. Portanto, um amplo conjunto de habilidades tem sido considerado importante para a prática desse esporte, logo, é crescente a demanda por atletas de MMA em dominar técnicas possivelmente fora de sua zona de conforto (Lahti, 2016).

A popularidade do MMA está em constante crescimento. Transmissões do UFC já vem sendo feitas desde antes de 2010, com uma média de 1.5 milhões de espectadores, gerando receita de pay-per-view maior que outros eventos esportivos mais tradicionais e populares. De acordo com pesquisas feitas sobre as classificações dos espectadores do UFC, as artes marciais mistas são consideradas potencialmente como um dos esportes que mais crescem no mundo (Philpott, 2010).

Todavia, mesmo com todo esse crescimento, o conhecimento fisiológico do esporte é relativamente pequeno comparado a outros esportes de combate, como judô, boxe, taekwondo e wrestling (Lenetsky e Harris, 2012). Felizmente, parece existir um interesse crescente dentro da comunidade científica esportiva tentar estudar e perceber com maior detalhe o comportamento fisiológico dentro do MMA. Por fim, embora existam diferentes estratégias utilizadas pelos atletas no MMA, em geral, o atleta de MMA precisa ser capaz de produzir diferentes gestos explosivos durante um longo período de tempo durante toda a luta, preferencialmente em níveis máximos. Os rounds de até 5 minutos de duração e de até 15 minutos de luta, faz do MMA uma modalidade de estrutura intensa e que requer múltiplos atributos no espectro de força e condicionamento (La Bounty, 2011).

Perfil fisiológico do MMA

Tal como fora dito previamente, começam a estar disponíveis na literatura, alguns estudos sobre o esforço fisiológico dos combates de MMA, porém ainda é bastante restrita em comparação a modalidades como o judô e wrestling (Amtmann; Spath, 2008; Alm, 2013). Os dados atuais indicam o MMA como modalidade de combate com grande demanda energética, intermitente, com alto risco de contundência e de intensidade elevada com ênfase significativa do sistema glicolítico (Del Vecchio e

Hirata, 2011; Galetta et al., 2011). Com a popularização e exponencial aumento do número de praticantes de MMA versus o número limitado de informações na literatura científica sobre as características fisiológicas da modalidade, é urgente que se produza mais investigação para melhor prescrição de treinos.

Nas modalidades de combate, ocorrem variações constantes de estímulos, variando entre altas, baixas e moderadas intensidades, originadas por ações de ataque, defesa, deslocamentos, transição de posições e preparações para os golpes e contragolpes (Urbinati et al., 2013). No MMA as ações de ataque e defesa são realizadas em movimentos de grande potência e curta duração, caracterizando uma demanda do metabolismo anaeróbio. Entretanto, também fazem parte da rotina de ações dos atletas, os movimentos de moderada e baixa intensidade, que provavelmente quem predomina é o metabolismo aeróbio (Chiodo et al., 2011), além do mesmo atuar nos intervalos entre os rounds e pelo fato de um combate de MMA possuir um total de 15 minutos de luta mais dois minutos de intervalo, sendo um minuto de intervalo do primeiro para o segundo round e mais um do segundo para o terceiro round, totalizando 17 minutos destinados ao combate.

Em estudo feito com atletas de taekwondo, observou-se uma demanda cardiovascular próxima a máxima e altas concentrações de lactato em lutas oficiais, sugerindo que a relação esforço:pausa da competição pode promover estímulos adequados para ganhos de condicionamento aeróbio e anaeróbio (Bridge et al., 2014). Estudos de Campos et al. (2012) com atletas brasileiros de nível nacional e internacional igualmente de taekwondo, estimou a demanda energética dos combates a partir de lutas simuladas e observou que existe maior participação do sistema aeróbio durante os diferentes rounds. Demonstrou-se que, mesmo uma atividade de caráter intermitente, como o taekwondo, gerou baixa contribuição do sistema anaeróbio, embora o mesmo seja determinante para o êxito competitivo. Sugere-se ainda, que outros fatores podem ter influenciado os resultados, entre eles, temperatura elevada em função da vestimenta, a utilização de equipamentos de medida de gás que aumentam o peso total do atleta, e estratégias individuais de economia de energia (Campos et al., 2012).

Atividades realizadas em grande intensidade estão associadas a um aumento contínuo do lactato, podendo chegar até a exaustão, caso não ocorram momentos de recuperação. O sistema anaeróbio entra em predominância quando os valores do lactato ultrapassam 4 mmol.L^{-1} podendo prejudicar o desempenho em outros exercícios realizados posteriormente, mesmo que com outros grupos musculares (Kostikiadis et

al., 2018). Especificamente nas modalidades de combate, diferentes vias energéticas são requeridas durante as lutas, por isso, atletas de elite geralmente recebem treinamentos mistos que combinam tanto características aeróbias quanto anaeróbias (Ravier et al., 2009).

O sistema aeróbio, por responder rapidamente à demanda energética do exercício, tem um papel importante também em esforços máximos de curta duração (Bourdon et al., 2017), como é o caso dos combates de judô. A capacidade aeróbia tem sido relacionada à maior remoção de lactato sanguíneo pós-luta (Detanico et al., 2012; Franchini et al., 2004), enquanto a potência aeróbia parece ser uma das variáveis determinantes na manutenção da intensidade em lutas com duração máxima (5 min) (Franchini et al., 2007). Gariod et al., (2005) verificaram que os judocas mais treinados aerobiamente apresentaram maior ressíntese de fosfocreatina, o que poderia gerar maior recuperação nos intervalos durante a luta, e, que tais aspectos podem contribuir para que o atleta mantenha a intensidade durante a luta e na sequência destas, contribuindo no controle do processo de fadiga.

Os atletas que apresentam elevada capacidade aeróbia tendem a ter menor valor de lactato sanguíneo em qualquer tipo de atividade (Del Vecchio e Ferreira, 2013). Embora pareça que a depleção total de creatina fosfato, não deva ser o único fator limitante para as atividades de alta intensidade, teoricamente é possível pensar que um atleta com maiores reservas de ATP e CP (Ghoul et al., 2017) ou melhor ressíntese de CP, atrase a grande utilização da glicólise e fadiga relacionada ou à depleção de glicogênio ou ao acúmulo de lactato e íons H⁺. Drigo et al., (2006), analisando o treinamento contínuo de atletas de judô com duração de uma hora e trinta minutos, constatou picos de concentração de lactato de 7.4 mmol.L⁻¹ e em treinamento intermitente com o mesmo tempo de 6.9 mmol.L⁻¹, demonstrando a grande ênfase do treinamento anaeróbio láctico no judô.

Essa grande demanda metabólica láctica, pode ser atribuída a exercícios com grau de intensidade supramáximo e de longa duração, onde a produção de lactato na célula muscular irá se acumular no sangue tendo como resultado uma limitação na produção de energia (adenosina trifosfato – ATP) pelas vias aeróbia, sendo esse suprimento principalmente através da glicólise e quando ocorre esgotamento da creatina fosfato (CP). A contração isométrica da musculatura em atividade, realizada para sustentar a força contrária realizada pelo oponente, dificulta a circulação sanguínea e conseqüentemente a remoção de resíduos metabólicos (Plisk, 1991).

O grande predomínio do metabolismo anaeróbio láctico durante os treinamentos, pode provocar alterações metabólicas aos atletas, tais como, redução do rendimento aeróbio e anaeróbio alático e elevação da capacidade de produção de lactato (Karnincic et al., 2009). Com a melhora do metabolismo oxidativo, de imediato ocorrem incrementos na produção de energia, além de se mostrar importante na remoção e diminuição da velocidade de acúmulo do lactato (Kostikiadis et al., 2018), tendo em vista as elevadas concentrações de lactato, estar associada a diminuir a possibilidade de sucesso num combate (Drigo et al., 2006). Logo, destaca-se a importância do treinamento dessas vias metabólicas, para uma melhor performance em competições.

Num estudo realizado com atletas karatê, caratecas franceses de nível internacional do sexo masculino, procurou-se perceber a influência da adição de duas sessões de corridas de intensidade supra máxima a 100% da velocidade do consumo máximo de oxigênio com duração de 20 segundos e recuperações de 15 segundos. Os atletas foram divididos em dois grupos, sendo um grupo exposto ao treino típico semanal mais sessões de treino intervalado de alta intensidade e um grupo controle exposto somente ao treino típico semanal. O grupo experimental aumentou significativamente os valores de consumo máximo de oxigênio (de 58.7 para 61.4 mL/kg/min) (Ravier et al., 2009). Em um estudo realizado com atletas de wrestling do sexo masculino de nível internacional, onde se tentou estabelecer a eficácia da adição de treino intervalado de alta intensidade, aplicando sessões progressivas de corridas de 35 metros interceptadas por repousos de 10 segundos (3 a 6 sets com 3 minutos entre eles), observou-se um incremento significativo no componente aeróbio e anaeróbio, a partir da análise da potência pico e potência média em quatro séries sucessivas de teste de Wingate (Bayati et al., 2011).

Analisando a contribuição energética em exercícios específicos de judô que terminavam com projeção durante 5 minutos, Franchini et al., (2008) observaram que a via aeróbia foi responsável por aproximadamente 82% da contribuição energética do exercício, seguida pela via anaeróbia alática com 15% e anaeróbia láctica 1,5%. Apesar desses exercícios se aproximarem de situações de combate no que se refere ao tempo e ações de projeção, o fato de não haver disputa pela melhor pegada nos trajes de luta e nem resistência do oponente, provavelmente houve menor solicitação anaeróbia láctica se comparado à luta propriamente. Portanto, o judô, que é uma modalidade de projeção e frequentemente representada por atletas em lutas de MMA, pode ser caracterizado como esporte intermitente em que ambos os metabolismos anaeróbio e aeróbio são

solicitados (Franchini et al., 2011). A contribuição da via anaeróbia láctica pode ser observada a partir das elevadas concentrações de lactato obtidas após simulações de luta, com valores entre 8-14 mmol.L⁻¹, (Bonitch-Domínguez et al., 2012; Franchini et al., 2009; Garcia et al., 2009).

Igualmente com atletas de judô, onde se incrementou as sessões de corridas com duração de 30 segundos a 90% da velocidade do consumo máximo de oxigênio, com intervalos de 4 minutos, não foram percebidas melhorias no componente aeróbio, contudo foi observado um aumento de 22% na potência no teste de Wingate (Kim et al., 2011). Ainda com judocas de elite, Bonato et al., (2014) examinaram a influência de um treinamento aeróbio específico com duração de 12 semanas, com 2 sessões de corrida de 30 minutos contínua a 60% da velocidade do consumo máximo de oxigênio e 1 sessão de treino intervalado de alta intensidade (15 sets de 1 minuto de estímulo por 1 minuto de recuperação ativa, a 90% e 60% da velocidade do consumo máximo de oxigênio, respectivamente). Como resultado, a velocidade máxima alcançada durante o teste de capacidade aeróbia máxima aumentou significativamente ($p=0,04$), contudo não alterou a velocidade do consumo máximo de oxigênio. As características cinéticas da frequência cardíaca e a FC no consumo máximo de oxigênio diminuíram significativamente, além do limiar ventilatório ter aumentado.

Desta forma, enfatizar os aspetos relacionados à solicitação metabólica durante situações globais e de lutas, principalmente específica para o conteúdo misto, possibilita uma melhor caracterização do esporte, expondo possíveis implicações para os programas de treinamento e elaboração de estratégias para combates. Por outro lado, apesar de concordar com a importância de considerar o perfil do próprio atleta e do oponente, a associação com a relação esforço:pausa de outras modalidades pode ser útil (Del Vecchio et al., 2007; Nilsson et al., 2002; Van Malderen et al., 2008; Campos et al., 2012; Iide et al., 2008; Silva et al., 2014). Importa ainda referir que num estudo realizado com atletas de jiu-jitsu brasileiro, verificou-se em comparação de lutas simuladas e oficiais, que as estratégias psicológicas e motivacionais devem ser adicionadas para aumentar o estresse do treinamento e indica-se que sessões de treino com atletas de outras equipes ou combates com apenas dois atletas por período, enquanto os outros assistem, podem ser eficientes para aproximar as sessões de treino da realidade da competição (Moreira et al., 2016).

Lactato sanguíneo

Quantificar o esforço de qualquer atividade física e esportiva é de fundamental importância para prescrições mais refinadas no aperfeiçoamento físico dos praticantes, todavia, nas modalidades de combate, a mensuração e o controle das cargas são de elevada complexidade, devido a grande gama de imprevisibilidades e particularidades das ações e métodos de treino (Soncin, 2015).

Na última década a concentração de lactato sanguíneo tem sido utilizada com a finalidade de controlar o rendimento dos desportistas (Dekerle et al., 2003). A valorização da prescrição do treinamento com base na lactacidemia está na correlação existente entre a produção de lactato com o metabolismo energético (Campos et al., 2012). Nas modalidades de combate, diversos estudos têm utilizado o lactato sanguíneo como indicador da carga de esforço, sendo que a maioria procura fazer associações entre o lactato, FC e PSE (Franchini et al., 2008; Serrano et al., 2016; Bonitch et al., 2005; Milanez et al.; 2011; Okuno et al., 2011; Branco et al., 2013).

Frequentemente utilizado para determinar a contribuição da glicogenólise anaeróbia na produção de energia durante exercício, os níveis de lactato expressam a razão entre produção deste metabólito, nos músculos ativos, e de remoção em processos oxidativos (fibras lentas oxidativas e miocárdio), ressíntese de glicogênio (músculos em repouso) e gliconeogênese (fígado) (Viru, 2001). As baixas intensidades de esforço, a concentração de lactato sanguíneo está próxima às de repouso, aumentando progressivamente durante o exercício. O limiar anaeróbico é o ponto do exercício onde o lactato acumula rapidamente, devido a uma produção maior de ácido láctico do que a capacidade de remoção. Regra geral, considera-se o valor fixo de 4 mmol.L^{-1} como o ponto onde acontece o limiar de lactato (Grant et al., 2002).

Estudos que avaliaram as concentrações de lactato em combates simulados, encontraram valores que ultrapassaram os 10 mmol.L^{-1} , indicando uma elevada solicitação da via energética glicolítica. Contudo, é fácil pensar-se que numa situação real de combate os níveis seriam muito superiores (Colantonio et al., 2001; Braswell, 2010).

É interessante comparar dados de lactato sanguíneo de esportes de combate que representam diferentes objetivos como percussão, domínio e projeção. Por exemplo, Smith (2006) relatou valores de lactato sanguíneo de aproximadamente 13.5 mmol.L^{-1}

em atletas de boxe profissionais ao fim de 4 rounds de 2 minutos cada. Ao considerar requisições energéticas em modalidades de percussão, é evidenciada uma alta demanda glicolítica ($10.1 \pm 2.1 \text{ mmol.L}^{-1}$) em lutas simuladas de boxe feminino com três rounds de 2 min com intervalo de 1 min entre eles (Chatterjee et al., 2005). Ainda considerando o boxe, lutas principais ($11.5 \pm 1.6 \text{ mmol.L}^{-1}$) parece apresentar maior expressão de lactato do que lutas preliminares ($9.8 \pm 1.7 \text{ mmol.L}$), o que demonstra maior intensidade relacionada ao grau de importância do combate (Obmiński et al., 2013).

O desenvolvimento da capacidade anaeróbia também se mostrou importante num estudo realizado com lutadores amadores de boxe ingleses onde os valores de lactato após a luta ultrapassaram os 13 mmol.L^{-1} (Smith, 2006). Num estudo de simulação de combate com atletas de Muay Thai, Siqueira et al., (2016) puderam observar valores de lactato médios de 10.2 mmol.L^{-1} , enquanto que num estudo similar realizado com atletas brasileiros de outras modalidades de percussão, como o taekwondo, os valores do lactato sanguíneo chegaram às 7 mmol.L^{-1} (Franchini et al., 2009). Noutro estudo realizado com atletas brasileiros de wushu olímpico a concentração de lactato mostrou-se elevada ($12 \pm 1.8 \text{ mmol.L}^{-1}$) após combates de três rounds de 2 minutos (Franchini et al., 2014) e próximos a 10 mmol.L^{-1} em tunisianos (Bouhleb et al., 2006).

Estes valores são inferiores quando comparados com estudos de simulação de combate realizados com wrestlers onde o lactato alcançou às 20.7 mmol.L^{-1} (Franchini et al., 2004) e judocas onde o lactato atingiu às 12.3 mmol.L^{-1} (Degoutte, 2003). No wrestling de elite (estilo greco-romano), Nilsson et al., (2002) encontraram, valores médios de lactato sanguíneo de 14.8 mmol.L^{-1} após uma luta de 5 minutos no campeonato mundial de 1998.

Ainda segundo Amtmann et al., (2008), é importante observar que a variação nos testes de lactato sanguíneo e a PSE pode ser parcialmente explicada pela variação nos tempos de esforço:pausa. Corroborando com estudos de Del Vecchio et al. e Franchini (2011) que explicam que tal diferença pode ser compreendida ao analisarmos o decorrer dos combates de percussão que envolvem fases curtas de intensidade máximas e/ou supramáximas em período de tempo também curto, porém, com momentos de descanso em que o atleta pode recuperar a energia gasta durante o deslocamento pela área de combate. Contrariamente às modalidades de projeção, como no judô e no wrestling, onde os valores de lactato foram superiores, o tempo de recuperação é menor, pois os atletas permanecem em produção de força, entre elas força isométrica,

mesmo quando se deslocam para sair de uma ação ou encontrar o tempo para realização de um ataque.

A diferença entre os valores de lactato parece ter forte correspondência com o estilo de combate, pois a relação esforço:pausa que encontraram nas modalidades de percussão, foram de 6:1, enquanto que no judô e no wrestling, essa relação caiu para 2:1. Em modalidades de domínio, como o jiu-jitsu por exemplo, essa relação sobe para 10:1, e, em estudos de Del Vecchio (2007), encontraram valores médios de lactato de 11.6 mmol.L⁻¹ em simulações de combate com atletas de elite de jiu-jitsu.

As taxas de esforço:pausa também foram estudadas no MMA, embora haja uma variação significativa nos tempos de luta em pé e luta no solo, pode-se observar que a razão 1:2 para 1:4 pareceu ser normal (Lachlan et al., 2013). Porém, como mencionado anteriormente, os tempos de atividade variam consideravelmente com base nas estratégias que estão sendo usadas. Ao analisar 52 lutas profissionais de atletas brasileiros de MMA, 77% dos combates foram decididos durante sequências de alta intensidade com duração de 8–14 segundos. Os combates terminaram por pontos e interrupções com ações em pé e no solo (Del Vecchio et al. 2011). Essas informações, sugerem que um atleta de MMA deve produzir, pelo menos, de 10 a 15 segundos de esforço máximo, em estado de fadiga tanto em combate em pé como no solo (Lahti, 2016).

Embora os valores de lactato sanguíneo tenham sido mais baixos nos estudos citados realizados com atletas de MMA em comparação com outros esportes de combate, ainda assim os valores de 10 mmol.L⁻¹ são elevados, portanto, os atletas de MMA ainda precisam trabalhar o sistema anaeróbico e a capacidade de tamponamento de acidez. Quanto as informações sobre o lactato sanguíneo após combates simulados, também deve-se levar em consideração que o lactato pode ser ligeiramente maior em situações reais devido a fatores psicológicos (Lahti, 2016). Não obstante, segundo Amtmann et al. (2008); Kirk et al., (2015) pode-se afirmar que cerca de 10 mmol.L⁻¹ de lactato sanguíneo é um valor realístico de lactato pós-treino encontrado no MMA.

Ainda quanto à concentração de lactato, em combates reais de lutadores brasileiros, a média de lactato ficou entre 11.2 mmol.L⁻¹ e 17 mmol.L⁻¹ em situação pós luta (Da Silva; 2009). Igualmente com lutadores brasileiros em evento real, a lactocemia variou de 2.2 a 15.6 mmol.L⁻¹ em resposta a luta, atingindo valores superiores a 20 mmol.L⁻¹ no pós luta, o que sugere elevada sollicitação do componente glicolítico ao longo do combate

(Coswig; Del Vecchio, 2016). Ao comparar atletas de elite e não elite no judô, o comportamento da resposta do lactato não apresentou diferenças significativas e mostrou-se similar entre os atletas de elite (10.2 mmol.L^{-1}) e não elite (11.6 mmol.L^{-1}), sugerindo que esta variável pode não discriminar estes atletas de acordo com o nível competitivo (Franchini et al., 2005). Este incremento também foi constatado em atletas de luta olímpica de nível regional (20.0 mmol.L^{-1}) (Fleck e Kraemer, 2001), quando comparados com atletas de nível internacional (19.1 mmol.L^{-1}) (Barbas et al., 2011). Em atletas de elite de jiu-jitsu, os níveis de lactato durante combate simulado alcançaram valores de 11.6 mmol.L^{-1} (Del Vecchio et al., 2007).

Apesar de evidenciada a importância do componente anaeróbio em modalidades de combate de diferentes objetivos (percussão, projeção e domínio), as informações devem ser interpretadas com prudência, já que coletas pré e pós luta não descrevem a dinâmica de produção e remoção deste marcador. Estudos com mensurações intermediárias são sugeridos para o melhor entendimento da contribuição do sistema glicolítico anaeróbio nestas lutas (Coswig, Reis; Del Vecchio, 2016).

Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) é um dos indicadores mais utilizados na avaliação da intensidade do esforço (Iaia et al., 2011). Este indicador pode traduzir ainda a intensidade do esforço fisiológico num determinado exercício (Powers; Howley, 2000; Wilmore; Costil, 2001). Num estudo realizado com lutadores de brazilian jiu-jitsu onde realizaram lutas entre 7 e 10 minutos, os valores médios da FC pré-luta foram de 72.2 ± 9.2 batimentos por minuto (bpm), a FC média foi de 181.7 ± 5.9 bpm e a FC máxima de 195.0 ± 7.1 bpm, aumentaram de forma não linear (Del Vecchio et al., 2007), corroborando com estudo de Franchini et al., (2004), igualmente com praticantes de brazilian jiu-jitsu, porém em lutas de 5 minutos, o aumento da FC também não ocorreu de forma linear e os maiores valores foram encontrados no minuto final.

O aumento da FC de forma não linear pode estar relacionado ao fato que ocorre predominância de pontuação até o terceiro minuto da luta, quando os atletas ainda apresentam níveis baixos de fadiga neuromuscular; no entanto, em algumas situações, as pontuações acontecem com maior intensidade no final do combate, denotando que os atletas mais bem condicionados tendem a deixar a luta decorrer para aumentar a intensidade do combate após o quinto minuto de luta (Del Vecchio et al., 2007). Nas lutas, a utilização da FC como indicador da carga interna tem sido utilizada em sessões

de treino (Ouergui et al., 2014; Milanez et al., 2011) e/ou em lutas simuladas (Branco et al., 2013), visto que não é permitido o uso de equipamentos durante as competições.

Em outro estudo realizado também com atletas de Brazilian Jiu-Jitsu em simulação de luta, pôde-se perceber que a FC praticamente se estabiliza em redor dos 170 bpm a partir do segundo minuto e meio e mantém-se durante todo o combate, apresentando uma maior queda no primeiro minuto de recuperação pós-combate, corroborando com o estudo de Carneiro et al., (2013) e Souza et al., (2007), onde os resultados apresentaram alta intensidade de esforço e alto percentual da intensidade do exercício referente ao combate realizado.

As altas FC durante o combate corroboram com os dados encontrados em estudo feito por Franchini et al., (2004) com atletas de judô, também em simulação de luta, onde a FC chegou a 166 bpm. Além disso, o estudo de e Borges (2013) apresenta semelhanças com o supracitado, tanto no comportamento da FC durante o combate quanto em repouso. Verificou-se também que a FC possui boa relação com o comportamento da PSE no decorrer das lutas, reforçando resultados do estudo de Franchini et al., (2008) que também identificaram uma utilização e correlação positiva entre a FC e a PSE. A partir dos resultados, é possível observar elevações da FC durante todo o combate, sendo confirmada pela intensidade de esforço calculada de aproximadamente 90%, confirmando a característica anaeróbia da modalidade.

Após as lutas, a diminuição mais acentuada da FC ocorreu no primeiro minuto após o final do combate em recuperação passiva, indicando um sistema cardiovascular eficiente, o que favorece uma melhor recuperação e condição do atleta para um provável próximo combate. Observa-se ainda que há uma relação entre os índices de PSE ao final do combate com os valores de FC. Assim, esses dados permitem subsídio para confirmar o uso da FC e PSE como bons parâmetros de indicação de esforço durante os combates simulados.

Percepção subjetiva de esforço

O processo do treinamento esportivo envolve a repetição de exercícios delineados para induzir destreza na execução de habilidades motoras especializadas, promovendo alterações estruturais e funcionais que possam maximizar o desempenho. Existindo diversos modelos que se propõem explicar processo do treinamento esportivo e suas complexidades (Virus, 2001; Smith, 2006; Impellizzeri et al., 2019). Quantificar as

cargas e a intensidade de treinamento é uma necessidade básica dentro do processo de treinamento para verificar possíveis efeitos da fadiga e dano muscular (Miloski e Bara Filho, 2012); logo, a habilidade de quantificar a carga de treinamento e tomar conhecimento do quantitativo de carga deve ser administrada nas fases da periodização, torna-se um importante passo para alcançar o sucesso nos objetivos esportivos competitivos.

Um dos princípios que regem o treinamento desportivo é a variação da carga de treinamento, tanto externa como interna, distribuídos ao longo de um ciclo de treinamento. Outros princípios que orientam as cargas de treinamento devem ser aplicados de forma progressiva, contínua, individual e específica. O incremento gradativo sugere que com o decorrer do processo de treinamento, as aplicações das cargas de treinamento sejam cada vez mais elevadas, visando provocar adaptação e supercompensação (Minozzo; Lira e Vancini, 2008). O fenômeno da supercompensação é decorrente do equilíbrio adequado entre a carga de treinamento e o período de recuperação (Zakharov, 2004). Portanto, o controle preciso do nível de estresse aplicado é de real importância, caso contrário, os efeitos indesejáveis na relação estímulo e recuperação pode resultar em quadros de overtraining. Podendo ocasionar perda prolongada do desempenho esportivo e alteração severa de indicadores funcionais e psicológicos (Meeusen et al., 2007).

Diversos parâmetros podem ser utilizados para avaliar a carga interna, tais como o comportamento da frequência cardíaca (FC), a concentração de metabólitos no sangue, o perfil hormonal (exemplo: creatina quinase, alanina aminotransferase, relação da testosterona com cortisol) e a percepção subjetiva do esforço (PSE) (Franchini et al., 2004). A utilização da PSE está baseada na premissa de que os ajustes fisiológicos promovidos pelo estresse físico produzem sinais sensoriais aferentes que são capazes de alterar a percepção subjetiva do esforço (Lima et al., 2010). Assim, pode-se dizer que a percepção de esforço seria a sensação de quão pesado, difícil, ou desgastante foi a tarefa física executada. A PSE tem se apresentado como uma ferramenta simples e eficaz para uso nas lutas que, devido a sua natureza intermitente, apresentam maior dificuldade para quantificar as intensidades de trabalho. A PSE é entendida como a integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produzem a percepção geral ou local do empenho para a realização de uma determinada tarefa (Borg, 1982).

Borg (1982), desenvolveu escalas, entre elas, uma que varia entre 0-10, sendo o “repouso” e 10 “extremamente pesado”. Mais tarde, Arney et al., (2019) adaptaram a escala CR-10 de Borg e propuseram o método PSE da sessão. As diferenças entre a escala CR-10 e a escala de Arney et al., (2019) estão nos fracionamentos e nos descritores utilizados. O método PSE da sessão de Arney et al., (2019) se baseia em um simples questionamento: “Como foi sua sessão de treino?” A resposta pode ser fornecida a partir da escala 0-10, que classifica a intensidade de exercício (Franchini et al., 2004).

Esse método tem sido considerado uma ferramenta válida para identificar a carga interna de esforço no judô (Bonitch et al., 2005). Os autores encontraram fortes correlações entre FC, PSE e períodos de esforço durante lutas em situação competitiva. Em adição Serrano et al., (2016), observaram correlações do PSE com o pico de lactato sanguíneo e a variação de lactato durante um torneio de judô. Em estudos feitos com corredores e nadadores, constatou-se em ambos, correlações significativas ($r = 0.74$ e 0.85) entre os valores de PSE da sessão reportadas pelos atletas e técnicos (Arney et al. (2019); Wallace et al., 2014). Por outro lado, também se conclui que em sessões de baixa intensidade ($PSE < 3$), o técnico subestima a intensidade do treinamento percebida pelo atleta. Já nas sessões intensas ($PSE > 5$) ocorre o inverso. Entre os escores de 3 a 5, a estimativa de ambos é similar.

Em estudos de Impellizzeri et al., (2004) avaliou-se o comportamento da FC e a PSE em 479 sessões de treinamento com atletas de futebol e foi observada correlação significativa ($r = 0.50$ a $r = 0.85$, $p < 0.01$) entre as referidas variáveis. Num estudo com treinamento de força, verificou-se em duas sessões de treinamento, que utilizou métodos diferentes de treinamento (método pirâmide e de múltiplas séries), executadas com o mesmo volume total de carga levantada, promoveram respostas similares na PSE e no cortisol. Este estudo indica que a equalização da tonelagem (carga externa) foi determinante para as respostas semelhantes de PSE e cortisol (carga interna) (Charro et al., 2010).

