UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

Amanda Isadora Santos Ribeiro

EFEITOS AGUDOS E ACUMULADOS DE DIFERENTES LIMIARES DE PERDA DE VELOCIDADE NO TREINO DE FORÇA COMBINADO AO TREINO TÉCNICO-TÁTICO SOBRE AS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES, PERCEPTIVAS E DESEMPENHO FÍSICO EM ATLETAS DE TAEKWONDO

Belo Horizonte
2024

Amanda Isadora Santos Ribeiro

EFEITOS AGUDOS E ACUMULADOS DE DIFERENTES LIMIARES DE PERDA DE VELOCIDADE NO TREINO DE FORÇA COMBINADO AO TREINO TÉCNICO-TÁTICO SOBRE AS RESPOSTAS NEUROMUSCULARES, PERCEPTIVAS E DESEMPENHO FÍSICO EM ATLETAS DE TAEKWONDO

Tese apresentada à banca de defesa do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ciências do Esporte.

Linha de pesquisa: Aspectos psicobiológicos do desempenho humano.

Orientador: Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque
Coorientador: Prof. Dr. Fabiano de Souza Fonseca

Belo Horizonte
2024

R484e Ribeiro, Amanda Isadora Santos
2024 Efeitos agudos e acumulados de diferentes limiares de perda de velocidade no treino de força combinado ao treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares, perceptivas e desempenho físico em atletas de taekwondo. [manuscrito] / Amanda Isadora Santos Ribeiro – 2024.
148 f.: il.

Orientador: Maicon Rodrigues Albuquerque
Coorientador: Fabiano de Souza Fonseca

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 109-130

1. Tae-ken-do – Teses. 2. Esportes – Treinamento técnico – Teses. 3. Treinamento de força – Teses. I. Albuquerque, Maicon Rodrigues. II. Fonseca, Fabiano de Souza. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 796.856

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Lúcio Alves Tannure, CRB 6: n° 2266, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

ATA DE DEFESA DE TESE

AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO

Às **13:00 horas** do dia **12 de dezembro de 2024**, a comissão examinadora, indicada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte, reuniu-se por videoconferência, para julgar, em exame final, a tese intitulada "**Efeitos agudos e acumulados de diferentes limiares de perda de velocidade no treino de força combinado ao treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares, perceptivas e desempenho físico em atletas de taekwondo**". Abrindo a sessão, o presidente da comissão, Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares de Defesa do Trabalho Final, passou a palavra para a candidata, que realizou a apresentação da sua tese. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque (Universidade Federal de Minas Gerais - orientador)

Prof. Dr. Fabiano de Souza Fonseca (Universidade Federal Rural de Pernambuco - coorientador)

Prof. Dr. Emerson Franchini (Universidade de São Paulo)

Prof. Dr. Paulo Henrique Caldeira Mesquita (Oklahoma Medical Research Foundation - Estados Unidos)

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas (Universidade Federal de Minas Gerais)

Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura (Universidade da Maia - Portugal)

Após as indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

Nada mais havendo a tratar, eu, Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque, presidente da comissão examinadora, dei por encerrada a reunião, da qual, para constar, lavrei a presente ata, que, lida e aprovada, vai por todos assinada eletronicamente.

Documento assinado eletronicamente por **Fabiano de Souza Fonseca, Usuário Externo**, em 18/12/2024, às 09:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Maicon Rodrigues Albuquerque, Professor do Magistério Superior**, em 18/12/2024, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Mauro Heleno Chagas**, **Professor(a)**, em 23/12/2024, às 12:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Emerson Franchini**, **Usuário Externo**, em 28/01/2025, às 16:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Paulo Henrique Caldeira Mesquita**, **Usuário Externo**, em 12/02/2025, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Fábio Yuzo Nakamura**, **Usuário Externo**, em 13/02/2025, às 05:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3745125** e o código CRC **6CD08355**.

Referência: Processo nº 23072.204420/2024-09 SEI nº 3745125

AGRADECIMENTOS

Este trabalho representa não apenas a construção de uma tese, mas um marco transformador em minha vida em muitos aspectos.

Primeiramente, agradeço a Deus por nunca me desamparar, especialmente nos momentos mais difíceis, quando questionei minhas escolhas. Recebi muitas respostas e senti Sua intercessão em cada passo.

Aos meus maiores exemplos de amor, fé e resiliência: meus amados pais, Gena e Toninho. Minha eterna gratidão por sempre apoiarem e abraçarem meus sonhos. Vocês foram e sempre serão a base de tudo o que conquistei. Obrigada por cada momento de compreensão, especialmente nos períodos em que estive ausente, por cada palavra de incentivo e por cada gesto de carinho que me deu forças para seguir em frente. Vocês são meus maiores tesouros, e os amo profundamente, mesmo que nem sempre expresse isso em palavras.

Aos meus irmãos, Vinícius e Pedro, pelo apoio, carinho e incentivo. Vocês foram fundamentais durante toda essa jornada, e sou muito grata por poder contar com vocês. Obrigada por serem meus companheiros e por compartilharem comigo tantos momentos especiais e agradáveis.

Aos meus sobrinhos, Rafa, Biel e Cissa, que, com a pureza e alegria de suas presenças, trouxeram luz e sorrisos mesmo nos dias mais desafiadores. Vocês são uma alegria constante em minha vida. Como é bom estar com vocês!

Às minhas cunhadas, Fernanda e Gracielle, por todo o suporte, pelas conversas, almoços de família, risos e palavras acolhedoras e de apoio. Vocês são mais do que cunhadas, são irmãs!

À Larissa, pelo amor, paciência e compreensão em cada etapa desta jornada. Obrigada por ser minha companheira e por dividir comigo todos os desafios e conquistas. Sua presença foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amigos de laboratório da Universidade Federal de Minas Gerais, que compartilharam comigo muitos momentos, experiências, desafios e descobertas. Agradeço pela colaboração, pelas trocas de conhecimento e, principalmente, pelas risadas que tornaram os dias mais leves. Em especial ao Márcio, amigo de tantos momentos, bons e ruins, mas que nos uniram e fortaleceram. Que nossa amizade permaneça pautada no respeito, carinho e parceria. Obrigada por tudo, meu irmão. À Thaís, pelos momentos agradáveis, pelas conversas e pelo suporte nos momentos difíceis. À Iasmim, pelo carinho, pela parceria e por sempre se dispor a ajudar a qualquer momento. Que oportunidade especial partilhar com vocês anos da minha vida.

Agradeço ao Gustavo Ferraz, meu fiel e leal escudeiro. Obrigada por todos os momentos, ajuda e dedicação. Você é parte essencial deste trabalho. Obrigada por receber os atletas em sua casa, por estar sempre à disposição sempre que precisei

de sua valiosa ajuda. Serei eternamente grata pelo que fez por mim durante esse processo.

Aos amigos do laboratório da Universidade Federal de Pernambuco, que sempre ofereceram apoio e foram parceiros de inúmeras discussões, reuniões e ideias. Obrigada por contribuírem para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Obrigada pela troca e por estarem sempre à disposição. Vocês são muito especiais. Ao Drumond, pelo carinho em me receber quando estive em Maceió. Ao Petrus, meu eterno ídolo, pelas incansáveis reuniões de discussão sobre o trabalho, troca de mensagens e prontidão em responder a todos os meus questionamentos e dúvidas. Que honra a minha ter você durante este processo.

Ao mestre Marcelo Barros, que sempre me deu oportunidades de me envolver com sua equipe e abriu as portas para mim. Obrigada pelo carinho, confiança e pela troca diária sempre fundamentadas na DISCIPLINA, RESPEITO e ENSINO. Você é um exemplo de dedicação, trabalho e compromisso. Obrigada pelas conversas e, acima de tudo, pela amizade! Que sorte a minha estar perto de você diariamente.

