


RELATÓRIO FINAL DE TRABALHO DE PÓS DOUTORAMENTO

Eduardo Figueria Rodrigues, Ágata Aranha (2022)

O presente documento relata a investigação desenvolvida de Setembro de 2021 a outubro de 2022 sob supervisão da Professora Doutora Ágata Cristina Marques Aranha e no âmbito do projeto de pós-doutoramento anteriormente apresentado sob o título Teste específico para avaliação de fadiga muscular para praticantes de artes marciais mistas.

DocuSigned by:

B05559004EAC4F8...

Vila Real, outubro de 2022

Resumo

O presente estudo trata de uma simulação de um modelo de combate de MMA (artes marciais mistas) fazendo comparações fisiológicas e de desempenho entre atletas treinados e atletas não treinados.

Foram identificadas correlações significantes da performance e no tocante a cadencia dos movimentos com valores estatisticamente diferentes entre atletas Treinados e Não-treinados, evidenciando a relevância dessa variável nas rotinas de avaliação (Andrade et al., 2019; Andrade et al., 2022).

A elaboração deste teste derivou de dois aspetos principais. O primeiro deles relaciona-se com a duração dos combates de MMA, os quais variam entre 3 a 5 rounds, de cinco minutos, com um minuto de intervalo entre eles. O segundo está relacionado com a análise de tempo-movimento na modalidade, a partir do estudo da dinâmica das lutas de MMA (Del Vecchio et al., 2011).

Para a avaliação de variáveis fisiológicas, os indivíduos vestiram cardiofrequencímetro durante toda a realização do teste. Assim, registraram-se os valores de frequência cardíaca (FC) média (FCMédia) ao final de cada round (FCR1, FCR2, FCR3), de forma absoluta (bpm) e relativa à FC máxima (%FCmax) estimada pela equação $FC_{max} = 208 - 0,7 \times idade$ (26). Ao final de cada round também se realizou medida da concentração de lactato sanguíneo.

No tocante as lutas de MMA oficiais ou simuladas apresentam valores próximos a 16 mmol/L (Coswig et al., 2016), valores semelhantes aos encontrados no presente estudo – e que indicam elevada exigência do componente anaeróbio de fornecimento de energia (Del Vecchio et al., 2011).

O modelo apresentado pode ser usado como parte integrante de uma periodização de treino específica para MMA, bem como servir de ferramenta avaliadora de performance, para se mensurar as evoluções no desenvolvimento da aptidão física ou técnico-tática.

Palavras-chave: Martial Arts, Exercise Physiology, Sport

Introdução

A modalidade de combate denominada *mixed martial arts* (MMA) começou na terceira década do século XX, quando Carlos Gracie, um dos fundadores do “Gracie *jiu-jitsu*” (também conhecido como *Brazilian jiu-jitsu*), convidava competidores de diversas modalidades de combate para participarem de um mesmo evento, com poucas regras que o regulamentava, sendo que sua fama aumentou sobremaneira a partir de 1993, com a primeira edição do *the Ultimate Fighting Championship* (UFC) in Denver, Colorado (1). De lá para cá o MMA tem se tornado a modalidade que mais cresce no mundo (2) e ganhando muito espaço na mídia (3). Ao mesmo tempo, as práticas de treino e de avaliação dos atletas de MMA ainda tem pouca fundamentação científica (4), embora esse cenário esteja melhorando nos últimos anos (Del Vecchio & Ferreira, 2013; Kirk et al., 2021). Inclusive, estudos de revisão sistemática têm tentado reunir a produção do conhecimento sobre o MMA, e observa inferioridade na quantidade de estudos sobre aspectos técnico-táticos e, principalmente, de aptidão física (7).

Nesse sentido, indica-se que o treinamento para o MMA exige esforço físico muito acentuado, devido à demanda fisiológica diversificada – com treinamentos físicos, técnicos e táticos ocorrendo na mesma semana – e os programas de força e condicionamento físico incorpora elementos de diferentes modalidades de combate (4), o que, muitas vezes, gera sobrecarga de treino (5) e aumenta a chance de lesões durante os períodos de preparação física ou durante os combates (8). Assim, considerando-se que o MMA é modalidade complexa, existe a necessidade de estruturar e proporcionar sistemas de treino capazes de potencializar as capacidades atléticas de seus praticantes ao máximo (Andrade et al., 2019), bem como modelos de avaliação que permitam identificar o estado de prontidão do atleta para as lutas de MMA (10).

De modo amplo, estudos de revisão sistemática identificaram que os procedimentos mais comumente aplicados para avaliar a aptidão física no MMA são aqueles que analisam a composição corporal, sendo que os valores variam entre $9,5\% \pm 4$ e $14,9\% \pm 7,2$, consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), de $44,2 \pm 6,7$ mL O_2 /kg/min a $55,5 \pm 7,3$ mL O_2 /kg/min, além de componentes neuromusculares, como flexibilidade, força de membros superiores e inferiores, preensão manual e altura de salto, como indicador de potência muscular (Andrade et al., 2019; Bueno et al., 2022). No entanto, até o presente momento não se tem relatos de estudos científicos que investigaram a aptidão física de atletas de MMA em testes específicos para a modalidade.

