

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RICARDO GURA SILLOS

**PERFIL FISIOLÓGICO E CAPACIDADES FÍSICAS ASSOCIADAS AO
TREINAMENTO DE MIXED MARTIAL ARTS (MMA)**



CURITIBA
2017

RICARDO GURA SILLOS

**PERFIL FISIOLÓGICO E CAPACIDADES FÍSICAS ASSOCIADAS AO
TREINAMENTO DE *MIXED MARTIAL ARTS* (MMA)**

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo João Sonoda-Nunes

CURITIBA
2017

RESUMO

O *Mixed Martial Arts* (MMA) pode ser considerado um esporte relativamente novo, que ganhou popularidade especialmente após a estreia do evento denominado *Ultimate Fighting Championship* (UFC). É uma mistura de técnicas de diferentes esportes de combate, têm característica intermitente e exige muito das capacidades físicas como força, potência neuromuscular, flexibilidade, bem como das capacidades aeróbicas e anaeróbicas. Contudo, os estudos sobre o perfil fisiológico de atletas praticantes de MMA ainda são limitados. Atualmente os estudos que abordam esse tema são relacionados a alguns esportes de combate. Nesse sentido, o problema dessa pesquisa pode ser sintetizado a partir da seguinte questão: Qual o perfil fisiológico de atletas de MMA e as principais capacidades físicas exigidas no seu treinamento? Considerando a problematização do presente estudo o objetivo geral da pesquisa foi apresentar o perfil fisiológico de atletas de MMA e as principais capacidades físicas exigidas ao seu treinamento. Em termos de objetivos específicos, destacamos: apresentar uma breve abordagem sobre o MMA; discorrer sobre o perfil fisiológico do atleta durante as lutas e de que forma isto impacta no seu rendimento; e abordar as principais capacidades físicas para os atletas desta modalidade, destacando as suas influências no perfil fisiológico dos mesmos. Sobre os procedimentos metodológicos, a presente pesquisa caracterizou-se como revisão de literatura enquanto meio de investigação. Foram considerados livros, dissertações, monografias, artigos científicos e páginas de web sites. Em relação às considerações finais foi possível confirmar o quão importante é o conhecimento específico do perfil fisiológico e das capacidades físicas dos atletas de MMA para o desenvolvimento dos mesmos. Uma vez que o MMA tem característica intermitente, tanto o metabolismo aeróbico quanto o anaeróbico serão fundamentais durante a luta. Independente do tempo de duração da luta, um sistema será complementar ao outro, já que as lutas de MMA são caracterizadas por situações de grandes explosões de força e velocidade, intercaladas por momentos de recuperação. No trabalho foram apresentadas algumas das principais capacidades físicas que o atleta de MMA precisa desenvolver para alcançar um grau de excelência. Porém, não foi possível estabelecer qual delas é mais importante para o atleta, uma vez que todas são essenciais no MMA ficando claro que quanto mais capacidades este atleta puder desenvolver, melhor será o seu desempenho durante a luta. As capacidades a serem aplicadas no treinamento de um atleta vão depender da estratégia de luta que será adotada (luta em pé ou agarrada), do perfil do adversário e das próprias habilidades do atleta. Logo, para que o lutador possa ter um bom desempenho durante toda a luta, independente da sua duração ou estratégia, é fundamental que essas capacidades estejam muito bem desenvolvidas. Sendo assim, compreender de que forma o desenvolvimento do combate afeta fisiologicamente o atleta, permite que seja elaborado um planejamento de treinamentos mais específico e eficiente, com o objetivo principal de atingir o rendimento máximo do atleta.

Palavras-Chave: MMA. Artes marciais mistas. Esportes de combate. Perfil fisiológico. Capacidades físicas.

ABSTRACT

The Mixed Martial Arts (MMA) can be considered a sport that grew up especially for an event denominated Ultimate Fighting Championship (UFC). The MMA is a mixture of techniques of different combat sports, has intermittent characteristics and demands many physical abilities like strength, neuromuscular power, flexibility, as well as aerobic and anaerobic capacities. However, current studies on the physiological profile of athletes in this sport are still limited. Currently the studies that approach this theme are related to some combat sports. In this sense, the problem of this research can be summarized from the question: what is the physiological profile of MMA athletes and the main physical capacities required in their training? Considering the context of this study, the aim of the research is to present the physiological profile of MMA athletes and the main physical capacities required for their training. The specific objectives are: to present a brief approach on MMA; Discuss the physiological profile of the athlete during the combats and how it is impact on their performance; And to approach the main physical abilities for athletes of this modality, highlighting their influences on the physiological profile. About the methodological procedures, this research is a literature review. Were used dissertations, monographs, scientific articles, and pages of websites. About the final considerations, it was possible to confirm how important and specific knowledge of the physiological profile and physical abilities of MMA athletes are for their development. As MMA has an intermittent characteristic, both aerobic and anaerobic metabolism will be fundamental during the combat. Regardless of the duration of the combat, one system is complementary to the other, as MMA combats are characterized by situations of great explosions of force and speed, interspersed by moments of recovery. However, it was not possible to establish the qualities that are more important for the athlete. All are essential for MMA and that more capabilities this athlete can develop, the better his performance during the combat. Abilities are applied in the training are dependent of the strategy of combat (standing or grappling), the profile of the opponent and the abilities of athlete. Therefore, for the fighter to perform well throughout the combat, regardless of its duration and strategy, it is essential that these abilities are well developed. Therefore, understanding how the development of combat affects the athlete physiologically, allows a more specific and efficient training planning to be elaborated, with the main objective of controlling the maximum performance of the athlete.

Keywords: MMA. Mixed martial arts. Combat sports. Physiological profile. Physical abilities.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 MIXED MARTIAL ARTS (MMA)	8
3 PERFIL FISIOLÓGICO E CAPACIDADES FÍSICAS DO ATLETA DE MMA	11
3.1 PERFIL FISIOLÓGICO.....	11
3.2 CAPACIDADES FÍSICAS.....	13
3.2.1 Força	13
3.2.2 Potência Neuromuscular	15
3.2.3 Capacidades Anaeróbicas.....	18
3.2.4 Capacidades Aeróbicas.....	19
3.2.5 Flexibilidade	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O *Mixed Martial Arts* (MMA), ou Artes Marciais Mistas no português, tem crescido de modo muito intenso desde a década de 1990, especialmente após a estreia do evento denominado *Ultimate Fighting Championship* (UFC) (PAIVA, 2009). Caracteriza-se por ser um esporte que integra ações motoras de diferentes modalidades de combate, dividindo-se em categorias de lutas em pé como o boxe, *kickboxing*, *muay thai* e caratê, e as de predominância com lutas de agarre, como o *jiu-jitsu*, judô e *wrestling*, resultando em uma ampla gama de técnicas (AMTMANN, 2004; DEL VECCHIO *et al.*, 2011).

O atleta de MMA passa por diversas situações no momento da luta, pois cada adversário possui uma especialidade ou adota uma estratégia de luta diferente. Logo, um bom profissional tem que estar preparado fisicamente, tecnicamente, taticamente e psicologicamente para suprir diferentes necessidades. Além disso, os atletas que têm maior sucesso neste esporte buscam combinar habilidades refinadas para a luta, tais como: precisão, coordenação motora, destreza com altos níveis de força e condicionamento físico (AMTMANN, 2004). Em geral, as lutas são compostas por três a cinco rounds, os quais duram 5 minutos com intervalos de 1 minuto (BOUNTY *et al.*, 2011), e têm característica intermitente, ou seja, uma série de esforços supra-máximos intercalados por períodos de recuperação, o que confere à esta modalidade a predominância do metabolismo anaeróbico láctico. Porém, a potência aeróbia elevada é um importante fator para a recuperação durante os momentos de baixa intensidade, devido à possibilidade de a luta durar de 15 a 25 minutos. Ainda, uma luta pode nem chegar ao final do tempo regulamentar, pois esta pode ser encerrada com um nocaute, uma finalização ou interrupção do árbitro (DEL VECCHIO, 2013; FRANCHINI, 2013).