Aos atletas que participaram deste estudo. Obrigada pela oportunidade de vivenciar esta experiência. Este trabalho jamais seria possível sem o comprometimento de vocês durante todo o processo. Torço pelo sucesso de cada um, dentro e fora dos tatames.

À Ana Carolina da Silva Moura (Carol), minha gratidão pela confiança e por me proporcionar momentos desafiadores, mas felizes. Foi uma grande oportunidade poder aplicar, durante nossa rotina de treinamento, muito do que estudei. Que privilégio o meu ter preparado aquela que se tornaria campeã paralímpica de taekwondo, a primeira medalhista de ouro da modalidade. Uma sensação inexplicável: vivenciar, durante meu processo de formação, a chance de participar de um momento que será para sempre marcado na história! Esses momentos foram importantes para me trazer motivação e clareza. Obrigada por tudo!

Ao meu mentor, Professor Dr. Maicon. Que sorte a minha ter tido a oportunidade de ser orientada por você. Obrigada pela paciência e dedicação à minha formação, pela sabedoria compartilhada, pelo incentivo constante e por ser meu guia ao longo de todos esses anos, desde o mestrado. Compartilhamos momentos únicos, bons, ruins e espetaculares. Obrigada por confiar no meu trabalho com a equipe de taekwondo e com a preparação física individual. Obrigada por tornar sonhos em realidade. Por você, conheci pessoas sensacionais e lugares incríveis. Obrigada por permitir que eu cativasse amigos; agora tenho um amigo em você. Eu não poderia querer outro orientador para dividir minhas angústias, inquietações e, principalmente, minhas vitórias!

Ao grande Professor Fabiano, meu coorientador/ orientador. Me faltam palavras para expressar o tamanho do meu carinho. Desde nossa primeira reunião, nunca saí desmotivada. Quem dera um dia poder ser um pouco do que admiro em você. Com você, aprendi o verdadeiro significado da palavra “Professor”. Obrigada, grande Professor Fabiano, por todos os ensinamentos, pelo acolhimento, carinho e respeito. Obrigada pelas inúmeras reuniões, por abrir as portas do seu laboratório, por me

apresentar pessoas incríveis, pela parceria e conselhos em momentos importantes. Obrigada por todo o empenho durante minha formação. Você transformou minha vida, e serei eternamente grata!

Agradeço à FAPEMIG, pelo suporte financeiro, que permitiu que eu me dedicasse integralmente a este processo.

Agradeço a Emenda Parlamentar do Deputado Federal Luis Tibé (nº27620007) que financiou todos os equipamentos utilizados para que este trabalho pudesse ser realizado.

Agradeço aos membros da banca, pelas considerações na qualificação e na defesa, mas principalmente por disponibilizarem seu tempo para contribuir com a minha formação.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá."

Ayrton Senna da Silva

RESUMO

O treinamento de força (TF) é um componente essencial da preparação física de atletas em diversas modalidades esportivas, incluindo esportes de combate como o taekwondo (TKD). No TKD é usual a combinação do treinamento de força com o treinamento técnico-tático (TT) específico da modalidade em uma mesma sessão de treinamento. Nessas situações, a carga acumulada de ambos os treinamentos podem aumentar as respostas à carga interna e, consequentemente, resultar em impactos negativos nas respostas psicobiológicas, no desempenho físico e no bem-estar geral dos atletas. Considerando especificamente a manipulação do volume das repetições baseada na velocidade, através da perda de velocidade (PV) intra-série, pode representar um avanço qualitativo e quantitativo na programação do treinamento de força. O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos agudos e acumulados de diferentes limiares do treinamento de força baseado na velocidade, pela PV de 20% e 40%, combinados ao treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares, perceptivas e de desempenho físico em atletas de TKD durante um microciclo pré competitivo de 7 dias. O estudo consistiu em um delineamento experimental de causa e efeito, do tipo *crossover*, randomizado de maneira estratificada e contrabalanceado pela ordem e condição de cada visita. Participaram do estudo, 14 atletas do sexo masculino de TKD (idade: 20,0 ± 2,2 anos; massa corporal: 72,0 ± 7,3 kg; estatura: 182,7 ± 7,31 cm; gordura corporal: 5,95 ± 1,02 %; experiência em treinamento de força: 4,2 ± 2,5 anos; tempo de prática da modalidade: 8,6 ± 1,7 anos; nível competitivo: internacional/nacional). Foram realizadas três sessões de treinamento de força, autorreguladas pelos limiares de PV de 20% e 40%, com intervalos de uma semana entre as condições. O treino de força foi realizado antes do treino técnico-tático. Os valores apresentados correspondem a 1RM nos seguintes exercícios: elevação pélvica (161,8 ± 36,3 kg), supino reto (58,6 ± 9,7 kg), meio agachamento (129,5 ± 24,6 kg) e levantamento terra (143,1 ± 28,2 kg), e os treinamentos de força para todos os exercícios foram realizados com uma intensidade de 70% de 1RM. Em cada sessão, os participantes executaram três séries a 70% de 1RM Os treinos técnico-táticos de TKD ocorreram todos os dias da semana, sendo três sessões combinadas ao treinamento de força, com duração aproximada de 90 minutos. Foram analisados os efeitos agudos e acumulados ao longo do microciclo através das comparações das mudanças nas respostas neuromusculares, observado pelo salto contramovimento (SCM), perceptivas (Qualidade total de recuperação - QTR, Bem-estar e Percepção subjetiva de esforço - PSE) e no desempenho físico específico no *Frequency Speed of Kick test (FSKT*mult). Os principais resultados indicaram que os atletas realizaram maior número de repetições, maior volume-carga e PSE na condição de PV 40% em comparação à condição PV 20%, para todos os exercícios ($p<0,001$). Para o efeito agudo e acumulado de diferentes limiares do treinamento de força combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares do SCM ao longo do microciclo, não houve diferenças significativas entre as condições e sessões ($p>0,05$). No entanto, ao comparar os momentos agudos em diferentes limiares de PV combinados com o treino técnico-tático, observaram-se diferenças significativas. Na sessão 3, o momento Pós-TT apresentou valores superiores de SCM em relação ao momento Pré ($p = 0,046$) e ao momento Pós-TF ($p < 0,001$). Por sua vez, na sessão 5, o momento Pós-TT também foi superior ao momento Pré ($p = 0,018$) e ao momento Pós-TF ($p = 0,012$).

Para o efeito acumulado do treinamento de força combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas das variáveis QTR e Bem-estar, em relação ao *baseline*, houve diferenças significativas entre as condições no qual os valores das respostas perceptivas na condição de PV 40% foram menores em comparação a condição de PV 20% para as sessões 3 e 4 do microciclo ($p<0,005$). Em relação aos efeitos acumulados, observados pré e pós microciclo, do treinamento de força combinado com o técnico-tático, sobre o desempenho físico no *FSTK*mult, não houve diferença significativa entre as condições ($p=0,934$) e momentos ($p=0,967$). Em conclusão, um microciclo de treinamento de força com diferentes limiares de PV combinados com o treinamento técnico-tático de TKD não prejudicou as respostas neuromusculares e de desempenho físico de atletas de TKD. Logo, o conhecimento sobre os efeitos agudos e acumulados de sessões que combinam o treinamento de força com o treino técnico-tático dentro de um microciclo permite realizar ajustes no treinamento de força conforme as demandas específicas de competições ou fases de treinamento.

Palavras-chave: efeitos do treinamento; respostas agudas e acumuladas; desempenho físico específico.