Isso é curioso, pois testes de desempenho específico são amplamente empregados em diversas modalidades de combate, com predomínio daquelas que são olímpicas. Por exemplo, já se tem testes padronizados e validados para judô (11), luta olímpica (12), jiu-jitsu (13), karate (14), e taekwondo (15). Inclusive, alguns desses testes são sensíveis para diferenciar atletas de níveis competitivos distintos (11,13). O MMA, por sua vez, carece de testes específicos para avaliação do desempenho de lutadores, sendo até o momento há sugestão de baterias de avaliação composta por testes não-específicos (16) e um único teste que foi proposto por Paiva e Del Vecchio, e denominado de Anaerobic Specific Assessment for Mixed Martial Arts, ASA_{MMA} (Paiva & Del Vecchio, 2009).

A elaboração deste teste derivou de dois aspectos principais. O primeiro deles se relaciona com a duração dos combates de MMA, os quais duram de 3 a 5 rounds de cinco minutos, com um minuto de intervalo entre eles. O segundo está relacionado com a análise de tempo-movimento na modalidade, a partir do estudo da dinâmica das lutas de MMA (Del Vecchio et al., 2011). Nesse sentido, estudo recente investigou a reprodutibilidade do ASA_{MMA} com lutadores amadores (coeficiente de variação entre 3,1% e 4,3%) e sua correlação com o desempenho em testes gerais, exibindo $r = 0,87$ para capacidade aeróbia e $r = 0,60$ para potência aeróbia (Andrade et al., 2022). Porém, não se sabe o ASA_{MMA} distingue atletas de diferentes escalões. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi aplicar o ASA_{MMA} em atletas de MMA, e comparar o desempenho segundo nível competitivo.

Materiais e métodos - Tipo de estudo e caracterização das variáveis

A presente investigação apresenta um caráter experimental (20). Como variáveis independentes, consideraram-se, momento (rounds 1, 2 e 3) e nível competitivo (treinados versus não treinados). Como variáveis dependentes, adotaram-se parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca e concentração de lactato) e de desempenho no ASA_{MMA} (quantidade de golpes).

Participantes

Foram envolvidos praticantes de MMA do sexo masculino, entre os 25 e os 45 anos e praticavam a modalidade de forma regular, ou seja, pelo menos 3 vezes por semana, no mínimo, nos últimos 3 meses antes do início do estudo. O tamanho da amostra foi determinado usando o software G-Power (versão 3.1.9.7, Alemanha), tendo os dados do estudo de Andrade et al (2022) como referência para estimar o tamanho da amostra necessário. Considerando-se que o presente estudo deveria conter dois grupos (treinados e não-treinados), foi calculada uma amostra necessária de 10 indivíduos por grupo (5% alfa; 95% beta; poder estatístico $\geq 0,95$).

Dessa forma foram recrutados de modo intencional 20 praticantes de MMA (idade = 34 ± 5 anos [IC95% = 31,8-36,4]; estatura = $1,77 \pm 0,07$ m [IC95% = 1,73 -1,80]; massa corporal = $87,2 \pm 16,2$ kg [IC95% = 80,2-94,3]; IMC = $27,6 \pm 3,3$ [IC95% = 26,2-29,1]) Brasileiros residentes nos Emirados Árabes Unidos, no período entre os meses de janeiro e outubro do ano de 2022.

Delineamento experimental

Após o recrutamento dos participantes, as visitas aos locais de coletas de dados foram agendadas previamente. Os participantes deveriam apresentar-se em estado alimentado (entre 2 a 4 horas após a última refeição), com noite de sono de 8 horas ou mais e sem esforços de alta intensidade no dia anterior às coletas de dados.

Para o presente estudo, foram necessárias duas sessões experimentais, as quais foram separadas por 24 a 48 horas. Na primeira sessão foram apresentados os procedimentos do estudo e os possíveis desconfortos que a participação poderia causar. Foi permitida elaboração de questões sobre o estudo aos participantes, os quais foram esclarecidos quanto às questões por eles colocadas. Em seguida, os participantes que aceitaram participar do estudo leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os procedimentos do presente estudo foram conduzidos seguindo os preceitos éticos apresentados na Declaração de Helsinki.

Ainda na primeira sessão, os participantes preencheram um formulário sobre dados pessoais, e um questionário padronizado sobre nível de desempenho competitivo, no qual os atletas são ranqueados tendo em conta uma escala em que (1) representa que o atleta não pratica o esporte há mais de 1 ano e (10) o atleta representou o país competitivamente neste esporte (Manning & Pickup, 1998; Manning & Taylor, 2001). A partir do resultado, os participantes foram alocados nos grupos (Treinado = $8,5 \pm 2,1$ pontos; Não-treinado = $2,6 \pm 0,2$ pontos; $t = 12,24$; $p < 0,001$). Na mesma sessão, os participantes foram medidos em relação a estatura (estadiômetro da marca SECA, modelo 213, Deutschland, Germany, com precisão de 0,1 cm), massa corporal (balança da marca EUFY, modelo C1, Changsha, China com precisão de 100 gramas), e passaram por avaliação do percentual de gordura corporal. Para isso, foi empregado adipômetro previamente calibrado (CESCORF, Clínico tradicional, Porto Alegre, Brasil) e usado o protocolo de três dobras cutâneas – peitoral, abdômen e coxa – para estimativa da densidade corporal (23). Cada uma das dobras cutâneas foi mensurada três vezes por avaliador único e em sistema de rodízio. Após calculada a densidade corporal, aplicou-se equação de Siri (24) para estimativa do percentual de gordura.