Como se observa, presume-se que o MMA envolva diferentes tipos de ações motoras. Contudo, na perspectiva do treinamento esportivo os registros sobre o planejamento de treino são escassos e muitas das práticas (rotinas) específicas de preparação física utilizadas por esses atletas são empíricas e carentes de embasamento científico (DEL VECCHIO *et al.*, 2011).

Destaca-se que a elevada aptidão física, decorrente de um planejamento adequado de treinamento, pode contribuir para o bom desempenho durante as lutas, tornando-se cada vez mais importante, sendo um fator determinante para se

alcançar o triunfo nos esportes de combate. (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013; FARZAD *et al.*, 2011).

Tendo essas informações sobre a aptidão física dos atletas, pode-se comparar o seu desempenho com o dos seus adversários, bem como verificar alterações nos níveis do seu condicionamento ao longo do processo de treino, e assim correlacionar esses dados com valores de referência utilizados para as diversas modalidades de combate (DEL VECCHIO; FERREIRA, 2013).

A identificação das combinações dos indicadores de desempenho associados a resultados pode servir para direcionar o treinamento para técnicas mais eficazes, ao mesmo tempo em que se formulam planos estratégicos para a competição, com base em padrões de ação e comportamento do atleta e de seus adversários. Os benefícios dessa informação se estendem ainda mais às práticas de força e demais capacidades, uma vez que as habilidades decisivas já estão claramente estabelecidas e as intervenções de treinamento podem enfatizar o desenvolvimento de mecanismos fisiológicos para sustentar tais manobras (HUGHES; BARTLETT; 2002; MORGAN; WILLIAMS; BARNES, 2013; MULLER *et al.*, 2000).

Mediante a apresentação desse contexto, entendemos que o problema dessa pesquisa pode ser sintetizado a partir da seguinte questão: Qual o perfil fisiológico de atletas de MMA e as principais capacidades físicas exigidas no seu treinamento?

Considerando a problematização ora apresentada, o presente estudo tem como objetivo geral apresentar o perfil fisiológico de atletas de MMA e as principais capacidades físicas exigidas ao seu treinamento.

Em relação aos objetivos específicos, este trabalho visa: apresentar uma breve abordagem sobre o MMA; discorrer sobre o perfil fisiológico do atleta durante as lutas e de que forma isto impacta no seu rendimento; e abordar as principais capacidades físicas para os atletas desta modalidade, destacando as suas influências no perfil fisiológico deles.

A justificativa para o presente estudo foi organizada em três níveis de envolvimento: pessoal, acadêmico e social. No âmbito pessoal, o interesse parte da vivência obtida através dos anos de trabalho em academias, orientando praticantes de diversas manifestações de lutas, onde foi possível observar a necessidade de um planejamento específico para as diferentes especificidades apresentadas em cada uma delas. Nesse sentido, a intenção é adquirir conhecimento para posteriormente vir a trabalhar com essa área de treinamento, uma vez que este esporte vem

crescendo de forma intensa nos últimos anos, tornando-se uma área de atuação importantíssima para profissionais da Educação Física. No âmbito acadêmico, visa-se a oportunidade de contribuir com um estudo que traga maiores informações sobre o perfil fisiológico e as capacidades físicas do atleta de MMA especificamente, uma vez que existem poucos trabalhos acadêmicos dedicados às artes marciais mistas, sendo que a maioria aborda este tema de forma específica em diferentes manifestações de luta. No âmbito social, espera-se que estas informações possam ser utilizadas para planejar melhor a preparação física e, conseqüentemente, proporcionar a estes atletas uma maior chance de alcançar o sucesso competitivo e pessoal. Tendo maior conhecimento sobre o assunto, os educadores físicos podem criar condições melhores para estes atletas, buscando atingir o rendimento máximo e preservando a saúde, sendo este um dos fatores mais importantes no processo de desenvolvimento das habilidades dos atletas, principalmente em aspectos de aprendizagem, refinamento técnico e aquisição de estratégias para competições. Assim, contribui-se para que a preparação física seja planejada, organizada e conduzida por pessoas especialistas e competentes.

Em termos metodológicos, este trabalho consiste em uma revisão de literatura ou bibliográfica. Segundo Marconi e Lakatos (1992), a revisão bibliográfica é o levantamento de materiais relevantes já publicados sobre um tema específico, em forma de livros, revistas, publicações avulsas ou imprensa escrita. Compõe-se da evolução do tema e idéias de diferentes autores sobre o assunto, as quais são reunidas de forma sintetizada e atualizada em um novo estudo, devendo estas conter as citações textuais e livres, com indicação dos autores primários. (OLIVEIRA, 2011).

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Scielo (Scientific Electronic Library Online)*, *Pubmed* e no site *Google Acadêmico*, utilizando-se trabalhos publicados entre os anos 1990 e 2016. Foi efetuada a busca por artigos, teses, dissertações, livros e páginas de web sites sendo que os principais descritores de busca utilizados foram os termos: MMA, artes marciais mistas, esportes de combate, perfil fisiológico, capacidades físicas, assim como suas respectivas combinações e traduções para o inglês. Posteriormente fez-se a leitura na íntegra dos mesmos, buscando sintetizar de forma objetiva seus conteúdos, a fim de filtrar os mais adequados ao tema. Desta forma, foram selecionados os artigos utilizados como

referencial teórico para o presente trabalho, os quais constaram nas referências do mesmo.

O presente trabalho foi estruturado em 2 capítulos, excluindo-se a introdução e as considerações finais. No primeiro deles realizamos uma breve abordagem sobre o MMA, seu histórico e principais características do esporte. Já a terceira seção é subdivida em 2 tópicos, os quais trazem informações acerca do perfil fisiológico e das capacidades físicas do atleta de MMA. Este último tópico é novamente subdividido em mais 5 subitens, os quais correspondem especificamente as principais capacidades que serão abordadas neste estudo. Finalmente, o presente trabalho contempla as considerações finais relacionadas aos objetivos propostos e indicações de possíveis trabalhos futuros.

2 MIXED MARTIAL ARTS (MMA)

A prática de MMA com o passar dos anos vem ganhando grande popularidade ao redor do mundo e começou a ganhar destaque apenas na década de 1990, já sendo visto como um dos esportes que mais ganha adeptos. Segundo Paiva (2009), o evento que já tem mais de 15 anos, passou por vários proprietários e constitui-se de regras, e atualmente é considerado uma febre mundial.

A história do MMA tem muita ligação com a família Gracie, pois em 1920, Carlos Gracie, considerado o patriarca da família, abriu uma academia de jiu-jitsu no Rio de Janeiro, Brasil, onde passou os conhecimentos da arte para seus irmãos com o intuito de ensinar a modalidade, pois acreditava que o jiu-jitsu brasileiro era a melhor forma de defesa pessoal. Dessa maneira foram adaptando as regras e golpes, criando o chamado Gracie Jiu-jitsu. No entanto, o jiu-jitsu ainda era um estilo de luta desconhecido, e foi por esta razão que Carlos Gracie começou a desafiar atletas de outras modalidades para mostrar a importância e a superioridade do seu estilo de luta, bem como mais eficaz que as outras modalidades de combate. Dessa forma esses eventos que misturavam várias modalidades ficaram conhecidos no Brasil como Vale-Tudo (GRACIE, 2007).

Porém, um levantamento de dados aponta que combates intermodalidades já eram realizados no Brasil antes mesmo da participação da família Gracie. Ao que consta, em 1909 ocorria a disputa de Sada Miyako e Cyríaco, um confronto entre as modalidades de jiu-jitsu e capoeira, já com a intenção de provar a eficiência do jiu-jitsu em relação às outras modalidades de luta (LISE, 2014).