ABSTRACT

Strength training (ST) is an essential component of the physical preparation of athletes in several sports, including combat sports such as taekwondo (TKD). In TKD, it is common to combine strength training with modality-specific technical-tactical training (TT) in the same training session. In these situations, the accumulated load of both trainings can increase the responses to internal load and, consequently, result in negative impacts on the psychobiological responses, physical performance and general well-being of athletes. Specifically considering the manipulation of repetition volume based on velocity, through intra-set velocity loss (VP), it can represent a qualitative and quantitative advance in strength training programming. The aim of the present study was to analyze the acute and accumulated effects of different thresholds of velocity-based strength training, by 20% and 40% VP, combined with technical-tactical training on the neuromuscular, perceptual and physical performance responses in TKD athletes during a 7-day pre-competitive microcycle. The study consisted of a cause-and-effect, crossover-type experimental design, randomized in a stratified manner and counterbalanced by the order and condition of each visit. Fourteen male TKD athletes participated in the study (age: 20.0 ± 2.2 years; body mass: 72.0 ± 7.3 kg; height: 182.7 ± 7.31 cm; body fat: 5.95 ± 1.02%; experience in strength training: 4.2 ± 2.5 years; time practicing the sport: 8.6 ± 1.7 years; competitive level: international/national). Three strength training sessions were performed, self-regulated by the VP thresholds of 20% and 40%, with one-week intervals between conditions. Strength training was performed before technical-tactical training. The values presented correspond to 1RM in the following exercises: pelvic thrust (161.8 ± 36.3 kg), bench press (58.6 ± 9.7 kg), half squat (129.5 ± 24.6 kg) and deadlift (143.1 ± 28.2 kg), and strength training for all exercises was performed at an intensity of 70% of 1RM. In each session, participants performed three sets at 70% of 1RM. Technical-tactical TKD training occurred every day of the week, with three sessions combined with strength training, lasting approximately 90 minutes. The acute and cumulative effects throughout the microcycle were analyzed by comparing changes in neuromuscular responses, observed by the countermovement jump (CMS), perceptual responses (total quality of recovery - QTR, well-being and subjective perception of effort - PSE) and specific physical performance in the Frequency Speed of Kick test (FSKTmult). The main results indicated that the athletes performed a greater number of repetitions, greater volume-load and PSE in the 40% PV condition compared to the 20% PV condition, for all exercises ($p<0.001$). For the acute and cumulative effect of different thresholds of strength training combined with technical-tactical training on the neuromuscular responses of the CMS throughout the microcycle, there were no significant differences between conditions and sessions ($p>0.05$). However, when comparing the acute moments at different PV thresholds combined with technical-tactical training, significant differences were observed. In session 3, the Post-TT moment presented higher SCM values in relation to the Pre moment ($p = 0.046$) and the Post-TF moment ($p < 0.001$). In turn, in session 5, the Post-TT moment was also superior to the Pre moment ($p = 0.018$) and the Post-TF moment ($p = 0.012$). For the cumulative effect of strength training combined with technical-tactical training on the responses of the QTR and Well-being variables, in relation to the baseline, there were significant differences between the conditions in which the

values of the perceptual responses in the 40% PV condition were lower compared to the 20% PV condition for sessions 3 and 4 of the microcycle ($p < 0.005$). Regarding the cumulative effects observed pre- and post-microcycle of strength training combined with technical-tactical training on physical performance in FSTKmult, there was no significant difference between conditions ($p=0.934$) and moments ($p=0.967$). In conclusion, a microcycle of strength training with different PV thresholds combined with technical-tactical TKD training did not impair the neuromuscular and physical performance responses of TKD athletes. Therefore, knowledge about the acute and cumulative effects of sessions that combine strength training with technical-tactical training within a microcycle allows adjustments to be made in strength training according to the specific demands of competitions or training phases.

Keywords: training effects; acute and accumulated responses; specific physical performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo *fitness*-fadiga apresentado por Banister *et al.* (1975) 32

Figura 2- Estrutura conceitual revisada do processo do treinamento físico 36

Figura 3- Delineamento das condições experimentais durante o microciclo de treinamento 69

Figura 4- Comparação das mudanças intra-sessão sobre a resposta neuromuscular de diferentes limiares de PV pré e pós treinamento de força e treino técnico-tático 93

Figura 5- Comparação dos efeitos acumulados em relação ao baseline do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinados com treinamento técnico-tático de TKD sobre as respostas neuromusculares 96

Figura 6 - Medidas de carga interna de diferentes limiares de PV ao longo do microciclo 100

Figura 7- Comparação do efeito acumulado de um microciclo de treinamento com sessões de treinamento de força com diferentes limiares de PV combinados ao treino técnico-tático sobre o desempenho físico de atletas de TKD 101

Quadro 1: Estudos listados entre diferentes limiares de perda de velocidade do treinamento de força baseado na velocidade 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características descritivas do programa de treinamento de força com os exercícios de Elevação pélvica, Supino reto, Meio agachamento e Levantamento terra para os dois protocolos experimentais 78

Tabela 2: Características das sessões de treinamento de força ao longo do microciclo 88

Tabela 3: Efeitos agudos do treinamento de força com diferentes limiares de PV sobre as respostas neuromusculares pré e pós treinamento de força e treino técnico-tático ao longo do microciclo 92

Tabela 4: Comparação dos efeitos acumulados do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinado com treino técnico-tático de TKD sobre as respostas neuromusculares 95

Tabela 5: Comparação dos efeitos acumulados do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinado com treino técnico-tático de TKD sobre as respostas perceptivas 99

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Abreviaturas/Siglas	Descrição
bpm	Batimentos por minuto
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CTE	Centro de Treinamento Esportivo
EEFFTO	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
FC	Frequência Cardíaca
FC máx.	Frequência Cardíaca Máxima
FSKT	*Frequency Speed of Kick Test*
ISAK	*International Society of Advanced Kinanthropometry*
Kg	Quilograma
LEPEC	Laboratório de Estudos e Pesquisas em Esportes de Combate
mm	milímetro
m	metro
ms	milisegundos
MG	Minas Gerais
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
RM	Repetição Máxima
SCM	Salto com Contramovimento
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRIMP	Impulso de Treino
QTR	Qualidade total de recuperação
TBV	Treinamento baseado na velocidade
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
U.as	Unidades Arbitrárias
VMP	Velocidade média propulsiva
%GC	Percentual de Gordura Corporal
% PV	Percentual de perda de velocidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20

2 OBJETIVOS 25

2.1 Geral 25

2.2 Específico 25

2.3 Hipótese 25

3 REVISÃO DE LITERATURA 26

3.1 Capacidade neuromuscular e desempenho no taekwondo 26

3.2 Modelos teóricos do processo do treinamento 31

3.3 Monitoramento das respostas de treinamento 40

3.4 Monitoramento e controle da carga de treinamento no taekwondo 43

3.5 Monitoramento do nível de esforço e fadiga pelo percentual de velocidade 47

3.6 *Frequency Speed of Kick Test (FSKT)* 60

4 MATERIAIS E MÉTODOS 64

4.1 Cuidados éticos 64

4.2 Participantes 64

4.2.1 Critérios de Inclusão 65

4.2.2 Critérios de Exclusão 65

4.3 Delineamento do estudo 66

4.4 Procedimentos 67

4.4.1 Aquecimento geral e específico 69

4.4.2 Caracterização e Familiarização 70

4.4.3 Perfil Carga-Velocidade 72

4.4.4 Monitoramento da velocidade 75

4.5 Protocolos experimentais do treinamento de força 75

4.5.1 Protocolos de exercícios do treinamento de força 78

4.6 Protocolos experimentais do treino técnico-tático 81

4.7 Variáveis analisadas.....81

4.7.1 Caracterização geral 81

4.7.2 Variáveis antropométricas 82

4.7.3 Percepção de Bem-estar.....83

4.7.4 Percepção da Qualidade Total de Recuperação.....83

4.7.5 Percepção Subjetiva de Esforço da sessão.....84

4.7.6 Salto com contramovimento 84

4.7.7 Avaliações de desempenho físico 85

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA 86

6. RESULTADOS.....86

6.1 Intervenção do treinamento de força.....86

6.1.1 Elevação Pélvica 89

6.1.2 Supino 89

6.1.3 Meio Agachamento 90

6.1.4 Levantamento Terra 90

6.2 Efeito agudo do treinamento de força sobre as respostas neuromusculares.....91

6.2.1 Efeito acumulado do treinamento de força com diferentes limiares de perda de velocidade combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares.....94