Por fim, nessa mesma sessão, o participante foi posicionado em decúbito dorsal e, após 10 min de repouso, ocorreu mensuração da frequência cardíaca (cardiofrequencímetro Polar™, modelo H10, Kempele, Finlândia) durante 5 min, considerando o valor médio do período (25). Também ocorreu medida do lactato sanguíneo em repouso, a partir de punção na polpa digital, com extração de 0,8 µL, e leitura em equipamento portátil (lactímetro Lactato Detect TD- 4261, Eco Diagnostica, Nova Lima, Brasil)

Na segunda sessão ocorreu aplicação do ASA_{MMA}. Todos os participantes estavam com fato oficial permitido para eventos de MMA, composto por bermuda, luvas de 4 oz e protetor bucal, para aumento da especificidade em relação a uma luta real. Inicialmente, os participantes tiveram 5 minutos para realizar aquecimento direcionado e específico da modalidade, com movimentos de socos, chutes, esquivas e deslocamentos em intensidade leve a moderada autosselecionada.

O ASA_{MMA} tem duração total de 1020 segundos (17 minutos), sendo 600 segundos de ações motoras totais distribuídos em 3 rounds por 420 segundos de pausa (no tempo de pausa está incluído o tempo de intervalo entre rounds). O teste foi realizado em ambiente com controle de temperatura (25 °C) e umidade (85%), em espaço com dimensões de 10 m x 10 m destinado a prática de artes marciais, revestido por placas emborrachadas EVA™ de 50 milímetros.

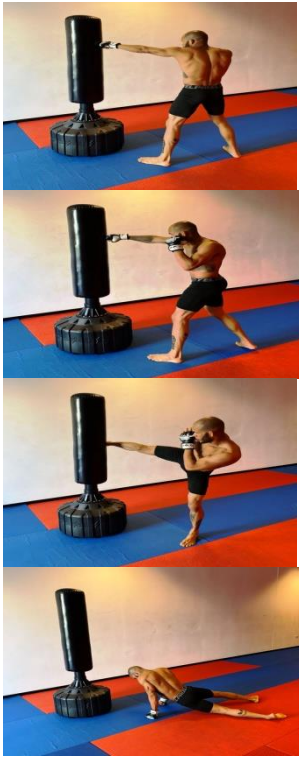
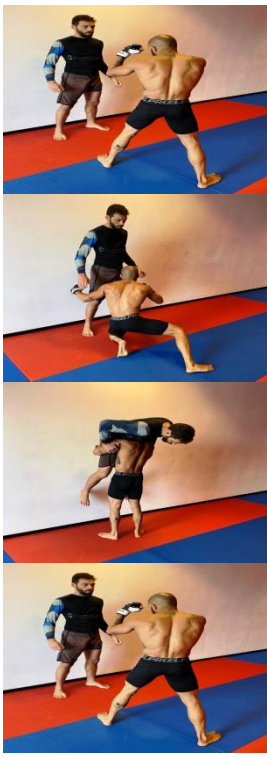

O ASA_{MMA} é composto por 3 rounds, com descansos de 1 min entre eles. Cada round é composto por 3 blocos de esforços com movimentos específicos de MMA, os quais são repetidos até o término do tempo total de cada round (vídeo: <https://youtu.be/S7Sn7-ikNN4>). Cada bloco de esforço tem duração de 20 segundos e é realizado de modo *all-out*, sendo seguido por 10 segundos de pausa ativa, quando o participante simula movimentação e medição de distância semelhante a um combate. Finalizada a recuperação, o participante dá início ao bloco 2 e, assim, sucessivamente (Figura 1).

Bloco 1: Interação. Com duração de 20 segundos, repete-se a sequência jab / direto / chute semi-circular / sprawl até o término do tempo. Para sua realização, é necessária uma pequena área de treinamento emborrachada de 10 m² e a utilização de um saco de pancada (*punching bag*), para os movimentos de socos e chutes e *sprawl* (defesa de queda).

Bloco 2: Projeção. Com duração de 20 segundos, e auxílio de um parceiro, realizam-se movimentos de golpe de projeção (*double leg*). O parceiro de treino se mantém encostado na parede e o avaliado deve retirar o parceiro de treino da mesma categoria do solo, sem finalizar a projeção.

Bloco 3: Ground & Pound. Utiliza-se boneco (*dummy*) ou saco de pancadas no solo para realização do movimento conhecido como *Ground and Pound* (socos e cotoveladas no solo, com o avaliado sobre o equipamento). Neste bloco, realizam-se sequências de jab, direto e cotovelada na posição conhecida como “joelho na barriga”, para ambos os lados, alternados após a execução das três técnicas em sequência.

Esses três blocos são repetidos sucessivamente dentro de cada round de 5 minutos, sendo que os últimos 20 s do round são compostos por uma sequência (sprint final) de jab, direto e chute na posição em pé, completando os 300 segundos, ou seja, 5 minutos (tempo de 1 round de MMA). Finalizados os 5 min do primeiro round, o avaliado recupera durante 1 min e, então, repete o processo por mais duas vezes, totalizando 3 rounds.

Bloco	1		2		3	
Técnicas	Jab / Direto / Chute/ Sprawl	Pausa	Double leg on the wall	Pausa	Ground and Pound	Pausa
Tempo	20s	10s	20s	10s	20s	10s
						
Reps	3 rounds, com 1 min de descanso entre eles					
Tempo	5 minutos cada round					

Nota: Final de cada round executar 20 segundos de jab-direto-chute (sprint final)

Figura 1. Estrutura do *Anaerobic Specific Assessment for Mixed Martial Arts (ASAMMA)*.