Na década de 1970, o método Gracie conseguiu tornar-se famoso com a ida de Rórion Gracie, sobrinho de Carlos Gracie, para os EUA com o intuito de ensinar e demonstrar a importância desta luta. Em solo norte-americano, realizou seu primeiro evento com o apoio de um grupo de publicitários e produtores televisivos de Hollywood (Art Davie e John Milius¹) (VASQUES, 2013).

Nesse período também estavam desenvolvendo-se outros eventos, como o UFC, cujas primeiras lutas chocaram o mundo devido ao fato de que havia poucas regras aplicadas ao esporte. Os atletas não utilizavam luvas, não havia limite de tempo, não havia divisão de peso e a luta ocorria numa arena octogonal parecida

¹ Diretor do filme “Conan, o bárbaro” (VASQUES, 2013).

com uma jaula. Mas apesar da sua denominação, MMA ou vale-tudo, não significava que o combate fosse desprovido de regras ou que valesse qualquer coisa, mas sim que todos os estilos de lutas eram permitidos (GRACIE, 2007).

O MMA pode ser definido como um esporte que permite utilizar várias técnicas de combate, permitindo assim uma mistura de diversas artes marciais ou modalidades de luta, dentre elas: boxe, judô, *muay thai*, karatê, *jiu-jitsu* e *wrestling*, permitindo desta forma que o atleta aumente seu acervo de golpes, tornando-se um atleta mais completo. Devido a essa combinação de estilos, socos, chutes, joelhadas, chaves de braço, são técnicas que podem ser utilizadas durante o combate. Hoje, sabemos que para o atleta ser bem sucedido nesta modalidade, ele deve combinar um alto nível de força e de condicionamento físico. (MARINHO, 2011).

Apesar de o MMA ter se popularizado com o UFC e este ser considerado o maior evento de MMA do mundo, não é o único evento de destaque nessa modalidade. Eventos como o Bellator, World Series Of Fighting (WSOF), One Fighting Championship (ONE FC), Cage Warriors, Xtreme Fighting Championship (XFC) e Jungle Fight, todos criados mais recentemente, vem ganhando espaço e revelando grandes atletas de destaque nesse esporte (VENUM, 2016).

Com a evolução do esporte, o MMA vem profissionalizando-se, adotando regras mais rígidas a fim de preservar a integridade física dos atletas e tornar cada vez mais atrativa a prática da modalidade. Como o MMA não tem nenhum órgão regulador internacional, às regras variam de evento para evento, mas algumas são comuns a maioria deles (CUNHA, 2014; FREITAS, 2002).

"[...] é possível perceber que um dos fatores fundamentais desta transformação foi justamente a adoção de várias regras, as quais, algumas impostas pelas comissões atléticas norte americanas, dentre elas, divisão de categorias por peso, obrigatoriedade em utilizar as luvas de dedos abertos, obrigatoriedade de uso do protetor bucal e genital (coquilha), proibição da utilização de produtos como óleo e vaselina, possibilidade de o árbitro interromper o combate caso o atleta não consiga responder mais aos golpes, proibição de golpes baixos, cabeçadas, mordidas ou golpes que tenham a intenção de furar os olhos do adversário, golpes na nuca, agarrar as cordas ou grades do ringue. A luta deve terminar quando um dos combatentes não consegue mais se defender dos golpes desferidos contra ele, quando o lutador bate no tatame, indicando que não suporta mais o golpe, quando o treinador joga a toalha no ringue, quando o lutador desmaia ou o juiz decide que ele não pode mais continuar, se o lutador sangrar e o ferimento não puder ser estancado pelo médico no tempo estabelecido, se o lutador violar as regras listadas acima ou se o tempo de luta se esgotar." (CAPRARO; LISE; SANTOS, 2014, p. 12-13).

Formalmente regulamentado e contendo tanto praticantes profissionais quanto amadores, as artes marciais mistas (MMA) desenvolveram-se de tal forma a ser considerado como um esporte que emprega técnicas de várias manifestações de luta, existindo muito contato, além de manobras que são específicas dessa atividade (DAVISON; VAN SOMEREN; JONES, 2009). Nos últimos anos, este esporte tem passado por um crescimento sem precedentes refletido pelo seu aumento no profissionalismo, tornando-se um esporte global altamente popular (JAMES *et al.*, 2016). Junto com este avanço tem ocorrido um maior interesse e busca de conhecimento sobre as práticas de treinamento baseado em evidências para alcançar o sucesso no esporte (AMTMANN; BERRY, 2003).

Um aumento da base de conhecimento pode contribuir para o desenvolvimento de uma filosofia de formação fundamental, garantindo que qualquer intervenção no exercício seja dirigida para as características fisiológicas que afetam diretamente o esporte (MULLER *et al.*, 2000). Além disso, testes de desempenho válidos exigem que esses dados desenvolvam protocolos que monitorem efetivamente a preparação do atleta para competição, além das respostas fisiológicas à carga de treinamento externo, considerada um passo crucial no desenvolvimento do processo de treinamento (IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005; JAMES; KELLY; BECKMAN, 2014).

Uma compreensão adicional dos principais fatores que sustentam um bom desempenho também pode ser usada para identificar aqueles que possuem o perfil fisiológico ideal para o sucesso do MMA, facilitando, assim, a identificação do talento e o desenvolvimento do atleta (LIDOR; CÔTÉ; HACKFORT, 2009).

3 PERFIL FISIOLÓGICO E CAPACIDADES FÍSICAS DO ATLETA DE MMA

3.1 PERFIL FISIOLÓGICO

A observação cuidadosa deste esporte revela que o MMA é fisiologicamente complexo, onde diversas qualidades mecânicas e metabólicas são usadas durante a competição. Especificamente, este esporte consiste em uma atividade intermitente com períodos que exigem altos níveis de força explosiva e ações de alta velocidade, variando de acordo com a duração do combate, que pode durar três ou cinco rodadas de 5 minutos, sendo este último para o nível profissional (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011; JAMES *et al.*, 2016). Como tal, as capacidades, incluindo potência neuromuscular e produção de força, além de qualidades anaeróbicas e aeróbicas podem ser todos parâmetros importantes de atletas de alto nível neste esporte (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON; 2011; FOLLAND; WILLIAMS, 2007; GASTIN, 2001).

Segundo Marinho (2011), os atletas considerados de elite nas diversas modalidades de esporte de combate apresentam variadas características antropométricas, neuromusculares e fisiológicas, que se diferenciam de acordo com as especificidades de cada esporte, bem como por variáveis como hereditariedade, treinamento físico, aspectos nutricionais e outros fatores que influenciam no alto rendimento destes atletas.

A atividade intermitente de alta intensidade que ocorre no MMA tem o potencial de afetar várias propriedades fisiológicas. Indiscutivelmente, as respostas primárias a tal estímulo são aquelas que são metabólicas, embora os sistemas neuromusculares e os musculoesqueléticos também sejam afetados (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Segundo Gatin (2011), uma avaliação das qualidades metabólicas de um atleta pode estimar a capacidade de fornecer adenosina trifosfato (ATP) aos músculos ativos por meio de três processos distintos:

1. A divisão enzimática dos fosfatos armazenados (sistema ATP-fosfocreatina);
2. A decomposição anaeróbia de glicose ou glicogênio em ácido láctico (glicólise anaeróbia ou rápida);
3. A combustão de carboidratos e gorduras na presença de oxigênio (metabolismo aeróbio ou oxidativo).

Embora distintos esses processos não são independentes um do outro e cada um pode, portanto, impactar o desempenho do MMA em graus variados dependendo do estilo de engajamento competitivo. As qualidades anaeróbicas são comumente avaliadas através de medidas derivadas de testes cíclicos totais usando a parte inferior ou superior do corpo, em uma série de quadros de tempo longos (30 segundos), intermediários e de curto prazo (10 segundos) (JAMES *et al.*, 2016).