6.2.2 Efeito acumulado do treinamento de força com diferentes limiares de perda de velocidade combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas perceptivas.....97

6.3 Efeito acumulado no microciclo sobre as respostas de desempenho físico....100

6.4 Respostas adversas.....101

7. DISCUSSÃO 102

8. CONCLUSÃO 108

REFERÊNCIAS.....109

APÊNDICE I 131

APÊNDICE II 135

ANEXO I.....137

ANEXO II.....138

ANEXO III.....142

ANEXO IV 143

ANEXO V 144

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) é empregado para promover melhorias no desempenho esportivo objetivando ganhos de força máxima (Andersen; Aagaard, 2006), potência (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; Suchomel *et al.,* 2018), hipertrofia muscular (Grgic *et al.,* 2018; Maestroni *et al.,* 2020; Schoenfeld *et al.,* 2019), resistência muscular (Peterson; Rhea; Alvar, 2005) e melhoria em capacidades específicas (Suchomel *et al.,* 2018; Suchomel; Nimphius; Stone, 2016). Assim, o treinamento de força é visto como um dos elementos da preparação física (Suchomel *et al.,* 2018) em diversas modalidades, devido à sua relação com o desempenho em ações esportivas como *sprints*, mudanças de direção, movimentos balísticos como saltos *(*Wisløff *et al., 2004)*, socos (Loturco *et al.,* 2019), chutes, arremessos e lançamentos, além de poder minimizar o risco de lesão (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; Case; Knudson; Downey*,* 2020)**.** Em especial nos esportes de combate, como o taekwondo (TKD), o treinamento de força é um meio que integra a preparação física dos atletas (Ball *et al.,* 2011; Estevan *et al.,* 2011; Sant'Ana *et al.,* 2014; Loturco, 2016; Sant'Ana *et al.,* 2021). Estudos prévios (Estevan *et al.,* 2011; Marković; Mišigoj-Duraković; Trninić, 2005) apontam associações entre o desempenho técnico e a eficiência das ações executadas por atletas de TKD que apresentam maiores níveis de força, velocidade e potência. Além disso, atletas de TKD de alto nível competitivo são mais fortes, mais velozes e mais potentes na execução de chutes quando comparados aos atletas de níveis inferiores (Thibordee; Prasartwuth, 2014; Moreira; Goethel; Gonçalves, 2016). Em outras palavras, o treinamento de força é um elemento utilizado nos treinamentos de atletas de TKD, devido aos seus benefícios.

No cenário esportivo, é comum sessões de treinamento que combinam treinamento de força a outros componentes do desempenho (Nájera-Ferrer *et al.,* 2021; Fyfe *et al.,* 2016). Isso ocorre por diferentes razões, tais como exigências do esporte, indisponibilidade de tempo, praticidade ou opções metodológicas dos treinadores. Assim, sessões de treinamento que combinam, por exemplo, o treinamento de força com treino aeróbio podem ser estratégias organizadas para suprir as necessidades e demandas do esporte e do atleta (McCarthy *et al.,* 2002; Häkkinem *et al.,* 2003; Fyfe *et al.,* 2014). No entanto, apesar dos benefícios da estruturação de sessões combinadas, existem consideráveis achados que

suportam que essa organização do treinamento, denominado de treinamento concorrente, pode comprometer o desenvolvimento da força, potência e hipertrofia (Leveritt *et al.,* 2003; Häkkinem *et al.,* 2003).

Diversos mecanismos têm sido propostos como limitantes para um ótimo desenvolvimento das adaptações neuromusculares aos treinamentos de força realizados em conjunto com o treino aeróbio. Dentre eles, destacam-se prejuízos nos componentes neurais, como na taxa de desenvolvimento de força; prejuízos na disponibilidade de substratos energéticos, como baixos níveis de glicogênio muscular, que podem prejudicar o desempenho subsequente; interconversão em tipos de fibras e alteração no *turnover* protéico (Dudley; Djamil, 1985; Häkkinen *et al.,* 2003; Leveritt *et al.,* 2003). Assim, a estruturação de sessões de treinamento com a primeira parte da sessão destinada ao treinamento de força e a segunda ao treino técnico-tático específico da modalidade, por exemplo, pode resultar em um efeito acumulativo das cargas de treino, aumentando a magnitude da carga interna e afetando negativamente as respostas psicobiológicas, o desempenho físico e a *performance* geral dos atletas (Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Jeffries *et al.,* 2021). Dessa forma, a combinação de duas cargas externas pode influenciar as respostas aos efeitos do treinamento e, consequentemente, o desempenho, que pode resultar de maneira negativa, em piora do desempenho (*overreaching* e *overtraining*); de maneira positiva, em melhora do desempenho (equilíbrio ótimo); ou não apresentar mudança (Jeffries *et al.,* 2021). Portanto, é necessário um controle entre o estímulo do treinamento e seus efeitos observados pelas respostas no organismo do atleta (Coutts; Kempton; Crowcroft; 2018; Jeffries *et al.,* 2021).

O equilíbrio entre os estímulos do treinamento e as respostas psicobiológicas agudas e acumuladas representa um grande desafio para os treinadores e preparadores físicos quanto ao gerenciamento das cargas em sessões combinadas. Compreender os efeitos de sessões combinadas sobre a capacidade do organismo de integrar e reagir aos diferentes estímulos do treinamento é um fator importante na preparação física (Banister; Carter; Zarkadas, 1999; Busso; Carasso; Lacour, 1991; Busso *et al.,* 1994; Busso *et al.,* 1997; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Millet *et al.,* 2002; Jeffries *et al.,* 2021). A configuração do treino de força é entendida como a forma pela qual as variáveis agudas são organizadas (ACSM, 2009; González-Badillo *et al.,* 2015; Morán-Navarro *et al.,* 2017; Pareja-

Blanco *et al.,* 2019). Por exemplo, a configuração do número de repetições intra e interséries (fixo ou variável por autorregulação) (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Shattock; Tee, 2020) pode modular a natureza do estímulo e afetar distintamente as respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho, ou seja, modificar as respostas observadas nos efeitos do treinamento.

O controle apropriado do volume no treinamento de força é importante para evitar fadiga excessiva e otimizar as respostas neuromusculares, especialmente quando os objetivos estão relacionados aos ganhos de potência (Gorostiaga *et al.,* 2010; Sánchez-Medina, González-Badillo, 2011; Gorostiaga *et al.,* 2012; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Fonseca *et al.,* 2020). O treinamento de força baseado na velocidade (TBV), realizado dentro da perspectiva do gerenciamento da fadiga pela perda da velocidade das repetições, pode ser uma estratégia eficiente para controlar o volume de treinamento e regular o nível de esforço, ou seja, o volume intra-série (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; Iglesias-Soler *et al.,* 2014; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Montalvo-Pérez *et al.,* 2021; Nájera-Ferrer *et al.,* 2021; Gantois *et al.,* 2022). A perda da velocidade alcançada intra-série mostra uma forte relação com a fadiga mecânica, observada pela diminuição da altura do salto e pela perda de velocidade ao longo das repetições do exercício, além de estar associada a respostas metabólicas (lactato e amônia), alterações hormonais (cortisol, prolactina, testosterona) e enzimáticas (creatina quinase), bem como mudanças na variabilidade da frequência cardíaca (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010). Esses resultados parecem indicar que a perda da velocidade alcançada intra-série pode ser usada como uma estratégia para quantificar o nível de esforço e o grau de fadiga neuromuscular durante o treinamento de força (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016). Nesse sentido, a perda de velocidade intra-série pode ter aplicações práticas importantes para a prescrição e controle do volume de treinamento (Izquierdo *et al*., 2006; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; González-Badillo *et al*., 2016; Pareja-Blanco *et al*., 2016).