Segundo Soncin (2015) a escala de PSE de Borg possui ótimo aproveitamento, pois já foi testada em diferentes esferas do exercício físico, tal como no esporte, na ergonomia, na medicina, no diagnóstico cardiovascular, em doentes cardíacos e pulmonares entre outros. Assim, esta comparação entre a carga planejada (externa) e a carga percebida (interna), determinada pelo método da PSE durante a sessão de treino, pode auxiliar nos ajustes da periodização do treinamento (James et al., 2018). Sendo assim, o estudo

da PSE durante uma simulação de combate de MMA é relevante para que haja futuras comparações em outras situações específicas durante o processo de treino.

Treino intermitente

As modalidades de combate são consideradas acíclicas e intermitentes, onde se observam uma série de esforços máximos ou supra máximos intercalados por períodos de recuperação, onde são realizadas atividades de baixa intensidade ou até mesmo repouso (Wakefield e Glaister, 2009). Apresentando influência dos três sistemas de energia, porém o sistema anaeróbio láctico ou glicolítico é considerado como determinante no êxito competitivo (Degoutte; Jouanel; Filaire, 2003; Del Vecchio; Hirata; Franchini, 2011).

No MMA essas ações podem ser distribuídas com ações em pé, com objetivo de tocar de forma contundente o adversário, de mantê-lo contra a grade e/ou de projetá-lo ao solo (Amtmann, 2004). No solo os objetivos podem ser de tocar o adversário de forma contundente (ground and pound), de realizar estrangulamentos, chaves nas articulações e/ou imobilizações. A reposta metabólica durante as atividades intermitentes é influenciada diretamente pela intensidade e duração dos períodos de exercício e de pausa (Branco et al, 2013). Desta forma, a quantificação da relação entre esforço:pausa durante as lutas é estratégia interessante a ser associada às medidas fisiológicas com o objetivo de elucidar as estruturas temporais e otimizar a prescrição do treinamento (Del Vecchio; Hirata; Franchini, 2011).

O curso temporal das respostas metabólicas no exercício intermitente apresenta comportamento distinto na transição do esforço:pausa (Coswig, 2014). O TI se configura por repetidos estímulos de curta duração e alta intensidade intercalado por períodos de recuperação ativa ou passiva entre eles (Billat, 2001). Os autores classificam o TI em três formas diferentes: a) de velocidade (estímulos máximos de curta duração seguidos períodos longos de recuperação. Exemplo: 2-10 segundos de estímulo máximo por 50-100 segundos de recuperação, b) produção (40 segundos de estímulos com intensidade máxima ou próxima da máxima, com recuperações maiores que as durações dos estímulos (Iaia et al., 2011) e c) manutenção (estímulos de 5–90 segundos com períodos de recuperação igual ou menor ao tempo de estímulo). Nesse método haverá como resultante acúmulo progressivo de fadiga (Iaia et al. 2011).

Neste sentido, investigações com diferentes modalidades de combate têm sido conduzidas, dentre estas as de domínio e projeção, como jiu-jitsu (Del Vecchio et al., 2007), luta olímpica (Nilsson et al., 2002) e judô, respectivamente (Van Malderen et al., 2008) e de percussão, como taekwondo (Campos et al., 2012), karatê (Iide et al., 2008) e muay thai (Silva et al., 2014), além das modalidades de conteúdo misto, como o MMA (Del Vecchio; Hirata; Franchini, 2011) e o sambô (Osipov et al., 2016).

Em estudo realizado com atletas de judô, observou-se a proporção de 15-30 segundos de ação de luta por 10-15 segundos de intervalo, caracterizando a modalidade como de predominância do metabolismo anaeróbio láctico (Artioli et al., 2009; Franchini et al., 1999). Ao avaliarmos esta proporção luta/pausa com atletas de brazilian jiu-jitsu, o tempo médio de luta em pé foi de 25.4 segundos e de 147.7 segundos de luta no solo com 13.1 segundos de recuperação. Somando os componentes de luta em pé e luta no solo, atinge-se uma proporção de 170 segundos de luta por 13 segundos de recuperação (Del Vecchio et al., 2007). Em estudo de Hirata e Franchini (2011) após avaliações de combates de MMA, quanto a temporalidade, foi possível identificar que as ações de êxito, seja no solo, seja em pé ou em transição de um estado para outro, são em sua maioria, executadas em alta intensidade, logo, nesses curtos intervalos, não há tempo suficiente para a ressíntese de ATP pelas vias aeróbias, o que torna os esforços dependentes da via anaeróbia láctica.

Essa caracterização do perfil da atividade e a definição da demanda energética imposta ao metabolismo proporcionam uma visão do sistema bioenergético enfatizado durante a competição e também fornece subsídios para a adequação da estrutura do treinamento (Plisk, 1991), de maneira a atingir os objetivos do treino e melhor simulação da situação de luta. Portanto, nas lutas a importância da via glicolítica pode ser expressa pela elevada concentração de lactato sanguíneo (Artioli et al., 2009). A classificação dos valores de lactato encontrados com lutadores é considerada de alta acidose. Desse modo, apesar de críticas feitas à utilização do lactato, como a difícil determinação do ponto de equilíbrio entre a concentração de lactato no músculo e no sangue, variabilidade do espaço de difusão e o alto turnover do lactato podemos afirmar que as altas concentrações de lactato sanguíneo, durante as lutas confirmam a característica anaeróbia da modalidade (Altin et al., 2014).

Os estudos de Amtmann e Spath, (2008) tentaram perceber a influência de diferentes de treino intervalado no MMA, alternando ações específicas de MMA com exercícios de alta intensidade, sparrings (com tempo dos rounds reduzidos para 4 minutos por 1

minuto de intervalo) e protocolo em ciclo ergômetro (Tabata: 8 sets de 20 segundos máximos por 10 segundos de intervalo). Os autores relacionaram os resultados de demandas energéticas com respostas de combate real e concluíram que as três situações promoveram um aumento dos níveis de lactato à valores similares aos de luta, que por sua vez, apresentou alta solicitação do componente anaeróbio (10.5 a 20.7 mmol.L⁻¹ de lactato). Estes resultados podem ser importantes na prescrição de testes de alta intensidade em simulações específicas de combate, utilizando as três possíveis situações de combate (percussão, transição e solo).

Neste sentido, Del Vecchio, Hirata e Franchini (2011) sugeriram que os programas de treinamento devam considerar esta relação entre esforço:pausa de modo a aumentar a especificidade o treino, com foco principal em atividades de alta intensidade. De maneira prática, sugere-se que um programa de condicionamento metabólico em circuito com exercícios específicos e de resistência baseado no número de rounds do evento competitivo pode apresentar ganhos de aptidão com risco de lesões menor do que em práticas de sparring em alta intensidade (Amtmann; Berry, 2012) assim como protocolos que consideram as ações, sequências de acontecimentos e a temporalidade da modalidade (Del Vecchio, Hirata; Franchini, 2011).

Indica-se que o aumento da duração dos estímulos aparenta não ser a melhor estratégia, tendo em vista que ações curtas e de alta intensidade estão mais relacionadas aos objetivos da modalidade, tais como, knockouts e finalizações (Del Vecchio, Hirata, Franchini, 2011). Amtmann (2012), sugere estratégias onde o treinamento seja realizado para o “pior cenário metabólico” para o atleta, onde ele possa estar apto para conseguir uma vitória rápida, como também preparado física e mentalmente para um combate de longa duração. Del Vecchio e Franchini (2013) sugerem ainda que a análise da temporalidade pode ajudar a identificar os cenários mais prováveis, sendo capaz de contribuir a estabelecer o que seria o “pior cenário metabólico”. Além disso, sugere classificar o oponente com relação as suas características de luta, ou seja, lutadores de domínio (grapplers), de projeção (wrestlers) ou de percussão (strikers), visto que tais características podem alterar a temporalidade e a demanda fisiológica dos combates.

Combate simulado (sparring)

É rotineiro na prática de modalidades de combate a utilização de métodos de treino físico, tático e técnico. Utilizando frequentemente exercícios de simulação de ataques e

de defesas (combinados ou não), exercícios com elásticos, anilhas, halteres etc que procuram reproduzir os gestos motores específicos (Bridge et al., 2014). É comum também a utilização de treinos que simulem a realidade competitiva, utilizando árbitros, regras e equipamentos mais próximos da realidade quanto possível. Esse método de treino, no MMA, recebe o nome de sparring e aparenta ser eficiente na otimização das chances de sucesso em lutas reais, pois apresenta alta relevância na caracterização das demandas físicas e associações fisiológicas (Coswig, Del Vecchio, Franchini et al., 2014).

Força muscular

O treinamento de força é uma prática normal no esporte de alto rendimento, incluindo as lutas (Fleck e Kraemer, 2017). É indicado que após a preparação geral a força seja desenvolvida em situações envolvendo técnicas específicas de luta (Blais e Trilles, 2006), respeitando o âmbito da exigência específica do esporte (Barbanti, 2010). Em estudos de Del Vecchio e Ferreira (2013) que analisaram a força máxima em teste de uma repetição máxima (1 RM) com atletas de MMA, foram encontrados valores médios de 76.25 kg nos testes de supino reto e 115 kg no teste de levantamento terra. Ambos os testes avaliam grupamentos musculares altamente requisitados por atletas de MMA durante o combate. Ainda no supino reto, foram encontrados valores de força relativa de 1.03 ± 0.13 kg/kg no supino reto, maiores que os obtidos por Marinho et al. (2011), com 0.93 ± 2.07 kg/kg de massa corporal, mas inferiores aos achados de Schick et al. (2010), com onze atletas californianos, onde observou-se um rendimento superior (1.2 ± 0.1 kg/kg). Nas correlações do estudo, registram-se valores positivos entre massa corporal e 1RM no supino reto ($r = 0.82$), remada ($r = 0.89$) e agachamento ($r = 0.89$).

Todo combate se inicia com ambos os adversários em pé, contudo, a estratégia de luta irá definir as ações de cada atleta e por fim, a predominância de contração muscular exercida durante o combate. Os atletas grapplers, ou seja, atletas de domínio que optam pela luta agarrada tendem a produzir mais força em regime isométrico em comparação aos atletas strikers, que optam pela luta de percussão e tendem a produzir força em regime dinâmico. As contrações musculares isométricas, ocorrem quando há tensão desenvolvida pelo musculo e produção de calor, porém, os ângulos articulares permanecem constantes. Em estudo de Iermakov et al., (2016) que analisou diversos parâmetros de aptidão física, comparando atletas lutadores grapplers com strikers, iniciantes e profissionais. Conclui-se que houve diferença significativa para os valores de força isométrica entre atletas iniciantes e profissionais, e diferença significativa com

valores até quatro vezes maior na força isométrica de atletas grapplers em comparação com strikers, encontrando ainda correlação das maiores circunferências de antebraço com os maiores valores no teste de preensão manual.

Em estudos de Takito et al. (2003), realizados com atletas de brazilian jiu-jitsu avaliou-se a força de preensão manual média em simulação de luta, e, observou-se que os atletas não apresentaram valores muito elevados de força isométrica máxima, contudo conseguiram manter a força em valores próximos do máximo durante toda a luta, com queda de aproximadamente 15%. A disputa por superioridade de uma melhor posição, também conhecida, como disputa por uma melhor “pegada” que resultará em dominância do adversário em momentos de luta corpo-a-corpo, exige força isométrica máxima, principalmente da musculatura flexora de punho, e, resistência de força nas regiões musculares dos braços e do tronco, quando realizado por um período prolongado (Franchini et al., 2004).

Diversos estudos analisaram a força isométrica máxima de preensão manual, principalmente em judocas, conforme descritos em Franchini et al., (2011) e na maioria destes percebe-se uma superioridade da força isométrica na mão dominante. Del Vecchio et al., (2007) indicam que os atletas de brazilian jiu-jitsu necessitam de alta força isométrica, principalmente a de membros superiores através de contrações isométricas por sua utilização, devido à técnica ser em geral de extremo contato e não proporcionar espaços para movimentos dinâmicos (Moreira et al., 2003).

Nas contrações musculares em regime dinâmico, empregada em situações de projeções, execuções de socos, chutes, cotoveladas e joelhadas, em contragolpes, para escapar de situações difíceis em pé e no solo. A mesma, apresenta grande importância durante os combates, sendo percebida entre outras ações, na movimentação corpo-a-corpo ou separado, quando se está buscando deslocar o adversário para encontrar o melhor momento de executar ataques.

O MMA engloba gestos motores amplos e multiarticulares, logo, iremos perceber grupos musculares produzindo contração concêntrica enquanto outros estarão em contração excêntrica. Utilizando dinamômetro isocinético, Ruivo; Pizarat-Correia; Carita, (2012) compararam o torque isocinético nos movimentos de rotação interna e externa de ombro em velocidades em judocas e não-judocas. Os judocas apresentaram maior velocidade em comparação aos não-judocas, à essas diferenças foram atribuídas ao nível de treinamento de força específico da modalidade (Ellenbecker; Davies, 2000).

A força explosiva é uma importante manifestação de força no MMA, e, um dos métodos que vem sendo utilizado como discriminador da potência muscular são os saltos verticais (Milanovic et al., 2007). Estudos desenvolvidos por Bosco (2007); Zaggelidis et al., (2012) compararam a performance no counter movement jump (CMJ), squat jump (SJ) e drop jump 20 e 40 cm de altura entre sujeitos não-treinados e judocas experientes e observaram que os judocas tiveram melhor desempenho em todas as tarefas de salto vertical quando comparado aos sujeitos não-treinados. Um estudo de Marinho et al. (2010) desenvolvido com treze atletas brasileiros de MMA, aponta correlações negativas entre percentual de gordura corporal e tempo de sustentação no teste de sustentação na barra fixa ($r = -0.75$, $p = 0.05$) e salto horizontal ($r = -0.67$, $p = 0.05$). Os resultados corroboram com estudo de Del Vecchio e Ferreira (2013) que encontrou correlações negativas entre força máxima relativa no levantamento terra, percentual de gordura corporal e índice de massa corporal.

Mesmo que os saltos verticais não sejam movimentos específicos do MMA, o mesmo faz com que os atletas otimizem o mecanismo do ciclo alongamento-encurtamento, sendo um indicador que os saltos verticais são suscetíveis a discriminar potência muscular em atletas. Alguns estudos têm investigado a relação dos saltos verticais com o desempenho em atletas de judô, Detanico et al., (2012) e encontraram correlação significativa entre o desempenho no CMJ (altura do salto) a percentagem de vitórias durante etapas da Copa do Mundo de Judô.

Moreira et al. (2016) avaliando potência de membros inferiores em atletas de karatê no teste de salto horizontal foram encontrados resultados médios de 253 cm. Tais valores são próximos aos encontrados em estudos de Micheline et al. (2005) onde as médias foram de 263 cm. Em ambos os estudos, houve correlação negativa entre a massa corporal e os resultados, corroborando com os estudos de Fuke e Correa (2007) onde os valores médios (210 cm) encontrados declinaram a medida que aumentou a classe de peso dos atletas.

Outra manifestação é a resistência de força, sendo esta definida como a capacidade do músculo ou grupo muscular realizar repetidamente a contração muscular em determinado intervalo de tempo (Komi, 2006), além de manter níveis de força, resistindo à fadiga, em durações prolongadas (Weineck, 2000). Quando um esforço é máximo e prolongado, no início do esforço, um grande número de fibras musculares são recrutadas, no entanto, com o prosseguimento do trabalho, as fibras rápidas são as

primeiras a diminuírem a ativação, enquanto as fibras lentas continuam a produzir energia mecânica. Do contrário, se o esforço for submáximo, as fibras lentas são as primeiras a serem recrutadas, mas com a continuidade do trabalho, as fibras lentas diminuem a ativação e as fibras rápidas passam a ser mais recrutadas (Bosco, 2007). Observamos essa manifestação de força em diversos momentos da luta onde os atletas realizam mudanças contínuas e dinâmicas nas movimentações tanto em pé, como em posições de transição e também no solo, as quais exigem combinações de força máxima e de resistência para controlar distância, reverter situações e se manter superior no combate com o adversário (Miarka et al., 2018). No desenrolar da luta e pé, a musculatura da parte superior do tronco realiza trabalho de resistência de força em ações de empurrar e puxar o adversário repetidamente. Nas ações de solo, como imobilizar e/ou fugir de uma imobilização, realizar chaves e estrangulamentos também se faz necessário a combinação de força e resistência (Carballeira e Iglesias, 2007).

Capítulo 3. Estudos Experimentais

Estudo 1. Comparação dos níveis de força máxima em regime isométrico e dinâmico em atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e classe de peso

Resumo

Atletas de artes marciais mistas (MMA) devem alcançar elevados níveis de força para enfrentar as demandas físicas de uma luta de MMA. Este estudo comparou a força isométrica e dinâmica máxima de atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso. Vinte e um atletas masculinos de MMA foram divididos em: atleta leve profissional (ALP; n = 9), atleta leve elite (ALE; n = 4), atleta pesado profissional (APP; n = 4) e atleta pesado elite (APE; n = 4). Os testes de força de preensão manual e força lombar avaliaram a força isométrica, enquanto o supino reto de uma repetição máxima (1RM) e o leg press de 4RM, a força dinâmica. A ANOVA univariada mostrou diferenças significativas entre os grupos em 1RM absoluto e relativo no supino reto e força lombar isométrica absoluta. Testes post hoc mostraram diferenças no supino de 1RM entre os grupos APE e ALE (117.0 ± 17.8 kg vs. 81.0 ± 10.0 kg) e APE e ALP (117.0 ± 17.8 kg vs. 76.7 ± 13.7 kg; 1.5 ± 0.2 kg·KG⁻¹ vs. 1.1 ± 0.2 kg·KG⁻¹). Além disso, houve correlação entre 1RM no supino reto e força isométrica lombar para valores absolutos ($r = 0.67$) e relativos ($r = 0.50$). Este estudo mostrou que o supino reto de 1RM e a força isométrica lombar foram associados e podem diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Portanto, otimizar a produção de força na parte superior do corpo e na região lombar parece importante em atletas profissionais e de elite de MMA.

Palavras-chave: esportes de combate; atletas de elite; atletas profissionais; artes marciais mistas; atletas pesados; atletas leves; performance física; força isométrica; força dinâmica

Introdução

As artes marciais mistas (MMA) são uma das modalidades que mais crescem no mundo, sendo uma mistura de esportes de combate, incluindo judô, boxe, luta livre, jiu-jitsu brasileiro, muay thai, taekwondo, karatê, entre outros (Andrade et al., 2019; Bounty et al., 2011; Mikeska, 2014; Tack, 2013; Zembura & Žyško, 2015). O combate de MMA ocorre em pé, grappling, percussão e no solo (Andrade et al., 2019; Mikeska, 2014; Pinto et al., 2020a, 2020b; Tack, 2013). Durante o combate, são válidos golpes traumáticos como socos, cotoveladas, joelhadas e chutes, bem como imobilizações, chaves articulares e estrangulamentos, além de diversas técnicas de projeção e controle (Andrade et al., 2019; Mikeska, 2014; Pinto et al., 2020a, 2020b; Tack, 2013). Portanto, a força, característica marcante no MMA, se manifesta de forma diferenciada durante o combate.

Ainda que o combate de MMA seja caracterizado por períodos intermitentes de ações musculares de alta intensidade intercalados por curtos períodos de recuperação (Bounty et al., 2011; James et al., 2016; Mikeska, 2014; Tota et al., 2019), a estratégia de luta adotada pelo atleta determinará a predominância das manifestações de força durante seu percurso (James et al., 2016). Por exemplo, as manobras de grappling requerem expressões de força isométrica, que é considerada uma qualidade física crítica para distinguir os grapplers de elite (James et al., 2016). Essa exigência é percebida quando os atletas lutam para manter a melhor postura e domínio em uma determinada posição, principalmente aquelas que levam o adversário à finalização por estrangulamento, chaves, imobilizações ou torções (Andrade et al., 2019; Ratamess, 2011). Por outro lado, as técnicas de golpe (ou seja, socos, chutes, cotoveladas, joelhadas, contra-ataques e escapar de situações difíceis em pé e no chão) requerem ações mais dinâmicas do que isométricas, com ênfase particular em ações de alta velocidade (Andrade et al., 2019; Beránek et al., 2020; Bounty et al., 2011; James et al., 2016).

Pesquisas anteriores destacaram a necessidade de altos níveis de força dinâmica e isométrica (membros superiores e inferiores) para melhorar o desempenho de habilidades críticas em atletas de MMA (Andrade et al., 2019; Bounty et al., 2011; James et al., 2013, 2016, 2017; Spanias et al., 2019; Tack, 2013). Por exemplo, James et al. (2017) estudaram atletas masculinos semiprofissionais e amadores de MMA para determinar se a força máxima e outros parâmetros de desempenho físico diferiam de acordo com o nível de competição (concorrente de nível inferior versus competidor de

nível superior). Os resultados mostraram que atletas de MMA de alto nível apresentaram força relativa de agachamento de 1RM significativamente maior do que atletas de baixo nível ($1.8 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{KG}^{-1}$ vs. $1.6 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{KG}^{-1}$, respectivamente). Além disso, atletas de MMA de nível superior tendem a apresentar maior força relativa de 1RM no supino do que atletas de nível inferior ($1.2 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{KG}^{-1}$ vs. $1.1 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{KG}^{-1}$, respectivamente), embora essa diferença não alcance significância estatística (James et al., 2017). Portanto, com base nesses dados, os autores sugeriram que a força dinâmica máxima dos membros inferiores é crucial para distinguir os competidores de MMA de alto nível dos de baixo nível.

No entanto, uma vez que o estudo de James et al. (2017) foi realizado com atletas semiprofissionais e amadores de MMA, é vital entender se esses resultados são transferíveis para contextos profissionais e de elite. Embora o sucesso não dependa apenas desses atributos físicos, a consciência desses fatores é extremamente importante porque ajuda a identificar os padrões necessários para ter sucesso no MMA, principalmente no nível de elite (James et al., 2016; Marinho et al., 2016). Portanto, entender os níveis máximos de força isométrica e dinâmica dos atletas pode ser crucial para a elaboração de programas específicos de treinamento de força no MMA. Além disso, contribuirá para verificar se níveis de força isométrica e dinâmica podem diferenciar atletas profissionais e de elite de MMA em termos de nível competitivo e classe de peso.

Com base nas premissas anteriores, levantamos a hipótese de que os atletas de MMA que lutam em níveis competitivos e classes de peso mais elevados apresentariam maiores valores de força isométrica e dinâmica do que aqueles que competem em níveis competitivos e categorias de peso mais baixas. Portanto, para explorar essa hipótese, o presente estudo transversal teve como objetivo comparar os níveis de força máxima isométrica e dinâmica de atletas de MMA de acordo com o nível competitivo (elite x profissional) e classe de peso (leve x pesado). Além disso, examinamos se variáveis isométricas e dinâmicas de força (membros superiores e inferiores) estabelecem relação para identificar quais atributos físicos são cruciais para otimização em atletas de MMA.

Métodos

Desenho de estudo

Durante duas semanas, atletas profissionais e de elite do MMA brasileiro participaram do presente estudo. Os níveis de força dos atletas foram avaliados em duas ocasiões em laboratório, com intervalo de 72 horas entre as sessões. No primeiro dia, medimos a massa corporal (balança Filizola®, PL, São Paulo, Brasil) e estatura (SANNY, São Paulo, Brasil), seguidos da força isométrica de preensão manual e força isométrica lombar. O supino reto de 1RM e o leg press de 4RM foram medidos no segundo dia. Embora todos os atletas tivessem experiência em todos os exercícios devido às suas rotinas de treinamento de força (experiência de treinamento de mais de cinco anos), nós os instruímos sobre os procedimentos de teste uma semana antes dos testes de avaliação para minimizar erros técnicos. Além disso, pedimos a todos os atletas que mantivessem suas rotinas regulares de hidratação e nutrição e evitassem exercícios extenuantes 72 horas antes das sessões de avaliação.

Amostra

Vinte e um atletas brasileiros de MMA masculino foram divididos em quatro grupos de acordo com seu nível competitivo e classe de peso: atleta leve profissional (ALP; n = 9; 30.5 ± 6.2 anos), atleta leve elite (ALE; n = 4; 25.3 ± 1.9 anos), atleta pesado profissional (APP; n = 4; 28.3 ± 3.9 anos) e atleta pesado elite (APE; n = 4; 29.1 ± 6.0 anos). Os atletas tinham mais de dez anos de experiência em combate e foram considerados profissionais quando participaram de mais de três lutas profissionais de MMA em eventos credenciados pela Comissão Atlética Brasileira de MMA (CABMMA), incluindo UFC, BELLATOR, ONE FC e ATIRE. Resumidamente, UFC, BELLATOR e ONE FC consistem em cinco rounds de 5 minutos para lutas de campeonato e três rounds de 5 minutos para lutas sem título. As lutas profissionais do SHOOTO consistem em três rounds de 5 minutos, enquanto as lutas semi-profissionais consistem em dois rounds de 5 minutos. Se os atletas estivessem classificados entre os dez primeiros em suas categorias com base nesses eventos, eles eram classificados como atletas de elite do MMA. Atletas com peso ≤ 76 kg foram considerados leves e aqueles com peso > 76 foram considerados pesados, de acordo com as regras unificadas da CABMMA (CABMMA, 2019). A Tabela 1 apresenta as características dos atletas de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Antes de iniciar o estudo, informamos exhaustivamente os treinadores e atletas sobre os possíveis riscos dos

testes. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia e aprovado pelo Conselho de Revisão do Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior (projeto D1942, julho de 2017).

Tabela 1. Características dos atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso.

| | Idade | | Altura (m) | | Massa corporal | |
|-------------|------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|
| | Média ± DP | IC 95% | Média ± DP | IC 95% | Média ± DP | IC 95% |
| ALP (n = 9) | 30.5 ± 6.2 | 27.8–33.2 | 1.73 ± 0.02 | 1.71–1.75 | 73.2 ± 3.5 | 70.9–75.5 |
| ALE (n = 4) | 25.3 ± 1.9 | 24.5–26.1 | 1.72 ± 0.09 | 1.63–1.81 | 68.3 ± 3.8 | 64.6–72.1 |
| APP (n = 4) | 28.3 ± 3.9 | 26.6–30.0 | 1.83 ± 0.05 | 1.78–1.87 | 89.9 ± 8.4 | 81.7–98.1 |
| APE (n = 4) | 29.1 ± 6.0 | 26.5–31.7 | 1.79 ± 0.07 | 1.73–1.86 | 80.4 ± 1.5 | 78.9–81.8 |

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) de 95%. ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite.

Procedimentos

Antes dos testes, todos os atletas realizaram um aquecimento geral de 10 minutos, com 5 minutos a um ritmo autosseleccionado em uma bicicleta ergométrica, seguido de 5 minutos de mobilização articular. Dois treinadores supervisionaram os procedimentos dos testes.

Teste isométrico de força de preensão manual

Os atletas realizaram o teste na posição sentada, com o ombro levemente aduzido, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra e punho entre 0° e 30°. Após comando verbal, instruímos os atletas a apertar o dinamômetro (Jamar TBW®, São Paulo, Brasil) o mais forte possível. Foram realizadas três tentativas com ambas as mãos com um intervalo de descanso de 15 segundos entre as tentativas. Em seguida, registramos o valor máximo (medido em quilograma-força, kgf) para posterior análise. Além disso, somamos os valores máximos obtidos em cada mão para criar um escore composto e os valores relativos dividindo o valor absoluto pela massa corporal ($\text{kgf}\cdot\text{kg}^{-1}$) (Franchini et al., 2018).

Teste isométrico de força lombar

Pedimos aos participantes que ficassem em pé sobre uma plataforma com os joelhos semiflexionados, o tronco flexionado em um ângulo de 120° e os cotovelos totalmente estendidos (Figura 1) (Eichinger et al., 2016). Em seguida, foram solicitados a realizar

uma extensão isométrica máxima do tronco enquanto seguravam o dinamômetro com as duas mãos (Crown Dorsal Dynamometer, Filizola, São Paulo, Brasil), que pode medir 200 kgf. Todos os atletas realizaram três tentativas máximas, sendo registrada a melhor tentativa para posterior análise. Calculamos a força isométrica lombar dividindo o valor absoluto pela massa corporal ($\text{kgf}\cdot\text{kg}^{-1}$).

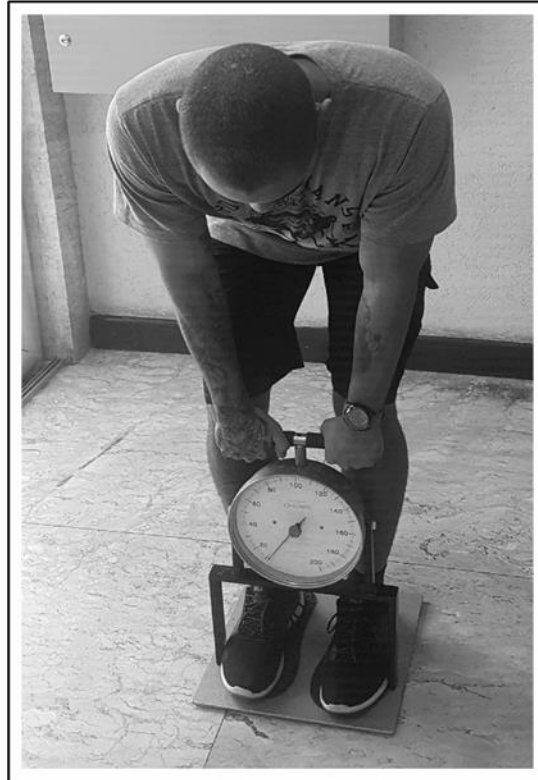


Figura 1. Ilustração do teste isométrico de força lombar.