O volume prolongado de atividade intermitente de alta intensidade encontrado em todos os níveis de competição de MMA estimula uma considerável resposta oxidativa cardiovascular e periférica. Nos curtos intervalos para recuperação, não há tempo suficiente para a ressíntese de ATP pelas vias aeróbicas, tornando os esforços dependentes da via anaeróbia láctica, o que vai ser expresso pela elevada concentração de lactato sanguíneo (ARTIOLI *et al.*, 2006).

À medida que a duração da luta programada se prorroga com um nível de competição mais elevado, há o aumento desta atividade intermitente de alta intensidade, o que resulta em uma maior demanda do metabolismo aeróbio à custa do sistema glicolítico. Assim, é provável que, à medida que o nível de competição de MMA aumenta, o mesmo acontece com a exigência aeróbia relativa. No entanto, a demanda absoluta em outros sistemas metabólicos, neuromusculares e musculoesqueléticos também tendem a aumentar (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Como tal, um plano de treinamento de atletas de MMA de maior desempenho exigiria um volume maior de atividade intermitente de alta intensidade, em oposição ao treinamento aeróbio específico, para replicar essa resposta fisiológica coletiva. A capacidade aeróbia melhorada provocada pela atividade intermitente de alta intensidade também tem um impacto positivo em outros processos metabólicos que sustentam o desempenho de MMA. Especificamente, a fosfocreatina mitocondrial pode ser transportada para a miofibrila, contribuindo para a ressíntese da ATP, enquanto o lactato produzido como resultado dos períodos de trabalho de alta intensidade no MMA é eliminado pelo metabolismo oxidativo ligado pelos processos intracelulares. Consequentemente, estas interações metabólicas resultam numa recuperação melhorada tanto da ATP-fosfocreatina como dos sistemas glicolíticos, permitindo períodos de trabalho de maior intensidade em um ataque de MMA (PHILP; MACDONALD; WATT, 2005).

Apesar da escassez de dados que existem sobre as capacidades fisiológicas dos atletas de MMA, há um corpo de pesquisa sobre os esportes de combate a partir

do qual muitas de suas técnicas são derivadas. Os esportes que sustentam a maioria das habilidades do MMA contêm características que permitem que eles sejam agrupados em duas categorias distintas com base em diferentes demandas técnicas: os esportes de luta como o *wrestling*, o judô e o jiu-jitsu usam ataques, lutas no chão e bloqueios comuns para conseguir a vitória (ANDREATO *et al.*, 2013; JAMES; KELLY; BECKMAN, 2014) Em contraste, traz também disciplinas que empregam estratégias que podem incluir socos, pontapés, cotoveladas e joelhadas, que são características de esportes de combate que incluem boxe, caratê, *muay thai* e *kickboxing* (CHAABENE *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2011).

3.2 CAPACIDADES FÍSICAS

O treinamento físico no MMA é extremamente necessário, pois influenciará na força, flexibilidade, velocidade, explosão e resistência do atleta, bem como está diretamente ligado ao desenvolvimento técnico e tático. Sem uma condição física apropriada, o atleta apresentará dificuldades em realizar os movimentos técnicos e táticos necessários, e isso influenciará diretamente no resultado das suas lutas (FALKENBACH; TONET, 2009).

Uma preparação física adequada é exigida para que o atleta de MMA almeje resultados de grande expressão, bem como é necessário que o seu treinamento se baseie em aspectos específicos, cujos sistemas energéticos e capacidades físicas predominantes são preconizadas. Alguns desses aspectos são estudados a seguir.

3.2.1 Força

A força é definida como a habilidade do sistema neuromuscular de produzir força contra uma resistência externa e é considerada a principal qualidade de treinamento de muitos esportes (STONE *et al.*, 2002). Da mesma forma, quando expressa de forma máxima, é um indicador de alto desempenho em esportes de contato intermitente com exigências fisiológicas similares ao MMA (BAKER; NEWTON, 2008).

A força máxima representa a maior aplicação de força durante uma única ação de esforço máximo. Esta qualidade é muitas vezes expressa durante combates de luta quando a massa de um adversário deve ser deslocada para alcançar uma posição mais desejável. Um aumento dessa capacidade resulta em um impacto

positivo em outras qualidades potencialmente relevantes para o MMA, tais como potência neuromuscular, desempenho de resistência e prevenção de lesões (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2010; LAUERSEN; BERTELSEN; ANDERSEN, 2014; PAAVOLAINEN *et al.*, 1999).

A resistência máxima pode ser descrita em termos absolutos e relativos. Especificamente, embora a força absoluta possa ser definida como a quantidade de força de pico produzido durante uma contração voluntária máxima sobreposta à estimulação elétrica, este termo também descreve a força voluntária máxima quando expressa independentemente da massa corporal. (BAMPOURAS *et al.*, 2006). Em contraste, a força relativa considera as capacidades de produção de força, divididas por categorias de peso em massa corporal, massa corporal magra ou massa sem gordura e é, portanto, uma consideração importante em esportes como o MMA. No entanto, tem sido sugerido que os cálculos alométricos são um método mais preciso de dimensionamento da resistência onde o fator tridimensional da massa corporal é escalado para o fator de força bidimensional (GARCIA-PALLARES *et al.*, 2011; JARIC, 2002; STONE *et al.*, 2005).

Diversos mecanismos sustentam a força dinâmica máxima, incluindo aumentos na área da seção transversa, unidade neuronal, além de melhor coordenação intermuscular. Há forte evidência da força dinâmica como um discriminador de desempenho de esporte de combate (SALE, 2003).

É reconhecido que as lutas de agarre (*grappling*), como as encontradas no MMA, exigem expressões de força isométrica (KRAEMER; VESCOVI; DIXON, 2004). Apesar da aparente vantagem do aumento da força isométrica para o desempenho do *grappling*, a relação entre essa característica e o nível de desempenho geralmente é mista. Essas medidas geralmente têm pouca relação com ações dinâmicas e não avaliam com precisão as mudanças induzidas pelo treinamento no desempenho dinâmico (ANDERSON *et al.*, 1991). Por estas razões, tais dados fornecem evidências limitadas sobre o impacto da melhoria da força isométrica do sistema neuromuscular no desempenho esportivo de combate. Por outro lado, as medidas isométricas multiarticulares em pé, nas quais o atleta replica uma posição importante de luta, relataram fortes correlações com ações dinâmicas (HAFF *et al.*, 1997; HAFF *et al.*, 2005; KAWAMORI *et al.*, 2006) e são sensíveis o suficiente para detectar alterações induzidas pelo treinamento no desempenho (STONE *et al.*, 2003). Assim, sugere-se que os mecanismos que sustentam a

produção de força dinâmica se sobrepõem mais à força isométrica máxima quando tais medidas são tomadas em uma posição esportiva específica (HAFF *et al.*, 1997). Quando realizada usando instrumentação, como uma plataforma de força ou célula de carga, as avaliações isométricas multiarticulares em pé proporcionam valiosos dados de força-tempo que permitem várias medidas da taxa de desenvolvimento da força em pontos de tempo predeterminados, bem como permite esta avaliação também na força máxima (HAFF *et al.*, 2005; JAMES *et al.*, 2015).

3.2.2 Potência Neuromuscular

A potência máxima neuromuscular mantém semelhanças com a força, tanto nos mecanismos interrelacionados que sustentam o seu desenvolvimento, como na sua relação com o desempenho (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011).

Especificamente, é uma qualidade que define competidores superiores em esportes de contato de alta intensidade intermitente sob uma escala de condições de carga. Nesse contexto, a potência máxima é definida como o produto da força e da velocidade gerada pelo sistema neuromuscular durante uma única contração muscular de esforço máximo (BAKER; NEWTON, 2008; HANSEN *et al.*, 2011).