Os participantes foram verbalmente encorajados durante todo o tempo a realizarem o máximo de repetições possíveis durante a realização do ASA_{MMA}, mantendo a forma adequada. No presente estudo, para avaliação de variáveis fisiológicas, os indivíduos vestiram cardiofrequencímetro durante toda a realização do teste. Assim, registaram-se os valores de frequência cardíaca (FC) média (FCMédia) ao final de cada round (FCR1, FCR2, FCR3), de forma absoluta (bpm) e relativa à FC máxima (%FCmax) estimada pela equação $FC_{max} = 208 - 0,7 \times \text{idade}$ (26). Ao final de cada round também se realizou medida da concentração de lactato sanguíneo.

Para coleta dos dados de desempenho (total de sequências de golpes realizadas por round), uma folha do cartão de pontuação foi impressa anteriormente e o armazenamento ocorreu em planilha digital. Devido à relevância de se conhecer cadência de cada round, também se calculou o índice de fadiga no ASA_{MMA}, sendo que a média do número total de sequências do round 2 e do round 3 foram somados e divididos por 2, então, esse quociente foi dividido pelo número total de sequências do round 1. Considerou-se como baixa resistência à fadiga valores até 0,5; como moderada resistência à fadiga valores até 0,8 e alta resistência à fadiga os valores superiores a 0,8 (Paiva & Del Vecchio, 2009).

Indica-se que os praticantes treinados realizaram os três rounds do teste ASA_{MMA} padrão, mas, por motivos de segurança, os participantes Não-treinados realizaram apenas um round, o qual é composto por 5 min de esforços intermitentes de alta intensidade.

Análise estatística

Para análise dos dados, fez-se uma estatística descritiva e inferencial. Inicialmente, adotou-se média (X) e desvio padrão (DP) como medidas de centralidade e dispersão. Realizaram-se análises de correlação para variáveis de interesse empregando Teste de Pearson.

Para as comparações entre grupos (Treinados e Não-treinados), adotou-se o teste t de Student para amostras independentes e magnitude da diferença foi calculada com o d de Cohen, e que pode ser classificada como pequena ($d = 0,20$), média ($d = 0,50$) e grande ($d = 0,8$) e muito grande, quando $d = 1,2$ (27).

Na comparação entre rounds para os atletas treinados, aplicou-se a análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas no fator momento e o *post-hoc* de Bonferroni para localização das diferenças. Nas comparações entre Treinados e Não-treinados, foi usada ANOVA para medidas repetidas (momentos X grupos), sendo empregados *post-hoc* de Tukey para grupos e de Bonferroni para momentos. Anteriormente às ANOVA, foi realizado teste de Mauchly para se testar a esfericidade dos dados e a correção de Greenhouse-Geiser foi usada quando necessária (28). A magnitude das diferenças foi apresentada utilizando o eta quadrado (η^2), o

qual pode ser classificado como pequeno (0.1), médio (0.24) ou grande (0.37) (29). O nível de significância foi estabelecido em 5%.

Resultados

Os dados relativos às características dos participantes são apresentados na tabela 1. Nela, observa-se ausência de diferenças significantes para idade ($p = 0,77$; $d = 0,13$), estatura ($p = 0,21$; $d = 0,57$), massa corporal ($p = 0,74$; $d = 0,15$), lactato ($p = 0,91$; $d = 0,05$), FC de repouso e FC máxima estimada pela idade ($p = 0,74$; $d = 0,15$). Apenas o percentual de gordura corporal exibiu valor próximo à significância estatística ($p = 0,056$; $d = 0,91$). Entre as variáveis antropométricas, registou-se correlação significativa entre massa corporal e percentual de gordura corporal ($r = 0,65$; $p = 0,002$; tabela 2).

Considerando-se a performance no teste, em relação à frequência cardíaca, identifica-se que os dados médios do teste apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre grupos ($p < 0,001$; $d = 2,17$), sendo que atletas treinados apresentaram $167 \pm 7,27$ bpm e os não-treinados exibiram $179 \pm 3,8$ bpm. O mesmo ocorreu para os valores após o primeiro round ($p = 0,028$; $d = 1,07$). Em relação aos percentuais da FC máxima, os valores de FC média no primeiro round atingiram $89,2 \pm 11,9\%$ entre os atletas do grupo Treinado e $96,3 \pm 3,7\%$ nos Não-treinados, com diferenças estatisticamente significantes entre eles ($p < 0,001$; $d = 2,73$). A comparação entre rounds foi possível apenas no grupo de atletas treinados, dado que os atletas não-treinados realizaram apenas um round (Figura 2, Painel A). Especificamente no grupo de atletas treinados, a análise de medidas repetidas da frequência cardíaca de acordo com round (rounds 1, 2 e 3) demonstrou ausência de efeito para o fator momento ($F(2;10) = 1,68$; $p = 0,21$; $\eta^2 = 0,16$).

Acerca da concentração de lactato, identifica-se que os dados após o primeiro round se aproximaram do nível de significância adotado na comparação entre grupos ($p = 0,054$; $d = 0,92$), sendo que atletas treinados apresentaram $15,08 \pm 2,86$ mmol/L e os não-treinados exibiram $17,15 \pm 1,36$ mmol/L. A comparação entre rounds foi possível apenas no grupo de atletas treinados, dado que os atletas não-treinados realizaram apenas um round (Figura 2, Painel B). Em relação ao grupo de atletas treinados, a análise de medidas repetidas da concentração de lactato de acordo com round (rounds 1, 2 e 3) demonstrou diferenças significantes entre momentos ($F(2;10) = 5,81$; $p = 0,0111$; $\eta^2 = 0,39$), e o *post-hoc* de Bonferroni identificou que a diferença se localiza entre os rounds 1 e 3 ($17,3 \pm 2,08$ mmol/L; $p = 0,045$).