Teste de uma repetição máximo no supino reto

Todos os atletas realizaram um aquecimento específico de 8 repetições a 50% 1RM, seguido de 3 repetições a 70% 1RM. Em seguida, aumentamos o peso em 0,4 a 5 kg até que os atletas pudessem realizar um único levantamento corretamente. Concedemos no máximo 3 tentativas para atingir 1RM (Del Vecchio & Ferreira, 2013). Os atletas deitaram-se em um banco plano, mantendo as escápulas neutras, joelhos flexionados a 90° e pés apoiados no solo. Eles seguraram uma barra olímpica de 20 kg com uma pegada pronada mais larga do que a largura dos ombros. Marcamos a posição da pegada na barra para permitir que os atletas adotem a pegada exata nas tentativas subsequentes. Os atletas iniciaram o teste com os cotovelos totalmente estendidos. Em seguida, desciam a barra de forma controlada até que ela tocasse o peito, e então realizavam uma ação concêntrica até que os cotovelos estivessem totalmente estendidos

(Del Vecchio & Ferreira, 2013). Dois observadores, um de cada lado, supervisionavam todos os procedimentos. Calculamos o 1RM relativo no supino dividindo o valor absoluto pela massa corporal ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Teste de quatro repetições máximas no leg press

Todos os atletas realizaram um aquecimento específico de 8 repetições a 50% 1RM e 3 repetições a 70% 1RM. Em seguida, aumentamos o peso de 1 a 10 kg até que os atletas não conseguissem realizar mais do que quatro repetições corretamente. Concedemos no máximo 3 tentativas para atingir os 4RM. Os atletas realizaram o teste em um leg press inclinado a 45° (Pure Leg Press, Technogym, Cesena, Itália). Eles estavam sentados no banco com os joelhos totalmente estendidos e os pés afastados na largura dos ombros. Após a instrução, eles desceram a plataforma de forma controlada até uma flexão de joelho de 90°, e então realizaram uma ação concêntrica de extensão dos joelhos (Barroso et al., 2013). Dois observadores, um de cada lado, supervisionavam todos os procedimentos. Calculamos o leg press relativo de 4RM dividindo o valor absoluto pela massa corporal ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Análise estatística

Os testes Shapiro-Wilk e Levene verificaram os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Considerando que todas as variáveis seguiram uma distribuição normal, usamos uma ANOVA univariada para calcular as diferenças nas variáveis dependentes (valores absolutos e relativos) entre os quatro grupos (ALE vs. APE vs. ALP vs. APP), seguido, se significativo, por testes post hoc de Bonferroni. Além disso, calculamos o tamanho do efeito (Hedge's g) para determinar a magnitude das diferenças entre os grupos e o interpretamos com base nas recomendações para indivíduos altamente treinados em treinamento resistido: $<0,25$, trivial; $0,25-0,50$, pequeno; $0,50-1,00$, moderado; $>1,00$, grande (Rhea, 2004). Finalmente, agrupando os dados de todos os grupos, os coeficientes de correlação de Pearson com IC 95% foram calculados para determinar as relações entre as variáveis dependentes. Interpretamos a magnitude da correlação como: $0,00-0,10$, insignificante; $0,10-0,39$, fraco; $0,40-0,69$, moderado; $0,70-0,89$, forte; $0,90-1,00$, muito forte (Schober et al., 2018). Definimos a significância estatística em $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no Microsoft Office Excel (Microsoft Inc., Redmond, WA, EUA) e SPSS v27 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

A Tabela 2 mostra os valores absolutos e relativos da força de preensão manual, força isométrica lombar, 1RM no supino reto e 4RM no leg press de acordo com o nível competitivo e classe de peso. A ANOVA univariada mostrou diferenças entre os grupos para o supino absoluto de 1RM ($F(3,17) = 9.32, p < 0,001$), supino de 1RM relativo ($F(3,17) = 4.35, p = 0.02$) e força lombar isométrica absoluta ($F(3,17) = 4.25, p = 0.02$). Por outro lado, a ANOVA univariada não revelou diferenças entre os grupos para leg press absoluto de 4RM ($F(3,17) = 1.76, p = 0.19$), leg press relativo de 4RM ($F(3,17) = 0.24, p = 0.87$), força lombar isométrica relativa ($F(3,17) = 1.00, p = 0.42$), força absoluta de preensão manual mão esquerda ($F(3,17) = 0.10, p = 0.42$), força relativa de preensão manual mão esquerda ($F(3,17) = 0.30, p = 0.83$), força de preensão manual mão direita absoluta ($F(3,17) = 2.39, p = 0.10$) e força de preensão manual relativa mão direita ($F(3,17) = 0.46, p = 0.71$). Testes de comparação post hoc mostraram grandes diferenças no supino absoluto de 1RM entre os grupos APE e ALE ($p = 0.01; g = 2.2$). Além disso, houve grandes diferenças entre os grupos APE e ALP no supino absoluto ($p < 0.001; g = 2.5$) e relativo de 1RM ($p = 0.02; g = 1.7$). Não houve diferenças post hoc significativas entre os grupos ($p > 0.05$) para as demais variáveis.

Tabela 2. Valores absolutos e relativos de força isométrica e dinâmica de acordo com o nível competitivo e classe de peso.

| | ALE (n = 4) Média ± DP (IC 95%) | APE (n = 4) Média ± DP (IC 95%) | ALP (n = 9) Média ± DP (IC 95%) | APP (n = 4) Média ± DP (IC 95%) |
|--|--|--|--|--|
| FPM-D (kgf) | 36.0 ± 5.9 (30–42) | 45.3 ± 7.1 (38–52) | 36.1 ± 7.8 (31–41) | 44.5 ± 7.5 (37–52) |
| FPM-E (kgf) | 39.5 ± 8.1 (32–47) | 41.8 ± 7.2 (35–49) | 38.3 ± 7.4 (33–43) | 46.0 ± 8.2 (38–54) |
| FPM-D relativa (kgf·kg ⁻¹) | 0.5 ± 0.1 (0.4–0.6) | 0.6 ± 0.1 (0.5–0.6) | 0.5 ± 0.1 (0.4–0.6) | 0.5 ± 0.1 (0.4–0.6) |
| FPM-E relativa (kgf·kg ⁻¹) | 0.6 ± 0.1 (0.5–0.7) | 0.5 ± 0.1 (0.4–0.6) | 0.5 ± 0.1 (0.5–0.6) | 0.5 ± 0.1 (0.4–0.6) |
| FPM-D&E (kgf) | 75.5 ± 12.9 (63–88) | 87.0 ± 12.1 (75–99) | 74.4 ± 14.6 (65–84) | 90.5 ± 10.5 (80–101) |
| FPM-D&E relativa (kgf·kg ⁻¹) | 1.1 ± 0.2 (0.9–1.3) | 1.1 ± 0.1 (0.9–1.2) | 1.0 ± 0.2 (0.9–1.2) | 1.0 ± 0.2 (0.8–1.2) |
| FLI (kgf) | 158.0 ± 3.9 (154–162) | 185.3 ± 10.4 (175–195) | 158.9 ± 15.6 (149–169) | 184.0 ± 26.9 (158–210) |
| FLI relativa (kgf·kg ⁻¹) | 2.3 ± 0.1 (2.2–2.5) | 2.3 ± 0.1 (2.2–2.4) | 2.2 ± 0.3 (2.0–2.4) | 2.1 ± 0.3 (1.8–2.3) |
| 1RM-SR (kg) | 81.0 ± 10.0 (71–91) | 117.0 ± 17.8 (100–134) *† | 76.7 ± 13.7 (68–86) | 100.0 ± 12.1 (88–112) |
| 1RM-SR relativo (kgf·kg ⁻¹) | 1.2 ± 0.1 (1.0–1.3) | 1.5 ± 0.2 (1.2–1.7) † | 1.1 ± 0.2 (0.9–1.2) | 1.1 ± 0.1 (1.1–1.2) |
| 4RM-LP (kg) | 600.0 ± 119.4 (483–717) | 642.5 ± 109.0 (536–749) | 602.2 ± 100.6 (537–668) | 740.0 ± 100.3 (642–838) |
| 4RM-LP relativo (kgf·kg ⁻¹) | 8.9 ± 2.4 (6.6–11.2) | 8.0 ± 1.4 (6.6–9.4) | 8.2 ± 1.4 (7.3–9.1) | 8.2 ± 0.9 (7.3–9.1) |

* Diferenças significativas ($p < 0.05$) entre os grupos atleta pesado elite e atleta leve elite; † Diferenças significativas ($p < 0.001$) entre os grupos atleta pesado elite e atleta leve profissional; FPM-D: força de prensão manual direita; FPM-E: força de prensão manual esquerda; FLI: força lombar isométrica; 1RM-SR: uma repetição máxima no supino reto; 4RM-LP: quatro repetições máximas no leg press.

A Tabela 3 mostra a magnitude das diferenças entre os grupos para cada resultado.

Tabela 3. Tamanho do efeito (*Hedge's g*) para a comparação entre grupos.

| | APE vs. ALE | APE vs. ALP | APE vs. APP | ALP vs. APP | ALP vs. ALE | ALE vs. APP |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 4RM-LP | 0.32 | 0.36 | -0.81 | 1.19 | 0.02 | -1.10 |
| 1RM-SR | 2.17 | 2.52 | 0.97 | 1.57 | -0.31 | -1.49 |
| FLI | 3.02 | 1.71 | 0.05 | 0.99 | 0.07 | -1.17 |
| FPM-E | 0.26 | 0.43 | -0.48 | 0.85 | -0.13 | -0.70 |
| FPM-D | 1.23 | 1.12 | 0.09 | 0.95 | 0.01 | -1.09 |
| FPM-D&E | 0.80 | 0.84 | -0.27 | 1.10 | -0.07 | -1.11 |
| 4RM-LP rel | -0.39 | -0.16 | -0.16 | -0.01 | -0.29 | 0.32 |
| 1RM-SR rel | 1.26 | 1.71 | 1.92 | 0.30 | -0.61 | 0.60 |
| FLI rel | -0.10 | 0.43 | 1.02 | -0.38 | -0.50 | 1.01 |
| FPM-E rel | -0.50 | -0.05 | 0.02 | -0.07 | -0.42 | 0.47 |
| FPM-D rel | 0.38 | 0.64 | 0.50 | 0.07 | -0.31 | 0.20 |
| FPM-D&E rel | -0.12 | 0.31 | 0.31 | 0.00 | -0.39 | 0.40 |

FPM-D: força de prensão manual direita; FPM-E: força de prensão manual esquerda; FLI: força lombar isométrica; 1RM-SR: uma repetição máxima no supino reto; 4RM-LP: quatro repetições máximas no leg press.

A Tabela 4 apresenta os resultados da correlação com valores absolutos e relativos. Houve correlação moderada entre o supino reto de 1RM e a força isométrica lombar para os valores absolutos ($r = 0.67$; $p < 0.01$) e relativos ($r = 0.50$; $p = 0.02$).

Tabela 4. Resultados da correlação de Pearson com valores absolutos e relativos (normalizados para massa corporal).

| | r | p |
|-----------------------------------|-------------|------------------|
| 4RM-LP & 1RM-SR | 0.19 | 0.41 |
| 4RM-LP & FIL | 0.17 | 0.61 |
| 4RM-LP & FPM-D&E | 0,23 | 0,32 |
| 1RM-SR & FIL | 0,67 | <0,001 |
| 1RM-SR & FPM-D&E | 0,24 | 0,31 |
| FIL & FPM-D&E | 0,18 | 0,43 |
| 4RM-LP relativo & 1RM-SR relativo | 0,02 | 0,92 |
| 4RM-LP relativo & FIL relativa | 0,09 | 0,72 |
| 4RM-LP relativo & Rel FPM-D&E | 0,16 | 0,49 |
| 1RM-SR relativo & FIL relativa | 0,50 | 0,02 |
| 1RM-SR relativo & Rel FPM-D&E | 0,11 | 0,64 |
| FIL relativa & Rel FPM-D&E | 0,16 | 0,49 |

FPM-D&E: força de prensão manual direita e esquerda; FLI: força lombar isométrica; 1RM-SR: uma repetição máxima no supino reto; 4RM-LP: quatro repetições máximas no leg press.

Discussão

Principais resultados

A presente pesquisa analisou se os parâmetros de força máxima isométrica e dinâmica poderiam diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Os resultados mostraram que o supino reto de 1RM e a força isométrica lombar podem diferenciar os atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Portanto, o estudo atual sugere que atletas de MMA que competem em classes de peso e níveis competitivos mais altos podem exigir níveis mais altos de força dinâmica de membros superiores e força isométrica lombar do que aqueles que competem em níveis e classes de peso mais baixos. No entanto, dado o pequeno tamanho da amostra em cada grupo, esses dados devem ser considerados preliminares, e estudos futuros com uma grande amostra de atletas MMA profissionais e de elite são necessários para refutar ou corroborar essas observações.

Força isométrica de preensão manual

A disputa pelo controle do corpo do adversário é uma forma eficiente de realizar técnicas de ataque e defesa (Andreato et al., 2013), sendo a força de preensão manual fundamental durante essas ações (Franchini et al., 2018; Spanias et al., 2019). De fato, Iermakov et al. (2016) sugeriram a força de preensão como um atributo físico de sucesso em arremessos e pegadas para imobilizar o corpo do oponente. No entanto, nossos resultados mostraram níveis de força de preensão manual mais baixos em atletas de MMA do que em judocas profissionais (Marinho et al., 2016) e de elite (Franchini et al., 2005). Além disso, os atletas leves de MMA em nosso estudo apresentaram valores mais baixos do que atletas experientes e amadores de jiu-jitsu (Silva et al., 2014) e medalhistas internacionais de jiu-jitsu (Andreato et al., 2011). Como Bernardi et al. (2019) sugeriram, as características de treinamento e competição provavelmente influenciam esse resultado, e é plausível inferir que essa habilidade física não está no topo da relevância para o esporte MMA, ao contrário do judô, jiu-jitsu e até boxe.

O estudo atual mostrou que os valores absolutos e relativos da força de preensão manual de ambas as mãos foram maiores para o grupo APP do que para o grupo APE. No entanto, não houve diferenças absolutas e relativas de força de preensão manual, independentemente do nível competitivo e classe de peso. Esses resultados diferem de

Franchini et al. (2018) com judocas, que observaram que atletas pesados apresentaram os maiores valores relativos. Essa divergência entre os resultados pode ser porque a maioria dos atletas profissionais vem de modalidades de domínio onde a força de preensão manual é um fator relevante para o sucesso de suas ações (Calmet et al., 2010).

Força isométrica lombar

O desenvolvimento da força lombar é essencial para as modalidades de combate como fator preventivo para lombalgias, principalmente quando a estratégia de luta envolve projeções ou ações para controlar o adversário no solo (Bromley et al., 2018; Ruddock et al., 2021). Portanto, como o MMA inclui alta versatilidade de movimentos e alto nível de exigência lombar, o fortalecimento dessa região por meio, por exemplo, de exercícios de extensão das costas e levantamento terra (Ratamess, 2011; Vecchio et al., 2018) é crucial para prevenir lesões em atletas de combate, especialmente antes das fases competitivas (Vecchio et al., 2018). Nossos dados mostraram diferenças entre os grupos na força lombar isométrica, sugerindo que os atletas pesados apresentam maiores exigências de força lombar do que os atletas leves. De fato, os atletas pesados do presente estudo apresentaram maiores valores de força lombar do que pesos-pesados de MMA de nível regional (Del Vecchio & Ferreira, 2013) e atletas de jiu-jitsu brasileiro (Del Vecchio et al., 2007). Além disso, é fundamental notar que a força isométrica lombar foi correlacionada com o supino reto de 1RM, sugerindo que atletas de MMA com altos valores de força isométrica lombar estão mais propensos a apresentar resultados elevados de supino reto de 1RM e vice-versa. Esses resultados provavelmente se devem ao fato de os atletas pesados terem apresentado maiores valores de força nas costas e 1RM no supino reto do que os atletas leves. Portanto, fortalecer a força lombar isométrica em atletas de MMA é crucial para a prevenção de lesões e um fator diferenciador em atletas com ambição de competir em categorias de peso mais altas.

Força dinâmica no supino reto

Com relação aos resultados de 1RM no supino, os APE apresentaram valores absolutos de 1RM maiores que os ALE e ALP, sugerindo que a capacidade de produção de força máxima no supino pode discriminar os atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso. Esses resultados concordam parcialmente com pesquisas anteriores, mostrando que atletas de MMA de alto nível tendem a apresentar valores

mais altos de 1RM no supino do que atletas de baixo nível (James et al., 2017). Da mesma forma, achados anteriores observaram que atletas pesados apresentaram valores mais elevados do que atletas profissionais de MMA (Marinho et al., 2016). Além disso, algumas pesquisas indicam que a força dinâmica do supino está fortemente associada à potência máxima do golpe em atletas de combate (Vecchio et al., 2018) e à velocidade do golpe, especialmente na mão de trás (López-Laval et al., 2020). Além disso, ao analisar a influência da massa corporal, os APE apresentaram valores superiores aos ALP. Curiosamente, os APE também apresentaram valores relativos de 1RM no supino superior aos apresentados em estudos anteriores com atletas semiprofissionais e amadores de MMA classificados como competidores de baixo nível ($1.1 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) e alto nível ($1.2 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) (James et al., 2017). Portanto, esses resultados sugerem coletivamente que o supino de 1RM é um teste determinante a ser incorporado nas rotinas de testes de atletas de MMA devido à sua capacidade de diferenciar atletas de elite de acordo com a classe de peso e nível competitivo.

Força dinâmica no leg press

Quanto aos dados do leg press de 4RM, embora os atletas pesados tenham apresentado valores absolutos superiores aos atletas leves, não houve diferenças entre os grupos. Portanto, esses resultados sugerem que o teste leg press de 4RM não discrimina significativamente entre atletas de MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo. Pesquisas anteriores observaram que atletas de MMA de alto nível apresentaram valores relativos de agachamento de 1RM mais altos do que atletas de MMA de baixo nível ($1.8 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ vs. $1.6 \pm 0.2 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, respectivamente) (James et al., 2017). Com base nesses resultados, os autores sugerem que os atletas de MMA devem se esforçar para otimizar a força dinâmica máxima de membros inferiores, uma vez que esse atributo parece estar associado ao sucesso competitivo (James et al., 2017). No entanto, como implementamos um exercício diferente e um teste submáximo em vez de máximo (1RM), esses resultados não podem ser comparados diretamente. Além disso, é fundamental observar que James et al. (2017) realizaram o estudo com atletas semiprofissionais e amadores de MMA. Portanto, dadas as diferenças entre os procedimentos experimentais, futuros estudos com atletas de MMA de elite e profissionais devem administrar o agachamento de 1RM nas costas e, se possível, o teste de leg press de 1RM para entender se a força dinâmica máxima de membros inferiores é uma habilidade discriminatória em atletas de diferentes classes de peso e níveis competitivos.

Limitações e pesquisas futuras

Em primeiro lugar, o pequeno tamanho da amostra, que limita o poder estatístico e aumenta o erro tipo II, onde não permitem generalizar os resultados para outros atletas de MMA e, portanto, deve ser considerado preliminar. No entanto, como treinadores e pesquisadores mundiais e olímpicos mencionam, encontrar e recrutar um grupo grande e homogêneo de atletas de elite de esportes individuais para fins de pesquisa é extraordinariamente desafiador e complexo (Sands et al., 2005). Portanto, dada a carência de estudos sobre atletas profissionais e de elite de MMA, os atuais achados devem ser considerados como mais um passo para uma melhor compreensão da máxima necessidade da utilização da força no MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo. Em segundo lugar, mais testes de força avaliando diferentes regiões musculares seriam essenciais para capacidade de diferenciar os atletas de MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo. Além disso, a ausência do teste de leg press de 1RM ou agachamento nas costas também pode ser considerado uma limitação desde a sua administração, que exige mais esforço físico e mental do que o teste de 4RM, onde representaria melhor sua força dinâmica máxima de membros inferiores. No entanto, devemos notar que optamos pelo teste de leg press de 4RM para evitar a alteração de seus testes rotineiros, garantindo assim a confiabilidade da coleta de dados. Portanto, futuros estudos com atletas de MMA devem incluir amostras maiores de atletas profissionais e de elite e uma bateria de testes de aptidão física mais abrangente para entender quais variáveis de força melhor discrimina atletas de MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo.

Conclusões

O estudo demonstrou que o supino reto de 1RM e a força isométrica lombar estão associados e podem diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Especificamente, atletas pesados de elite de MMA apresentaram maior força dinâmica de membros superiores e força isométrica lombar do que atletas de elite e profissionais de peso leve. Portanto, esses dados destacam a importância de atletas de MMA otimizarem a força dinâmica de membros superiores e a força isométrica lombar por meio de programas de treinamento de força. Um foco particular no treinamento de força com cargas altas pode ser necessário para atletas leves de MMA, e uma combinação entre treinamento de força com cargas altas e levantamentos olímpicos e pliometria pode ser uma estratégia eficaz para atletas pesados de MMA.

Estudo 2. Comparação dos níveis de potência muscular e resistência anaeróbia em atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e classe de peso

Resumo

A realização de saltos verticais é uma forma importante de avaliar a potência muscular dos membros inferiores em atletas de Artes Marciais Mistas (MMA). Além disso, face às elevadas exigências anaeróbias durante um combate de MMA, a avaliação da resistência anaeróbia revela-se determinante em atletas de MMA. Contudo, apesar do aumento de trabalhos realizados com atletas de MMA na última década, os dados ainda são escassos relativamente à capacidade que testes de salto e de resistência anaeróbia têm para diferenciar atletas de MMA em função da classe de peso e nível competitivo. Assim, o presente estudo teve como objetivo comparar os níveis de potência muscular e resistência anaeróbia de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso. Trinta e nove atletas masculinos de MMA foram divididos em atleta leve profissional (ALP; n = 19), atleta leve elite (ALE; n = 4), atleta pesado profissional (APP; n = 10) e atleta pesado elite (APE; n = 6). Os testes de salto vertical sem contramovimento (SJ) e com contramovimento (CMJ) avaliaram a potência muscular, enquanto o teste de Wingate avaliou a resistência anaeróbia. Testes de comparação post hoc mostraram diferenças na potência máxima absoluta no SJ e CMJ entre os APP e ALE ($p < 0.001$), bem como os APP e ALP ($p < 0.001$). Além disso, verificaram-se diferenças na potência média absoluta no teste de Wingate entre os APP e ALP ($p < 0.001$). Contudo, quando os valores de potência foram normalizados à massa corporal, não se verificaram diferenças entre grupos. Os resultados indicam que apesar da potência máxima absoluta no SJ e CMJ e a potência média absoluta no teste de Wingate permitirem diferenciar atletas de MMA em função da sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal. Assim, quando comparando a potência produzida por atletas de MMA de diferentes classes de peso, importa ter em conta a normalização dos valores absolutos em relação à massa corporal.

Palavras-chave: esportes de combate; atletas de elite; atletas profissionais; artes marciais mistas; atletas pesados; atletas leves; performance física; potência muscular

Introdução

A manifestação da potência muscular (força x velocidade) é evidenciada em esportes de combate, nas ações de ataque e bloqueio do oponente onde há necessidade de uma contração muscular rápida para execução da técnica (Detânico, 2010). A exemplo, ataque de quedas, defesas de quedas, ataques com braços, pernas e joelhos, saídas explosivas em situações de defesa no solo e em contra-golpes, onde, após a ação de bloqueio, pode ocorrer um contra-ataque, no qual pode gerar um movimento em que a potência muscular se torna mais importante, ou seja, uma combinação ideal de força e velocidade.

Um dos métodos que vem sendo utilizados como discriminadores da potência muscular são os saltos verticais, tendo em vista que se apresentam como um dos métodos mais utilizados para este fim (Milanovic, 2007). Dentre esses saltos, destaca-se o salto com contramovimento ou *countermovement jump* (CMJ), que mensura a potência muscular com a contribuição do ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) e o salto sem contramovimento ou *squat jump* (SJ), o qual reflete a capacidade de recrutamento neural do atleta (Bosco, 2007). A potência muscular é importante em desportos de combate, como as Artes Marciais Mistas (MMA), pois está presente em movimentos que podem ser decisivos para o combate. Diversos estudos têm relacionado a potência muscular, obtida por meio de saltos verticais, com a performance em atletas de diferentes modalidades. Contudo, apesar do aumento de trabalhos realizados com MMA na última década, os dados ainda são escassos, pelo que mais estudos são necessários nesta área de forma a determinar a sua capacidade para diferenciar atletas de MMA.

Além disso, importa destacar que para a realização da preparação física de atletas de MMA, é necessário ter o conhecimento das contribuições energéticas que darão suporte para a realização da atividade (Wanderlei, 2009). Os combates de MMA são atividades que exigem altas taxas de energia glicolítica indicando elevada demanda anaeróbia para execução das ações no decorrer do combate (Amtmann, 2008) atestando a real necessidade do desenvolvimento dessa via energética na preparação dos atletas para as lutas. Assim, existe a necessidade de avaliação da resistência anaeróbia em praticantes de MMA, entre os quais se destaca a administração do teste de Wingate (Franchini, 2002). Este teste tem duração de 30 segundos, durante a qual o indivíduo tenta pedalar o maior número possível de vezes contra uma resistência fixa, objetivando gerar a maior potência anaeróbia possível durante esse período.

A avaliação da resistência anaeróbia através do teste de Wingate vem sendo realizada com atletas de diversas modalidades de combate (p. ex., Judô, Brazilian Jiu-Jitsu, Wrestling, MMA, Kickboxing) com diversos objetivos, entre eles: i) comparar com os resultados com outros protocolos ergométricos de curta duração (Silva, 2018), ii) analisar as respostas dos membros superiores em comparação ou não com membros inferiores (Franchini e Takito, 2003), iii) procurar traçar perfis atléticos dos atletas (Sousa e Silva, 2015; Morato, 2016), iv) buscar respostas de testes laboratoriais com respostas fisiológicas em combates reais (Franchini et al., 2000), v) analisar as respostas morfofuncionais com as temporalidades das ações (Del Vecchio et al., 2007) e vi) utilizar como indicador de desempenho comparando com outros lutadores e atletas de outras modalidades (Oliveira, 2013; Jakovljević et al., 2018).

Apesar dos trabalhos realizados anteriormente, tanto quanto sabemos, são escassos os estudos a avaliar a potência muscular e a resistência anaeróbia de atletas de MMA e a comparar os seus resultados em função do nível competitivo e classe de peso. Assim, face à ausência de estudos científico sobre esta temática, o objetivo do presente estudo consistiu em comparar os níveis de potência muscular (CMJ, SJ) e resistência anaeróbia (teste de Wingate) de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso.

Métodos

Desenho de estudo

Durante duas semanas, atletas profissionais e de elite do MMA brasileiro participaram do presente estudo. A potência muscular e a resistência anaeróbia foram avaliadas em duas ocasiões em laboratório, com intervalo de 72 horas entre as sessões. No primeiro dia, medimos a massa corporal (balança Filizola®, PL, São Paulo, Brasil) e estatura (SANNY, São Paulo, Brasil), seguidos dos testes CMJ e SJ. A resistência anaeróbia foi avaliada no segundo dia através do teste de Wingate. Embora todos os atletas tivessem experiência em todos os exercícios devido às suas rotinas de treinamento, nós os instruímos sobre os procedimentos de teste uma semana antes dos testes de avaliação para minimizar erros técnicos. Além disso, pedimos a todos os atletas que mantivessem suas rotinas regulares de hidratação e nutrição e evitassem exercícios extenuantes 72 horas antes das sessões de avaliação.

Amostra

Trinta e nove atletas brasileiros de MMA masculino foram divididos em quatro grupos de acordo com seu nível competitivo e classe de peso: atleta leve profissional (ALP; n = 19; 27.2 ± 4.8 anos), atleta leve elite (ALE; n = 4; 29.5 ± 6.6 anos), atleta pesado profissional (APP; n = 10; 27.7 ± 5.8 anos) e atleta pesado elite (APE; n = 6; 35.3 ± 3.7 anos). Os atletas tinham mais de dez anos de experiência em combate e foram considerados profissionais quando participaram de mais de três lutas profissionais de MMA em eventos credenciados pela Comissão Atlética Brasileira de MMA (CABMMA), incluindo UFC, BELLATOR, ONE FC e ATIRE. Resumidamente, UFC, BELLATOR e ONE FC consistem em cinco rounds de 5 minutos para lutas de campeonato e três rounds de 5 minutos para lutas sem título. As lutas profissionais do SHOOTO consistem em três rounds de 5 minutos, enquanto as lutas semi-profissionais consistem em dois rounds de 5 minutos. Se os atletas estivessem classificados entre os dez primeiros em suas categorias com base nesses eventos, eles eram classificados como atletas de elite do MMA. Atletas com peso ≤ 76 kg foram considerados leves e aqueles com peso > 76 foram considerados pesados, de acordo com as regras unificadas da CABMMA (CABMMA, 2019). A Tabela 1 apresenta as características dos atletas de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Antes de iniciar o estudo, informamos exhaustivamente os treinadores e atletas sobre os possíveis riscos dos testes. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia e aprovado pelo Conselho de Revisão do Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior (projeto D1942, julho de 2017).