Estudos prévios (Pareja-Blanco *et al*., 2016a; Pareja-Blanco *et al*., 2016b; Galiano *et al*., 2020; Rodríguez-Rossel *et al*., 2020; Held *et al*., 2021; Gantois *et al*., 2021) apontam que diferentes volumes determinados por limiares de perda de velocidade (PV) intra-série, classificados como baixo (<10%), moderado (entre 11%

a 20%), alto (21% a 30%) e muito alto (>31%), resultam em distintas respostas metabólicas, fisiológicas, mecânicas e neuromusculares. Dessa forma, ao manipular diferentes limiares de PV, por exemplo, de PV0% a PV50%, o nível de esforço, o grau de fadiga e os estímulos oriundos do treinamento de força podem ser controlados para induzir adaptações neuromusculares específicas (Pareja-Blanco *et al*., 2016; Pareja-Blanco *et al*., 2020; Galiano *et al*., 2020). Recentemente, houve um aumento no número de investigações analisando os efeitos do treinamento de força realizado sob diferentes limiares de PV intra-série na morfologia muscular, força muscular e desempenho esportivo (Pareja-Blanco *et al*., 2016b; Pareja-Blanco *et al*., 2020; Galiano *et al*., 2020). Estudos agudos mostraram que a realização dos exercícios de força sob limiares distintos de PV pode afetar o grau de fadiga, levando a diferenças na recuperação até 48 horas pós-exercício nas variáveis mecânicas e neuromusculares, como força, velocidade e altura do salto com contramovimento (González-Badillo *et al*., 2015; Weakley *et al*., 2020a). Em outras palavras, a manipulação de limiares de PV pelo percentual selecionado pode modular as respostas adaptativas. Nesse sentido, foi demonstrado, por exemplo, que limiares altos (21% a 30%) e muito altos (>31%) durante o treinamento de força parecem ser mais adequados para maximizar respostas hipertróficas devido ao maior volume total de treino (Jukic *et al*., 2023). No entanto, nas variáveis neuromusculares, observa-se uma redução na altura do salto devido à fadiga resultante do alto nível de esforço experimentado (Jukic *et al*., 2023).

Em relação as respostas observadas nos efeitos do treinamento de força para limiares com baixo nível de esforço (<10%) e moderado (entre 11% a 20%), os resultados mostram menores prejuízos no desempenho da altura do salto, atribuídos a uma menor fadiga induzida pelo treinamento. Além disso, observa-se uma melhora na velocidade desenvolvida contra qualquer carga, leve ou pesada (Gantois *et al*., 2021; Nájera-Ferrer *et al*., 2021; Pareja-Blanco *et al*., 2016; Pareja-Blanco *et al*., 2019; Weakley *et al*., 2020a). Assim, a possibilidade de autorregulação das repetições intra-série, associadas a cargas específicas em sessões combinadas, pode reduzir a magnitude dos efeitos de fadiga e do estresse excessivo causado pelo treinamento (Shattock; Tee, 2020; Jeffries *et al.,* 2021). Dessa forma, tais configurações podem modular as características dos estímulos de treinamento a fim de promover melhores respostas psicobiológicas e

desempenho físico aprimorado em sessões combinadas de treinamento (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010). Além disso, as adaptações mecânicas, neuromusculares e hipertróficas específicas que ocorrem com diferentes limiares de PV são fundamentais para auxiliar treinadores a planejar e gerenciar os estímulos e os efeitos esperados no treino de força (Rissanen *et al.,* 2022).

O conhecimento sobre os efeitos agudos e acumulados durante um microciclo de 7 dias, nas diferentes configurações do treinamento de força baseado na velocidade em sessões combinadas com o treino técnico-tático, permite aos profissionais selecionarem configurações apropriadas para o treinamento de força com o propósito de estabelecer o equilíbrio em diferentes momentos da preparação dos atletas. Assim, o controle do estímulo durante a combinação de treinamento de força e treino técnico-tático no TKD, por meio da autorregulação do volume das repetições usando o percentual de perda de velocidade, pode ser uma estratégia eficiente para gerenciar o nível de esforço e fadiga. Considerando que essa questão não está claramente elucidada pela literatura atual, o objetivo deste estudo é comparar os efeitos de diferentes configurações de treinamento de força baseado na velocidade, combinadas com o treino técnico-tático, em variáveis de desempenho de atletas de TKD.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Comparar os efeitos de diferentes configurações do treinamento de força baseado no limiar de perda de velocidade, PV20% e PV40%, combinados com o treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares, desempenho físico e variáveis perceptivas em atletas de taekwondo.

2.2 Específico

Comparar os efeitos agudos e acumulados durante um microciclo pré-competitivo, de diferentes limiares de perda de velocidade, PV20% e PV40%, do treinamento de força baseado na velocidade combinado com o treino técnico-tático, sobre as variáveis neuromusculares, desempenho físico e perceptivas:

1) Desempenho no salto vertical com contramovimento.
2) Número de repetições.
3) Desempenho no *Frequency speed of kick test* múltiplas series (*FSKT*mult).
4) Percepção de Bem-estar.
5) Percepção da Qualidade Total de Recuperação (QTR).
6) Percepção Subjetiva de Esforço da sessão (PSE-sessão).

2.3 Hipótese

A configuração do treinamento de força baseado na velocidade combinado com o treino técnico-tático, pela manipulação do limiar de perda de velocidade de 20%, apresentará às respostas agudas e acumuladas menor fadiga em comparação a manipulação pelo limiar de perda de velocidade de 40%, nas variáveis neuromusculares, perceptivas e desempenho físico, durante um microciclo pré-competitivo de treinamento de atletas de taekwondo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Capacidade neuromuscular e desempenho no taekwondo

O taekwondo é uma modalidade esportiva de combate com característica intermitente, observada por ações de alta intensidade, intercaladas por ações de baixa intensidade ou pausa (Bridge *et al.,* 2014; Bridge; Jones; Drust, 2009; Campos *et al.,* 2012). A relação de esforço:pausa, observada em combates simulados e competições oficiais de TKD, varia entre 1:2 a 1:7 dependendo do nível competitivo (Bouhlel *et al.,* 2006; Bridge; Jones; Drust, 2009; Bridge *et al.,* 2014; Campos *et al.,* 2012; Lopes-Silva *et al.,* 2018; Matsushigue *et al.* 2009; Santos; Franchini; Lima-Silva, 2011; Santos *et al.,* 2014). Em competições de nível internacional, as ações de alta intensidade oriundas dos golpes desferidos pelos atletas têm duração de 1,3 ± 0,4s (Santos; Franchini; Lima-Silva, 2011) com média de 18 ataques por *round* (Campos *et al.,* 2012). Os períodos de baixa intensidade, oriundos de movimentos de deslocamento como os *stepping* e saltitos, característicos da modalidade, duram cerca de 9,2 ± 3,9s. Os períodos de inatividade, como as interrupções do árbitro, têm duração aproximada de 6,0 ± 3,9s (Santos; Franchini; Lima-Silva, 2011; Sant'Ana; Sakugawa; Diefenthaeler, 2021).