Quanto à quantidade de sequências de movimentos realizados no primeiro round, identificam-se diferenças entre os grupos ($p = 0,003$; $d = 1,046$), sendo que atletas treinados

apresentaram $71,8 \pm 7,87$ golpes e os não-treinados exibiram $65,6 \pm 2,87$ golpes. A comparação entre rounds foi possível apenas no grupo de atletas treinados, dado que os atletas não-treinados realizaram apenas um round (Figura 3). Em relação ao grupo de atletas treinados, a análise de medidas repetidas da cadência de golpes de acordo com round (rounds 1, 2 e 3) demonstrou diferenças estatisticamente significantes entre momentos ($F(2;10) = 14,37$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,61$), e o *post-hoc* de Bonferroni identificou que as diferenças se localizam entre os rounds 1 e 2 ($p = 0,04$), 1 e 3 ($p = 0,005$) e 2 e 3 ($p = 0,017$). Por fim, quanto ao índice de resistência à fadiga, indica-se desempenho de $0,90 \pm 0,08$, sendo que dos 10 atletas treinados, apenas um apresentou escore classificado como moderado (0,74).

Nas análises de correlação, valores significantes entre parâmetros antropométricos, fisiológicos e de performance física são apresentados na tabela 2.

Tabela 1. Valores descritivos (média±DP) da amostra e comparações por grupo.

	Treinados (n = 10)	Não treinados (n = 10)	p-valor	d de Cohen
Idade (anos)	33.80 ±4.80	34.50 ±5.81	0,77	0,13
Estatura (cm)	179.40 ±9.31	174.90 ±5.99	0,21	0,57
Peso (kg)	88.50 ±20.83	86.00 ±10.68	0,74	0,15
Gordura (%)	17.42 ±7.47	23.97 ±6.85	0,056	0,91
FC máxima (bpm)	186.30 ±4.64	185.50 ±5.81	0,74	0,15
FC pré-teste (bpm)	67.1 ±3.51	68.7 ±3.26	0,30	0,74
Lactato (mmol/L)	2.1 ±0.22	2.09 ±0.15	0,91	0,05

FC = Frequência cardíaca

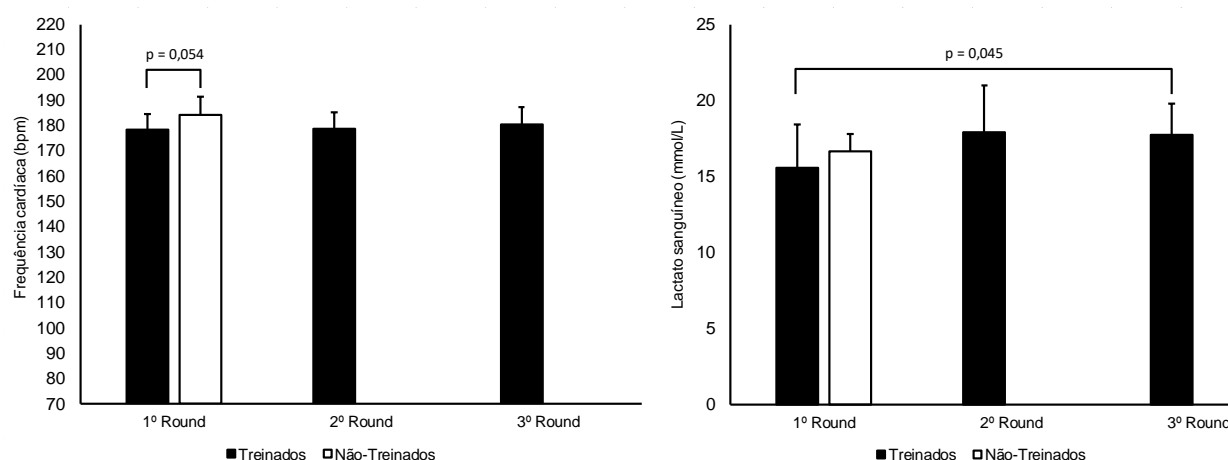
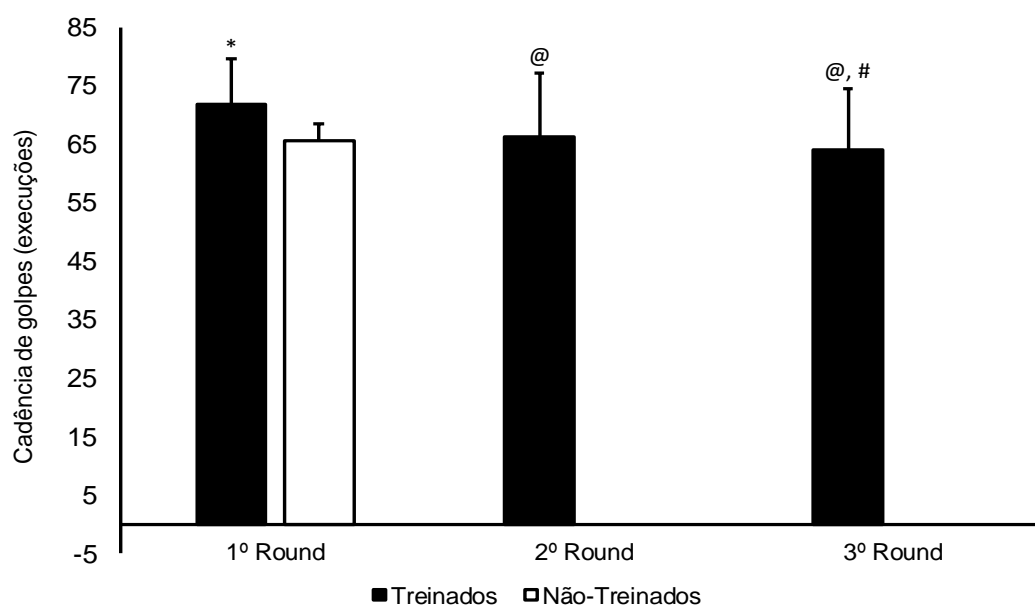