Tabela 1. Características dos atletas de MMA acordo com o nível competitivo e classe de peso.

| | Idade | | Altura (m) | | Massa corporal | |
|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|
| | Média ± DP | IC 95% | Média ± DP | IC 95% | Média ± DP | IC 95% |
| ALP (n = 19) | 27.2 ± 4.8 | 25.0 – 29.4 | 1.72 ± 0.05 | 1.69 – 1.74 | 71.7 ± 4.0 | 69.9 – 73.6 |
| ALE (n = 4) | 29.5 ± 6.6 | 23.0 – 36.0 | 1.74 ± 0.09 | 1.66 – 1.83 | 70.1 ± 5.3 | 64.9 – 75.3 |
| APP (n = 10) | 27.7 ± 5.8 | 24.1 – 31.3 | 1.81 ± 0.05 | 1.78 – 1.84 | 86.9 ± 6.6 | 82.8 – 91.0 |
| APE (n = 6) | 35.3 ± 3.7 | 32.4 – 38.3 | 1.78 ± 0.06 | 1.74 – 1.82 | 84.3 ± 4.5 | 80.6 – 87.9 |

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (DP) e intervalo de confiança (IC) de 95%. ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite.

Procedimentos

Antes dos testes, todos os atletas realizaram um aquecimento de 5 minutos em bicicleta ergométrica, respeitando-se uma velocidade de 60-70 rpm, seguido de cinco SJ e cinco CMJ em intensidades submáximas. Dois treinadores supervisionaram os testes.

Testes de salto com contramovimento e sem contramovimento

Todos os testes de saltos foram realizados sob uma plataforma de força (Bertec, EUA). Os testes CMJ e SJ foram realizados em ordem contrabalanceada. No CMJ, os atletas partiram da posição em pé, seguido de uma rápida flexão dos joelhos (90° de flexão) e saltaram o mais alto que conseguiram (Silva et al., 2014). No SJ, os atletas foram instruídos a saltar o máximo que conseguissem a partir da posição semi-agachada (joelhos a 90° de flexão) com as mãos na cintura. Em ambos protocolos foram realizados três saltos, respeitando-se o intervalo de um minuto entre saltos e três minutos entre os tipos de salto. Os valores máximos da altura (cm) e potência máxima absoluta (W) no SJ e CMJ foram registrados para análise. Além disso, foi calculada a potência máxima relativa (W/kg) através da divisão da potência máxima absoluta pela massa corporal.

Teste de Wingate

O teste de Wingate foi realizado em cicloergômetro (Ergomedics 874, Monark, Suécia). Os participantes foram instruídos a pedalar o mais rápido possível por 30 segundos contra uma força de frenagem determinada pelo produto da massa corporal (kg) por 0.075. Foram avaliados os cinco índices: i) potência máxima absoluta (W), ii) potência máxima relativa (W/kg), iii) potência média absoluta (W), iv) potência média relativa (W/kg), e v) índice de fadiga (%). Durante o teste, os atletas foram encorajados verbalmente a realizar um esforço máximo.

Análise estatística

Os testes Shapiro-Wilk e Levene verificaram os pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Considerando que todas as variáveis seguiram uma distribuição normal, usamos a ANOVA univariada para calcular as diferenças entre os quatro grupos (pesado vs. leve vs. profissional vs. elite) nas variáveis dependentes, seguido, se significativas, por testes post hoc de Bonferroni. Além disso, calculamos o tamanho do efeito (Hedge's g) para determinar a magnitude das diferenças entre os grupos e o interpretamos com base nas recomendações para indivíduos altamente treinados em treinamento resistido: <0.25, trivial; 0.25–0.50, pequeno; 0.50–1.00, moderado; >1.00, grande (Rhea, 2004). Finalmente, agrupando os dados de todos os grupos, os coeficientes de correlação de Pearson com IC 95% foram calculados para determinar as relações entre as variáveis dependentes.

Interpretamos a magnitude da correlação como: 0.00–0.10, insignificante; 0.10–0.39, fraco; 0.40–0.69, moderado; 0.70–0.89, forte; 0.90–1.00, muito forte (Schober et al., 2018). Definimos a significância estatística em $p < 0.05$. As análises estatísticas foram realizadas no Microsoft Office Excel (Microsoft Inc., Redmond, WA, EUA) e SPSS v27 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos no SJ, CMJ e teste de Wingate em função do nível competitivo e classe de peso. A ANOVA univariada mostrou diferenças entre grupos na potência máxima absoluta no SJ ($F(3,35) = 11.7$, $p < 0.001$), CMJ ($F(3,35) = 12.4$, $p < 0.001$) e potência média absoluta no teste de Wingate ($F(3,35) = 6.2$; $p < 0.002$). Testes de comparação post hoc mostraram grandes diferenças na potência máxima absoluta no SJ entre os grupos APP e ALE ($p < 0.001$; $g = 1.98$), bem como os grupos APP e ALP ($p < 0.001$; $g = 1.73$). Além disso, registaram-se grandes diferenças na potência máxima absoluta no CMJ entre os grupos APP e ALE ($p < 0.001$; $g = 2.10$), bem como os grupos APP e ALP ($p < 0.001$; $g = 1.92$). Finalmente, verificaram-se grandes diferenças na potência média absoluta no teste de Wingate entre os grupos ALP e APP ($p < 0.001$; $g = 1.95$).

Tabela 2. Valores de potência muscular e resistência anaeróbia de acordo com o nível competitivo e classe de peso.

| | ALE (n = 4) | APE (n = 6) | ALP (n = 19) | APP (n = 10) |
|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP |
| SJ (cm) | 34.9 ± 4.8 | 33.3 ± 2.6 | 35.9 ± 5.8 | 37.1 ± 5.0 |
| SJ-PMax (W) | 3238.1 ± 228.9 | 3781.5 ± 195.9 | 3377.0 ± 370.6 | 4132.2 ± 428.7*† |
| SJ-PMaxRel (W/kg) | 46.4 ± 4.2 | 44.9 ± 1.8 | 47.1 ± 5.0 | 47.6 ± 3.7 |
| CMJ (cm) | 37.4 ± 4.4 | 33.5 ± 3.9 | 38.0 ± 5.7 | 39.8 ± 4.6 |
| CMJ-PMax (W) | 3387.2 ± 168.0 | 3795.5 ± 286.0 | 3503.3 ± 358.9 | 4295.0 ± 416.2 |
| CMJ-PMaxRel (W/kg) | 48.5 ± 4.0 | 45.1 ± 2.7 | 48.9 ± 5.1 | 49.4 ± 3.4 |
| Wgt-PMax (W) | 832.0 ± 157.8 | 694.2 ± 166.4 | 734.7 ± 214.5 | 767.7 ± 137.8 |
| Wgt-PMaxRel (W/kg) | 12.0 ± 3.1 | 8.3 ± 2.1 | 10.3 ± 2.9 | 8.9 ± 2.0 |
| Wgt-PMed (W) | 547.2 ± 65.2 | 580.5 ± 127.9 | 522.6 ± 58.9 | 649.5 ± 71.5* |
| Wgt-PMedRel (W/kg) | 7.8 ± 0.8 | 6.9 ± 1.8 | 7.3 ± 0.9 | 7.5 ± 1.1 |
| Wgt-IF (%) | 36.8 ± 4.9 | 31.5 ± 10.7 | 40.2 ± 10.0 | 36.7 ± 9.1 |

Os dados são apresentados como média ± desvio padrão (DP). * Diferenças significativas ($p < 0.001$) entre os grupos APP e ALP; † Diferenças significativas ($p < 0.001$) entre os grupos APP e ALE; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite; SJ: salto vertical sem contramovimento; CMJ: salto vertical com contramovimento; Wgt: teste de Wingate; PMax: potência máxima; PMaxRel: potência máxima relativa; PMed: potência média; PMedRel: potência média relativa; IF: índice de fadiga.

A tabela 3 apresenta a magnitude das diferenças entre grupos para cada variável.

Tabela 3. Tamanho do efeito (Hedge's g) para a comparação entre grupos.

| | APE vs. | APE vs. | APE vs. | ALP vs. | ALP vs. | ALE vs. |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | ALE | ALP | APP | APP | ALE | APP |
| SJ (cm) | 0.41 | 0.50 | 0.83 | 0.20 | -0.18 | 0.41 |
| SJ-PMax (W) | -2.35 | -1.15 | 0.91 | 1.88 | -0.38 | 2.15 |
| SJ-PMaxRel (W/kg) | 0.44 | 0.47 | 0.80 | 0.09 | -0.15 | 0.29 |
| CMJ (cm) | 0.85 | 0.81 | 1.35 | 0.31 | -0.12 | 0.49 |
| CMJ-PMax (W) | -1.48 | -0.82 | 1.26 | 2.03 | -0.33 | 2.30 |
| CMJ-PMaxRel (W/kg) | 0.96 | 0.79 | 1.31 | 0.11 | -0.07 | 0.24 |
| Wgt-PMax (W) | 0.76 | 0.19 | 0.47 | 0.17 | 0.45 | -0.42 |
| Wgt-PMaxRel (W/kg) | 1.37 | 0.70 | 0.31 | -0.49 | 0.58 | -1.27 |
| Wgt-PMed (W) | -0.28 | -0.71 | 0.68 | 1.95 | 0.40 | 1.37 |
| Wgt-PMedRel (W/kg) | 0.52 | 0.30 | 0.40 | 0.23 | 0.58 | -0.27 |
| Wgt-IF (%) | 0.53 | 0.64 | 0.51 | -0.19 | -0.18 | -0.01 |

CMJ: salto vertical com contramovimento; SJ: salto vertical sem contramovimento; Wgt: teste de Wingate; PMax: potência máxima; PMaxRel: potência máxima relativa; PMed: potência média; PMedRel: potência média relativa; IF: índice de fadiga; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite.

Quando se correlacionou os dados de todos os atletas, verificou-se uma correlação muito forte entre o CMJ e o SJ no que concerne à altura ($r = 0.90$; $p < 0.001$), potência máxima absoluta ($r = 0.96$; $p < 0.001$) e potência máxima relativa ($r = 0.91$; $p < 0.001$). Além disso, verificaram-se correlações moderadas entre a potência média absoluta no teste de Wingate e a potência máxima absoluta no CMJ ($r = 0.53$; $p < 0.001$) e SJ ($r = 0.53$; $p < 0.001$). Finalmente, verificaram-se correlações fracas entre a potência relativa no CMJ e SJ e a potência média relativa no teste de Wingate ($r = 0.34-0.37$; $p < 0.05$).

Discussão

Principais resultados

A presente pesquisa analisou se os parâmetros de potência muscular (saltos verticais) e resistência anaeróbia (teste de Wingate) poderiam diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso. Os resultados mostraram que embora a potência máxima absoluta produzida no SJ e CMJ e a potência média absoluta no teste de Wingate permitissem diferenciar atletas de MMA de acordo com a sua classe de peso, os valores normalizados à massa corporal não permitiram observar diferenças entre atletas. Além disso, verificaram-se correlações entre os testes de salto, assim como a potência máxima absoluta/relativa nos testes de salto e a potência média absoluta/relativa no teste de Wingate. Portanto, o estudo sugere que atletas de MMA que competem em classes de peso mais altas produzem maiores níveis absolutos de potência muscular do que aqueles que competem em classes de peso mais baixas. No entanto, quando os valores de potência são normalizados à massa corporal, não se observam diferenças entre grupos.

Potência muscular nos membros inferiores

Os resultados do SJ (de 33 a 37 cm) estiveram dentro dos valores quando comparados com atletas profissionais de MMA (34.9 ± 1.6 cm) (Canabarro, 2018), judocas de elite (35.5 ± 4.7 cm) (Dubal et al., 2019) e karatecas (32.0 ± 5.6 cm) (Azevedo et al., 2019), mas superiores a atletas de taekwondo (25.84 ± 7.2 cm) (Pereira, 2018). Por outro lado, verificaram-se resultados inferiores ao compararmos com atletas de luta-olímpica (42.1 ± 0.5 cm) (Dezan, 2011). Já no CMJ, os resultados do presente estudo (de 33 a 40 cm) estiveram dentro dos valores observados em estudos com atletas profissionais de MMA (36.3 ± 3.5 cm, Bernardi et al., (2019); 36.31 ± 3.4 cm, Bernardi et al., (2016)), kickboxers (39.3 ± 4.7 cm, Ouergui et al., 2014) e atletas profissionais pesados de

brazilian jiu-jitsu (35 ± 4 cm) (Silva, 2018). Por outro lado, foram inferiores aos achados em estudos com outros atletas profissionais de MMA (43.1 ± 5.1 cm, Alm et al. (2013)). Em comparação com outras modalidades de luta, os resultados deste estudo foram inferiores em comparação com atletas de karatê (50.8 ± 2.6 cm) (Roschel et al, 2009) e judocas, (44.7 ± 4.4 cm) (Detanico, 2010). Contudo, no presente estudo não se verificou diferença significativa entre grupos no SJ e CMJ, indicando que ambas as variáveis não permitem discriminar atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso.

No entanto, no presente estudo, os valores de potência máxima absoluta no SJ e CMJ apresentaram diferenças entre grupos: os APP produziram maiores valores de potência máxima no SJ e CMJ do que os ALP e ALE. Embora estes dados indiquem que a potência máxima absoluta no salto vertical permita diferenciar atletas de MMA de diferentes classes de peso, quando os dados foram normalizados à massa corporal, não se observaram diferenças entre grupos. Assim, os dados sugerem que a potência produzida nos testes de salto vertical não permite diferenciar atletas de MMA de acordo com o nível competitivo e classe de peso. Em relação aos valores de potência relativa, importa destacar que os valores obtidos no SJ (de 44 a 47 W/kg) são semelhantes aos encontrados com atletas de MMA de alto nível, i.e., atletas com um record profissional de mais de 50% de vitórias (James, Beckman et al. 2017). De facto, os autores verificaram que atletas de MMA de alto nível apresentaram valores de potência relativa no SJ superiores a atletas MMA de baixo nível (44 vs. 38 W/kg). Embora no presente estudo a potência relativa no SJ e CMJ não tenha permitido diferenciar atletas de diferentes níveis competitivos, esta é uma variável que deve ser tida em conta no momento de avaliar atletas de MMA de diferentes níveis competitivos.

Além disso, importa referir que face à especificidade do MMA, os atletas podem apresentar níveis intermediários de potência de membros inferiores. Isto é, a potência muscular pode ser superior em atletas que competem em modalidades de percussão, que envolvam chutes, e de projeção, que envolvam agachamentos afundo com sobrecarga do adversário em movimentos rápidos para realização de projeções. Por outro lado, a potência muscular pode ser inferior em modalidades menos exigentes, como por exemplo as de domínio, onde as ações executadas ocorrem no solo com progressão das posições em elevadas demandas isométricas. Portanto, sugere-se que a atenção não deva ser destinada somente para a classe de peso e nível competitivo, mas também para a especificidade técnica dos esportes de origem ao propor variáveis que possam discriminar os atletas de MMA.

Resistência anaeróbia nos membros inferiores

A potência máxima absoluta gerada no teste de Wingate fornece informação sobre o pico de potência mecânica que pode ser desenvolvido pelo grupo muscular que realiza o teste, enquanto a potência média absoluta é um indicador de capacidade anaeróbia. No presente estudo, verificaram-se apenas diferenças entre os grupos ALP e APP na potência média absoluta no teste de Wingate. Contudo, quando os valores foram normalizados à massa corporal não houve diferenças significativas entre grupos, pelo que ambas variáveis não permitem diferenciar atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso.

Ao compararmos os resultados de potência máxima absoluta do presente estudo com outros realizados com atletas de MMA, verificam-se que estão dentro dos valores obtidos por Oliveira (2013) (770.23 ± 112.86 W) e Bernardi (2016) (849.20 ± 110.25 W). Por outro lado, os resultados do presente estudo são inferiores quando comparados com atletas de modalidades de projeção, como o Wrestling (desde 836 W até 1206 W) (Hubner et al., (2004), Demirkan, (2012), Altin et al., (2014), Jakovljević et al., (2018)) e o Judô (desde 942 W a 1051 W) (Kubica et al., (1999), Morato (2016), Mala et al. (2015), Franchini et al., (2011)). Além disso, os resultados são também inferiores quando comparados com atletas de modalidades de domínio, como o Brazilian jiu-jitsu (desde 857 W a 890 W (Silva, 2018) e de modalidades de percussão, como o Kickboxing (desde 761 W a 991 W) (Zabukovec e Tiidus (1995), Sousa, (2015)) e o Boxe (845 W) (Leitão, 2018).

Limitações e pesquisas futuras

Em primeiro lugar, o pequeno tamanho da amostra, que limita o poder estatístico e aumenta o erro tipo II, onde não permitem generalizar os resultados para outros atletas de MMA e, portanto, deve ser considerado preliminar. No entanto, como treinadores e pesquisadores mundiais e olímpicos mencionam, encontrar e recrutar um grupo grande e homogêneo de atletas de elite de esportes individuais para fins de pesquisa é extraordinariamente desafiador e complexo (Sands et al., 2005). Portanto, dada a carência de estudos sobre atletas profissionais e de elite de MMA, os atuais achados devem ser considerados como mais um passo para uma melhor compreensão da necessidade da utilização da potência muscular e resistência anaeróbia no MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo. Em segundo lugar, sugere-se que novos estudos realizem testes com foco nos membros superiores, buscando uma análise

mais completa dos atletas, assim com a inclusão de atletas femininas, visto suas diferenças fisiológicas em relação aos homens. Portanto, futuros estudos com atletas de MMA devem incluir amostras maiores de atletas profissionais e de elite e uma bateria de testes de aptidão física mais abrangente para entender quais variáveis de potência muscular e resistência anaeróbia discrimina atletas de MMA de acordo com a classe de peso e nível competitivo.

Conclusões

O presente estudo demonstrou que apesar da potência máxima absoluta no SJ e CMJ e a potência média absoluta no teste de Wingate permitirem diferenciar atletas de MMA de acordo com sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal. Assim, quando comparando a potência produzida por atletas de MMA de diferentes classes de peso, importa ter em conta a normalização dos valores absolutos em relação à massa corporal.

Estudo 3. Influência do Nível Competitivo e da Classe de Peso no Desempenho Técnico e nas Respostas Fisiológicas e Psicofisiológicas Durante Lutas Simuladas de Artes Marciais Mistas: Um Estudo Preliminar

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar a influência do nível competitivo e da classe de peso no desempenho técnico e nas respostas fisiológicas e psicofisiológicas durante lutas simuladas de Artes Marciais Mistas (MMA). Vinte atletas masculinos de MMA foram divididos em quatro grupos: atleta pesado elite (APE; n = 6), atleta leve elite (ALE; n = 3), atleta pesado profissional (APP; n = 4) e atleta leve profissional (ALP; n = 7). Todos os atletas realizaram quatro lutas simuladas de três rounds de 5 minutos com 1 minuto de intervalo. Cada luta foi gravada com uma câmera de vídeo para analisar as ações ofensivas e defensivas. Além disso, foram feitas as seguintes medidas: frequência cardíaca (antes e depois de cada assalto), lactato sanguíneo (antes e depois da luta), estado de prontidão (antes de cada assalto) e percepção subjetiva de esforço (PSE) (após cada assalto). Os principais achados foram: i) os ALE aplicaram mais toques ofensivos do que os ALP; ii) os APP apresentaram valores de frequência cardíaca mais elevados do que os ALP após o primeiro round; no entanto, os ALP apresentaram maiores alterações na frequência cardíaca do que os APP do primeiro para o segundo round; iii) não houve diferenças entre os grupos no lactato sanguíneo e no estado de prontidão; e iv) os APP e ALP apresentaram maiores valores de PSE do que os ALE no primeiro e terceiro rounds; no entanto, os ALE apresentaram maiores mudanças na PSE do que os APE, APP e ALP da primeira para a segunda e terceira ronda. Este estudo mostra que ALE aplicam mais toques ofensivos do que os ALP durante lutas simuladas de MMA. Além disso, atletas leves tendem a aumentar sua demanda fisiológica à medida que o combate evolui, o que também se reflete em sua PSE.

Palavras-chave: esportes de combate, artes marciais mistas, simulação de luta, hemodinâmica, percepção subjetiva de esforço

Introdução

O treinamento em Artes Marciais Mistas (MMA) inclui sessões de desenvolvimento técnico, físico e tático. A maioria das sessões envolve contato físico direto com um oponente simulando ações possíveis de encontrar em um combate oficial (Barley and Harms, 2021). Em combate, os atletas executam uma ampla gama de ações motoras de ataque e defesa dentro de um tempo amplamente padronizado em três rondas de 5 min cada, com um intervalo de descanso de 1 min entre elas (Tota et al., 2019).

Lachlan et al. (2013) afirmaram que os combates de MMA incorporam técnicas de golpe e agarramento. Os atletas podem usar socos, chutes, joelhadas e cotoveladas na cabeça, rosto e corpo como recurso, agarrando o oponente, tentando ganhar o controle do corpo do oponente e projetando-o na luta de chão. Uma vez no chão, eles podem tentar ganhar posições dominantes para aplicar estrangulamentos ou torções ou até mesmo tentar se levantar. Assim, a variedade de ações motoras é enorme, e suas combinações tornam-se imprevisíveis quando em situação de combate.

A disponibilidade de dados sobre respostas fisiológicas decorrentes de lutas de MMA vem aumentando, mas ainda é bastante limitada (Marinho et al., 2016; Schick et al., 2010; Soncin, 2016) em comparação com modalidades como judô e luta livre (Alm, 2013; Amtmann et al., 2008). Del Vecchio et al. (2011) apontaram o MMA como uma modalidade de combate com alta demanda energética intercalada com ações de alta intensidade, enfatizando o sistema glicolítico. Por outro lado, tem sido demonstrado que a composição corporal pode afetar a energética glicolítica durante combates simulados de Jiu-Jitsu (Pessoa Filho et al., 2021). No MMA, os atletas são agrupados por categoria de peso, como em outros esportes de combate (Faro et al., 2022). Em diferentes categorias de peso, as lutas podem ter diferentes perfis técnicos e físicos. Normalmente, observa-se que nas classes de menor peso, as ações são mais rápidas. No entanto, até onde sabemos, nenhum estudo examinou fatores técnicos e fisiológicos que diferenciam atletas de MMA de diferentes classes de peso e níveis competitivos durante a luta. Portanto, com a popularização e aumento exponencial do número de praticantes de MMA versus a quantidade limitada de informações na literatura científica sobre as características fisiológicas da modalidade, faz-se necessário o entendimento das respostas fisiológicas e do comportamento técnico durante uma luta simulada de MMA.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo verificar a influência do nível competitivo e da categoria de peso no desempenho técnico e nas respostas fisiológicas e psicofisiológicas durante lutas simuladas de MMA.

Métodos

Desenho de estudo

Trata-se de um estudo transversal, no qual atletas profissionais e de elite do MMA brasileiro se voluntariaram para realizar quatro lutas simuladas de MMA durante duas semanas (duas lutas por semana) com 72 horas de recuperação entre as lutas. Os atletas foram agrupados por categoria de peso para as lutas, e as duplas foram sorteadas. Os atletas não foram previamente alertados sobre a identidade ou estratégia utilizada pelos adversários para não influenciar no desenvolvimento da luta. Independentemente da simulação de luta, o tempo e as regras eram os mesmos de uma luta legal, e os atletas podiam usar proteções extras (por exemplo, caneleiras, joelheiras, cotoveleiras e capacetes). Cada luta foi gravada com uma câmera de vídeo (SONY DCR-SX22, São Paulo, Brasil) acoplada a um tripé para avaliar o desempenho técnico. Além disso, a frequência cardíaca foi medida antes e depois de cada assalto, enquanto o lactato sanguíneo foi medido antes (em repouso) e depois das lutas. Finalmente, o estado de prontidão foi medido antes de cada ronda, enquanto a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi medida após cada ronda. Todos os atletas foram orientados a manter suas rotinas de hidratação e nutrição e evitar exercícios extenuantes 72 horas antes das lutas simuladas. A Figura 1 ilustra os procedimentos.

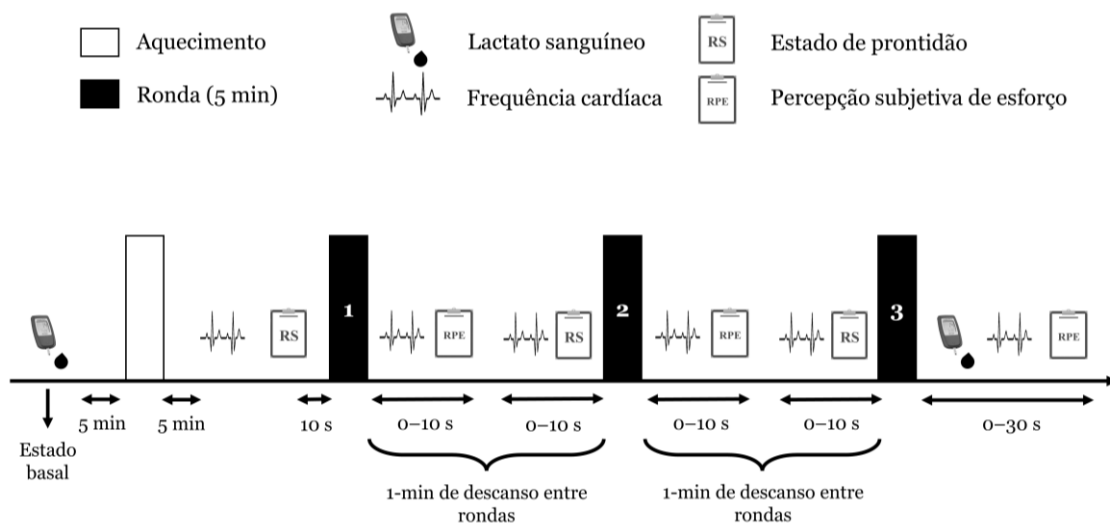


Figura 1. Ilustração dos procedimentos experimentais.

Amostra

Vinte atletas brasileiros de MMA masculino foram divididos em quatro grupos de acordo com sua categoria de peso e nível competitivo: atleta pesado elite ($n = 6$; 33.8 ± 2.5 anos; 81.4 ± 5.1 kg; 1.8 ± 0.1 m), atleta pesado profissional ($n = 4$; 36.5 ± 2.4 anos; 80.8 ± 3.4 kg; 1.8 ± 0.0 m), atleta leve elite ($n = 3$; 33.0 ± 2.0 anos; 69.5 ± 6.6 kg; 1.7 ± 0.1 m) e atleta leve profissional ($n = 7$; 30.9 ± 4.2 anos ; 71.7 ± 4.7 kg; 1.7 ± 0.1 m). Os atletas tinham mais de dez anos de experiência em combate e foram considerados profissionais quando participaram de mais de três lutas profissionais de MMA em eventos credenciados pela Comissão Atlética Brasileira de MMA (CABMMA), incluindo UFC, BELLATOR, ONE FC e SHOOTO. Resumidamente, UFC, BELLATOR e ONE FC consistem em cinco rounds de 5 minutos para lutas de campeonato e três rounds de 5 minutos para lutas sem título. As lutas profissionais do SHOOTO consistem em três rounds de 5 minutos, enquanto as lutas semi-profissionais consistem em dois rounds de 5 minutos. Se os atletas fossem classificados entre os dez primeiros em suas categorias com base nesses eventos, eles eram classificados como atletas de elite do MMA. Atletas com peso ≤ 76 kg foram considerados leves e aqueles com peso > 76 foram considerados pesados, de acordo com as regras unificadas da CABMMA (CABMMA, 2019). Antes de iniciar o estudo, informamos os treinadores e atletas sobre os procedimentos experimentais. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsínquia e aprovado pelo Conselho de Revisão do Departamento de Ciências do Desporto da Universidade da Beira Interior (projeto D1942, julho de 2017).

Combates simulados de MMA

Antes de cada luta, os atletas realizaram um aquecimento semelhante ao das competições oficiais. O aquecimento durou 30 min e incluiu exercícios de mobilidade articular, seguidos de movimentos inespecíficos para ativação neuromuscular e um aquecimento específico com movimentos de luta. Cada luta consistia em três rounds de 5 minutos com um intervalo de descanso de 1 minuto entre eles. Em caso de finalização por estrangulamento ou chave, a luta era reiniciada até o final. Nos casos de nocaute, a luta foi interrompida e excluída da análise. Não havia árbitro dentro da jaula. Em vez disso, um profissional de saúde e um árbitro certificado assistiram às lutas fora da jaula. Somente no caso de um risco de lesão grave ou uma sequência de final de luta, eles interromperiam. A câmera de vídeo foi posicionada a 2,50 m de distância da gaiola do MMA e acoplada a um tripé estacionário, conforme mostrado na Figura 2. As gravações de vídeo de cada luta foram editadas usando o software Wondershare

Filmora v9 (Wondershare Software Co., Ltd., South Shenzhen, China). Em cada vídeo foram avaliadas as seguintes variáveis: i) número de toques (incluindo socos, chutes, joelhadas e cotoveladas), ii) número de projeções e iii) número de finalizações sofridas e aplicadas por cada atleta. O valor médio das quatro lutas simuladas foi utilizado para analisar cada variável.

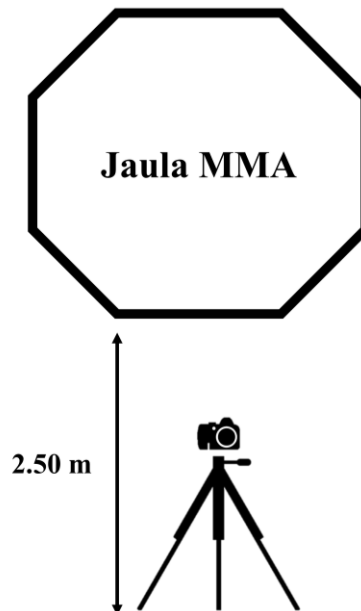


Figura 2. Ilustração da posição da câmera de vídeo.