Estudos reportam o perfil fisiológico dos atletas de TKD durante o treinamento, competições simuladas e competições oficiais (Bouhlel *et al.,* 2006; Bridge; Jones; Drust, 2009; Campos *et al.,* 2012; Casolino *et al.,* 2012; Matsushigue; Hartmann; Franchini, 2009; Villani; De Petrillo; Distaso, 2007). O estudo de Campos *et al.* (2012) quantificou a contribuição aeróbia e anaeróbia (lática/alática) em uma simulação de combate, mensurando diretamente as respostas fisiológicas associadas ao consumo máximo de oxigênio (VO_2), frequência cardíaca (FC) e concentração de lactato. Os resultados indicaram valores médios substancialmente elevados de VO_2 (49.9 ± 7.1 mL kg^{-1} min^{-1}) e FC (167 ± 12 bpm), indicando alta exigência do metabolismo aeróbio durante uma simulação de combate. A predominância da contribuição aeróbia representa cerca de 66 ± 6% do trabalho total (Campos *et al.,* 2012), sugerindo que a baixa frequência de ações de alta intensidade contribui para essa predominância. Vale ressaltar que o sistema aeróbio é importante para a recuperação entre ações,

rounds e entre os combates subsequentes (Campos *et al.,* 2012, Bridge *et al.,* 2014). Diferentes estudos (Harris *et al.,* 1976; Gaitanos *et al.,* 1993; Bogdanis *et al.,*1998) apontam a importância do metabolismo oxidativo na ressíntese de adenosina trifosfato (ATP), retardando o acúmulo de metabólitos associados à fadiga, como íons H^+ e fosfato inorgânico (Glaister, 2005; Harris *et al.,* 1976). Assim, um sistema oxidativo bem desenvolvido pode permitir ao atleta manter altas intensidades ao logo do combate (Franchini *et al.,* 1999).

Por outro lado, as ações técnico-táticas determinantes para pontuar durante o combate são relativamente curtas e de alta intensidade, com predominância das vias energéticas anaeróbias (Bridge *et al.,* 2009; Bridge *et al.,* 2014). Campos *et al.* (2012) demonstraram que as vias alática e lática contribuem aproximadamente 30 ± 6% e 4 ± 2%, respectivamente, durante uma simulação de combate. A exigência do metabolismo anaeróbio é evidenciada por concentrações de lactato sanguíneo entre 7,0 a 12,2 $mmol.L^{-1}$ (Bouhlel *et al.,* 2006; Campos *et al.,* 2012), refletindo a alta demanda desses sistemas de energia para a modalidade (Bridge *et al.,* 2014).

As ações técnico-táticas decisivas para o sucesso durante o combate (Casolino *et al.,* 2012; López-López *et al.,* 2015) dependem da eficiência do sistema neuromuscular (Campos *et al.,* 2012; Bridge *et al.,* 2014), exigindo alta produção de força em intervalos curtos de tempo (Andersen *et al.,* 2006) e maior recrutamento de fibras musculares de contração rápida (Maffiuletti *et al.,* 2016). Nesse contexto, a literatura apresenta um robusto conjunto de evidências que demonstram a importância do desenvolvimento de componentes neuromusculares como a força, potência e velocidade para o desempenho em várias ações esportivas como *sprints* (Wisløff *et al.,* 2004), mudanças de direção (Chaabene *et al.,* 2020; Freitas *et al.,* 2023) e movimentos balísticos como saltos (Wisløff *et al.,* 2004; Loturco *et al.,* 2013), socos (Loturco *et al.,* 2019; Beattie; Ruddock, 2022), chutes (Moreira *et al.,* 2018; Corcoran *et al.,* 2024), arremessos (Markovic *et al.,* 2008) e lançamentos (Liossis *et al.,* 2013). Além disso, o desenvolvimento da força contribui para minimizar o risco de lesão (Cormie; Mcguigan; Newton, 2010; Maloney; Turner; Fletcher, 2014; Mcmaster *et al.,* 2014; Suchomel *et al.,* 2018; Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; Loturco *et al.,* 2019; Case; Knudson; Downey, 2020). Adicionalmente, têm sido evidenciado que atletas que possuem níveis mais elevados de força exibem desempenho superior em ações esportivas específicas, quando comparado

com atletas que possuem níveis menores de força com habilidades semelhantes (Wisløff *et al.,* 2004; Suchomel; Nimphius; Stone, 2016). Similarmente, atletas com níveis mais elevados de força muscular exibem melhor manifestação da taxa de desenvolvimento de força e potência muscular (Andersen; Aagaard, 2006; Blazevich *et al.,* 2020; Maffiuletti *et al.,* 2016), componentes que são importantes para o TKD (Loturco *et al.,* 2016; Sant'Ana; Sakugawa; Diefenthaeler, 2021). A literatura sugere que o desempenho técnico e a eficiência das ações no TKD estão associados a níveis superiores de força, velocidade e potência (Estevan *et al.,* 2011; Marković; Mišigoj-Duraković; Trninić, 2005). Além disso, atletas de alto nível competitivo de TKD, tendem a ser mais fortes, mais rápidos e potentes que atletas de níveis inferiores (Moreira; Goethel; Gonçalves, 2016; Thibordee; Prasartwuth, 2014; Moreira *et al.,* 2018).

No TKD, os chutes são as ações técnico-táticas mais usadas para pontuar e representam um elevado percentual dos golpes de ataque (Kazemi *et al.,* 2010; Kazemi *et al.,* 2006; Kwok, 2012). Para que os pontos sejam validados, os chutes devem atingir regiões como o tronco e cabeça (Hammami *et al.,* 2014; Vieten *et al.,* 2007), exigindo alta magnitude de impacto para atender aos limites específicos de cada categoria de peso (Ramazanoglu, 2013; Moreira; Goethel; Gonçalves, 2016). Falco *et al.* (2009) investigaram a força de impacto do chute desferido ao tronco do oponente em atletas novatos e experientes de TKD. Os atletas executaram o chute *bandal tchagui* em curta, média e longa distância. Foi observado que, em média, atletas experientes apresentaram maior força de impacto (1994,03 ± 573,37 N) em comparação com atletas novatos (1477,90 ± 679,23 N). Adicionalmente, os atletas experientes também foram mais velozes (0,25 ± 0,05 s), conforme indicado pelo tempo médio nas três distâncias realizadas, em comparação aos atletas novatos (0,31 ± 0,10 s). Outro estudo realizado pelos autores Estevan *et al.* (2011) analisou o tempo de execução, a força e o tempo de impacto do chute, de atletas de TKD, desferido na cabeça em diferentes distâncias. Nota-se, pela média das três distâncias, que atletas medalhistas de TKD possuem maior força de impacto (1797 ± 147 N) em comparação com atletas não medalhistas (1333 ± 152 N), além de menor tempo de execução do chute (0,28 ± 0,01 s) em comparação com atletas não medalhistas (0,33 ± 0,01 s), independentemente da distância. Para o tempo de impacto, tanto atletas medalhistas quanto não medalhistas gastaram um tempo

semelhante de 0,024 ± 0,001s. Portanto, a força de impacto e a velocidade de execução dos golpes mostram-se importantes no TKD, visto que o desenvolvimento dessas capacidades pode favorecer o desempenho do atleta (Estevan, 2011; Falco *et al.,* 2009; Vieten *et al.,* 2007).

O desempenho no TKD é influenciado pela capacidade do atleta desenvolver potência muscular (Kazemi *et al.,* 2006; Bridge *et al.,* 2014). A potência muscular é a capacidade do sistema neuromuscular de gerar a maior quantidade possível de força em um curto intervalo de tempo (Haff; Nimphius, 2012; Turner *et al.,* 2020). Essa capacidade física é fundamental para as ações de alta intensidade observadas em modalidades de combate (Loturco *et al.,* 2017; Sant'Ana *et al.,* 2021), estando diretamente associada à execução de gestos motores fortes e com expressiva velocidade (Franchini *et al.,* 2011; Turner *et al.,* 2020). Além disso, a eficiência do sistema neuromuscular em produzir ações balísticas de membros inferiores com alta potência pode discriminar o nível de desempenho de atletas de TKD (Ball; Nolan; Wheeler, 2011). Para avaliar o desempenho neuromuscular de membros inferiores, comumente utiliza-se a altura média no salto vertical (Claudino *et al.,* 2017). Os saltos verticais parecem ser sensíveis aos efeitos do treinamento específico em modalidade esportiva de combate e ao treinamento de força (Franchini *et al.,* 2015; Ball; Nolan; Wheeler, 2011; Zaggelidis *et al.,* 2012; Albuquerque *et al.,* 2021) e aparentam ter uma relação positiva com o desempenho competitivo, especialmente em atletas de TKD (Bridge *et al.,* 2014).