Mecanicamente, a velocidade de encurtamento de um sarcômero está inversamente relacionada com a quantidade de força que ele pode produzir (JAMES *et al.*, 2016). Isto pode ser descrito de forma aplicada, sendo que quanto maior a carga externa aplicada ao atleta, mais força deve ser produzida pelo sistema neuromuscular para gerar uma ação explosiva, portanto menor será a velocidade dessa ação. Como tal, a aplicação desta qualidade pode ocorrer ao longo de um acontecimento, que vai de ações de alta força aplicada para aqueles com demandas de velocidade considerável em condições relativamente mais leves (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011).

Da mesma forma, a potência expressa em muitas técnicas de MMA abrange desde socos de alta velocidade e chutes para contatos de máxima força associadas a muitas manobras de luta. O que mais impacta a produção de energia é a capacidade de aplicar rapidamente a força muscular, conhecida como a taxa de desenvolvimento da força (AAGAARD *et al.*, 2002).

Esta qualidade é expressa quando uma ação é aplicada com a intenção de mover-se explosivamente e, portanto, também pode contribuir para muitas técnicas decisivas no MMA. A potência máxima neuromuscular pode ser relatada e

quantificada usando um número de métodos, cada um com diferentes graus de validade. O maior valor instantâneo de potência alcançado durante uma ação é considerado pico (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011; FIELDING *et al.*, 2002).

As saídas de potência mais elevadas produzidas pelo sistema neuromuscular geralmente ocorrem no salto impulsionado sem carga. Assim, a investigação limitada sobre a expressão da potência gerada como um diferencial de desempenho em competidores de esporte de combate representa uma lacuna notável na literatura, considerando a dependência desta função para muitas ações esportivas (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011), incluindo os ataques com golpes, que exigem que a força seja produzida rapidamente (AAGAARD *et al.*, 2002).

Embora grande parte da atividade dentro desse esporte seja contra a massa de um oponente e, portanto, requer aplicação de força máxima considerável, esses esforços desenvolvem muitos dos mecanismos subjacentes às expressões de potência aplicadas. Isto inclui o impacto sobre a mecânica inerente da relação força-velocidade, uma vez que um aumento na capacidade de aplicar força máxima permite que uma maior quantidade de força seja aplicada a uma dada velocidade de encurtamento, aumentando assim as capacidades máximas de potência. Isso é particularmente evidente em sujeitos menos treinados, onde a janela de adaptação é maior. No entanto, na medida em que os níveis de força aumentam, tal estímulo tem um impacto reduzido nos aumentos na potência máxima (WILSON; MURPHY; WALSH, 1997; NEWTON; KRAEMER; HAKKINEN, 1999). Também ocorrem alterações favoráveis ao sistema nervoso, incluindo recrutamento de unidades motoras aumentadas, frequência de disparo e possivelmente sincronização (KAMEN *et al.*, 1998; SEMMLER, 2002).

Behm (1995) sugeriu que o treinamento melhora a capacidade de ativar sinergistas e, portanto, essa qualidade melhorada também pode estar presente nesses atletas. A ativação sinérgica aumenta a produção de força e melhora a coordenação resultando assim em expressões de potência aumentada e aplicada (SALE, 2003). Além disso, os aumentos na produção de energia dominante na velocidade são influenciados pelo tipo de fibra. As fibras de tipo IIa e IIb contêm maiores quantidades de ATPase do que as fibras de tipo I, o que resulta em um aumento da velocidade de pontes cruzadas na fibra, por sua vez, aumentando a velocidade máxima (V_{max}). Entretanto, diferentes adaptações que conduzem ao

desempenho melhorado da potência dominante da velocidade podem existir entre os atletas de luta em pé e os atletas de luta agarrada. Além disso, um encurtamento mais rápido pode ser atribuído a um maior comprimento do fascículo, uma vez que um maior número de sarcômeros em série permite que a fibra encurte a uma velocidade maior (BOTTINELLI *et al.*, 1996).

Embora a capacidade de controle de antagonistas provavelmente esteja presente de forma significativa em atletas com produção de energia superior, pode existir em maior medida em atletas de luta em pé do que nos de luta agarrada (FOLLAND; WILLIAMS, 2007; CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011). As ações realizadas por atletas de luta em pé exigem uma aceleração considerável do membro no espaço livre antes do contato com um oponente. Minimizar a magnitude da ativação dos antagonistas permitiria uma maior aceleração do membro, ao mesmo tempo em que aumentaria o grau de ativação no instante anterior ao contato, endurecendo a articulação e permitindo a transferência efetiva de forças para o oponente (KELLIS; BALZOUPOULOS, 1997). Tais padrões de ativação têm sido relatados na musculatura do tronco de atletas de alto nível de MMA durante a realização de técnicas de luta em pé (MCGILL *et al.*, 2010).

Observações um pouco mais consistentes do que aquelas de potência de alta velocidade são observadas ao examinar os estímulos de potência dominante, com cada uma das investigações sobre esta qualidade. Os mecanismos neurais acima mencionados e as preferências do tipo de fibra que suportam a produção de energia baseada em velocidade também contribuem para capacidades de potência máxima (JAMES *et al.*, 2016). No entanto, a maior área da secção transversa é um fator central para forçar a produção e, portanto, desempenha um papel mais dominante nos esforços de potência máxima. Tal aumento na área da secção transversa pode ocorrer através de um aumento no volume de miofibrilas dentro da fibra muscular (MACDOUGALL, 1992). Adicionalmente, um ângulo de penação maior pode contribuir para uma área da secção transversa aumentada como resultado de uma disposição mais paralela dos sarcômeros. No entanto, essa adaptação contrasta com o aumento do comprimento do fascículo, o que auxilia na V_{max} , podendo, portanto, retardar a velocidade de encurtamento do sarcômero (BLAZEVICH; SHARP, 2005).

3.2.3 Capacidades Anaeróbicas

Evidências científicas contemporâneas sugerem que a atividade de MMA ocorre em uma relação de trabalho e repouso de aproximadamente 1:2 a 1:4, com períodos de atividade de alta intensidade tipicamente durando em média de 6 a 14 segundos, e sendo separados por esforços de menor intensidade de 15 a 36 segundos em média (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011). Tal atividade intermitente requer a contribuição de todos os principais sistemas metabólicos, particularmente a via de glicólise anaeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

A formação de energia não dependente de oxigênio e pode se dar através do sistema ATP-fosfocreatina ou através da quebra anaeróbica de glicose. Em lutas em pé, como o *Muay Thai*, na execução de movimentos de curta duração, como em ataques para nocaute ou esquiva, que duram poucos segundos, o sistema ATP-fosfocreatina fornece a energia necessária para essas situações. Como a intensidade será muito elevada, em um período de tempo muito curto, até que os fosfatos de alta energia sejam ressintetizados, a energia necessária para que o atleta continue o combate é proveniente da glicólise da glicogenólise, as quais têm como produto final a formação de lactato. Uma vez que a musculatura de todo o corpo é exigida ao máximo, isso pode gerar um acúmulo nos níveis de lactato devido ao excesso de utilização da via anaeróbica. (TEODORO, 2013).

Em concordância geral com isto, para as lutas de MMA que chegam à duração total, foram relatadas acumulações de lactato atingindo 20 mmol/L, o que sugere que a glicólise de alta intensidade é realmente um grande fornecedor de energia (AMTMANN; AMTMANN; SPATH, 2008).

"Estimular este sistema é de fundamental importância para o atleta, pois se seu metabolismo não sofrer adaptações adequadas, os estoques de fosfocreatina esgotam-se facilmente e não se consegue refosforilar rapidamente a creatina em esforços explosivos sequenciais. Biomecanicamente, se o atleta necessita realizar mais de três movimentos explosivos consecutivos como, por exemplo, durante um clinche, três joelhadas com a mesma perna, o mesmo não realizará o movimento com perfeição e eficiência devido ao esgotamento de fosfocreatina possibilitando, então, a reação e defesa do adversário e, conseqüentemente, entrando em declínio físico para prosseguir na luta." (TEODORO, 2013, p. 34).