Frequência cardíaca, lactato sanguíneo, estado de prontidão e percepção subjetiva de esforço

A frequência cardíaca foi medida usando um monitor (Polar FT7F, Kempele, Finlândia) conectado via Bluetooth a um relógio Polar e fixado abaixo do peito. Em seguida, a concentração de lactato sanguíneo foi medida usando um analisador portátil de lactato (Accutrend Plus Roche, Rio de Janeiro, Brasil). Após limpeza do local com álcool 70%, o lóbulo da orelha foi puncionado com lanceta descartável (Accu-Chek Aviva Test Strips). A primeira gota de sangue foi descartada para evitar a contaminação com suor e, em seguida, uma pequena amostra de sangue coletada em uma tira de análise foi inserida no dispositivo. Em seguida, o estado de prontidão foi medido perguntando aos atletas se eles estavam prontos para iniciar as rondas, e duas possíveis respostas foram fornecidas: "sim" ou "não". Finalmente, a PSE foi medido usando a escala de Borg 0-10, que varia de 0 (sem esforço) a 10 (esforço máximo) (Borg, 1982). O valor médio das quatro lutas simuladas foi utilizado para análise posterior.

Análise estatística

Os dados são apresentados como médias e desvios padrão com intervalos de confiança de 95%. As variações percentuais das rondas 1 a 2, 2 a 3 e 1 a 3 na frequência cardíaca e na PSE foram calculadas. Além disso, foi calculada a variação percentual de pré para pós-lutas na concentração de lactato sanguíneo. O teste de Shapiro-Wilk verificou a normalidade de cada variável. Como algumas variáveis violaram o pressuposto de normalidade, foram utilizados testes paramétricos e não paramétricos. O teste ANOVA de um fator ou o teste Kruskal-Wallis analisaram as diferenças entre os grupos nas ações ofensivas e defensivas, na frequência cardíaca, na PSE e na concentração de lactato sanguíneo. Caso fossem detectadas diferenças significativas, testes post hoc de Bonferroni foram realizados. O teste qui-quadrado de Pearson comparou as diferenças entre os grupos no estado de prontidão. Todas as análises estatísticas foram realizadas no Microsoft Office Excel® (Microsoft Inc., Redmond, WA, EUA) e SPSS v27 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), e o nível de significância estatística foi estabelecido em $p < 0.05$.

Resultados

Diferenças de desempenho técnico entre grupos

A Tabela 1 mostra as diferenças entre os grupos nos toques ofensivos, sendo que os testes post hoc revelaram maior número de toques dos ALE do que os ALP. Para as demais variáveis, não houve diferenças entre os grupos ($p > 0.05$).

Tabela 1. Diferenças entre grupos nas ações ofensivas e defensivas.

| | APE (n = 6) | ALE (n = 3) | APP (n = 4) | ALP (n = 7) |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Toques Ofensivos | | | | |
| Média ± DP | 43.2 ± 17.1 | 60.3 ± 23.6 | 32.4 ± 4.1 | 23.8 ± 8.2 |
| IC 95% | 29.5–56.9 | 33.5–87.0 | 28.3–36.4 | 17.7–29.8 |
| p entre grupos ^a | 0.02 | | | |
| Post hoc ^b | ALE > ALP (p = 0.03) | | | |
| Finalizações Ofensivas | | | | |
| Média ± DP | 0.4 ± 0.3 | 0.8 ± 1.3 | 1.5 ± 0.8 | 1.3 ± 1.1 |
| IC 95% | 0.1–0.7 | -0.7–2.2 | 0.7–2.3 | 0.5–2.1 |
| p entre grupos ^a | 0.20 | | | |
| Post hoc ^b | NA | | | |
| Projeções Ofensivas | | | | |
| Média ± DP | 4.1 ± 4.0 | 2.3 ± 2.3 | 4.3 ± 0.2 | 3.3 ± 1.9 |
| IC 95% | 0.9–7.3 | -0.2–4.9 | 4.0–4.5 | 1.9–4.7 |
| p entre grupos ^a | 0.84 | | | |
| Post hoc ^b | NA | | | |
| Toques Defensivos | | | | |
| Média ± DP | 35.3 ± 17.5 | 40.6 ± 14.1 | 30.6 ± 10.5 | 29.4 ± 6.7 |
| IC 95% | 21.4–49.3 | 24.6–56.5 | 20.3–40.9 | 24.4–34.3 |
| p entre grupos ^a | 0.59 | | | |
| Post hoc ^b | NA | | | |
| Finalizações Defensivas | | | | |
| Média ± DP | 0.6 ± 0.6 | 0.2 ± 0.3 | 0.5 ± 0.6 | 0.8 ± 0.7 |
| IC 95% | 0.1–1.1 | -0.2–0.5 | -0.1–1.1 | 0.2–1.3 |
| p entre grupos ^a | 0.55 | | | |
| Post hoc ^b | NA | | | |
| Projeções Defensivas | | | | |
| Média ± DP | 2.1 ± 1.3 | 1.9 ± 1.9 | 3.2 ± 0.7 | 3.0 ± 1.2 |
| IC 95% | 1.1–3.1 | -0.2–4.0 | 2.5–3.8 | 2.2–3.9 |
| p entre grupos ^c | 0.34 | | | |
| Post hoc ^b | NA | | | |

IC: intervalo de confiança; DP: desvio padrão; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite; NA: não aplicável; ^a teste Kruskal-Wallis; ^b correção Bonferroni para testes múltiplos; ^c ANOVA de um fator; ^d testes post hoc Bonferroni.

Diferenças fisiológicas entre grupos

A Tabela 2 indica diferenças entre os grupos na frequência cardíaca após a primeira ronda, com os testes post hoc mostrando um aumento não significativo maior nos APP do que nos ALP. Nas rondas restantes, não houve diferenças entre os grupos (p > 0.05). A Figura 3 mostra as diferenças entre os grupos nas alterações da frequência cardíaca (após a ronda) das rondas 1 a 2 (p = 0.03), com os testes post hoc revelando maiores alterações no ALP do que nos APP (p = 0.02).

Tabela 2. Diferenças entre os grupos na frequência cardíaca antes e depois de cada ronda

| | Ronda 1 | | Ronda 2 | | Ronda 3 | |
|-----------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Antes | Depois | Antes | Depois | Antes | Depois |
| APE | | | | | | |
| Média ± DP | 71.8 ± 6.8 | 145.5 ± 11.2 | 116.2 ± 14.1 | 161.5 ± 14.2 | 129.2 ± 12.6 | 181.1 ± 17.1 |
| IC 95% | 66.3–77.2 | 136.5–154.5 | 104.9–127.5 | 150.1–172.8 | 119.1–139.2 | 167.4–194.8 |
| ALE | | | | | | |
| Média ± DP | 69.1 ± 6.4 | 141.3 ± 13.4 | 110.8 ± 11.8 | 156.1 ± 12.8 | 121.8 ± 6.8 | 175.4 ± 14.8 |
| IC 95% | 61.9–76.3 | 126.1–156.4 | 97.4–124.1 | 141.5–170.6 | 114.0–129.5 | 158.7–192.2 |
| APP | | | | | | |
| Média ± DP | 83.1 ± 11.9 | 161.8 ± 3.2 | 129.3 ± 6.2 | 173.1 ± 3.9 | 138.9 ± 7.9 | 192.1 ± 1.4 |
| IC 95% | 71.4–94.8 | 158.6–164.9 | 123.2–135.3 | 169.3–176.9 | 131.2–146.6 | 190.7–193.4 |
| ALP | | | | | | |
| Média ± DP | 74.2 ± 4.7 | 143.6 ± 10.3 | 115.7 ± 8.9 | 162.3 ± 9.8 | 129.5 ± 6.3 | 185.5 ± 5.9 |
| IC 95% | 70.8–77.6 | 136.0–151.2 | 109.1–122.2 | 155.0–169.5 | 124.9–134.2 | 181.1–189.8 |
| p entre | 0.13 ^a | 0.04 ^b | 0.14 ^b | 0.24 ^b | 0.13 ^b | 0.13 ^a |
| Post hoc | - | APP > ALP | - | - | - | - |
| (p) | | (0.07 ^c) | | | | |

IC: intervalo de confiança; DP: desvio padrão; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite; ^a teste Kruskal-Wallis; ^b ANOVA de um fator; ^c testes post hoc Bonferroni.

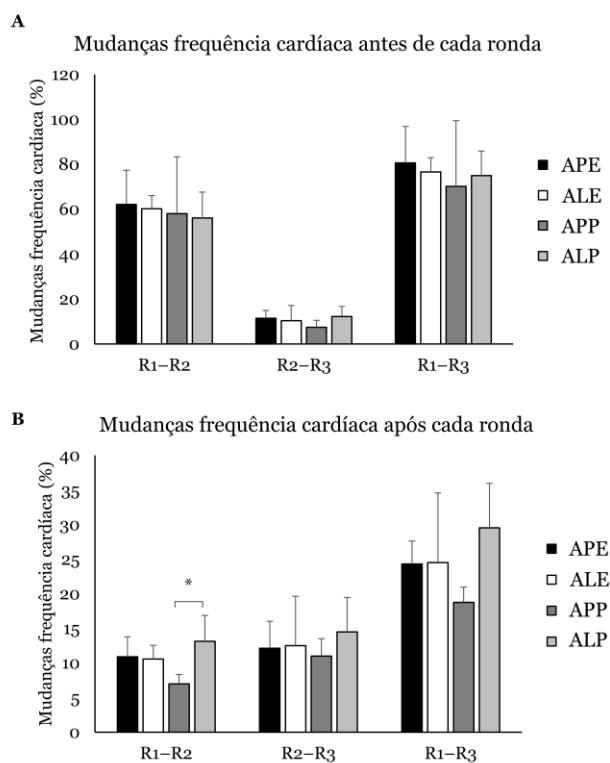


Figura 3. Mudança na frequência cardíaca das rondas 1 a 2, 2 a 3 e 1 a 3 antes (A) e depois (B) de cada ronda; * p < 0.05, diferenças significativas entre grupos (ANOVA de um fator); R: ronda; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite.

A Tabela 3 mostra que não há diferenças entre os grupos na concentração de lactato sanguíneo antes e depois das lutas e na variação percentual ($p > 0.05$).

Tabela 3. Diferenças entre os grupos nas concentrações de lactato sanguíneo.

| | APE | ALE | APP | ALP | <i>p entre</i> | <i>Post hoc</i> |
|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|-----------------|
| Antes | | | | | | |
| Média ± DP | 1.9 ± 0.4 | 2.1 ± 0.7 | 2.4 ± 0.2 | 2.3 ± 0.4 | 0.17 ^a | - |
| IC 95% | 1.6–2.1 | 1.3–2.9 | 2.3–2.6 | 2.0–2.7 | | |
| Depois | | | | | | |
| Média ± DP | 9.5 ± 1.4 | 8.6 ± 0.8 | 9.9 ± 1.4 | 11.1 ± 1.5 | 0.08 ^a | - |
| IC 95% | 8.3–10.6 | 7.6–9.5 | 8.6–11.3 | 10.0–12.1 | | |
| %Δ | | | | | | |
| Média ± DP | 416.7 ± 40.1 | 327.2 ± 119.1 | 312.2 ± 53.6 | 381.8 ± 46.7 | 0.06 ^a | - |
| IC 95% | 384.6–448.9 | 192.5–462.0 | 259.7–364.8 | 347.2–416.3 | | |

IC: intervalo de confiança; DP: desvio padrão; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite; %Δ: porcentagem de mudança do pré para o pós-luta; ^a ANOVA de um fator.

Diferenças psicofisiológicas entre grupos

Não houve diferenças entre os grupos no estado de prontidão no início de cada ronda, pois, todos os atletas (100%) responderam afirmativamente (ou seja, "sim"). A Tabela 4 mostra as diferenças entre os grupos na PSE após as rondas 1 e 2. Testes post hoc indicaram que os APP e ALP apresentaram níveis mais altos de PSE do que os ALE após as rondas 1 e 2. Além disso, a Tabela 4 indica diferenças entre os grupos nas mudanças de PSE, com os ALE apresentando uma mudança maior das rondas 1 para 2 e 1 para 3 do que os APE, APP e ALP.

Tabela 4. Diferenças entre os grupos na taxa de esforço percebido após cada ronda.

| | Ronda 1 | Ronda 2 | Ronda 3 | %Δ Ronda 1-2 | %Δ Ronda 2-3 | %Δ Ronda 1-3 |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| APE | | | | | | |
| Média ± DP | 3.5 ± 0.7 | 5.5 ± 0.7 | 8.3 ± 0.7 | 58.9 ± 12.2 | 51.7 ± 9.6 | 141.5 ± 29.4 |
| IC 95% | 2.9–4.1 | 4.9–6.1 | 7.7–8.9 | 49.1–68.7 | 44.0–59.4 | 118.0–165.0 |
| ALE | | | | | | |
| Média ± DP | 2.7 ± 0.4 | 5.2 ± 0.8 | 7.8 ± 0.8 | 93.5 ± 5.8 | 51.1 ± 12.2 | 192.1 ± 16.5 |
| IC 95% | 2.2–3.1 | 4.3–6.1 | 6.9–8.6 | 87.0–100.1 | 37.3–65.0 | 173.4–210.7 |
| APP | | | | | | |
| Média ± DP | 4.3 ± 0.5 | 6.2 ± 0.2 | 8.8 ± 0.4 | 44.6 ± 12.9 | 42.4 ± 3.6 | 105.7 ± 15.9 |
| IC 95% | 3.8–4.8 | 6.0–6.4 | 8.4–9.2 | 32.0–57.6 | 38.9–45.9 | 90.2–121.3 |
| ALP | | | | | | |
| Média ± DP | 4.4 ± 0.6 | 6.3 ± 0.7 | 9.3 ± 0.8 | 43.2 ± 11.4 | 49.9 ± 11.9 | 114.0 ± 17.8 |
| IC 95% | 3.9–4.8 | 5.7–6.8 | 8.7–9.9 | 34.7–51.6 | 58.7–41.0 | 100.8–127.2 |
| p entre | < 0.01 ^a | 0.07 ^a | 0.02 ^a | < 0.001 ^a | 0.53 ^a | < 0.001 ^a |
| Post hoc (p) | APP>ALE (0.02 ^b) | - | ALP>ALE (0.03 ^b) | ALE>APE (< 0.01 ^b) | - | ALE>APE (0.03 ^b) |
| | ALP>ALE (< 0.01 ^b) | | | ALE>APP (< 0.001 ^b) | | ALE>APP (< 0.001 ^b) |
| | | | | ALE>ALP (< 0.001 ^b) | | ALE>ALP (< 0.001 ^b) |

IC: intervalo de confiança; DP: desvio padrão; ALP: atleta leve profissional; ALE: atleta leve elite; APP: atleta pesado profissional; APE: atleta pesado elite; %Δ: percentagem de mudança; ^a ANOVA de um fator; ^b testes post hoc Bonferroni.

Discussão

Principais resultados

Este estudo teve como objetivo verificar a influência do nível competitivo e da classe de peso no desempenho técnico e nas respostas fisiológicas e psicofisiológicas durante lutas simuladas de MMA. Os principais achados foram que i) os ALE aplicaram mais toques ofensivos do que os ALP; ii) os APP apresentaram valores de frequência cardíaca mais elevados do que os ALP após o primeiro round; no entanto, os ALP apresentaram maiores alterações na frequência cardíaca do que os APP do primeiro para o segundo round; iii) não houve diferenças entre os grupos na concentração de lactato sanguíneo e estado de prontidão; e iv) os APP e ALP apresentaram maiores valores de PSE do que os ALE no primeiro e terceiro rounds; no entanto, os ALE apresentaram maiores mudanças na PSE do que os APE, APP e ALP da primeira para a segunda e terceira ronda.

Desempenho técnico

O presente estudo observou que os ALE aplicaram mais toques ofensivos (isto é, socos, chutes, joelhadas e cotoveladas) durante as lutas simuladas do que os ALP. Esses achados podem estar associados à maior experiência de luta e nível competitivo de elite do que os atletas profissionais de MMA. De fato, uma estratégia comum para atletas profissionais é economizar energia, especialmente nas primeiras rondas, para melhorar suas chances de vencer as últimas rondas. Pelo contrário, os atletas menos experientes iniciam as lutas a toda a velocidade, exibindo assim um número de golpes mais significativo, o que por vezes leva a um cansaço precoce. Embora as evidências de estudos sejam escassas sobre esse assunto (este pode ser o primeiro estudo com lutas simuladas de MMA), tais relatos anedóticos existem na comunidade de MMA e justificam mais pesquisas. Quanto às diferenças entre as classes de peso, o presente estudo não detectou diferenças significativas no desempenho técnico entre esses grupos, o que concorda com o que foi encontrado com judocas de elite nos estudos de Calmet et al. (2010) e Franchini et al. (2005).

Respostas fisiológicas

Este estudo observou que os ALP apresentaram maiores mudanças na frequência cardíaca do primeiro para o segundo round do que os APP. No entanto, como os APP já haviam apresentado valores de frequência cardíaca mais elevados do que os ALP após o primeiro round, essas diferenças podem ser devidas à estratégia de luta utilizada no primeiro e segundo rounds. Os ALP provavelmente adotaram uma estratégia menos exigente cardiovascular no primeiro round do que os APP, mas conforme a luta evoluiu, eles aumentaram a intensidade da luta, resultando em um aumento maior da frequência cardíaca. Além disso, atletas com menor peso provavelmente possuem uma capacidade aeróbica relativamente maior ($VO_{2\text{máx}}$), permitindo-lhes usar uma fração mais proeminente de sua reserva de frequência cardíaca durante a luta. De fato, Calmet et al. (2010) e Franchini et al. (2005) demonstraram que judocas leves de elite tiveram melhor desempenho em testes de $VO_{2\text{max}}$ quando comparados com atletas pesados.

Em relação à concentração de lactato sanguíneo, embora não tenham sido observadas diferenças entre os grupos, é interessante notar que os valores medidos antes e depois das lutas estão de acordo com os estudos de Siqueira et al. (2016) (pré-luta: 2.6 mmol/L, pós-luta: 11.5 mmol/L), Coswig et al. (2016) (pré-luta: 2.2 mmol/L; pós-luta: 15.6 mmol/L), e Amtmann et al. (2008) (pós-luta: 10.2 mmol/L). No estudo de

Amtmann et al. (2008), que mediram a concentração de lactato sanguíneo após lutas reais de MMA profissional, os valores encontrados foram de 20.7 mmol/L, portanto superiores aos do presente estudo, bem como em estudos com lutas simuladas (Alm, 2013; Amtmann, 2004). A ausência da expressão competitiva pode ocasionar um aumento na duração e no número de ações de baixa intensidade, o que pode influenciar diretamente na temporalidade das ações (Coswig et al., 2016) e limitar o aumento da concentração de lactato sanguíneo. Embora a literatura apresente essa variação do lactato sanguíneo, sugere-se que o MMA seja uma modalidade de alta intensidade com participação significativa do sistema glicolítico, dadas as altas concentrações de lactato sanguíneo encontradas ao final de cada simulação de combate. Além disso, o estudo de Siqueira et al. (2016) reforça a alta demanda anaeróbica durante o combate, demonstrando que a treinabilidade e o desenvolvimento desse sistema bioenergético são de fundamental importância na preparação de atletas para as lutas.

Respostas psicofisiológicas

Independente do nível competitivo e classe de peso, os atletas responderam afirmativamente sobre seu estado de prontidão antes de cada round. Esses achados sugerem que um intervalo de descanso de 1 minuto entre as rondas pode ser suficiente para atletas de elite e profissionais se recuperarem mentalmente durante lutas simuladas de MMA. No entanto, seria fundamental entender se esse padrão se mantém durante as lutas oficiais de MMA (aquelas com três rounds). Portanto, como não há estudos semelhantes na literatura, pesquisas futuras devem analisar as diferenças entre atletas de MMA de diferentes níveis competitivos e classes de peso nas respostas do estado de prontidão durante lutas oficiais de MMA.

Os dados mostraram que os APP e ALP apresentaram maiores valores de PSE do que os ALE após o primeiro e terceiro rounds. No entanto, os ALE apresentaram maiores mudanças de PSE do que os APE, APP e ALP da primeira para a segunda e terceira ronda. Portanto, esses dados sugerem que os atletas de MMA que competem no nível de elite e peso leve podem perceber uma luta como menos exigente do que os atletas profissionais. Por outro lado, indica também que os ALE apresentam valores de PSE aumentados à medida que o combate evolui. A maioria das lutas de MMA são decididas no primeiro (por uma sequência de final de luta) ou no último round (por uma sequência de final de luta ou placares acumulados). Essa ocorrência pode ajudar a explicar por que os atletas profissionais antecipam isso com um PSE maior no primeiro e no último round, tomando o segundo round como um período de recuperação

("cruising" é o termo comum usado entre os treinadores). Ao contrário, atletas menos experientes tendem a exibir seu maior rendimento no primeiro round (mesmo que seu PSE pareça moderado) e depois não se recuperam durante o intervalo de descanso de 1 min, experimentando assim um aumento maior e repentino na PSE do segundo round. Novamente, como esse foi um dos poucos estudos realizados em lutas simuladas de MMA, essa evidência ainda merece confirmação.

Esses dados corroboram com os resultados obtidos por Milanez et al. (2011) em estudo realizado com atletas de percussão e pesquisa de Franchini et al. (2004) realizado com atletas de judô, onde após simulações de três lutas com duração de 5 min, atletas menos experientes apresentaram diferença significativa na PSE entre as lutas, considerando a terceira luta como mais extenuante. Por outro lado, Siqueira et al. (2016) indicaram valores entre 17 e 19 da PSE após o término de uma luta simulada, correspondendo a esforços muito intensos a máximos. Além disso, no estudo de Amtmann et al. (2008), os autores observaram valores entre 13 e 19 da PSE após simulações de luta de MMA. Os valores no presente estudo foram menores, o que pode ser devido à combinação do caráter simulado das lutas com o alto nível competitivo dos atletas.

Limitações e pesquisas futuras

O presente estudo apresenta várias limitações que precisamos abordar. Em primeiro lugar, o pequeno tamanho da amostra, que limita o poder estatístico e aumenta o erro tipo II, não permite generalizar os resultados para outros atletas de MMA e, portanto, devem ser considerados preliminares. No entanto, como os treinadores e pesquisadores olímpicos anteriores mencionaram, encontrar e recrutar um grupo grande e homogêneo de atletas de elite de esportes individuais para fins de pesquisa é extraordinariamente desafiador e complexo (Sands et al., 2005). Portanto, dada a escassez de estudos em atletas profissionais e de elite de MMA, os achados atuais devem ser considerados mais um passo para uma melhor compreensão das exigências técnicas e físicas das lutas de MMA de acordo com a categoria de peso e nível competitivo. Em segundo lugar, a natureza simulada das lutas aqui obviamente prejudica o engajamento total do atleta e os impede de aplicar algumas sequências de finalização de luta encontradas durante a competição real. Portanto, sugere-se que estudos futuros sobre os requisitos técnicos sejam baseados em análises de lutas reais (provavelmente por meio de registros de vídeo) e medições fisiológicas realizadas, sempre que possível, durante a própria luta (ou seja, durante o intervalo de descanso de

1 minuto). Além disso, diferentes atletas foram autorizados a usar dispositivos de proteção individual (ou seja, capacetes e caneleiras, algumas variações podem ser devido a diferentes opções de cada atleta). Finalmente, estudos futuros também devem considerar a expansão da análise das respostas fisiológicas e psicofisiológicas durante as lutas de MMA, avaliando a atividade elétrica no cérebro, medula espinhal e músculos, bem como a atividade eletrodérmica como um indicador de excitação e estresse (Bolach e Mickiewicz, 2019; Spanias et al., 2019). Além dos dados detalhados e objetivos, essas análises podem ajudar a entender as diferenças entre atletas profissionais e de elite de MMA quanto às demandas fisiológicas e psicofisiológicas durante as lutas de MMA.

Implicações práticas

Os resultados aqui apresentados confirmam que atletas menos experientes podem não conseguir administrar seu esforço (resultado da ação ofensiva), principalmente durante o primeiro round de uma luta. Portanto, espera-se que os treinadores evitem essa tendência e tentem encontrar o esforço ideal que possibilite um bom desempenho sem esgotar o atleta nas primeiras rondas.

Conclusão

Concluimos que atletas de elite apresentam maior rendimento técnico (mais golpes) quando comparados com atletas profissionais. Além disso, também confirmamos que os atletas leves tendem a iniciar o primeiro round com uma frequência cardíaca menor quando comparados aos atletas pesados, embora os primeiros possam posteriormente aumentar sua frequência cardíaca ao longo do restante da luta (como também mostrado por sua PSE). Finalmente, não encontramos diferenças entre os grupos na concentração de lactato sanguíneo e no estado de prontidão.

Estudo 4. Recomendações práticas para o treino físico e técnico de atletas de Artes Marciais Mistas em função do nível competitivo e estratégia de luta

Resumo

O esporte de combate de Artes Marciais Mistas ou *Mixed Martial Arts* (MMA) engloba diversas possibilidades de aplicações técnicas e táticas. Existem diversas formas do combate ser perdido ou vencido: a) interrupção do árbitro quando o mesmo, por algum motivo, tem argumentos para acreditar que o atleta não pode mais se defender no combate, b) o atleta desiste de continuar lutando, c) por estado de inconsciência de um dos atletas d) quando qualquer um dos atletas ou seus treinadores indicam que os mesmos são incapazes de continuar o combate, e) por interrupção médica, determinando que qualquer um dos participantes não está mais apto para continuar com segurança, ou, f) através de conquista de pontos que são avaliados pelos juízes do combate com base em critérios pré-definidos. A popularidade do MMA está em constante crescimento. Transmissões do UFC já vem sendo feitas desde antes de 2010, com uma média de 1.5 milhões de espectadores. Todavia, mesmo com todo esse crescimento, o conhecimento fisiológico do esporte é relativamente baixo comparado a outros esportes de combate, como judô, boxe, taekwondo e wrestling. O presente estudo analisou a produção acadêmica em esportes de combate em revistas acadêmicas e periódicos, além de produzir uma revisão dos estudos realizados com objetivos de propor recomendações práticas para os treinos físicos e técnico de atletas de MMA de acordo com o nível de rendimento e estratégia de luta. A classificação quanto à sua temática seguiu as estruturas acadêmicas: treinamento desportivo, periodização e meios e métodos de treinamento com foco nos esportes de combate. É de valia ressaltar que o treino físico deve seguir os moldes escolhidos para estratégia de luta que o atleta irá pôr em prática no combate, destacando que estratégias que envolvam projeções tendem a ser mais extenuantes, e, que estratégias que desenvolvam a luta de solo tendem a ser mais eficazes, mesmo que uma acaba por ser dependente da outra.

Palavras-chave: esportes de combate, artes marciais mistas, rendimento, treinamento

Introdução

O esporte de combate de Artes Marciais Mistas ou Mixed Martial Arts (MMA) engloba diversas possibilidades de aplicações técnicas e táticas. Os eventos competitivos são regidos por entidades específicas ao redor do mundo (comissões atléticas e confederações), que unificaram o formato competitivo, mesmo que haja alguma variação de regra entre uma entidade e outra, como por exemplo a permissão ou não da utilização dos cotovelos nas ações técnicas durante o combate. Além disso, o esporte é regulado pela massa corporal em que os competidores se enfrentam (Kirk et al., 2020). Universalmente os combates têm 3 rounds com duração de 5 minutos cada para lutas profissionais e 3 rounds de 3 minutos para lutas amadores. Em alguns eventos, os combates de disputa pelo título do evento possuem duração de 5 rounds de 5 minutos (James et al., 2018).

Existem diversas formas do combate ser perdido ou vencido: a) interrupção do árbitro quando o mesmo, por algum motivo ter argumentos para acreditar que o atleta não pode mais se defender no combate. Isso pode ser ocasionado por condições de superioridade técnica e física do oponente; b) qualquer o atleta desiste de continuar lutando. Podendo ser equacionado por motivos técnicos em situações onde o oponente manipula as articulações em movimentos de torções ou estrangulamentos; c) por estado de inconsciência de um dos atletas; d) quando qualquer um dos atletas ou seus treinadores indicam que os mesmos são incapazes de continuar o combate; e) por interrupção médica, determinando que qualquer um dos participantes não está mais apto para continuar com segurança, ou, f) através de conquista de pontos que são avaliados pelos juízes do combate com base em critérios pré-definidos (ABC, 2018).

A popularidade do MMA está em constante crescimento. Transmissões do UFC já vem sendo feitas desde antes de 2010, com uma média de 1.5 milhões de espectadores, gerando receita de pay-per-view maior que outros eventos esportivos mais tradicionais e populares. De acordo com pesquisas feitas sobre as classificações dos espectadores do UFC, as artes marciais mistas são consideradas potencialmente como um dos esportes que mais crescem no mundo (Philpott, 2010). Atualmente, existem mais de 4.000 competidores profissionais masculinos e femininos em todo o mundo (Fightmatrix, 2020).