O salto vertical com contramovimento (SCM) é amplamente utilizado para inferir sobre a potência muscular (Loturco, 2016; Sant'Ana *et al.,* 2014). Markovic, Misigoj-Durakovic e Trninic (2005) demonstraram que atletas medalhistas apresentaram valores mais altos de potência dos membros inferiores (32,8 ± 3,9 cm) em comparação com atletas não medalhistas (28,7 ± 1,9 cm). Sant'Ana *et al.* (2014) apontaram correlações significativas entre a potência média no SCM e a quantidade de ciclos de chutes (r = 0,70), impacto médio de chute (r = - 0,15) e melhor tempo de chute (r = - 0,89) em um teste específico para avaliar a potência e a capacidade anaeróbias de atletas de TKD. Em suma, atletas de TKD com níveis mais altos de potência dos membros inferiores parecem ser mais eficientes quanto ao desempenho neuromuscular para efetuar ações intermitentes características da modalidade (Sant'Ana *et al.,* 2017).

Outro componente físico importante para as modalidades de combate que necessitam da capacidade do sistema neuromuscular de produzir força em um intervalo curto de tempo, em especial para o TKD, é a taxa de desenvolvimento de força ou força explosiva (Blazevich *et al.,* 2020). Moreira; Goethel; Gonçalves, (2016) mostraram que atletas de TKD com melhores resultados competitivos apresentam maior taxa de desenvolvimento de força (1334 ± 446 N) em comparação a atletas de nível inferior (991 ± 490 N). Portanto, as ações determinantes para pontuar, especialmente os chutes, demandam alta produção de força em curtos intervalos de tempo (Estevan *et al.,* 2013; Moreira; Goethel; Gonçalves*,* 2016), tornando necessário que o atleta desenvolva uma alta taxa de produção de força e potência para um desempenho bem sucedido (Aagaard *et al.,* 2002; Andersen; Aagaard, 2006).

Adicionalmente, no TKD, a resistência de força parece ser um componente importante, já que, durante o combate, várias ações técnicas são executadas, exigindo que o atleta seja capaz de realizar sucessivos golpes durante os *rounds* (Santos; Franchini, 2021), bem como manter os *sttepping* e saltitos. Assim, hipotetiza-se que o treinamento de força pode ser um componente utilizado para maximizar a eficiência do sistema neuromuscular e, consequentemente, melhorar o desempenho esportivo (Kawamori, 2004; Lesinski; Prieske; Granacher, 2016; Mcguigan; Wright; Fleck, 2012; Pareja-Blanco, *et al.,* 2017; Suchomel; Nimphius; Stone, 2016). Além disso, o treinamento de força promove adaptações demonstradas em suas diferentes manifestações como; aumento na taxa de desenvolvimento de força (Andersen; Aagard, 2006; Blazevich *et al.,* 2020); capacidade de gerar níveis mais elevados de potência muscular (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; Loturco *et al.* 2017; Sant'Ana *et al.,* 2014) e resistência muscular (Campos *et al.,* 2002; Garber *et al.,* 2011; Ratamess *et al.,* 2009), componentes determinantes, especialmente em modalidades que exigem alta produção de força em curto intervalo de tempo, como as lutas (Amtmann; Cotton, 2005; Cular; Krstulovic; Janovic, 2011; Loturco *et al.,* 2017; Sant'ana *et al.,* 2021).

Considerando a importância do desenvolvimento dos componentes neuromusculares para o desempenho esportivo, o treinamento de força tem sido utilizado como parte integrante da preparação física de atletas de TKD (Ball *et al.,* 2011; Estevan *et al.,* 2011; Sant'Ana *et al.,* 2014; Sant'Ana *et al.,* 2021). A

estruturação de microciclos com sessões de treinamento de força combinadas ao treino técnico-tático é usual na preparação de atletas de TKD. Sessões combinadas de treinamento são propostas por diversas razões como, indisponibilidade de tempo, praticidade ou preferências metodológicas dos treinadores. Apesar de alguns benefícios da estruturação de sessões combinadas, o efeito acumulativo das cargas entre o treinamento de força e o treino específico da modalidade (técnico-tático) pode resultar em uma magnitude excessiva na relação entre a carga de treinamento em relação ás respostas observadas no organismo do atleta. Esse acúmulo de carga pode afetar negativamente as respostas psicobiológicas e o desempenho físico a curto prazo, além de comprometer as adaptações desejadas a longo prazo (Jeffries *et al*., 2021). Assim, é essencial o gerenciamento entre as cargas de treinamentos e seus efeitos no organismo do atleta (Coutts; Crowcroft; Kempton, 2018; Jeffries *et al.*, 2021).

Portanto, compreender os efeitos sobre a capacidade do organismo de integrar e reagir aos diferentes estímulos do treinamento é um fator importante na preparação física, (Banister; Carter; Zarkadas, 1999; Busso; Carasso; Lacour, 1991; Busso *et al.,* 1994; Busso *et al.,* 1997; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Millet *et al.,* 2002; Sanchez *et al.,* 2013; Jeffries *et al.,* 2021), visto que a carga acumulada pode aumentar a magnitude da carga interna, provocar depreciação aguda à relação imposta pela carga de treinamento em detrimento as mudanças no desempenho e, consequentemente, afetar negativamente as respostas psicobiológicas, desempenho físico e a *performance* geral dos atletas (Jeffries *et al.,* 2021).

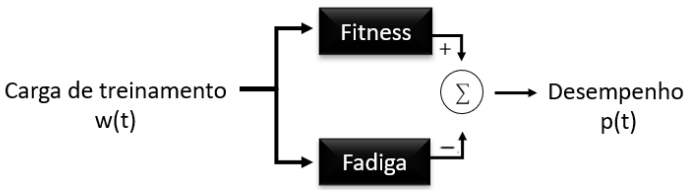
3.2 Modelos teóricos do processo do treinamento

O desempenho esportivo é determinado por diversos fatores intervenientes, incluindo aspectos físicos, fisiológicos, técnicos, táticos, psicológicos, sociais, estilo de vida e saúde (Smith, 2003; Bangsbo, 2015). Compreender os efeitos desses componentes sobre a capacidade do organismo de integrar e reagir aos estímulos do treinamento é um fator decisivo na preparação física (Banister; Carter; Zarkadas, 1999; Busso; Carasso; Lacour, 1991; Busso *et al.,* 1994, 1997; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Millet *et al.,* 2002). Nesse contexto, desde a década de

1970, modelos empíricos baseados em funções matemáticas têm sido propostos para descrever e facilitar a compreensão dos efeitos do estímulo de treinamento sobre as respostas do organismo (Busso *et al.,* 1994; Calvert *et al.,* 1976; Chiu; Barnes, 2003; Jeffries *et al.,* 2021; Morton, 1990).

O modelo teórico proposto por Banister *et al.* (1975) foi desenvolvido pela combinação sistêmica de quatro parâmetros de entrada (*input*): cardiovascular, força, habilidade e psicológico. Esses parâmetros são observados através da quantificação matemática na resposta ou saída (*output*) para predizer os efeitos do treinamento sobre o desempenho. Os efeitos propostos no modelo foram descritos por dois fenômenos antagônicos: 1) uma função que sintetiza todos os efeitos positivos e proporciona aumento no desempenho; 2) uma função que sintetiza todos os efeitos negativos que induzem à fadiga, podendo ser de curto ou longo prazo e que tem influência negativa sobre o desempenho (Banister *et al.,* 1975; Busso, *et al.,* 1994; JeffrieS *et al.,* 2021; Mujika *et al.,* 1996). Em suma, no modelo descrito por Banister *et al.* (1975) denominado de *fitness*-fadiga, o desempenho é afetado pelo balanço entre *fitness* e fadiga modulado pela carga de treinamento (Figura 1).