Em destaque à importância das contribuições anaeróbicas para o desempenho de MMA, foi relatado que, aproximadamente 77% das lutas terminam

como consequência de esforços de alta intensidade durando de 8 a 12 segundos, decorrentes de múltiplos ataques de potência máxima, ou mudanças rápidas de posição que permitem aplicar técnicas de fim de luta (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011). O suprimento anaeróbio de ATP representa aproximadamente 90% de todas as contribuições do sistema energético para esforços máximos de 10 segundos destacando o papel crítico desse sistema energético no combate ao MMA (GASTIN, 2001).

3.2.4 Capacidades Aeróbicas

Um dos fatores mais importantes que regem o desempenho de um atleta é o seu nível de resistência cardiorrespiratória. A resistência cardiorrespiratória envolve a capacidade de sustentar o exercício prolongado envolvendo o sistema cardiovascular e respiratório. A demanda do corpo para o oxigênio durante a atividade extenuante é dependente da eficiência, bem como a capacidade desses sistemas de trabalhar em conjunto. O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é considerado um determinante chave do atual nível de aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo. O VO_{2max} é amplamente utilizado por pesquisadores para indicar o nível de capacidade funcional cardiovascular de um atleta. É definido como a maior quantidade de oxigênio que um indivíduo pode utilizar durante um exercício de intensidade crescente (JAMES *et al.*, 2016)

Períodos de trabalho de aproximadamente 10 segundos combinados com fases de recuperação ativa de 15 a 36 segundos caracterizam a atividade intermitente de alta intensidade do MMA, que tem sido utilizada para promover períodos de VO_{2max} durante os intervalos de trabalho nos atletas de MMA, devido às ações balísticas e de agilidade extensas aplicadas durante os ciclos de atividade. Além disso, as recomendações de treinamento de condicionamento físico para MMA consideram essa demanda e sugerem altos volumes desta atividade intermitente com base nesta relação trabalho-reposo (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011). Esta atividade provavelmente levaria a vários minutos por sessão, resultando em considerável estresse sobre os mecanismos subjacentes a essa qualidade e, portanto, fornecendo um grande estímulo para a adaptação (LAURSEN; JENKINS, 2002; MIDGLEY, MCNAUGHTON, 2006). Tal estímulo metabólico promove o recrutamento de fibras

musculares tipo II, em combinação com maior débito cardíaco, impulsionado pelo aumento do volume sistólico associado ao aumento do miocárdio (ALTENBURG *et al.*, 2007).

Nos esportes de características intermitentes, a resistência aeróbia é considerada uma capacidade de apoio, pois é desenvolvida no processo de treinamento de forma indireta, tendo com principal objetivo acelerar o processo de recuperação entre os exercícios, uma vez que este metabolismo é importante para a remoção e diminuição do acúmulo de lactato. Logo, atletas que apresentarem elevada capacidade aeróbica tendem a possuir menos concentrações de lactato sanguíneo em todos os tipos de atividade (TEODORO, 2013).

3.2.5 Flexibilidade

A flexibilidade é um dos principais atributos da aptidão física relacionada à saúde e ao desempenho físico, além de aumentar a qualidade e a quantidade dos movimentos, bem como melhora a postura corporal e diminui os riscos de lesões durante o combate. Sua definição pode ser dada como execução voluntária de um movimento de amplitude máxima de uma ou mais articulações, dentro de limites que não permitam o risco de provocar lesões. Esta pode ser influenciada por fatores intrínsecos como idade, gênero, tonicidade muscular e padrões de exercício físico regular, e por fatores extrínsecos como aquecimento, hora do dia e condições do ambiente (ARAÚJO, 2008; DANTAS, 2003; JAMES *et al.*, 2016).

Uma vez que não pode ser caracterizada como uniforme para as várias articulações e movimentos do corpo, é normal que sua amplitude máxima seja boa para determinados movimentos e limitada para outros, isto num mesmo indivíduo (DANTAS, 2003; PLATONOV; BULATOVA, 2003; PITANGA, 2004).

Segundo Pires (2010), a flexibilidade é importante para qualquer atividade do cotidiano, mas torna-se imprescindível para o treinamento de um atleta, independente da sua modalidade esportiva.

No MMA, o aumento da amplitude articular de movimento e flexibilidade é de extrema importância para o desempenho da luta, pois permite, nos quadris e nas pernas, que o lutador possa baixar seu centro de gravidade para uma posição defensiva, facilitando o emprego de técnicas de ataque a partir desta posição. Além disso, é crucial para a execução de chutes altos e movimentos de gama completa em altas velocidades, uma vez que estes exercícios poderão ser executados com

maior intensidade e de forma mais rápida e contínua (PIRES, 2010; TEODORO, 2013).

Boa aplicação da flexibilidade se vê na luta agarrada, onde quanto mais desenvolvida for esta capacidade, maior facilidade o atleta terá em "clinchar" o corpo e os membros em volta do seu adversário. Além disso, permite ao lutador adaptar-se às posições a fim de evitar lesões, bem como sair das quais não lhe são favoráveis no combate (KREIGHBAUN; BARTHEL, 1990).

"Portanto, embora a flexibilidade não seja uma qualidade física de importância relevante para o desempenho em relação a outras valências físicas, a mesma é inerente à quase todas as modalidades desportivas. Esta característica, por si só, faz dela uma variável importante a ser considerada no treinamento de alto rendimento." (TEODORO, 2013, p. 96-97).

As modalidades que compõem o MMA exigem uma grande flexibilidade em determinadas articulações para que se possa alcançar a amplitude necessária aos movimentos, além de melhorar a técnica e proporcionar maior velocidade na execução dos golpes, uma vez que uma maior distância existente entre a origem e a inserção muscular proporciona maior campo de ação para o desenvolvimento da técnica (BARBANTI, 2001).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a execução do trabalho de revisão de literatura foi possível confirmar o quão importante é o conhecimento específico do perfil fisiológico e das capacidades físicas dos atletas de MMA para o desenvolvimento dos mesmos.

Uma vez que o MMA tem característica intermitente, tanto o metabolismo aeróbico quanto o anaeróbico serão fundamentais durante a luta. Independente do tempo de duração da luta, um sistema será complementar ao outro, já que as lutas de MMA são caracterizadas por situações de grandes explosões de força e velocidade, intercaladas por momentos de recuperação.

Por mais que na luta haja uma predominância do metabolismo anaeróbico láctico, o sistema oxidativo é essencial para que haja a recuperação do atleta. Em uma luta de pequena duração, mas com vários momentos de grande intensidade, o metabolismo anaeróbico será a principal via para fornecer energia para esses *picos de força*, gerando energia através da ATP-fosfocreatina e dos sistemas glicolíticos lácticos. Porém, o sistema oxidativo também terá grande papel nessa situação, por meio da eliminação do ácido láctico produzido, auxiliando na restauração desta via. Por outro lado, se a luta caminhar para longa duração, o metabolismo aeróbio será fundamental para o atleta, pois este fornece energia por longos períodos de tempo. Entretanto, sua recuperação é mais demorada, logo o sistema anaeróbico auxilia fornecendo pequenas doses de energia para o atleta, enquanto o sistema principal é restaurado.

Neste trabalho foram apresentadas algumas das principais capacidades físicas que o atleta de MMA precisa desenvolver para alcançar um grau de excelência, porém, fica claro que quanto mais capacidades este atleta puder desenvolver, melhor será o seu desempenho durante a luta.