Todavia, mesmo com todo esse crescimento, o conhecimento fisiológico do esporte é relativamente baixo comparado a outros esportes de combate, como judô, boxe,

taekwondo e wrestling (Lenestky e Harris, 2012). Felizmente, parece existir um interesse crescente dentro da comunidade científica esportiva de tentar estudar e perceber com maior detalhe o comportamento fisiológico dentro do MMA, a pesquisa é continuamente testada e verificada antes de ser aplicado para melhorar o desempenho dos atletas, e, esta abordagem pode garantir que a ciência do esporte seja mais focada e integradora devendo por fim, alcançar em resultados aplicáveis. Portanto, o objetivo do presente estudo é de propor recomendações práticas para os treinos físicos e técnicos de atletas de MMA de acordo com o nível de rendimento e estratégia de luta

Procedimentos

Os estudos incluídos nesta revisão, além dos que foram produzidos para construção da presente tese, foram adquiridos entre outubro de 2019 e fevereiro de 2021, com artigos revisados por pares escritos nos seguintes bancos de dados e repositórios: PubMed, Google Scholar, OVID, LibraryPlus e Academia.edu. Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: esporte de combate, treinamento, mix martial arts, MMA, temporalidade de luta, força, potência muscular, velocidade, desempenho motor e condicionamento físico para lutas, Judô, Jiu-Jitsu, Wrestling, Kickboxing, Boxe e análise de desempenho. O critério de inclusão foi que os artigos tivessem que discutir aspectos relacionados ao desempenho e preparação física, técnica e /ou tática de atletas de MMA, com foco na análise fisiológica da modalidade.

Resultados

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados das variáveis de força, potência/resistência anaeróbia e fisiológicas, respectivamente, de atletas de MMA e de outras modalidades de combate.

Tabela 1. Resultados de testes de força em atletas de MMA e outras modalidades de combate.

| Autor | Amostra | Teste de força | Resultado (kg) |
|-------------------------------|--|--------------------------|-----------------------|
| Franchini e Kiss (2000) | Judocas juvenis | Lombar | 130 ± 26 |
| Britto et al. (2005) | Judocas universitários | Lombar | 159.13 ± 18.53 |
| Del Vecchio e Ferreira (2013) | Atletas de MMA nível regional | Lombar | 115 ± 10.69 |
| Del Vecchio e Biachi (2007) | Atletas de BJJ nível regional | Lombar | 138 ± 24.46 |
| Folhes et al. (2022) | Atletas de MMA | Lombar | 168.5 ± 19.8 |
| Diaz et al. (2016) | Elite | Supino | 90 ± 8 |
| Marinho et al. (2016) | Não elite | Supino | 98 ± 6 |
| Costa et al. (2009) | Amadores | Supino | 86 ± 18 |
| Folhes et al. (2022) | Elite | Supino | 89.6 ± 20.5 |
| Folhes et al. (2022) | Profissional | Supino | 89.2 ± 21 |
| Bernardi (2016) | Não elite | Supino | 80.5 ± 12.7 |
| Del Vecchio et al. (2007) | | Supino | 100 ± 18.3 |
| Del Vecchio e Ferreira (2013) | | Supino | 76.1 ± 10.2 |
| Folhes et al. (2022) | Elite | Supino | 98.4 ± 25.3 |
| Folhes et al. (2022) | Profissional | Supino | 85.1 ± 12.2 |
| Franchini (2006) | Atletas profissionais de projeção (judô) | Preensão manual direita | 57.8 ± 8.8 |
| | | Preensão manual esquerda | 51.8 ± 9.2 |
| Kiss et al. (2001) | Atletas amadores de projeção (judô) | Preensão manual direita | 38.3 ± 6.0 |
| | | Preensão manual esquerda | 39.7 ± 5.5 |
| Marocolo et al. (2014) | Atletas experientes de domínio (brazilian jiu-jitsu) | Preensão manual direita | 52.4 ± 11.8 |
| | | Preensão manual esquerda | 50.6 ± 11.6 |
| Marocolo et al. (2014) | Atletas iniciantes de domínio (brazilian jiu-jitsu) | Preensão manual direita | 46.7 ± 6.5 |
| | | Preensão manual esquerda | 47.2 ± 5.8 |
| Andreato et al. (2011) | Atletas experientes de domínio (brazilian jiu-jitsu) | Preensão manual direita | 43.7 ± 4.8 |
| | | Preensão manual esquerda | 40.1 ± 3.8 |
| Bassan et al. (2014) | Atletas profissionais de percussão (muay thai) | Preensão manual direita | 50 ± 10.1 |
| | | Preensão manual esquerda | 43 ± 9.2 |
| Bernardi (2016) | Atletas profissionais não elite de MMA | Preensão manual direita | 53.5 ± 8.9 |
| | | Preensão manual esquerda | 53.3 ± 7.4 |
| Schick et al. (2010) | Atletas profissionais de MMA | Preensão manual direita | 45.8 ± 6.2 |
| | | Preensão manual esquerda | 45.6 ± 5.9 |
| Folhes et al. (2022) | Elite e profissional | Preensão manual direita | 41.9 ± 8 |
| | | Preensão manual esquerda | 41.7 ± 6.9 |
| Locatelli (2016) | Elite e profissional | Prensa de Pernas | 310 |
| Júnior et al. (2011) | Profissionais de MMA Militares | Prensa de Pernas | 383.4 ± 61.1 |
| Silva (2018) | Profissionais de brazilian jiu-jitsu | Prensa de Pernas | 338 ± 77 |
| Folhes et al. (2022) | Profissionais de MMA | Prensa de Pernas | 284.5 ± 48.8 |

Tabela 2. Resultados de testes de potência/resistência anaeróbia em atletas de MMA e outras modalidades de combate.

| Autor | Amostra | Teste de potência/resistência anaeróbia | Resultado (cm/W) |
|---------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|
| Canabarro (2018) | Atletas profissionais de MMA | Squat jump | 34.9 ± 1.6 |
| Dubal et al. (2019) | Judocas de elite | Squat jump | 35.5 ± 4.7 |
| Pereira (2018) | Atletas de taekwondo | Squat jump | 25.84 ± 7.2 |
| Azevedo et al. (2019) | Karatecas | Squat jump | 32.0 ± 5.6 |
| Dezan (2011) | Wrestlers | Squat jump | 42.1 ± 0.5 |
| Folhes et al. (2022) | Atletas profissionais de MMA | Squat jump | 35.7 ± 5.1 |
| Hubner et al.(2004) | Atletas de Wrestling | Teste de Wingate (Potência máxima) | 859 ± 171 |
| Demirkan (2012) | Atletas de Wrestling | Teste de Wingate (Potência máxima) | 1206 ± 258 |
| Altin et al. (2014) | Atletas de Wrestling | Teste de Wingate (Potência máxima) | 1003.5 ± 134.2 |
| Jakovljević et al. (2018) | Atletas de Wrestling | Teste de Wingate (Potência máxima) | 836 |
| Kubica et al. 1999) | Atletas de Judô | Teste de Wingate (Potência máxima) | 941.9 ± 194.23 |
| Morato (2016) | Atletas de Judô | Teste de Wingate (Potência máxima) | 1013 ± 211 |
| Mala et al. (2015) | Atletas de Judô | Teste de Wingate (Potência máxima) | 1117 ± 143 |
| Franchini et al. (2011) | Atletas de Judô | Teste de Wingate (Potência máxima) | 1051 |
| Silva (2018) | Atletas deBrazilian Jiu-Jitsu | Teste de Wingate (Potência máxima) | 890 ± 212 |
| Guerreiro (2015) | Atletas deBrazilian Jiu-Jitsu | Teste de Wingate (Potência máxima) | 857 |
| Zabukovec e Tiidus (1995) | Atletas de Kickboxing | Teste de Wingate (Potência máxima) | 761 |
| Sousa (2015) | Atletas de Kickboxing | Teste de Wingate (Potência máxima) | 991 ± 152 |
| Leitão (2018) | Atletas de Boxe | Teste de Wingate (Potência máxima) | 845 ±141 |
| Bernardi (2016) | Atletas de MMA | Teste de Wingate (Potência máxima) | 849.20 ± 110.25 |
| Oliveira (2013) | Atletas de MMA | Teste de Wingate (Potência máxima) | 770.23 ± 112.86 |
| Folhes et al. (2022) | Atletas de MMA | Teste de Wingate (Potência máxima) | 797.0 ± 179.8 |

Tabela 3. Resultados fisiológicos após combates simulados em atletas de MMA e outras modalidades de combate.

| Autor | Amostra | Teste fisiológico | Resultado (bpm/mmol.L-1) |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Nakamura et al. (2009) | Atletas de judô | Frequência cardíaca | 179 ± 14 |
| Kons (2018) | Atletas de wrestling | Frequência cardíaca | 176 ± 11 |
| Carneiro et al. (2013) | Atletas de brazilian jiu-jitsu | Frequência cardíaca | 170 |
| Vieira (2010) | Atletas de kickboxing | Frequência cardíaca | 175 |
| Folhes et al. (2022) | Elite e profissionais | Frequência cardíaca | 184 ± 14.1 |
| Siqueira et al. (2016) | MMA | Lactato sanguíneo pré-combate | 2.6 |
| | Atletas profissionais de MMA | Lactato sanguíneo pós-combate | 11.5 |
| Coswing e Del Vecchio (2012) | Atletas profissionais de MMA | Lactato sanguíneo pré-combate | 2.2 |
| | | Lactato sanguíneo pós-combate | 15.6 |
| Amtann et al. (2008) | Atletas profissionais de MMA | Lactato sanguíneo pré-combate | |
| | | Lactato sanguíneo pós-combate | 10.2 |
| Folhes et al. (2022) | Elite e profissionais | Lactato sanguíneo pré-combate | 2.14 |
| | MMA | Lactato sanguíneo pós-combate | 10 |

Com relação a força de membros inferiores e superiores, há estudos onde os atletas de MMA apresentam maiores e menores valores de médias, contudo sem diferença significativa que seja capaz de discriminar atletas quanto ao rendimento. Já a força máxima lombar foi capaz de discriminar os atletas em função do rendimento. A força de preensão manual ficou com médias inferiores em comparação a maioria dos estudos realizados com atletas experientes independentemente da origem marcial dos mesmos.

Com relação a potência muscular, as médias se diferenciam entre os atletas de MMA em comparação a atletas de domínio e percussão/projeção (Tabela 2). Na presente tese os testes realizados para aferir potência muscular também não foram capazes de discriminar os atletas pelo rendimento, a não ser quando foi comparada a altura do CMJ pelo efeito categoria de peso com vantagem para os atletas pesados em comparação aos atletas leves.

Tabela 4. Comparações entre atletas de modalidades de domínio, MMA e de modalidades de percussão e projeção.

| Modalidades de domínio | > Atletas de MMA | > Modalidades de percussão e projeção |
|--|---|---|
| 35 ± 4 cm atletas pesados, Silva, (2018) | 36.3 ± 3.5 cm atletas leves, Bernardi et al. (2019) | 50.8 ± 2.6 cm Roschel et al, (2009) |
| 31 ± 4 cm atletas leves, Silva, (2018) | 36.31 ± 3.4 cm atletas leves, Bernardi (2016) | 39.3 ± 4.7 cm Ouergui et al., (2014) |
| | 37.6 ± 6.4 cm atletas leves, presente estudo | 44.7 ± 4.4 cm Detanico, (2010) |
| | 37.5 ± 3.4 cm atletas pesados, presente estudo | |
| | 43.1 ± 5.1 cm Alm et al. (2013) | |
| | 34 ± 0.8 cm atletas de MMA (origem de lutas de domínio), Canabarro (2018) | |
| | 34 ± 0.8 cm atletas de MMA (origem de lutas de domínio), Canabarro (2018) | |
| | 37.4 ± 0.9 cm atletas de MMA (origem de lutas de percussão), Canabarro (2018) | |

No quesito técnico, verificou-se correlação negativa entre toque ofensivo e projeções contra ($r = -0.49$). Verificou-se ainda correlação significativa entre finalizações e projeções ofensivas ($r = 0.55$) e correlação negativa entre as finalizações ofensivas e os toques e finalizações contra. E ainda entre projeções ofensivas com toques contra. Existiu uma correlação significativa entre projeções contra e as variáveis fisiológicas (FC, PSE, lactato) e também das variáveis fisiológicas entre si ao longo da luta. Ainda com correlação entre marcadores fisiológicos e índices técnicos percebe-se que a FC, PSE nos 3 rounds e o lactato ao final do combate, se correlacionam positivamente apenas com os toques ofensivos. O número de projeções sofridas pelos atletas apresentou correlação positiva, onde quanto maior a FC, PSE e lactato, maior o número de projeções recebidas. O peso não foi capaz de discriminar os atletas utilizando como parâmetro os indicadores fisiológicos e técnicos. Os atletas com os maiores valores das variáveis fisiológicas (FC, PSE e Lactato) foram os que mais sofreram projeções.

Discussão

Características físicas e fisiológicas

De acordo com os resultados encontrados nesta tese, pode-se dizer que os combates de MMA exigem grande demanda energética, de forma intermitente, com alto risco de contusão e de intensidade elevada com ênfase significativa do sistema glicolítico (Hirata, 2011); (Galletta et al., 2011). Siqueria et al., (2016) aponta que a treinabilidade e o desenvolvimento dessa via energética é de real importância na preparação dos atletas. É possível dizer ainda que o MMA é uma modalidade extremamente extenuante, sendo este fato revelado através dos elevados valores da PSE, FC e altas concentrações de lactato.

Apesar de não ter sido foco da presente tese, estudos apontam que atletas profissionais de MMA apresentam baixos níveis de gordura corporal, elevado percentual de massa corporal e perfil mesomórfico predominante (Dal et al., 2019; Lenetsky e Harris, 2012; Spanias et al., 2019). Em regra geral, atletas de esportes de combate são separados em classes de peso, portanto, o controle da composição corporal otimizada pode refletir em uma vantagem competitiva e o desenvolvimento da massa muscular é claramente um importante componente para atletas de artes marciais mistas e para a maioria dos esportes de combate (Marinho et al., 2016).

Um estudo realizado com atletas de taekwondo, observou-se uma demanda cardiovascular próxima a máxima e altas concentrações de lactato em lutas oficiais, sugerindo que a relação esforço:pausa da competição pode promover estímulos adequados para ganhos de condicionamento aeróbio e anaeróbio (Bridge et al., 2014). Nas modalidades de combate, diferentes vias energéticas são requeridas durante as lutas, por isso, atletas de elite geralmente recebem treinamentos mistos que combinam tanto características aeróbias quanto anaeróbias (Ravier et al., 2009). O sistema aeróbio, por responder rapidamente à demanda energética do exercício, tem um papel importante também em esforços máximos de curta duração (Bourdon et al., 2017), além de estar relacionado à maior remoção de lactato sanguíneo pós-luta (Detanico et al., 2012; Franchini et al., 2003). Del Vecchio e Ferreira, (2013) verificaram que atletas que apresentam elevada capacidade aeróbia tendem a ter menor valor de lactato sanguíneo, maior ressíntese de fosfocreatina, o que poderia gerar maior recuperação nos intervalos durante a luta, e, que tais aspectos podem contribuir para que o atleta mantenha a intensidade durante a luta e na sequência destas, contribuindo no controle

do processo de fadiga (Gariod et al., 2005). Logo, destaca-se a importância do treinamento dessas vias metabólicas, para uma melhor performance em competições, possibilita uma melhor caracterização do esporte, expondo possíveis implicações para os programas de treinamento e elaboração de estratégias para combates (Del Vecchio et al., 2007; Nilsson et al., 2002; Van Malderen et al., 2008; Campos et al., 2012; Lide et al., 2008; Silva et al., 2014, Moreira et al. 2016).

Treino intervalado

Em relação ao treinamento intervalado de alta intensidade, o mesmo é caracterizado por alternância de estímulos de alta intensidade com períodos de recuperação (La Bounty, 2011; Billat, 2001). Especificamente, o treino intervalo pode durar de poucos segundos até vários minutos com períodos alternados de descanso real ou algum tipo de exercício de baixa intensidade (Gibala e McGee, 2008). Na presente tese, sugere-se que o MMA é uma modalidade esportiva de alta intensidade com ampla participação do sistema glicolítico, tendo em vista as altas concentrações de lactato sanguíneo encontradas no final de cada simulação de combate (Iaia et al., 2011; Del Vecchio et al., 2014).

Neste sentido, Del Vecchio et al., (2011) sugeriram que os programas de treinamento devam considerar esta relação entre esforço:pausa de modo a aumentar a especificidade o treino, com foco principal em atividades de alta intensidade. O MMA possui uma relação esforço:pausa de 10:1 (Siqueira et al., 2016; Coswig; Del Vecchio, 2016; Amtann et al., 2008), portando, o aumento da duração dos estímulos aparenta não ser a melhor estratégia, tendo em vista que ações curtas e de alta intensidade estão mais relacionadas aos objetivos da modalidade, tais como, knockouts e finalizações (Del Vecchio, Hirata, Franchini, 2011).

Amtmann (2012), sugere estratégias onde o treinamento seja realizado para o “pior cenário metabólico” para o atleta, onde ele possa estar apto para conseguir uma vitória rápida, como também preparado física e mentalmente para um combate de longa duração. Del Vecchio e Franchini (2013) sugerem ainda que a análise da temporalidade pode ajudar a identificar os cenários mais prováveis, sendo capaz de contribuir a estabelecer o que seria o “pior cenário metabólico”. La Bounty et al. (2011) sugere que treinadores possam escolher sequências entre 8 e 10 exercícios, com ações específicas ou não, para os atletas realizarem sem intervalo, e, ao final, descansem o tempo de um intervalo de luta.

Diversos autores citam o treinamento intervalado como benéfico na preparação física de atletas de modalidades de combate, entre eles: a) elevação do VO₂ de pico, b) aumento da capacidade oxidativa músculo esquelética, c) aumento da sensibilidade a insulina, d) controle do volume de treino, e) aumento da especificidade do treino (Ioannis et al., 2018). Logo, a utilização do treino de alta intensidade citado na presente tese parece ser uma ferramenta útil a ser incluída no planejamento e rotina de treino de atletas de MMA, pois fornece feedback aos atletas e treinadores sobre a utilização do treinamento intervalado específico, sendo sabido que o mesmo foi capaz de replicar indicadores fisiológicos similares aos coletados em lutas reais.

Força e potência

Segundo Lachlan et al., (2020), no desempenho atlético para o MMA, força e potência são apontados como importantes fatores. Sendo a potência citada como um melhor indicador de sucesso em comparação com a força. E, embora a força seja associada como grande contribuidora para o fator potência, a potência está associada com movimentos decisivos para o combate (Buse, 2006). Embora a potência não seja o único preditor de sucesso em um combate de MMA, o lutador mais com melhores índices de potência provavelmente estará em vantagem sobre um oponente menos potente (McGill et al., 2010).

Na presente tese, ao comparar os resultados em testes de potência para membros inferiores (CMJ), se verificou que os atletas de MMA da amostra, possuem níveis intermediários de potência de membros inferiores. Porém, os resultados foram superiores em comparação com atletas de modalidades que exigem elevados níveis de potência, como as modalidades de percussão e de projeção, que, respectivamente, durante os combates as ações envolvam chutes e agachamentos afundo com sobrecarga do adversário em movimentos rápidos. E, resultados inferiores quando comparados a modalidades de domínio, que segundo James, (2016), as ações executadas ocorrem no solo com progressão das posições em elevadas demandas isométricas e menores demandas de potência.

Os testes de potência para membros inferiores realizados na presente tese, não foram capazes de discriminar atletas quanto ao nível de rendimento. Os atletas mais pesados tiveram melhores resultados em comparação aos atletas leves. Fato que corrobora com estudos de James et al., (2018) realizado com atletas profissionais e amadores de MMA

onde em testes de força, para os grupamentos superiores não houve diferença significativa. Todavia, Schick, (2010) aponta que atletas de MMA necessitam ter resistência de potência, sendo esta a capacidade de realizar movimentos baseados em força repetidamente sem efeito de fadiga. E, que as musculaturas do quadril, tronco e musculatura dos ombros devem ser de extrema preocupação para os treinadores, pois revelam atributos que podem ser decisivos em diversas situações durante o combate.

Estudos de Donovan, (2006) revelou que a força do tronco não foi um fator significativo para discriminar atletas quanto ao desempenho, tal fato corrobora com os achados da presente tese onde o teste de supino também não permitiu discriminar os atletas quanto ao nível de desempenho, contudo, foi possível discriminar os atletas do mesmo nível de rendimento. Recomenda-se que o treino com foco na musculatura do tronco em exercícios de estabilidade dos grupos abdominais e dorsais sejam introduzidos com objetivo de reduzir a probabilidade de lesão ou incidência de dor na região lombar (Hunter et al., 2016).

Os praticantes de alto nível produzem torques mais altos em membros inferiores sob teste isocinético e isométrico (Hartmann et al., 2009). Garcia et al., (2009) em estudo feito com atletas de MMA, no exercício de supino reto, os níveis de força aumentaram quando utilizou protocolo de exercícios com execução realizada de forma explosiva, usando 45% de 1-RM. Outros autores notaram melhorias na potência ao usarem uma porcentagem maior que ficou entre 60 e 80% de 1-RM (Kilduff et al., 2007; Baker e Newton, 2009).

Estratégia de luta

As lutas de MMA exigem diferentes manifestações de força e que múltiplas combinações de ações explicam a vitória (James, 2016). Em lutas profissionais, os indicadores de vitória são os golpes significativos no solo, a precisão nas projeções e a precisão nos ataques. Sendo que a frequência de acertos por minuto também apresentou significância para as vitórias. Em nível de atletas de elite, as vitórias são impactadas pela precisão da técnica, enquanto o aumento do volume de tentativas não contribuiu para um resultado vencedor (Lachlan et al., 2013; Del Vecchio et al., 2011; Bello et al., 2018; Miarka et al., 2018).

Em estudos de Del Vecchio et al., (2011) que analisou a temporalidade e as ações dos atletas em combates reais, aproximadamente 50% dos combates terminaram em ações

no solo. Assim, o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de domínio também podem ser decisivas para o êxito em combates de MMA. Na preparação para a competição, treinadores de esportes específicos podem usar essas descobertas para enfatizar essas técnicas e estratégias mais provavelmente determinará a vitória. Pela perspectiva fisiológica, os resultados podem ser considerados por treinadores a fim de garantir que os planos de treinamento sejam efetivamente projetados para desenvolver os mecanismos que sustentam as ações predominantes e influentes (Ghoul, 2017).

Na presente tese o nível de rendimento dos atletas influenciou nas variáveis fisiológicas, indicando que os atletas mais experientes distribuem e dosam com maior eficiência a energia empregada durante os combates, principalmente no primeiro e segundo round, o que pode ser benéfico, pois, ao considerar os resultados obtidos em estudos de Folhes e Mello (2014) que avaliou a relação entre experiência competitiva e vitórias em atletas de MMA nas três primeiras lutas profissionais da carreira. Os atletas mais experientes tiveram quantitativo de vitórias maior, mostrando que a experiência competitiva é um fator influenciador para um saldo de vitórias positivo. Logo, baseado se sugere que atletas menos experientes administrem o desgaste físico, principalmente nos primeiro e segundo round quando o confronto for com atletas de elite.

Por fim, é valioso ressaltar que o treino físico deve seguir os moldes escolhidos para estratégia de luta que o atleta irá pôr em prática no combate, destacando que estratégias que envolvam projeções tendem a ser mais extenuantes, e, que estratégias que desenvolvam a luta de solo tendem a ser mais eficazes, mesmo que uma acaba por ser dependente da outra.

Aplicações Práticas

Após reunir e confrontar o conteúdo de diversas literaturas e autores junto com os dados obtidos na presente tese, surgem apontamentos e orientações que parecem ser pertinentes a treinabilidade física e técnica pelos envolvidos com atletas de MMA:

- Atletas de níveis mais elevados apresentam melhores resultados de força lombar e de musculatura dorsal;
- A potência muscular parece ser decisiva para melhores resultados em combate de MMA;
- Sessões de treino de força máxima e potência, inclusive de força isométrica para membros inferiores, devem ser incluídas no processo de treinamento de atletas de MMA, independentemente do nível de rendimento do atleta;

- O treinamento muscular da região abdominal parece influenciar positivamente para prevenção de lesão na região lombar;
- Os programas de treinamento devem seguir a relação esforço:pausa de modo a elevar a especificidade do treino, com foco principal em atividades de alta intensidade;
- Atletas mais experientes apresentam capacidade de administrar a energia durante o combate, principalmente do meio para o final da luta;
- A estratégia de luta parece influenciar no desgaste dos atletas, principalmente quando a estratégia de luta envolve aplicação e defesa de queda;
- Sugere-se utilizar teste específico para avaliação de atletas de MMA;
- Deve-se dar real importância em proporcionar boa recuperação dos lutadores após combates de alta intensidade. As sessões de recuperação devem ser conduzidas com base em critérios como a natureza dos movimentos da luta, levando em consideração contusões e níveis de fadiga do atleta pós combate.

Capítulo 4. Discussão Geral

O objetivo desta tese consistiu em analisar se é possível discriminar atletas de Artes Marciais Mistas ou *Mixed Martial Arts* (MMA) num conjunto de variáveis neuromusculares, fisiológicas e metabólicas em função do nível competitivo e classe de peso. Para tanto, foram analisados dados neuromusculares em ambiente de laboratório, assim como as respostas fisiológicas, metabólicas e técnicas em situação de combate simulado. No geral, os resultados da tese indicam: i) a força dinâmica máxima no supino reto e a força isométrica lombar permitem diferenciar atletas de MMA de acordo com seu nível competitivo e classe de peso; ii) apesar da potência máxima absoluta nos testes de salto vertical e a potência média absoluta no teste de Wingate permitirem diferenciar atletas de MMA em função da sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal; iii) atletas de elite apresentam maior rendimento técnico quando comparados com atletas profissionais; iv) atletas leves tendem a iniciar o primeiro round com uma demanda fisiológica menor quando comparados aos atletas pesados, embora os primeiros possam aumentar sua demanda (i.e., frequência cardíaca) ao longo do combate. Neste sentido, com a realização desta tese foi possível compreender melhor as diferenças neuromusculares, fisiológicas, metabólicas e técnicas entre atletas de MMA de diferentes níveis competitivos e classes de peso, possibilitando, desta forma, a sugestão de modelos mais específicos de treino para os praticantes de MMA.

No Estudo 1 tivemos como objetivo verificar se os índices de força máxima dinâmica e isométrica permitem discriminar atletas de MMA em função do seu nível competitivo e classe de peso. No geral, os resultados indicaram que o desenvolvimento de força lombar é importante para os atletas que optam por estratégias de luta que envolvam projeções, domínio no solo, e, na prevenção de lombalgias comuns aos praticantes da modalidade (Vicente e Lima, 2018). Níveis de força máxima são necessários durante os combates, em movimentação corpo-a-corpo ou separado, quando o adversário busca encontrar o melhor momento para executar golpes com máxima eficiência, portanto, foi utilizando o teste de supino reto para avaliação da força na região superior do corpo. Com o teste, foi possível discriminar atletas de mesmo nível, com padrões estratégicos de lutas iguais e diferentes.

A força isométrica é evidenciada em disputa por posições, controle do oponente e técnicas de estrangulamento, mostrando a importância da sua treinabilidade, principalmente por atletas com estratégias de luta com foco nas projeções. A força

isométrica não permitiu discriminar os atletas, nem em valores máximos nem relativos, e, os valores encontrados foram menores em comparação aos estudos de Tsuji et al. (2005) ambos realizados com atletas de modalidades de projeção. Os atletas originais de modalidades de domínio apresentaram as maiores médias, apontando que a modalidade de origem pode influenciar no resultado do teste, tendo em vista que nos treinos técnicos rotineiros desses atletas, há maior exigência de contrações isométricas e músculos flexores de punho, sendo possível inferir que essa habilidade física não está no topo da relevância para a treinabilidade de atletas de MMA.

No teste para membros inferiores realizado no leg press, os resultados do presente estudo foram inferiores aos achados de Locatelli (2016), Silva (2018) e Júnior et al. (2011), realizados com atletas profissionais e amadores. Foi observado baixo desenvolvimento de força de membros inferiores entre os atletas, e, os resultados não discriminam significativamente os atletas de acordo com a classe de peso e nível competitivo. De forma prática existe uma necessidade de melhorar níveis de força de membros inferiores entre os atletas da amostra. É interessante que novos estudos sejam realizados com testes máximos de 1RM para entender se a força dinâmica máxima de membros inferiores é uma habilidade discriminatória em atletas de diferentes classes de peso e níveis competitivos, e, que os atletas passem por períodos de aprendizagem motora para que testes com agachamento com peso sobre as costas também possam ser utilizados.

No Estudo 2, tivemos como objetivo comparar os níveis de potência muscular e resistência anaeróbia de atletas de MMA em função do nível competitivo e classe de peso. No geral, os resultados permitiram diferenciar estatisticamente atletas de MMA de acordo com sua classe de peso no que se refere a potência máxima absoluta no SJ e CMJ e a potência média absoluta no teste de Wingate, entretanto, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal. Os valores do SJ no presente estudo foram superiores aos achados de Dubal et al., (2019), Azevedo et al., (2019) realizados com atletas de projeção e percussão e inferiores aos estudos de Detanico, (2010) e Ouergui et al., (2014), também com as respectivas modalidades no CMJ.

Levando em conta a numerosa variabilidade de movimentos permitidos no MMA, os atletas podem apresentar níveis intermediários de potência de membros inferiores, tendo em consideração sua modalidade de origem, dado que nos treinos de atletas de percussão e projeção, há um maior quantitativo de execuções técnicas envolvendo

saltos e chutes em máxima velocidade e agachamentos com sobrecarga para efetuar as projeções. Diferente das modalidades de domínio, onde a luta ocorre no solo com maior demanda isométrica. Portanto, ao comparar a potência produzida por atletas de MMA de diferentes classes de peso, importa ter em conta a normalização dos valores absolutos em relação à massa corporal, e, conhecer sua modalidade de origem.