Figura 2. Frequência cardíaca (painel A) e lactato (painel B), de acordo com grupo e round.



* Diferente de não-treinados ($p = 0,003$); @ Diferente do Round 1; # Diferente do Round 2.

Figura 3: Sequências de movimentos, por grupo (treinados e não-treinados) e round.

Tabela 2. Pares de correlação, com respectivo r de Pearson e nível de significância.

Variável 1	versus	Variável 2	n [#]	r de Pearson	p
Massa (kg)	versus	Gordura (%)	20	0.657 **	0.002
Gordura (%)	versus	FC média (%FC max)	20	0.474 *	0.035
Gordura (%)	versus	Sequências de movimento round 1	20	-0.469 *	0.037
Gordura (%)	versus	Sequências de movimento round 3	10	-0.647 *	0.043
Gordura (%)	versus	Índice de Fadiga	10	-0.682 *	0.030
FC round 1 (bpm)	versus	FC round 2 (bpm)	10	0.706 *	0.023
FC round 1 (bpm)	versus	FC round 3 (bpm)	10	0.725 *	0.018
FC round 1 (bpm)	versus	FC média durante teste (bpm)	20	0.786 ***	< .001
FC round 1 (bpm)	versus	FC média (%FC max)	20	0.615 **	0.004
FC round 2 (bpm)	versus	FC round 3 (bpm)	10	0.939 ***	< .001
FC round 2 (bpm)	versus	FC média durante teste (bpm)	10	0.792 **	0.006
FC round 2 (bpm)	versus	FC média (%FC max)	10	0.811 **	0.004
FC round 3 (bpm)	versus	FC média durante teste (bpm)	10	0.702 *	0.024
FC round 3 (bpm)	versus	FC média (%FC max)	10	0.752 *	0.012
FC média durante teste (bpm)	versus	FC média (%FC max)	20	0.840 ***	< .001
FC média durante teste (bpm)	versus	Lactato no round 1	20	0.457 *	0.043
FC média durante teste (bpm)	versus	Sequências de movimento round 1	20	-0.538 *	0.014
FC média (%FC max)	versus	Sequências de movimento round 1	20	-0.601 **	0.005

Lactato round 2	versus	Lactato round 3	10	0.852 **	0.002
Sequências de movimento round 1	versus	Sequências de movimento round 2	10	0.863 **	0.001
Sequências de movimento round 1	versus	Sequências de movimento round 3	10	0.855 **	0.002
Sequências de movimento round 2	versus	Sequências de movimento round 3	10	0.985 ***	< .001
Sequências de movimento round 2	versus	Índice de Fadiga	10	0.766 **	0.010
Sequências de movimento round 3	versus	Índice de Fadiga	10	0.778 **	0.008

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$; # = o n variou de acordo com o número de atletas observados.

Discussão

A proposta do presente estudo foi investigar as respostas fisiológicas e de desempenho físico de praticantes Treinados e Não-treinados num teste específico de MMA. Como principais achados do presente estudo, indica-se que: (i) os participantes não diferiam quanto a idade, composição corporal, FC e lactato de repouso; (ii) a FC ao final do primeiro round foi maior no grupo de atletas Não-treinados; (iii) entre Treinados, os valores de lactato ao final do terceiro round foram superiores aos valores do primeiro round e, por fim, (iv) entre os Treinados a quantidade de sequência de golpes foi maior que Não-treinados e diminuiu ao longo dos rounds.

A avaliação de atletas de MMA foi amplamente realizada com testes inespecíficos de força, potência, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória (Andrade et al., 2019; Bueno et al., 2022; Plush et al., 2021). No entanto, há carência de testes específicos, sendo que o *Anaerobic Specific Assessment for Mixed Martial Arts* (ASA_{MMA}), procedimento que foi elaborado considerando: i) duração das lutas de MMA (4), ii) a temporalidade dos combates com relação aos períodos de esforço e pausa (Miarka et al., 2016; Coswig et al., 2016), e iii) a dinâmica técnico-tática, considerando os golpes mais aplicados (Del Vecchio et al., 2011).

Em investigação recente, Andrade et al (2022) testaram a reprodutibilidade do ASA_{MMA} com 12 lutadores amadores, e encontraram ausência de diferenças significantes entre teste e reteste, com coeficientes de correlação intraclasses entre 0,5 (sequências de movimento) e 0,9 (percepção subjetiva de esforço). De modo complementar, observaram-se valores inferiores a 5% no coeficiente de variação (CV) para a maior parte das variáveis mensuradas (entre 3,1% e 4,3%), embora valor próximo a 10% foi identificado no índice de fadiga. Por fim, foram identificadas correlações significantes da performance no ASA_{MMA} com consumo máximo de oxigênio em teste incremental ($r = 0,67$; $p < 0,05$) e capacidade aeróbia ($r = 0,96$; $p < 0,05$), mas ausência de correlações com o teste de Wingate (30 s), provavelmente em decorrência da duração dos testes (Andrade et al., 2022).