Dentre as capacidades citadas, não foi possível estabelecer qual delas é mais importante para o atleta, uma vez que todas são essenciais no MMA, já que este envolve várias modalidades de luta. As capacidades a serem aplicadas no treinamento de um atleta vão depender da estratégia de luta que será adotada (luta em pé ou agarrada), do perfil do adversário e das próprias habilidades do atleta. Assim, para que o lutador apresente um nível de excelência, o ideal é que este desenvolva essas capacidades para as duas estratégias de luta, tornando-o preparado para qualquer acontecimento que possa surgir no combate.

O desenvolvimento de força, potência e flexibilidade pode ser aproveitado tanto para luta em pé como para a luta agarrada. Na luta em pé, força e potência vão melhorar a qualidade, velocidade e força de impacto dos golpes, bem como a flexibilidade proporcionará golpes de maior amplitude e facilitará a esquiva do atleta. Da mesma forma, na luta agarrada o lutador precisará de força e potência tanto para aplicar ou se defender de um golpe, e a flexibilidade permitirá maior facilidade na motilidade na troca de posições durante a luta.

Logo, para que o lutador possa ter um bom desempenho durante toda a luta, independente da sua duração ou estratégia, é fundamental que essas capacidades estejam muito bem desenvolvidas. Porém, no processo de preparação do lutador, os profissionais responsáveis devem ter a preocupação de considerar o volume de ação motora que será realizado durante a luta e utilizar essas informações para uma prescrição correta e controle da carga de treinamento, uma vez que os erros mais comuns associados a isto são decorrentes de recuperação negligenciada e uma elevada carga de trabalho. Portanto, faz-se necessário haver uma periodização adequada do treinamento para evitar que o atleta seja sobrecarregado.

Sendo assim, compreender de que forma o desenrolar do combate afeta fisiologicamente o atleta, permite que seja elaborado um planejamento de treinamentos mais específico e eficiente, com o objetivo principal de atingir o rendimento máximo do atleta. Porém, fica evidente que mais estudos abordando este tema são necessários, pois o MMA é um esporte relativamente novo, mas que vem evoluindo e se aprimorando, logo, os conhecimentos a cerca desta modalidade também devem estar sendo constantemente atualizados. Quanto maior o número de informações disponíveis, maiores as possibilidades de elaborar planejamentos mais eficientes e se alcançar um melhor desempenho dos atletas de MMA.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.; ANDERSEN, J. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol**, v. 93, n. 1, p. 1318–26, 2002.

ALTENBURG, T. M.; DEGENS, H.; VAN MECHELEN, W. et al. Recruitment of single muscle fibers during submaximal cycling exercise. **J Appl Physiol**, v. 103, n. 5, p. 1752-1756, 2007.

AMTMANN, J. Self-reported training methods of mixed martial artists at a regional reality fighting event. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 1, p. 194–196, 2004.

AMTMANN, J.; AMTMANN, K.; SPATH, W. Lactate and rate of perceived exertion responses of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 2, p. 645–647, 2008.

AMTMANN, J.; BERRY, S. Strength and Conditioning for Reality Fighting. **Strength & Conditioning Journal**, v. 25, n. 2, p. 67-72, 2003.

ANDERSON, M. A.; GIECK, J. H.; PERRIN, D. et al. The relationships among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 14, n. 3, p. 114-120, 1991.

ANDREATO, L. V.; FRANCHINI, E.; de MORAES, S. M. et al. Physiological and technical-tactical analysis in Brazilian jiu-jitsu competition. **Asian J Sports Med**, v. 4, n. 1, p. 137-143, 2013.

ARAÚJO, G. C. Avaliação da flexibilidade: valores normativos do flexiteste dos 5 aos 91 anos de idade. **Arq. Bras. Cardiol**. v. 90, n.4, São Paulo, 2008.

ARTIOLI, G. G.; COELHO, D. F.; BENATTI, F. B.; GAILEY, C. W.; GUALANO, A.; LANCHI, JUNIOR, H. A ingestão de bicarbonato de sódio pode contribuir para o desempenho em lutas de judô. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 6, p. 371-375, 2006.

BAKER, D.; NEWTON, R. Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. **J Strength Cond Res**, v. 22, n. 1, p. 153-158, 2008.

BAMPOURAS, T. M.; REEVES, N. D.; BALZOPOULOS, V. et al. Muscle activation assessment: effects of method, stimulus number, and joint angle. **Muscle Nerve**, v. 34, n. 6, p. 740-746, 2006.

BARBANTI, V. J. **Treinamento físico: bases científicas**. São Paulo: CLR Baleiro, 2001.

BEHM, D. G. Neuromuscular implications and applications of resistance training. **J Strength Cond Res**, v. 9, n. 4, p. 264-274, 1995.

BLAZEVICH, A. J.; SHARP, N.C. Understanding muscle architectural adaptation: macro- and micro-level research. **Cells Tissues Organs**, v.181, n. 1, p. 1-10, 2005.

BLOG VENUM BRASIL. **Conheça os principais eventos de MMA do mundo**. Não paginado. Disponível em: <<https://venum.com.br/blog/conheca-os-principais-eventos-de-mma-no-mundo/>>. Acesso em: 12 jan 2017.

BOTTINELLI, R.; CANEPARI, M.; PELLEGRINO, M. A. et al. Force-velocity properties of human skeletal muscle fibres: myosin heavy chain isoform and temperature dependence. **J Physiol**, v. 495, n. 2, p. 573-586, 1996.

BOUNTY, P. L.; CAMPBELL, B. I.; GALVAN, E. et al. Strength and conditioning considerations for mixed martial arts. **J Strength Cond Res**, v. 33, n. 1, p. 56-67, 2011.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Med**, 2013.

CAPRARO, A. M.; LISE, R. S.; SANTOS, N. O processo de esportivização do “vale tudo”: dos desafios na década de 1950 à espetacularização nos dias atuais. In: Anais do VII Congresso Sulbrasileiro de Ciências do Esporte, 7, 2014, Matinhos. **Secretária do Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul)**. Disponível em: <<http://congressos.cbce.org.br/index.php/7csbce/2014/paper/viewFile/6063/3265>>. ISSN: 2179-8133.

CHAABENE, H.; HACHANA, Y.; FRANCHINI, E. et al. Physical and physiological profile of elite karate athletes. **Sports Med**, v.42, n.10, p. 829-843, 2012.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 8, p. 1566-1581, 2010.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. **Sports Med**, v. 41, n. 2, p. 125-146, 2011.

COSWIG, V. S.; NEVES, A. H. S.; DEL VECCHIO, F. B. Efectos del tiempo de práctica en los parámetros bioquímicos, hormonales y hematológicos de practicantes de jiu-jitsu brasileiro. **Rev Andal Med Deporte**, v.6, n. 1, p. 17-23, 2013.

CUNHA, F. R. **Preparação física para mma utilizando movimentos específicos da modalidade de wrestling**. 19 f. Trabalho de Graduação (Especialização em Ciência do Treinamento Desportivo) - Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, 2014.

DANTAS, E. H. M. A Prática da Preparação Física. 4ª ed. Rio de Janeiro: **Shape**, 2003.

DAVISON, R. R.; VAN SOMEREN, K.A.; JONES, A.M. Physiological monitoring of the Olympic athlete. **J Sports Sci**, v. 27, n. 13, p. 1433-1442, 2009.

DEL VECCHIO, F. B.; FRANCHINI, E. Specificity of high-intensity intermittent action remains important to MMA athletes' physical conditioning: response to paillard (2011). **Perceptual and Motor Skills, Missoula**, v. 116, n. 1, p. 233-234, 2013.

DEL VECCHIO, F. B.; HIRATA, S. M.; FRANCHINI, E. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. **Perceptual and Motor Skills**, v. 112, n. 2, p. 639-648, 2011.

FALKENBACH, F.; TONET, F. **Treinamento de muay-thai: Bangkok x Curitiba**. No prelo.