Em um combate de MMA ocorrem elevadas exigências anaeróbias (Amtmann, 2008), daí, a necessidade dos atletas participarem de treinamentos que desenvolvam essa via energética. O teste de Wingate fornece informação sobre o pico de potência e capacidade anaeróbia. Ao compararmos os resultados de potência máxima absoluta do presente estudo com outros realizados com atletas de MMA, verificam-se que estão dentro dos valores obtidos por Oliveira (2013) e Bernardi (2016). Apesar da potência média absoluta do presente estudo permitir diferenciar atletas de MMA de acordo com sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal. Logo, ao comparar a potência produzida por atletas de MMA de diferentes classes de peso, importa ter em conta a normalização dos valores absolutos em relação à massa corporal.

No Estudo 3, tivemos como objetivo analisar a influência do nível competitivo e da classe de peso no desempenho técnico e nas respostas fisiológicas e psicofisiológicas durante lutas simuladas de MMA. De acordo com os resultados do Estudo 3, verifica-se que o MMA é uma modalidade esportiva com características de alta intensidade com ampla participação do sistema glicolítico como fonte energética, tendo em vista as altas concentrações de lactato sanguíneo encontradas no final de cada simulação de combate. O lactato é um subproduto da glicólise anaeróbica e um indicador amplamente utilizado para aferir intensidade de esforço. A média do valor do lactato sanguíneo encontrado pré simulação de combate e logo após o término da simulação de combate é semelhante aos resultados encontrados nos estudos de Siqueira et al., (2016), Coswig; Del Vecchio (2016) e Amtmann et al., (2008) que também aferiram o comportamento do lactato em simulação de combates de MMA com atletas masculinos.

A estratégia de luta parece influenciar no desgaste dos atletas, principalmente quando a estratégia de luta envolve projeções e defesa de queda, pois vimos que os atletas com os maiores valores das variáveis fisiológicas (FC, PSE e lactato), ou seja, que apresentaram maior desgaste físico, foram os que mais caíram. Os atletas que mais sofreram quedas, foram os que menos conseguiram obter toques ofensivos. Isso pode ser explicado em situações de combates onde a luta de solo durou a maior parte do tempo. Ainda com

foco nas projeções, os atletas que mais aplicaram quedas, foram os que tiveram o maior número de finalizações ofensivas, mostrando que a estratégia de desenvolver luta de solo necessita, quase que de forma dependente, das projeções. E, os atletas que mais projetaram seus adversários, foram os que menos toques contra sofreram. Salientando, que a estratégia de desenvolver a luta de solo procurando a finalização mostrou-se como a mais eficaz no estudo. Visto que, os atletas com maior número de finalizações ofensivas, foram os atletas menos finalizados e menos tocados durante os combates.

Verificou-se a resposta fisiológica durante um combate simulado de MMA, e, um importante achado é a correlação positiva entre os toques ofensivos e as variáveis fisiológicas. A FC e a PSE nos 3 rounds e o lactato ao final do combate, se correlacionam positivamente apenas com os toques ofensivos. Ou seja, os atletas que aplicam mais toques ofensivos são os que apresentaram menores resultados na FC, PSE e lactato ao longo de toda simulação de combate. A FC e PSE correlacionam-se entre os rounds, assim como o lactato no início e no final, logo, a PSE representou bem o esforço, na medida em que durante os 3 rounds se correlacionou com a FC e com lactato. Os demais indicadores técnicos não se correlacionaram com os indicadores fisiológicos. Exceto pelo número de projeções sofridas pelos atletas que apresentou correlação positiva, onde quanto maior a FC, PSE e lactato, maior o número de projeções recebidas; E, tal fato podendo ser explicado como resultado de fadiga.

Ao avaliarmos a categoria de peso dos atletas, conclui-se que o peso não foi capaz de discriminar os atletas utilizando como parâmetro os indicadores fisiológicos e técnicos. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Miarka (2014) feito com atletas de elite de judô, onde não houve diferença significativa em teste físicos e índices técnicos entre atletas leves e pesados, salve para os testes de VO₂máx, onde os atletas leves tiveram melhores resultados, contudo o VO₂máx não foi um indicador avaliado no presente estudo. Quando avaliamos o nível de rendimento dos atletas, conclui-se que o mesmo é capaz de discriminar os atletas ao correlacionarmos a FC no primeiro e segundo rounds, a PSE durante todo o combate e o lactato ao final do combate, ou seja, os atletas mais experientes apresentam desgaste menor durante a luta em comparação aos atletas menos experientes.

Especula-se que a ausência do caráter competitivo provoque aumento na duração e no número das ações da baixa intensidade, o que pode influenciar diretamente na temporalidade das ações (Cowsing, 2014) e conseqüentemente no aumento do lactato. Entretanto, em estudos de Hirata (2013) feitos com atletas de MMA com dados

coletados em combate simulado promoveram elevação do lactato sanguíneo com variação de 10.2 a 20.7 mmol/L. Tais respostas apontam para ativação da via glicolítica onde aumento da concentração sanguínea de lactato, pode estar associada a quedas na função muscular e no desempenho físico dos atletas.

Algumas limitações principais desta tese devem ser mencionadas:

- O estudo não levou em consideração a modalidade de origem dos atletas;
- A amostra do estudo contou com atletas de uma única equipe de MMA;
- A ausência de atletas do sexo feminino não permitiu a sua análise e consequente comparação com atletas de MMA do sexo masculino.

Capítulo 5. Conclusões Gerais

De acordo com os resultados obtidos na tese, pode-se dizer que:

- A força dinâmica máxima no supino reto e a força isométrica lombar permitem diferenciar atletas de Artes Marciais Mistas ou *Mixed Martial Arts* (MMA) de acordo com seu nível competitivo e classe de peso;
- Apesar de a potência máxima absoluta nos testes de salto vertical e a potência média absoluta no teste de Wingate permitirem diferenciar atletas de MMA em função da sua classe de peso, o mesmo não se verifica quando os valores são normalizados à massa corporal;
- Atletas de elite apresentam maior rendimento técnico quando comparados com atletas profissionais;
- Atletas leves tendem a iniciar o primeiro round com uma demanda fisiológica menor quando comparados aos atletas pesados, embora os primeiros possam aumentar sua demanda (i.e., frequência cardíaca) ao longo do combate.
- Os combates de MMA são atividades que exigem altas taxas de energia glicolítica e elevada demanda anaeróbia para execução das ações de combate, demonstrando que a treinabilidade e o desenvolvimento dessa via energética é de real importância na preparação dos atletas para as lutas de artes mistas;
- O treino físico deve seguir os moldes escolhidos para estratégia de luta que o atleta irá pôr em prática no combate, destacando que estratégias que envolvam projeções tendem a ser mais extenuantes, e, que estratégias que desenvolvam a luta de solo tendem a ser mais eficazes, mesmo que uma acaba por ser dependente da outra.

Capítulo 6. Sugestões para Futuras Pesquisas

Pelo facto de as Artes Marciais Mistas ou *Mixed Martial Arts* (MMA) serem uma modalidade recente e em franco crescimento, sugere-se as seguintes investigações para que sejam mais bem conhecidas as particularidades da modalidade:

- Sugere-se que novos estudos possam ser realizados, utilizando o cruzamento de dados obtidos através da temporalidade, nível competitivo, estratégia de luta e índice de vitórias em combates reais de MMA;
- Sugere-se novos estudos utilizando amostras que incluam como fator de diferença a modalidade de origem, onde a atenção não deva ser destinada somente para massa corporal, mas também para a especificidade técnica dos esportes de origem ao propor variáveis que possam discriminar os atletas por nível de rendimento;
- Mais estudos utilizando amostras com participantes pesos pesados e com mulheres ainda são necessários para ratificar as conclusões encontradas no presente estudo;
- Vislumbra-se que novos estudos possam ser realizados em combates reais.

Capítulo 7. Bibliografia

Capítulo 1. Introdução Geral

- Alm, P., & Yu, J. (2013). Physiological characters in mixed martial arts. *Am J Sports Sci*, 1(2), 12-17.
- Amtmann, J. A. (2004). Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 194-196.
- Franchini, E., Takito, M. Y., de Moraes Bertuzzi, R. C., & Kiss, M. A. P. D. (2004). Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção do lactato após uma luta de judô. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 6(1), 7-16.
- Silva, B. V. C., Dias, I. S., Mota G. R. (2018) Testes físicos discriminam praticantes de brazilian jiu-jitsu? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 22(1): 90-96.

Capítulo 2. Revisão da Literatura

- Alm, P. (2013). Physiological characters in mixed martial arts. *Am J Sports Sci*, 1(2), 12-17.
- Altin, Çamçakal, A., Pepe, H., & Altin, M. (2014). Aerobic And Anaerobic Power Profile Of Elite Turkish Greco-Roman Wrestlers. *Journal of Physical Education & Sports Science/Bedens Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(3).
- Amtmann, J. A. (2004). Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 194-196.
- Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and rate of perceived exertion responses of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 645-647.
- Arney, B. E., Glover, R., Fusco, A., Cortis, C., de Koning, J. J., van Erp, T., ... & Foster, C. (2019). Comparison of rating of perceived exertion scales during incremental and interval exercise. *Kinesiology*, 51(2), 150-157.
- Artioli, G. G., Gualano, B., Franchini, E., Batista, R. N., Polacow, V. O., & Lancha Jr, A. H. (2009). Physiological, performance, and nutritional profile of the Brazilian Olympic Wushu (kung-fu) team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 20-25.
- Barbas, I., Fatouros, Ig, Douroudos, Ii, Chatzinikolaou, A., Michailidis, Y., Draganidis,

- D., Taxildaris, K., (2011). Adaptações fisiológicas e de desempenho de lutadores de elite greco-romanos durante um torneio de um dia. *Jornal europeu de fisiologia aplicada*, 111 (7), 1421-1436
- Bayati, M., Farzad, B., Gharakhanlou, R., & Agha-Alinejad, H. (2011). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out'sprint interval training. *Journal of sports science & medicine*, 10(3), 571.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, 31(1), 13-31.
- Blais, L., & Trilles, F. (2006). The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 132.
- Bonato, M., Rampichini, S., Benedini, S., Ferrara, M., Sbriccoli, P., Merati, G., ... & Doria, C. (2014). High intensity interval training for the enhancement of the aerobic fitness in elite judo athletes. In *SISMeS National Congress* (Vol. 9, No. suppl. 1, pp. S28-S28). Springer.
- Bonitch, J., Ramirez, J., Femia, P., Feriche, B., & Padial, P. (2005). Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. *Medicina dello Sport*, 58(1), 23-28.
- Bonitch-Góngora, J. G., Bonitch-Domínguez, J. G., Padial, P., & Feriche, B. (2012). The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1863-1871.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & science in sports & exercise*.
- Borges, C. C., Oliveira, R. A., Oliveira, R. A., & Perfeito, P. J. C. (2013). Recuperação fisiológica aguda após lutas de solo e correlação com a potência aeróbia máxima. *Praxia-Revista on-line de Educação Física da UEG*, 1(1), 71-79.
- Bosco C. (2007). *A Força Muscular*. São Paulo: Phorte
- Bouhrel, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Abdallah, K. B., & Tabka, Z. (2006). Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. *Science & Sports*, 21(5), 285-290.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., & Cable, N., (2017). Monitoramento de cargas de treinamento de atletas: declaração de consenso. *Revista Internacional de Fisiologia Esportiva e Desempenho*, 12 (s2), S2-161.
- Branco, B. H., Massuça, L. M., Andreato, L. V., Marinho, B. F., Miarka, B., Monteiro, L., & Franchini, E. (2013). Association between the rating perceived exertion, heart rate and blood lactate in successive judo fights (randori). *Asian Journal of Sports*

- Medicine*, 4(2), 125.
- Braswell, M. T., Szymanski, D. J., Szymanski, J. M., Dixon, E. E., Gilliam, S. T., Wood, R. J., ... & Cicciarella, C. F. (2010). Physiological differences in mixed martial artist and traditional martial artists: a pilot study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 1.
- Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabene, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713-733.
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1221-1228.
- Carballeira, E., & Iglesias, E. (2007). Acute effects of the judo fight: multiparametric analysis. *European Journal of Human Movement*, 19, 111-138.
- Carneiro, R. W., De Souza, T. M. F., de Oliveira Assumpcao, C., Neto, J. B., Asano, R. Y., & de Oliveira, J. F. (2013). Behavior and heart rate perceived exertion during combat Brazilian Jiu-Jitsu/Comportamento da frequencia cardiaca e percepcao subjetiva de esforco durante combate de Jiu-Jitsu Brasileiro. *Revista Brasileira de Prescriçao e Fisiologia do Exercício*, 7(37), 98-103.
- Charro, M. A., Aoki, M. S., Coutts, A. J., Araujo, R. D. C., & Bacurau, R. F. (2010). Hormonal, metabolic and perceptual responses to different resistance training systems. *J Sports Med Phys Fitness*, 50(2), 229-34.
- Chatterjee, P., Banerjee, A. K., Majumdar, P., & Chatterjee, P. (2005). Oxygen consumption, heart rate and blood lactate response during sparring on Indian women boxers. *International journal of applied sport sciences*, 17(2), 9
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 334-339.
- Colantonio, E., Franchini, E., Matsushigue, K. A., & Kiss, M. A. P. D. M. (2001). Níveis de lactecidemia durante jogo de pólo aquático: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 7, 152-156.
- Coswig, V. S. (2014). *Estrutura temporal e respostas biológicas em luta simulada de Mixed Martial Arts (MMA)* (Master's thesis, Universidade Federal de Pelotas).
- Coswig, V. S., Fukuda, D. H., de Paula Ramos, S., & Del Vecchio, F. B. (2016). Biochemical differences between official and simulated mixed martial arts (MMA) matches. *Asian journal of sports medicine*, 7(2).
- Da Silva, A. M. B., Keller, B., Pereira, I. C., Tempski, R. A., & Coelho, R. W. Estudo comparativo das concentrações de cortisol salivar entre atletas experientes e não

experientes no Mixed Martial Arts.

- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British journal of sports medicine*, 37(3), 245-249.
- Del Vecchio, F. B., & Ferreira, J. L. M. (2013). Mixed martial arts: Rotinas de condicionamento e avaliação da aptidão física de lutadores de Pelotas/RS. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 35, 611-626.
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chacon-Mikahili, M. P. T. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e percepção*, 7(10), 263-281.
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 639-648.
- Detanico, D. (2012). Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance do judô.
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of athletic training*, 35(3), 338.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2017). *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed Editora.
- Franchini, E., Schwartz, J., & Takito, M. Y. (2018). Maximal isometric handgrip strength: comparison between weight categories and classificatory table for adult judo athletes. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(6), 968.
- Franchini, E., Souza, C. E. B., Urasaki, R., Oliveira, R. S., Sauressig, F., & Matheus, L. (2004, March). Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. In *Proceeding of III Congreso de La Asociación Española de Ciencias Del Deporte*.
- Franchini, E., Takito, M. Y., & Bertuzzi, R. D. M. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of budo*, 1(1), 1-7.
- Franchini, E., Takito, M. Y., & Pereira, J. N. C. (2003). Freqüência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jitsu. *Lecturas Educación Física y Deportes*, 65(9).
- Franchini, E., Takito, M. Y., Nakamura, F. Y., Matsushigue, K. Y., Kiss, M. A. D. (2004). Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção lactato após um combate de judô. *Revista Brasileira de Cineantropometria e desenvolvimento Humano*. V. 6, n. 1
- Fuke, K. (2007). Análise morfológica e neuromuscular de atletas de Jiu-jitsu.
- Galetta, K. M., Barrett, J., Allen, M., Madda, F., Delicata, D., Tennant, A. T., ... & Balcer,

- L. J. (2011). The King-Devick test as a determinant of head trauma and concussion in boxers and MMA fighters. *Neurology*, 76(17), 1456-1462.
- García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Carrasco, L., Díaz, A., & Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *European journal of applied physiology*, 106(4), 629-638.
- Ghoul, N., Tabben, M., Miarka, B., Tourny, C., Chamari, K., & Coquart, J. (2019). Mixed martial arts induces significant fatigue and muscle damage up to 24 hours post-combat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1570-1579.
- Grant, S., Mcmillan, K., Newell, J., Wood, L., Keatley, S., Simpson, D., & Fairlie-Clark, S. (2002) Reprodutibilidade do limiar de lactato sanguíneo, marcador de 4 mmol.l⁻¹, frequência cardíaca e classificações de esforço percebido durante o exercício incremental em esteira em humanos. *Jornal europeu de fisiologia aplicada*, 87 (2), 159-166
- Houaiss L., P., Ranking in Vocabulário Ortográfico. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 2017-02-02 00:00:13]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/vocabulario/ranking>. Infopédia. Ranking in Dicionário infopédia da Língua Portuguesa com Acordo Ortográfico. Porto: Porto Editora, 2003-2017. [consult. 2017-02-02 00:27:21]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/ranking>
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M, Coutts, A. J. (2019). Carga de treinamento interna e externa: 15 anos depois. *Revista Internacional de Fisiologia Esportiva e Desempenho*, 14 (2), 270-273
- Impellizzeri, F. M, Rampinini, E., Coutts, A. J, Sassi, Aldo, Marcora, S. M. Uso da carga de treinamento baseada em PSE no futebol. *Medicina e ciência no esporte e exercício*, 36 (6), 1042-1047, 2004
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2018). Physiological determinants of mixed martial arts performance and method of competition outcome. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 978-984.
- James, L. P., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2013). Periodization for mixed martial arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(6), 34-45.
- Karnincic, H., Tocilj, Z., Uljevic, O., & Erceg, M. (2009). Lactate profile during Greco-Roman wrestling matchx. *Journal of sports science & medicine*, 8(CSSI3), 17.
- Kim, J., Cho, H. C., Jung, H. S., & Yoon, J. D. (2011). Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1346-1354.
- Kirk, C., Clark, D. R., Langan-Evans, C., & Morton, J. P. (2020). The physical demands

- of mixed martial arts: A narrative review using the ARMSS model to provide a hierarchy of evidence. *Journal of Sports Sciences*, 38(24), 2819-2841.
- Komi, P. V. (2006). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*, 33(10), 1197-1206.
- Kostikiadis, I. N., Methenitis, S., Tsoukos, A., Veligeakas, P., Terzis, G., & Bogdanis, G. C. (2018). The effect of short-term sport-specific strength and conditioning training on physical fitness of well-trained mixed martial arts athletes. *Journal of sports science & medicine*, 17(3), 348.
- La Bounty, P., Campbell, B. I., Galvan, E., Cooke, M., & Antonio, J. (2011). *Strength and conditioning considerations for mixed martial arts. Strength & Conditioning Journal*, 33(1), 56-67.
- Lahti, J. (2016). Sports analysis, training considerations and applied methods for mixed martial arts.
- Lenetsky, S., & Harris, N. (2012). The mixed martial arts athlete: a physiological profile. *Strength & Conditioning Journal*, 34(1), 32-47.
- Lima-Silva, A. E., Bertuzzi, R. C., Pires, F. O., Gagliardi, J. F., Barros, R. V., Hammond, J., & Kiss, M. A. (2010). Relationship between training status and maximal fat oxidation rate. *Journal of sports science & medicine*, 9(1), 31.
- Marinho, B. F., Del Vecchio, F. B., & Franchini, E. (2011). Condición física y perfil antropométrico de atletas de artes marciales mixtas. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(2), 7-18.
- Marinho, B. F., Follmer, B., Del Conti Esteves, J. V., & Andreato, L. V. (2016). Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 157-165.
- Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa, H., Roelands, B., & Piacentini, M. F. (2007). Brain neurotransmitters in fatigue and overtraining. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 32(5), 857-864.
- Miarka, B., Brito, C. J., Moreira, D. G., & Amtmann, J. (2018). Differences by ending rounds and other rounds in time-motion analysis of mixed martial arts: Implications for assessment and training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 534-544.
- Micheline, A. H., Del Vecchio, F. B., & Gonçalves, A. (2005). Perfil antropométrico e motor de praticantes de karatê da cidade de Monte Mor-SP. *EFDeportes, Revista Digital*, (82), 1-4.
- Milanez, V., Lima, M., Perandini, L., Gonçalves, C., & Franchini, E. (2011). Avaliação e comparação das respostas da percepção subjetiva de esforço e concentração de lactato em uma competição oficial de karate. *Journal of Physical Education*, 22(1),

57-64.

- Milanovic, D., Markovic, G., Jukic, I., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
- Milo, P. (2005). No Holds Barred: Ultimate Fighting and the Martial Arts Revolution. *Paperback edition*, ISBN 1-903854-30-X, pp. 38–39.
- Miloski, B., Freitas, V. H. D., & Bara Filho, M. G. (2012). Monitoramento da carga interna de treinamento em jogadores de futsal ao longo de uma temporada. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14, 671-679.
- Minozzo, F. C., Lira, C. A. B. D., Vancini, R. L., Silva, A. M. B., Freitas, R. J., & Fachina, G. (2008). Periodização do treinamento de força: uma revisão crítica. *Rev Bras Ciên e Mov*, 16, 89-97
- MMA World Ranking, 2017. Disponível em: < <http://rankingmma.com/>>. Acesso em: 15 de abril. 2017
- Obmiński, Z., Ładyga, M., Borkowski, L., & Wiśniewska, K. (2013). The effect on 4-month judo training period on anaerobic capacity, blood lactate changes during the post Wingate test recovery, and resting plasma cortisol, and testosterone levels in male senior judokas. *Journal of Combat Sports & Martial Arts*, 4(2).
- Okuno, N. M., Perandini, L. A., Bishop, D., Simões, H. G., Pereira, G., Berthoin, S., ... & Nakamura, F. Y. (2011). Physiological and perceived exertion responses at intermittent critical power and intermittent maximal lactate steady state. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 2053-2058.
- Osipov, A., Kudryavtsev, M., Kuzmin, V., Salyamova, P., Gavrilyuk, O., Struchkov, V., ... & Zakharova, L. (2016). Methods of operative and informative control of the muscle loading level used during the training of sambo wrestlers.
- Ouergui, I., Hammouda, O., Chtourou, H., Gmada, N., & Franchini, E. (2014). Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. *Asian journal of sports medicine*, 5(2), 99.
- Philpott, K. (2010). The UFC fan base. Payout. com <http://mmapayout.com/2010/11/the-ufc-fan-base/Taken>, 19, 2016.
- Plisk, S. S. (1991). Anaerobic metabolic conditioning: A brief review of theory, strategy and practical application. *J Appl Sport Sci Res*, 5(1), 22-34.
- Powers, S. K., Howley, E. T., Cotter, J., Pumpa, K., Leicht, A., Rattray, B., De Jong, X. J. (2014) Exercise physiology. McGraw-Hill Education (Australia) Pty Limited.
- Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions

- added to regular karate training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(5), 687-694.
- Ruivo, R., Pezarat-Correia, P., & Carita, A. I. (2012). Elbow and shoulder muscles strength profile in judo athletes. *Isokinetics and exercise science*, 20(1), 41-45.
- Serrano-Huete, V., Latorre-Román, P. A., García-Pinillos, F., Losa, J. A. M., Moreno-Del Castillo, R., & Párraga-Montilla, J. A. (2016). Acute effect of a judo contest on muscular performance parameters and physiological response. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(3), 24-31.
- Siqueira, A. F. L., Arruda, A., & Schwingel, P. A. (2016). Lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço em luta simulada por atletas de mma. *Pensar Prat*, 19(3), 591-600.
- Smith, M. S. (2006). Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 74.
- Souza, E. N. (2006). Alterações das capacidades físicas de jovens futebolistas durante o macrociclo de treinamento: estudo a partir da periodização de cargas seletivas. *Piracicaba: Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba*.
- Sterkowicz, S., & Franchini, E. (2003). Tática e técnica no judô de alto nível (1995-2001): considerações sobre as categorias de peso e os gêneros. *Revista Mackenzie de educação física e esporte*, 2(2).
- Urbinati, K. S., Emerick, R., Pereira, R. L., Ribas, M. R., Bassan, J. C., & Franchini, E. ANTHROPOMETRIC AND PHYSIOLOGICAL RESPONSES TO PERIODIZED STRENGTH TRAINING IN KARATE ATHLETES. *Scientific Editors*, 130.
- Viru, A. A., & Viru, M. (2001). Biochemical monitoring of sport training. *Human Kinetics*.
- Wakefield, B. R., & Glaister, M. (2009). Influence of Work-Interval Intensity and Duration on Time Spent at a High Percentage VO₂max During Intermittent Supramaximal Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2548-2554.
- Wallace, L. K., Slattery, K. M., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2014). Establishing the criterion validity and reliability of common methods for quantifying training load. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2330-2337.
- Weineck, J. (2000). Manual do treino esportivo. *Ed. Manole, São Paulo*
- Wilmore, J. H. (2001). *Fisiologia do esporte e do exercício*. Manole.
- Zaggelidis, G., & Lazaridis, S. (2012). Evaluation of vertical ground reaction forces in three different judo hip throwing techniques in novice and advanced Greek athletes. *Med. Sport*, 65, 29-36.

Capítulo 3, Estudo 1

- Andrade, A., Flores, M. A., Andreato, L. V, & Coimbra, D. R. (2019). Physical and Training Characteristics of Mixed Martial Arts Athletes: Systematic Review. *Strength & Conditioning Journal*, 41(1), 51–63. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000410>
- Andreato, L. V, Franchini, E., de Moraes, S. M. F., Pastório, J. J., da Silva, D. F., Esteves, J. V. D. C., Branco, B. H. M., Romero, P. V. S., & Machado, F. A. (2013). Physiological and Technical-tactical Analysis in Brazilian Jiu-jitsu Competition. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(2). <https://doi.org/10.5812/asjasm.34496>
- Andreato, L. V, Moraes, S. M. F., Gomes, T. L. M., Esteves, J. V. d C., Andreato, T. V, & Franchini, E. (2011). Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *Science & Sports*, 26(6), 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2010.12.015>
- Barroso, R., Silva-Batista, C., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2013). The Effects of Different Intensities and Durations of the General Warm-up on Leg Press 1RM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1009–1013. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e3182606cd9>
- Beránek, V., Votápek, P., & Stastny, P. (2020). Force and velocity of impact during upper limb strikes in combat sports: a systematic review and meta-analysis. *Sports Biomechanics*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1778075>
- Bernardi, B. R. B., Alves, R. C., de Oliveira, C. dos S., Netto, J. da S. T., & Urbinati, K. S. (2019). A composição corporal está associada ao componente aeróbio, potência e força nas artes marciais mistas (MMA). *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia Do Exercício*, 13(84), 696–706.
- Bounty, P. La, Campbell, B. I., Galvan, E., Cooke, M., & Antonio, J. (2011). Strength and Conditioning Considerations for Mixed Martial Arts. *Strength & Conditioning Journal*, 33(1), 56–67. <https://doi.org/10.1519/SSC.ob013e3182044304>
- Bromley, S. J., Drew, M. K., Talpey, S., McIntosh, A. S., & Finch, C. F. (2018). A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 8–16. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097313>
- CABMMA. (2019). *As Regras Unificadas de Mixed Martial Arts (MMA)*. <http://cabmma.org.br/wp-content/uploads/2021/11/Unified-Rules-MMA-updated-Aug-2019.pdf>
- Calmet, M., Miarka, B., & Franchini, E. (2010). Modeling of grasps in judo contests.