A frequência cardíaca foi um parâmetro fundamental para se avaliar e acompanhar em avaliações de atletas de modalidade de combate (32). Diversos testes, como o *Special Judô Fitness Test* (11), correlacionam a frequência cardíaca com o número de projeções, sendo que menor índice no teste revela melhor performance. Do ponto de vista fisiológico, a FC média (absoluta e relativa) durante o primeiro round teste foi superior no grupo de atletas Não-treinados, o que pode ser decorrente de melhor aptidão aeróbia entre os lutadores Treinados (Del Vecchio & Ferreira, 2013), promovendo menor exigência cardiorrespiratória (4).

No tocante ao lactato sanguíneo, indica-se que o mesmo está associado à demanda glicolítica do esforço físico. Nesse sentido, lutas de MMA oficiais ou simuladas apresentam valores próximos a 16 mmol/L (Coswig et al., 2016), valores semelhantes aos encontrados no presente estudo – e que indicam elevada exigência do componente anaeróbio de fornecimento de energia (Del Vecchio et al., 2011). Considerando que valores elevados de lactato sanguíneo podem afetar mecanismos de contractibilidade muscular, por interferir nas interações ao nível das pontes cruzadas, isto parcialmente poderia explicar a perda de performance ao longo dos rounds, inferida pela redução na quantidade de sequências de movimentos. No entanto, destaca-se no presente estudo uma elevada resistência à fadiga nos lutadores Treinados, dado que apenas um deles apresentou índice moderado. Nesse sentido, ao que se refere a lutadores de maior sucesso, indica-se que os mesmos são mais tolerantes ao lactato (tolerância láctica), assim como mais capazes de tamponamento do sangue em termos de resistência muscular (33).

Em relação ao contexto avaliativo e competitivo, as modalidades esportivas vêm sendo estudadas acerca de vários parâmetros fisiológicos, como quantificação da frequência cardíaca e da concentração de lactato sanguíneo. No entanto, a análise de movimentos específicos também é relevante, para se ter clareza da performance física do competidor – e no presente estudo os valores foram estatisticamente diferentes entre atletas Treinados e Não-treinados, evidenciando a relevância dessa variável nas rotinas de avaliação (Andrade et al., 2019; Andrade et al., 2022).

O presente estudo demonstra utilidade do ASA_{MMA} como avaliação e, inclusive, modelação de treino, dado que todos os sujeitos apresentaram diminuição significativa na sequência dos movimentos específicos de alta intensidade, constatando fadiga e desgaste muscular durante o teste, além de estímulos dos sistemas energéticos anaeróbio láctico ou glicolítico que são considerados como decisivos para o melhor desempenho competitivo (Del Vecchio et al., 2011). Devido ao grau de especificidade, e demanda fisiológica observada no presente estudo, o ASA_{MMA} pode ser utilizado como parte de periodização de atletas de

modalidade de combate, pois apresenta simulações de situações das condições competitivas próximas à realidade (Del Vecchio et al., 2011; Miarka et al., 2016; Coswig et al., 2016).

Verifica-se, também, que outras modificações podem ser feitas de acordo com o adversário e o estilo predominante do lutador, pois os aspetos técnicos e táticos estão diretamente relacionados à performance e ao resultado da luta, sendo que estudos recentes apontam a variação técnica como elemento fundamental para a imprevisibilidade em competições de alto rendimento (30).

Como conclusão, sugere-se que o ASA_{MMA} pode discriminar atletas Treinados de atletas Não-treinados, tanto do ponto de vista fisiológico (especialmente a frequência cardíaca), como do ponto de vista físico, a partir da quantidade de sequências de movimentos. Indica-se que o modelo apresentado no estudo apresenta especificidade dos movimentos e na relação de esforço/pausa. Assim, ele pode ser usado como parte integrante de uma periodização de treino específica para MMA, bem como servir de ferramenta avaliadora de performance, para se mensurar as evoluções no desenvolvimento da aptidão física ou técnico-tática.