FARZAD, B. et al. Physiological and performance changes from the addition of a sprint interval program to wrestling training. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 9, p. 2392-2399, 2011.

FIELDING, R. A.; LEBRASSEUR, N. K.; CUOCO, A. et al. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. **J Am Geriatr Soc**, v.50, n. 4, p. 655-662, 2002.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.

GARCIA-PALLARES, J. et al. Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. **Eur J App Physiol**, v. 111, n. 8, p. 1747-58, 2011.

GASTIN, P. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Med**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GRACIE, H. **Gracie jiu-jitsu**. São Paulo: Saraiva, 2007.

HAFF, G. G.; CARLOCK, J. M.; HARTMAN, M. J. et al. Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women Olympic weightlifters. **J Strength Cond Res**, v. 19, n. 4, p. 741-748, 2005.

HAFF, G. G.; STONE, M.; O'BRYANT, H. S. et al. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. **J Strength Cond Res**, v. 11, n. 4, p. 269-272, 1997.

HANSEN, K. T.; CRONIN, J. B.; PICKERING, S. L. et al. Do force-time and power-time measures in a loaded jump squat differentiate between speed performance and playing level in elite and elite junior rugby union players? **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 9, p. 2382-2391, 2011.

HUGHES, M. D.; BARTLETT, R. M. The use of performance indicators in performance analysis. **J Sports Sci**, v. 20, n. 10, p. 739–754, 2002.

IMPELLIZZERI, F.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **J Sports Sci**, v. 23, n. 6, p. 583-592, 2005.

JARIC, S. Muscle strength testing. **Sports Med**, v. 32, n. 10, p. 615-632, 2002.

JAMES, L. P.; HAFF, G. G.; KELLY, V. G.; BECKMAN, E. M. Towards a Determination of the Physiological Characteristics Distinguishing Successful Mixed Martial Arts Athletes: A Systematic Review of Combat Sport Literature. **Sports Med**, v. 46, n. 10, p. 1525-1551, 2016.

JAMES, L. P.; KELLY, V. G.; BECKMAN, E. M. High performance testing for the elite mixed martial artist. **J Aust Strength Cond**, v. 22, n. 6, p. 55-66, 2014.

JAMES, L. P.; ROBERTS, L. A.; HAFF, G. G. et al. 2015. The validity and reliability of a portable isometric mid-thigh clean pull. **J Strength Cond Res**, no prelo.

KAMEN, G.; KNIGHT, C.; LAROCHE, D. et al. Resistance training increases vastus lateralis motor unit firing rates in young and old adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 1, 1998. Suppl.: S337.

KAWAMORI, N.; ROSSI, S. J.; JUSTICE, B. D. et al. Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. **J Strength Cond Res**, v. 20, n. 3, p. 483-491, 2006.

KELLIS, E.; BALZOPoulos, V. The effects of antagonist moment on the resultant knee joint moment during isokinetic testing of the knee extensors. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 76, n. 3, p. 253-259, 1997.

KRAEMER, W.; VESCOVI, J.; DIXON, P. The physiological basis of wrestling: implications for conditioning programs. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 2, p. 10-15, 2004.

KREIGHBAUM, E.; BARTHELS, K. M. Neuromuscular aspects of movement. **Biomechanics**, v. 2, n. 1, p. 63-92, 1990.

LAURSEN, J. B.; BERTELSEN, D. M.; ANDERSEN, L. B. The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **Br J Sports Med**, v. 48, n. 11, p. 871-877, 2014.

LAURSEN, J. B.; JENKINS, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training. **Sports Med**, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002.

LIDOR, R.; CÔTÉ, J.; HACKFORT, D. ISSP position stand: to test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. **Int J Sports Exerc Psychol**, v. 7, n.2, p. 131-146, 2009.

LISE, R. S. Entre direitos, ceintures avant, chaves de braço e rabos de arraia: os primórdios dos combates intermodalidades na cidade do Rio de Janeiro (1909 - 1929). 151 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Setor de Ciências Biológicas. **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2014.

MACDOUGALL, J. D. Hypertrophy or Hyperplasia. **Oxford: Blackwell Scientific Publications**, p. 230-238, 1992.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4ª ed. p. 43-44.

MARINHO, B. F. Características antropométricas de atletas brasileiros de Mixed Martial Arts (MMA). **Revista Digital Buenos Aires**, n. 152, 2011.

MCGILL, S.; CHAIMBERG, J.; FROST, D. et al. Evidence of a double peak in muscle activation to enhance strike speed and force: an example with elite mixed martial arts fighters. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 2, p. 348-357, 2010.

MIDGLEY, A. W.; MC NAUGHTON, L. R. Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimization of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. **J Sports Med Phys Fit**, v. 46, n. 1, p. 1-14, 2006.

MORGAN, S.; WILLIAMS, M. D.; BARNES, C. Applying decision tree induction for identification of important attributes in one-versus-one player interactions: a hockey exemplar. **J Sports Sci**, v. 31, n. 1, p. 1031-1037, 2013.

MULLER, E. ; BENKO, U. ; RASCHNER, C. et al. Specific fitness training and testing in competitive sports. **Med Sci Sports Exerc** v. 32, n.1, p. 216-220, 2000.

NEWTON, R.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN. K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n. 2, p. 232-330, 1999.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração**. Catalão: UFG, 2011.

PAVOLAINEN, L.; HÄKKINEN, K.; HÄMÄLÄINEN, I. et al. Explosive strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. **J Appl Physiol**, v. 86, n. 5, p. 1527-1533, 1999.

PAIVA, L. **Pronto Pra Guerra: preparação física específica para a luta e superação**. Manaus: OMP, 2009.

PHILP, A.; MACDONALD, A. L.; WATT, P. W. Lactate - a signal coordinating cell and systemic function. **J Exp Biol**, v. 208, n. 24 p. 4561-4575, 2005.

PIRES, G. S.; DAGOSTIN, M. P.; ROSAS, R. F. **Avaliação da flexibilidade em atletas de jiu-jitsu**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Fisioterapia) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2010.

PITANGA, F. J. G. **Testes, Medidas e Avaliação em Educação Física**. 3ª ed. São Paulo: Phorte, 2004.

PLATONOV, V. N.; BULATOVA, M. **A preparação física**. Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

SALE, D. Neural adaptations to strength training. **Oxford: Blackwell Science**, p. 281-313, 2003.

SEMMLER, J. G. Motor unit synchronization and neuromuscular performance. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 30, n. 1, p. 8-14, 2002.

SILVA, J.; DEL VECCHIO, F.; PIKANÇO, L. et al. Time-motion analysis in Muay-Thai and kick-boxing amateur matches. **J Hum Sport Exerc**, v. 6, n. 3, p. 490-496, 2011.

STONE, M. H. ; MOIR, G. ; GLAISTER, M. et al. How much strength is necessary? **Phys Ther Sport**, v. 3, n. 2, p. 88-96, 2002.

STONE, M. H.; SANDS, W. A.; PIERCE, K. C. et al. Relationship of maximum strength to weightlifting performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 6, p. 1037-1043, 2005.

STONE, M. H.; SANBORN, K.; O BRYANT, H. S. et al. Maximum strength power-performance relationships in collegiate throwers. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 4, p. 739-745, 2003. 2003.

TEODORO, A. M. **Planejamento do treinamento no ciclo anual de lutadores do sexo masculino na modalidade de muay thai categoria adulto**. 116 f. Trabalho de Graduação (Especialização em Fisiologia do Exercício) - Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, 2013.

VASQUES, D. G. As artes marciais mistas (MMA) como esporte moderno: entre a busca da excitação e a tolerância à violência. **Esporte e Sociedade**, n. 22, 2013.

WILSON, G.; MURPHY, A.; WALSH, A. Performance benefits from weight and plyometric training: effects of initial strength level. **Coach Sport Sci J**, v. 2, n. 1, p. 3-8, 1997.