- International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(3), 229–240.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2010.11868518>
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1221-1228.
- Dekerle, J., Baron, B., Dupont, L., Vanvelcenaher, J., & Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European journal of applied physiology*, 89(3), 281-288.
- Del Vecchio, F. B., & Ferreira, J. M. (2013). Mixed Martial Arts: rotinas de condicionamento e avaliação da aptidão física de lutadores de Pelotas/RS. *Revista Brasileira de Ciências Do Esporte*, 35(3), 611–626.
<https://doi.org/10.1590/S0101-32892013000300007>
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chacon-Mikahili, M. P. T. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e Percepção*, 7(10), 263–281.
- Del Vecchio, L., Daewoud, H., & Green, S. (2018). The health and performance benefits of the squat, deadlift. *And Bench Press. MOJ Yoga & Physical Therapy*, 3(2), 40–47.
- Drigo, A. J., de Amorim, A. R., Martins, C. J., & Molina, R. (2006). Demanda metabólica em lutas de projeção e de solo no judô: estudo pela lactato sanguíneo. *Motriz. Journal of Physical Education. UNESP*, 100-105
- Eichinger, F. L. F., Soares, A. V., Júnior, J. M. de C., Gevaerd, M. da S., Domenech, S. C., & Júnior, N. G. B. (2016). Dinamometria lombar: um teste funcional para o tronco. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 14(2), 120–126.
<https://doi.org/10.5327/Z1679-443520162415>
- Franchini, E., Schwartz, J., & Takito, M. Y. (2018). Maximal isometric handgrip strength: comparison between weight categories and classificatory table for adult judo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(6), 968–973.
<https://doi.org/10.12965/jer.1836396.198>
- Franchini, E., Takito, M. Y., Kiss, M., & Strerkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport*, 22(4), 315.
- Gariod, L., Favre-Juvin, A., Novel, V., Reutenauer, H., Majeau, H., & Rossi, A. (2005). Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du P31. *Science & sports*, 10(4), 201-207.
- Iermakov, S., Podrigalo, L. V., & Jagiełło, W. (2016). Hand-grip strength as an indicator

- for predicting the success in martial arts athletes. *Archives of Budo*, 12, 179–186.
- Iermakov, S., Podrigalo, L., Romanenko, V., Tropin, Y., Boychenko, N., Rovnaya, O., & Kamaev, O. (2016). Psycho-physiological features of sportsmen in impact and throwing martial arts. *Journal of physical education and sport*, 16(2), 433.
- Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N., & Moriwaki, C. (2008). Physiological responses of simulated karate sparring matches in young men and boys. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 839-844.
- James, L. P., Beckman, E. M., Kelly, V. G., & Haff, G. G. (2017). The Neuromuscular Qualities of Higher- and Lower-Level Mixed-Martial-Arts Competitors. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 612–620. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0373>
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2016). Towards a Determination of the Physiological Characteristics Distinguishing Successful Mixed Martial Arts Athletes: A Systematic Review of Combat Sport Literature. *Sports Medicine*, 46(10), 1525–1551. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0493-1>
- James, L. P., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2013). Periodization for Mixed Martial Arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(6), 34–45. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000017>
- López-Laval, I., Sitko, S., Muñiz-Pardos, B., Cirer-Sastre, R., & Calleja-González, J. (2020). Relationship Between Bench Press Strength and Punch Performance in Male Professional Boxers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 308–312. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003362>
- Marinho, B. F., Del Vecchio, F. B., & Franchini, E. (2011). Condición física y perfil antropométrico de atletas de artes marciales mixtas. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(2), 7-18.
- Marinho, B. F., Follmer, B., Del Conti Esteves, J. V., & Andreato, L. V. (2016). Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 157-165.
- Marinho, B. F., Follmer, B., Esteves, J. V. C., & Andreato, L. V. (2016). Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 157–165. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0270-4>
- Mikeska, J. D. (2014). A 12-Week Metabolic Conditioning Program for a Mixed Martial Artist. *Strength & Conditioning Journal*, 36(5), 61–67. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000068>
- Moreira, P. D.; Neto, J. C.; Barbosa, H. G.; Silva, M. A. R., (2016). Confiabilidade de um

- protótipo para avaliação das medidas do desempenho. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* – Vol. 22, N. 1
- Nilsson, J., Csörgö, S., Gullstrand, L., Tveit, P., & Refsnes, P. E. (2002). Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship. *Journal of sports sciences*, 20(11), 939-945.
- Pinto, F. C. L., Neiva, H., Nunes, C., Branquinho, L., & Ferraz, R. (2020a). Anticipated, Simultaneous and Posterior Counter-Attack Efficiency in Ultimate Full Contact. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 16, 53–62.
- Pinto, F. C. L., Neiva, H., Nunes, C., Branquinho, L., & Ferraz, R. (2020b). Ultimate Full Contact offensive efficiency analyzed through styles and combat distances: a confluence of cognitive and ecological approaches. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 16(1).
- Ratamess, N. A. (2011). Strength and Conditioning for Grappling Sports. *Strength & Conditioning Journal*, 33(6), 18–24. <https://doi.org/10.1519/SSC.ob013e31823732c5>
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918–920. <https://doi.org/10.1519/14403.1>
- Ruddock, A., James, L., French, D., Rogerson, D., Driller, M., & Hembrough, D. (2021). High-Intensity Conditioning for Combat Athletes: Practical Recommendations. *Applied Sciences*, 11(22), 10658. <https://doi.org/10.3390/app112210658>
- Sands, W. A., McNeal, J. R., & Stone, M. H. (2005). Plaudits and Pitfalls in Studying Elite Athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 100(1), 22–24. <https://doi.org/10.2466/pms.100.1.22-24>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5). <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Serrano-Huete, V., Latorre-Román, P. A., García-Pinillos, F., Losa, J. A. M., Moreno-Del Castillo, R., & Párraga-Montilla, J. A. (2016). Acute effect of a judo contest on muscular performance parameters and physiological response. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(3), 24-31.
- Silva, A. S., (2018). A relação entre as capacidades físicas e a escolha do padrão de luta em lutadores de brazilian jiu jitsu. *Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Educação Física*, na área de Biodinâmica do Movimento e Esporte

- Silva, B. V. C. D., Júnior, M. M., Rogério, F. C., Dias, I. S., Simim, M. A. D. M., & Mota, G. R. D. (2014). Testes físicos discriminam praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 22(1), 90–96. <https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v22n1p90-96>
- Silva, B. V. C., Marocolo Júnior, M., Rogério, F. C., Dias, I. S., Simim, M. A. M., & Mota, G. R. (2014). Testes Físicos Discriminam Praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 22(1), 90–96. <https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v22n1p90-96>
- Soncin, L. M. (2015). Resposta Aguda da Frequência Cardíaca e da PSE em uma sessão de treinamento de Wushu Taolu Tradicional. *RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 9(56), 647-654.
- Spanias, C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Anthropometric and Physiological Profile of Mixed Martial Art Athletes: A Brief Review. *Sports*, 7(6), 146. <https://doi.org/10.3390/sports7060146>
- Tack, C. (2013). Evidence-Based Guidelines for Strength and Conditioning in Mixed Martial Arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(5), 79–92. <https://doi.org/10.1519/SSC.obo13e3182a62fef>
- Tota, Ł., Pilch, W., Piotrowska, A., & Maciejczyk, M. (2019). The Effects of Conditioning Training on Body Build, Aerobic and Anaerobic Performance in Elite Mixed Martial Arts Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 223–231. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0033>
- Van Malderen, K., Truijen, S., Zinzen, E., & Clarys, P. (2008, April). Temporal and technique analysis of a judo combat. Possible implications for judo training. In *Finds and Results from the Swedish Cyprus Expedition: A Gender Perspective at the Medelhavsmuseet*.
- Zembura, P., & Żyśko, J. (2015). An Examination of Mixed Martial Arts Spectators' Motives and their Sports Media Consumption in Poland. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 199–210. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0048>

Capítulo 3, Estudo 2

- Alm, P. (2013). Physiological Characters in Mixed Martial Arts. *American Journal of Sports Science*, 1(2), 12. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20130102.11>
- Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and rate of perceived exertion responses of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 645-647.
- Bernardi, B. R. B. (2016). Perfil fisiológico e efeito da suplementação de suco de beterraba em testes de desempenho realizados por lutadores de mixed martial arts (MMA).

- Bernardi, B. R. B., Alves, R. C., de Oliveira, C. dos S., Netto, J. da S. T., & Urbinati, K. S. (2019). A composição corporal está associada ao componente aeróbio, potência e força nas artes marciais mistas (MMA). *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia Do Exercício*, 13(84), 696–706.
- Bosco C. (2007). *A Força Muscular*. São Paulo: Phorte
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chacon-Mikahili, M. P. T. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e percepção*, 7(10), 263-281.
- Demirkan, E., Ünver, R., Kutlu, M., & Mitat, K. O. Z. (2012). The comparison of physical and physiological characteristics of junior elite wrestlers. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(2), 138-144.
- Detanico, D. (2012). Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance do judô.
- Detanico, D., (2010). Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance do judô. 2010. *Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física*, UFSC.
- Dezan, D. B. (2011). *Efeitos da Contração Muscular do Tipo Alongamento-Encurtamento no Desenvolvimento da Potenciação pós-Ativação em Atletas Amadores de Luta Olímpica* (Doctoral dissertation, Universidade Tecnica de Lisboa (Portugal)).
- Dubal, A., R., Portela, M., L., M., Ribeiro, G., S., Lopes, A., L., (2019). *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo. v.13. n.86.p.1076-1083. ISSN 1981-9900
- Franchini, E., Schwartz, J., & Takito, M. Y. (2018). Maximal isometric handgrip strength: comparison between weight categories and classificatory table for adult judo athletes. *Journal of exercise rehabilitation*, 14(6), 968.
- Franchini, E., Souza, C. E. B., Urasaki, R., Oliveira, R. S., Sauressig, F., & Matheus, L. (2004, March). Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. In *Proceeding of III Congreso de La Asociación Española de Ciencias Del Deporte*.
- Franchini, E., Takito, M. Y., & Bertuzzi, R. D. M. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of budo*, 1(1), 1-7.
- Franchini, E., Takito, M. Y., & Pereira, J. N. C. (2003). Frequência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jitsu. *Lecturas Educación Física y Deportes*, 65(9).

- Franchini, E., Takito, M. Y., Nakamura, F. Y., Matsushigue, K. Y., Kiss, M. A. D. (2004). Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção lactato após um combate de judô. *Revista Brasileira de Cineantropometria e desenvolvimento Humano*. V. 6, n. 1
- Hübner-Wozniak, E., Kosmol, A., Lutoslawska, G., & Bem, E. Z. (2004). Anaerobic performance of arms and legs in male and female free style wrestlers. *Journal of science and medicine in sport*, 7(4), 473-480.
- Jakovljevic, V., Dimitrijevic, M., Paunovic, V., Zivkovic, V., & Bolevich, S., (2022). Body Fat Evaluation in Male Athletes from Combat Sports by Comparing Anthropometric, Bioimpedance, and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Measurements. *BioMed Research International*, 2022.
- James, L. P., Beckman, E. M., Kelly, V. G., & Haff, G. G. (2017). The neuromuscular qualities of higher-and lower-level mixed-martial-arts competitors. *International journal of sports physiology and performance*, 12(5), 612-620.
- Kubica, R., Sterkowicz, S., & Zuchowicz, A., (1999). Levels of anaerobic and aerobic capacity indices and results for the special fitness test in judo competitors. *J Hum Kinet*, 2(1), 115-135.
- Leitão, M. A. G. L. D. (2019). Composição corporal e desempenho em protocolos ergométricos de curta e média duração: estudo em atletas masculinos de desportos de combate (Doctoral dissertation, 00500:: Universidade de Coimbra)
- MalaABDE, L., MalyACD, T., ZahalkaAB, F., HellerDE, J., HraskyB, P., & VodickaB, P. (2015). Differences in the morphological and physiological characteristics of senior and junior elite Czech judo athletes.
- Milanovic, D., Markovic, G., Jukic, I., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 543-549.
- Morato, V. (2016). Perfil multidimensional do atleta de judô de elite. *Universidade de Coimbra*, Faculdade de Ciências de Esporte e Educação Física.
- Oliveira, E. C. (2013). Análise comparativa entre indicadores de desempenho e a variação R577X do gene da Alfa Actinina-3 em lutadores de artes marciais mistas.
- Ouergui, I., Hammouda, O., Chtourou, H., Gmada, N., & Franchini, E. (2014). Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. *Asian journal of sports medicine*, 5(2), 99.
- Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 918–920. <https://doi.org/10.1519/14403.1>

- Sands, W. A., McNeal, J. R., & Stone, M. H. (2005). Plaudits and pitfalls in studying elite athletes. *Perceptual and motor skills*, 100(1), 22-24.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5). <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Silva, A. S., (2018). A relação entre as capacidades físicas e a escolha do padrão de luta em lutadores de brazilian jiu jitsu. *Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Educação Física*, na área de Biodinâmica do Movimento e Esporte
- Silva, B. V. C. D., Júnior, M. M., Rogério, F. C., Dias, I. S., Simim, M. A. D. M., & Mota, G. R. D. (2014). Testes físicos discriminam praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu?.
- Sousa, P. M. R. D. S. (2015). *Estudo multidimensional do perfil do atleta de kickboxing português na etapa pré-profissional: composição corporal, morfologia da mão, aptidão em protocolos máximos de curta e média duração, parâmetros ecocardiográficos, dinamometria isocinética e orientação para a realização de objetivos* (Doctoral dissertation).
- Souza, E. N. (2015). Alterações das capacidades físicas de jovens futebolistas durante o macrociclo de treinamento: estudo a partir da periodização de cargas seletivas. Piracicaba: *Faculdade de Ciências da Saúde*, Universidade Metodista de Piracicaba.
- Wanderlei, R. C., (2009). La Influencia de las diferentes manifestaciones de fureza em len desempenho competitivo. *Universid de Granada*, Espanha
- Zabukovec, R., & Tiidus, P. M. (1995). Physiological and anthropometric profile of elite kickboxers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(4), 240-242.

Capítulo 3, Estudo 3

- Alm, P. (2013). Physiological Characters in Mixed Martial Arts. *American Journal of Sports Science*, 1(2), 12. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20130102.11>
- Amtmann, J. A. (2004). Self-Reported Training Methods of Mixed Martial Artists at a Regional Reality Fighting Event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(1), 194. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)018<0194:STMOMM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)018<0194:STMOMM>2.0.CO;2)
- Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and Rate of Perceived Exertion Responses of Athletes Training for and Competing in a Mixed Martial

- Arts Event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 645–647.
<https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e318166018e>
- Barley, O. R., & Harms, C. A. (2021). Profiling Combat Sports Athletes: Competitive History and Outcomes According to Sports Type and Current Level of Competition. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 63. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00345-3>
- Bolach, E., & Mickiewicz, K. (2019). Psychophysical State of Judokas as Assessed by Electrodermal Activity Measurement. *Polish Journal of Sports Medicine*, 35(4), 179–184. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.1883>
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377–381.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0020410785&partnerID=40&md5=cc18de2dd69d15548f8a263e4d94f179>
- CABMMA. (2019). *As Regras Unificadas de Mixed Martial Arts (MMA)*.
<http://cabmma.org.br/wp-content/uploads/2021/11/Unified-Rules-MMA-updated-Aug-2019.pdf> (Accessed on 20/08/2022)
- Calmet, M., Miarka, B., & Franchini, E. (2010). Modeling of grasps in judo contests. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(3), 229–240.
<https://doi.org/10.1080/24748668.2010.11868518>
- Coswig, V. S., Ramos, S. de P., & Del Vecchio, F. B. (2016). Time-Motion and Biological Responses in Simulated Mixed Martial Arts Sparring Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2156–2163.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001340>
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A Review of Time-Motion Analysis and Combat Development in Mixed Martial Arts Matches at Regional Level Tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 639–648.
<https://doi.org/10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648>
- Faro, H., de Lima-Junior, D., & Machado, D. G. da S. (2022). Rapid weight gain predicts fight success in mixed martial arts – evidence from 1,400 weigh-ins. *European Journal of Sport Science*, 1–10.
<https://doi.org/10.1080/17461391.2021.2013951>
- Franchini, E., Takito, M., Bertuzzi, R., & Kiss, M. (2004). Competitive level, recovery type and blood lactate removal after a judo combat. *Revista Brasileira de*

Cineantropometria e Desempenho Humano, 6(1), 7–16.

- Franchini, E., Takito, M. Y., & Bertuzzi, R. C. de M. (2005). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of Budo*, 1(1), 1–7.
- Marinho, B. F., Follmer, B., Esteves, J. V. C., & Andreato, L. V. (2016). Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 157–165. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0270-4>
- Milanez, V., Lima, M., Perandini, L., Gonçalves, C., & Franchini, E. (2011). Evaluation and comparison of the ratings of perceived exertion and of the blood lactate in an official karate competition. *Journal of Physical Education*, 22(1), 57–64. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v22i1.8058>
- Pessôa Filho, D. M., Sancassani, A., da Cruz Siqueira, L. O., Massini, D. A., Almeida Santos, L. G., Neiva, C. M., & DiMenna, F. J. (2021). Energetics contribution during no-gi Brazilian jiu jitsu sparring and its association with regional body composition. *PLOS ONE*, 16(11), e0259027. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259027>
- Sands, W. A., McNeal, J. R., & Stone, M. H. (2005). Plaudits and Pitfalls in Studying Elite Athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 100(1), 22–24. <https://doi.org/10.2466/pms.100.1.22-24>
- Schick, M. G., Brown, L. E., Coburn, J. W., Beam, W. C., Schick, E. E., & Dabbs, N. C. (2010). Physiological Profile of Mixed Martial Artists. *Medicina Sportiva*, 14(4), 182–187. <https://doi.org/10.2478/v10036-010-0029-y>
- Siqueira, A. F. L., Arruda, A., & Schwingel, P. A. (2016). Lactato Sanguíneo e Percepção Subjetiva de Esforço em Luta Simulada por Atletas de MMA. *Pensar a Prática*, 19(3). <https://doi.org/10.5216/rpp.v19i3.40015>
- Soncin, L. M. (2016). Resposta Aguda da Frequência Cardíaca e da PSE em uma Sessão de Treinamento de Wushu Taolu Tradicional. *RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia Do Exercício*, 9(56 SE), 647–654. <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/894>
- Spanias, C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtel, B. (2019). Anthropometric and Physiological Profile of Mixed Martial Art Athletes: A Brief Review. *Sports*, 7(6), 146. <https://doi.org/10.3390/sports7060146>

Tota, Ł., Pilch, W., Piotrowska, A., & Maciejczyk, M. (2019). The Effects of Conditioning Training on Body Build, Aerobic and Anaerobic Performance in Elite Mixed Martial Arts Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 70(1), 223–231. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0033>

Capítulo 3, Estudo 4

ABC., (2018). Unified rules of mixed martial arts. *Association of Boxing Commissions and Combative Sports*. Retrieved January 21, from <https://www.abcboxing.com/wp-content/uploads/2020/02/unifiedrules-mma-2019.pdf>

Amtmann, J. A. (2004). Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 194-196.

Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and Rate of Perceived Exertion Responses of Athletes Training for and Competing in a Mixed Martial Arts Event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 645–647. <https://doi.org/10.1519/JSC.obo13e318166018e>

Baker, D. G., & Newton, R. U. (2009). Effect of kinetically altering a repetition via the use of chain resistance on velocity during the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1941-1946.

Bello F., Brito J. C., Amtmann J., Miarka B., (2018). Ending MMA Combat, Specific Grappling Techniques According to the Type of the Outcome. *Journal of Human Kinetics*, volume 67/2019, 271-280 DOI: 10.2478/hukin.

Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, 31(1), 13-31.

Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., & Cable, N., (2017). Monitoramento de cargas de treinamento de atletas: declaração de consenso. *Revista Internacional de Fisiologia Esportiva e Desempenho*, 12 (s2), S2-161.

Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabene, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713-733

Buse, G. J. (2006). No holds barred sport fighting: a 10 year review of mixed martial

- arts competition. *British journal of sports medicine*, 40(2), 169-172.
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1221-1228.
- Coswig, V. S., & Del Vecchio, F. B. (2016). Biochemical differences between official and simulated mixed martial arts (MMA) matches. *Asian journal of sports medicine*, 7(2).
- Del Vecchio, F. B., & Ferreira, J. M. (2013). Mixed Martial Arts: rotinas de condicionamento e avaliação da aptidão física de lutadores de Pelotas/RS. *Revista Brasileira de Ciências Do Esporte*, 35(3), 611-626. <https://doi.org/10.1590/S0101-32892013000300007>
- Del Vecchio, F. B., Hirata, S. M., & Franchini, E. (2011). A Review of Time-Motion Analysis and Combat Development in Mixed Martial Arts Matches at Regional Level Tournaments. *Perceptual and Motor Skills*, 112(2), 639-648. <https://doi.org/10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648>
- Detanico, D. (2012). Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance do judô.
- Donovan, O. O., Cheung, J., Catley, M., McGregor, A. H., & Strutton, P. H. (2006). An investigation of leg and trunk strength and reaction times of hard-style martial arts practitioners. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 5.
- Fightmatrix, (2020). Current MMA rankings [online]. *Fightmatrix.com.*, Retrieved September 12, 2020, from. <http://www.fightmatrix.com/mmaranks>
- Folhes, O.; Mello D., (2014). Percepção subjetiva de fadiga periférica em combates simulados com atletas profissionais de MMA. *Revista de Educação Física, Exército Brasileiro*; ISSN 0102-8464
- Folhes, O.; Mello D., (2014). Relação entre experiência competitiva e vitórias em atletas de MMA. *Revista de Educação Física, Exército Brasileiro*; ISSN 0102-8464
- Franchini, E., Takito, M. Y., Nakamura, F. Y., Matsushigue, K. Y., Kiss, M. A. D. (2004). Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção lactato após um combate de judô. *Revista Brasileira de Cineantropometria e desenvolvimento Humano*. V. 6, n. 1
- Galetta, K. M., Barrett, J., Allen, M., Madda, F., Delicata, D., Tennant, A. T., ... & Balcer, L. J. (2011). The King-Devick test as a determinant of head trauma and concussion in boxers and MMA fighters. *Neurology*, 76(17), 1456-1462.

- García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Carrasco, L., Díaz, A., & Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *European journal of applied physiology*, *106*(4), 629-638.
- Gariod, L., Favre-Juvin, A., Novel, V., Reutenauer, H., Majeau, H., & Rossi, A. (2005). Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du P31. *Science & sports*, *10*(4), 201-207.
- Ghoul, N., Tabben, M., Miarka, B., Tourny, C., Chamari, K., & Coquart, J. (2019). Mixed martial arts induces significant fatigue and muscle damage up to 24 hours post-combat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *33*(6), 1570-1579
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?. *Exercise and sport sciences reviews*, *36*(2), 58-63.
- Hartmann, H., Bob, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2009). Effects of different periodization models on rate of force development and power ability of the upper extremity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(7), 1921-1932.
- Hunter, S. K., Pereira, H. M., & Keenan, K. G. (2016). The aging neuromuscular system and motor performance. *Journal of applied physiology*.
- Iaia, F. M., Perez-Gomez, J., Thomassen, M., Nordsborg, N. B., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2011). Relationship between performance at different exercise intensities and skeletal muscle characteristics. *Journal of applied physiology*, *110*(6), 1555-1563.
- Ioannis, K., N., Methenitis, S., Tsoukos, A., Veligekas, P., Terzis, G., & Bogdanis, G. C. (2018). The effect of short-term sport-specific strength and conditioning training on physical fitness of well-trained mixed martial arts athletes. *Journal of sports science & medicine*, *17*(3), 348.
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2016). Towards a Determination of the Physiological Characteristics Distinguishing Successful Mixed Martial Arts Athletes: A Systematic Review of Combat Sport Literature. *Sports Medicine*, *46*(10), 1525–1551. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0493-1>
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2018). Physiological determinants of mixed martial arts performance and method of competition outcome. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *13*(6), 978-984.
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2018). Physiological determinants of mixed martial arts performance and method of competition

- outcome. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 978-984.
- Kilduff, L. P., Bevan, H., Owen, N., Kingsley, M. I., Bunce, P., Bennett, M., & Cunningham, D. (2007). Optimal loading for peak power output during the hang power clean in professional rugby players. *International journal of sports physiology and performance*, 2(3), 260-269.
- Kirk, C., Clark, D. R., Langan-Evans, C., & Morton, J. P. (2020). The physical demands of mixed martial arts: A narrative review using the ARMSS model to provide a hierarchy of evidence. *Journal of Sports Sciences*, 38(24), 2819-2841
- La Bounty, P., Campbell, B. I., Galvan, E., Cooke, M., & Antonio, J. (2011). *Strength and conditioning considerations for mixed martial arts*. *Strength & Conditioning Journal*, 33(1), 56-67.
- Lachaln, J. P., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2013). Periodization for mixed martial arts. *Strength & Conditioning Journal*, 35(6), 34-45.
- Lachlan, J. P., Connick, M., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2020). The countermovement jump mechanics of mixed martial arts competitors. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(4), 982-987.
- Lenetsky, S., & Harris, N. (2012). The mixed martial arts athlete: a physiological profile. *Strength & Conditioning Journal*, 34(1), 32-47.
- Marinho, B. F., Follmer, B., Esteves, J. V. C., & Andreato, L. V. (2016). Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. *Sport Sciences for Health*, 12(2), 157-165. <https://doi.org/10.1007/s11332-016-0270-4>
- McGill, S. M., Chaimberg, J. D., Frost, D. M., & Fenwick, C. M. (2010). Evidence of a double peak in muscle activation to enhance strike speed and force: an example with elite mixed martial arts fighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 348-357.
- Miarka, B., Brito, C. J., Moreira, D. G., & Amtmann, J. (2018). Differences by ending rounds and other rounds in time-motion analysis of mixed martial arts: Implications for assessment and training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 534-544.
- Moreira, P. D.; Neto, J. C.; Barbosa, H. G.; Silva, M. A. R., (2016). Confiabilidade de um protótipo para avaliação das medidas do desempenho. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte – Vol. 22, N. 1*
- Nilsson, J., Csergő, S., Gullstrand, L., Tveit, P., & Refsnes, P. E. (2002). Work-time

- profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship. *Journal of sports sciences*, 20(11), 939-945.
- Philpott, K. (2010). The UFC fan base. Payout. com <http://mmapayout.com/2010/11/the-ufc-fan-base/Taken>, 19, 2016.
- Ravier, G., Dugué, B., Grappe, F., & Rouillon, J. D. (2009). Impressive anaerobic adaptations in elite karate athletes due to few intensive intermittent sessions added to regular karate training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(5), 687-694.
- Schick, Mônica G., Dabbs M. C., Af W. C. B. Physiological profile of mixed martial artists. *Medicina Sportiva*, Roma, v. 14, n. 4, p. 182-187
- Silva, B. V. C. D., Júnior, M. M., Rogério, F. C., Dias, I. S., Simim, M. A. D. M., & Mota, G. R. D. (2014). Testes físicos discriminam praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu?.
- Siqueira, A. F. L., Arruda, A., & Schwingel, P. A. (2016). Lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço em luta simulada por atletas de mma. *Pensar Prat*, 19(3), 591-600.
- Siqueira, A. F. L., Arruda, A., & Schwingel, P. A. (2016). Lactato Sanguíneo e Percepção Subjetiva de Esforço em Luta Simulada por Atletas de MMA. *Pensar a Prática*, 19(3). <https://doi.org/10.5216/rpp.v19i3.40015>
- Spanias, C., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Anthropometric and Physiological Profile of Mixed Martial Art Athletes: A Brief Review. *Sports*, 7(6), 146. <https://doi.org/10.3390/sports7060146>
- Van Malderen, K., Truijen, S., Zinzen, E., & Clarys, P. (2008, April). Temporal and technique analysis of a judo combat. Possible implications for judo training. In *Finds and Results from the Swedish Cyprus Expedition: A Gender Perspective at the Medelhavsmuseet*.
- Van Malderen, K., Truijen, S., Zinzen, E., & Clarys, P. (2008, April). Temporal and technique analysis of a judo combat. Possible implications for judo training. In *Finds and Results from the Swedish Cyprus Expedition: A Gender Perspective at the Medelhavsmuseet*.

Capítulo 4. Discussão Geral

- Amtmann, J. A., Amtmann, K. A., & Spath, W. K. (2008). Lactate and Rate of Perceived Exertion Responses of Athletes Training for and Competing in a Mixed Martial

- Arts Event. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 645–647.
<https://doi.org/10.1519/JSC.obo13e318166018e>
- Azevedo, A. C., Meninea, D. S., Magno, A. P., Silva, T. M., Sousa, R. O., & Coswig, V. S. (2019). Aplicativo para dispositivos móveis é alternativa válida para medida de altura em saltos verticais em lutadores. *Rev. andal. med. deporte*, 83-87.
- Bernardi, B. R. B. (2016). Perfil fisiológico e efeito da suplementação de suco de beterraba em testes de desempenho realizados por lutadores de mixed martial arts (MMA).
- Coswig, V. S., Fukuda, D. H., de Paula Ramos, S., & Del Vecchio, F. B. (2016). Biochemical differences between official and simulated mixed martial arts (MMA) matches. *Asian journal of sports medicine*, 7(2).
- Detanico, D., (2010). Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance do judô. 2010. *Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física*, UFSC.
- Dubal, A., R., Portela, M., L., M., Ribeiro, G., S., Lopes, A., L., (2019). *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo. v.13. n.86.p.1076-1083. ISSN 1981-9900
- Junior, N. G. B., Domenech, S. C., da Silva, A. C. K., Dias, J. A., & Junior, Y. S. (2011). Estudo comparativo da força de preensão isométrica máxima em diferentes modalidades esportivas. *Rev bras cineantropom desempenho hum*, 11(3), 292-298.
- Locatelli, L. F. (2016). Lutadores de artes marciais mistas: influência da perda de massa corporal para mudança de categoria de peso sobre variáveis do condicionamento físico. *Educação Física Bacharelado-Pedra Branca*.
- Miarka, B., Brito, C. J., Moreira, D. G., & Amtmann, J. (2018). Differences by ending rounds and other rounds in time-motion analysis of mixed martial arts: Implications for assessment and training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(2), 534-544.
- Oliveira, E. C. (2013). Análise comparativa entre indicadores de desempenho e a variação R577X do gene da Alfa Actinina-3 em lutadores de artes marciais mistas.
- Ouergui, I., Hammouda, O., Chtourou, H., Gmada, N., & Franchini, E. (2014). Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. *Asian journal of sports medicine*, 5(2), 99.
- Silva, A. S., (2018). A relação entre as capacidades físicas e a escolha do padrão de luta em lutadores de brazilian jiu jitsu. *Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos*

requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de Biodinâmica do Movimento e Esporte

- Siqueira, A. F. L., Arruda, A., & Schwingel, P. A. (2016). Lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço em luta simulada por atletas de mma. *Pensar Prat*, 19(3), 591-600.
- Tsuji, S., Tsunoda, N., Yata, H., Katsukawa, F., Onishi, S., & Yamazaki, H. (1995). Relation between grip strength and radial bone mineral density in young athletes. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 76(3), 234-238.
- Vicente, B. R., Lima, R. N., & Machado, F. A. (2017). Análise Dinamométrica E Eletromiográfica Da Musculatura Do Core Em Atletas De Mma Com Lombalgia. *Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa*, 3(1).