Referências

1. Malanowski S, Baima NR. On the martial arts status of mixed martial arts. In: *The Philosophy of Mixed Martial Arts*. London: Routledge; 2021. p. 16–29.
2. Collier T, Johnson AL, Ruggiero J. Aggression in Mixed Martial Arts: An Analysis of the Likelihood of Winning a Decision. In: *Violence and Aggression in Sporting Contests*. New York, NY: Springer New York; 2011. p. 97–109.
3. Martin TG, Williams AS, Whisenant W, Dees W. Mixed Martial Arts (MMA) and the Media: An Examination of an Emerging Sport's Coverage in ESPN The Magazine. *Public Organization Review*. 2015 Sep 13;15(3):433–52.
4. Bounty P Ia, Campbell BI, Galvan E, Cooke M, Antonio J. Strength and Conditioning Considerations for Mixed Martial Arts. *Strength Cond J*. 2011 Feb;33(1):56–67.
5. Kirk C, Langan-Evans C, Clark DR, Morton JP. Quantification of training load distribution in mixed martial arts athletes: A lack of periodisation and load management. *PLoS One*. 2021 May 10;16(5):e0251266.
6. Del Vecchio FB, Ferreira JLM. Mixed Martial Arts: rotinas de condicionamento e avaliação da aptidão física de lutadores de Pelotas/RS. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2013 Sep;35(3):611–26.
7. Bueno JCA, Faro H, Lenetsky S, Gonçalves AF, Dias SBCD, Ribeiro ALB, et al. Exploratory Systematic Review of Mixed Martial Arts: An Overview of Performance of Importance Factors with over 20,000 Athletes. *Sports*. 2022 May 24;10(6):80.
8. Ross AJ, Ross BJ, Zeoli TC, Brown SM, Mulcahey MK. Injury Profile of Mixed Martial Arts Competitions in the United States. *Orthop J Sports Med*. 2021 Mar 1;9(3):232596712199156.
9. Andrade A, Flores MA, Andreato L v., Coimbra DR. Physical and Training Characteristics of Mixed Martial Arts Athletes: Systematic Review. *Strength Cond J*. 2019 Feb;41(1):51–63.
10. Chernozub A, Manolachi V, Korobeynikov G, Potop V, Sherstiuk L, Manolachi V, et al. Criteria for assessing the adaptive changes in mixed martial arts (MMA) athletes of strike fighting style in different training load regimes. *PeerJ*. 2022 Aug 3;10:e13827.
11. Franchini E, Del Vecchio FB, Sterkowicz S. A Special Judo Fitness Test Classificatory Table. *Archives of Budo*. 2009 Oct 30;(5):127–9.
12. Marković M, Kukić F, Dopsaj M, Kasum G, Toskic L, Zaric I. Validity of a Novel Specific Wrestling Fitness Test. *J Strength Cond Res*. 2021 Dec;35(12S):S51–7.
13. da Silva Junior JN, Kons RL, de Lucas RD, Detanico D. Jiu-Jitsu-Specific Performance Test: Reliability Analysis and Construct Validity in Competitive Athletes. *J Strength Cond Res*. 2022 Jan;36(1):174–9.

14. Chaabène H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Montassar M, Chamari K. Reliability and Construct Validity of the Karate-Specific Aerobic Test. *J Strength Cond Res.* 2012 Dec;26(12):3454–60.
15. Tayech A, Mejri MA, Chaabene H, Chaouachi M, Behm DG, Chaouachi A. Test-retest reliability and criterion validity of a new Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019 Jan;59(2).
16. Plush MG, Guppy SN, Nosaka K, Barley OR. Developing a Comprehensive Testing Battery for Mixed Martial Arts. *Int J Exerc Sci.* 2021;14(4):941–61.
17. Paiva L, Del Vecchio FB. Pronto Pra Guerra: Preparação Física Específica para Luta & Superação. Manaus: OMP Editora; 2009.
18. Del Vecchio FB, Hirata SM, Franchini E. A Review of Time-Motion Analysis and Combat Development in Mixed Martial Arts Matches at Regional Level Tournaments. *Percept Mot Skills.* 2011 Apr 1;112(2):639–48.
19. Andrade VL, Foresti YF, Almeida PB, Araujo MYC, Kalva-Filho CA, Papoti M. Validity and reliability of a specific anaerobic test for mixed martial arts. *Sci Sports.* 2022 Sep;37(5–6):488.e1-488.e10.
20. Atkinson G, Nevill AM. Selected issues in the design and analysis of sport performance research. *J Sports Sci.* 2001 Jan;19(10):811–27.
21. Manning J, Pickup L. Symmetry and Performance in Middle Distance Runners. *Int J Sports Med.* 1998 Apr 9;19(03):205–9.
22. Manning JT, Taylor RP. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. *Evolution and Human Behavior.* 2001 Jan;22(1):61–9.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition.* 1978 Nov 9;40(3):497–504.
24. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition.* 1961;9(5):480–91.
25. Schaffarczyk M, Rogers B, Reer R, Gronwald T. Validity of the Polar H10 Sensor for Heart Rate Variability Analysis during Resting State and Incremental Exercise in Recreational Men and Women. *Sensors.* 2022 Aug 30;22(17):1–13.
26. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001 Jan;37(1):153–6.
27. Sawilowsky SS. New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods.* 2009 Nov 1;8(2):597–9.
28. Maia JAR, Silva RG, Seabra A, Lopes VP, Prista A, Freitas DL. Uma nota didáctica breve no uso esclarecido de procedimentos estatísticos em análise de dados repetidos no tempo. Um estudo

- guiado para investigadores em Ciências do Desporto. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2004;4(3):115–33.
29. Cohen J. *Statistical power analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. London: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
 30. Miarka B, Coswig V, Brito JC, Slimani M, Amtmann J, del Vecchio FB. Comparison of combat outcomes: technical and tactical analysis of female MMA. *Int J Perform Anal Sport*. 2016 Aug 3;16(2):539–52.
 31. Silveira Coswig V, Hideyoshi Fukuda D, de Paula Ramos S, Boscolo Del Vecchio F. Biochemical Differences Between Official and Simulated Mixed Martial Arts (MMA) Matches. *Asian J Sports Med*. 2016 Jun 11;7(2).
 32. Slimani M, Znazen H, Sellami M, Davis P. Heart rate monitoring during combat sports matches: a brief review. *Int J Perform Anal Sport*. 2018 Mar 4;18(2):273–92.
 33. Aschenbach W, OCEL J, CRAFT L, WARD C, SPANGENBURG E, WILLIAMS J. Effect of oral sodium loading on high-intensity arm ergometry in college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Mar;32(3):669–75.