Figura 1: Modelo *fitness*-fadiga apresentado por Banister *et al.* (1975)



Sendo: w(t) = Carga de treinamento; p(t) = desempenho no tempo.

Fonte: Adaptado de LUDWIG *et al.*, 2019.

De modo geral, é observado um estado de fadiga aumentado imediatamente após a sessão de treinamento e a tendência é que com uma recuperação adequada essa fadiga diminua. O aumento do *fitness* também ocorre após cada sessão de treinamento, entretanto, a melhora do desempenho está associada as respostas agudas e crônicas no decorrer do processo de treinamento (Banister *et al.,* 1975;

Busso, 2003; Chiu *et al.,* 2003). Essa relação foi evidenciada por Morton (1990) ao concluir que o aumento da fadiga provocou uma diminuição transitória no desempenho durante o período intensificado de treinamento. No entanto, a resposta de *fitness*, embora obtida concomitantemente, não é percebida de imediato (Ludwig *et al.,* 2019; Morton, 1990). Desse modo, se nenhuma carga adicional de treinamento for realizada, possivelmente ambas as respostas irão diminuir, mas em taxas diferentes de acordo com as constantes de decomposição individuais, as quais referem-se aos parâmetros que descrevem os atributos do atleta (Busso, 2003; Ludwig *et al.,* 2019). Logo, se essa relação for equilibrada, a resposta do *fitness* pode ser aprimorada e sua deterioração evitada por sessões sucessivas de treinamento. Nesse sentido, sessões contínuas poderão manter ou aumentar o nível de fadiga, especialmente se essas forem severas ou insuficientemente espaçadas. E um índice de desempenho previsto é dado simplesmente pela diferença entre os níveis de *fitness* e fadiga, permitindo um fator de interconversão ou multiplicador de fadiga, entre os fenômenos observados (Ludwig *et al.,* 2019). Assim, se a fadiga for alta e o *fitness* for baixo, é provável que ocorra uma queda no desempenho. Em contrapartida, um aumento no desempenho pode ser observado se a situação for inversa (Busso*,* 2003; Ludwig *et al.,* 2019).

O modelo *fitness*-fadiga explica as variações de desempenho, uma vez que é afetado pela magnitude e duração das sessões de treinamento. Nesse contexto, o modelo proposto pode ser interpretado como a natureza de dose-resposta ou a natureza imposta pela carga de treinamento e as mudanças no desempenho (Morton, 2001; Chiu *et al.,* 2003; Busso, 2003). Dessa forma, o modelo *fitness*-fadiga pode ser interpretado pela relação existente entre carga de treinamento que é subdividida entre carga externa e carga interna e os efeitos oriundos dessas cargas de treinamento. Assim, pode também ser interpretado pela natureza de dose-resposta (Morton, 2001; Chiu *et al.,* 2003; Busso, 2003) ou seja, é a relação entre os estímulos oriundos da carga de treinamento em decorrência às mudanças observadas no desempenho. A dose é representada pelo estímulo de treinamento imposta pela carga de treinamento (*input*) cujas características são determinantes para a resposta (*output*) observada pela interação entre os dois fenômenos que coexistem e interagem: *fitness* e fadiga. Recentemente, foi empregado um conceito que define a dose como a quantidade de um fator ao qual o indivíduo é exposto,

sendo essa quantidade de estímulo (input) interdependente da interação com o organismo (Impellizzeri *et al.,* 2022). Ademais, a dose de treinamento pode ser intercambiável conceitualmente como carga de treinamento que por sua vez apresenta subdivisões como carga/dose externa e carga/dose interna (Impellizzeri *et al.,* 2022). Para fins didáticos, vamos entender a “dose” como a exposição, ou seja, como o *input* dos estímulos oriundos da carga externa de treinamento enquanto a resposta como o *output*, isto é, as mudanças no desempenho observados pela carga interna em decorrência da “dose” de treinamento. Assim, é possível compreender como o sistema, representado pelo organismo do atleta, responde a essa interação de maneira aguda e crônica (Busso, 2003; Ludwig *et al.,* 2019; Jeffries *et al.,* 2021). A partir disso, pode-se direcionar a prescrição de programas e monitoramento das respostas, bem como realizar ajustes tanto em nível micro (dias e semanas), quanto em nível macro (meses e ciclos de treinamento) (Jeffries *et al.,* 2021). Desse modo, as respostas observadas por essa relação determinam o desempenho esportivo (Morton, 1990; Smith, 2003; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Jeffries *et al.,* 2021). Portanto, o modelo *fitness*-fadiga fornece uma base teórica para planejar treinamentos futuros a fim de identificar ameaças e oportunidades, bem como corrigir situações ao longo do tempo (Morton, 1990; Jeffries *et al.,* 2021). Assim, planejar treinamentos de forma a compreender as relações entre a carga de treinamento e as mudanças observadas no desempenho, pode ser uma ferramenta importante para auxiliar técnicos e preparadores físicos a alcançar o sucesso durante uma temporada competitiva (Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018; Ryan *et al.,* 2019).

O modelo de Banister *et al.* (1975) tem sido empregado em diversas modalidades, como corrida (Banister, Hamilton, 1985; Morton *et al.,* 1990), triatlon (Banister; Carter; Zarkadas, 1999; Millet *et al.,* 2002), ciclismo (Busso, 2003; Crowcroft *et al.,* 2015), natação (Mujika *et al.,* 1996), futebol (Buchheit *et al.,* 2013; Ryan *et al.,* 2019), ginástica artística (Sanchez *et al.,* 2013) e judô (Agostinho *et al.,* 2015). Essas evidências mostram que é possível descrever como a resposta global do sistema é afetada pelos estímulos sobre o desempenho. Com o passar dos anos, outros modelos de treinamento foram aprimorados e desenvolvidos com a mesma premissa proposta por Banister *et al.* (1975), preservando as características dinâmicas e temporais e, por conseguinte, os efeitos em respostas às sequências

de estímulos (Calvert *et al.,* 1976; Busso *et al.,* 1997; Busso, 2003; Jeffries *et al.,* 2021). O modelo proposto por Banister *et al.* (1975) serviu como base para modelos atuais, que buscam expandir, conceitualizar e integrar constructos para uma compreensão mais ampla do fenômeno do treinamento. As versões da estrutura teórica do processo de treinamento, propostas por Impellizzeri *et al.,* (2005, 2018), apresentam que o objetivo da organização de um programa de treinamento é sistematizar a quantidade e qualidade dos estímulos de treinamento, de forma a induzir respostas psicofisiológicas e, consequentemente, respostas adaptativas. Dessa forma, o atleta é exposto a uma carga externa (estímulo) que provoca uma resposta interna nos diferentes sistemas do organismo (carga interna). Nesse contexto, um aspecto relevante desses modelos é o entendimento da relação entre carga externa e carga interna de treinamento (Impellizzeri *et al.,* 2005; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018), ou seja, apresenta a relação entre a carga de treinamento e as mudanças observada no desempenho (Vermeire *et al.,* 2022)

A carga externa de treinamento é definida como o trabalho físico prescrito pelos técnicos e treinadores e que de fato é executado pelos atletas (Impellizzeri *et al.,* 2005; Impellizzeri; Marcora; Coutts, 2018). A carga externa pode ser medida quantificando, por exemplo, a distância percorrida, acelerações, velocidade, carga, repetições, potência, força, número de chutes, arremessos, saques, entre outras medidas e métricas (Impellizeri *et al.,* 2005). A carga interna é definida pelas respostas psicofisiológicas do organismo frente às exigências da carga externa durante o exercício ou sessão de treinamento experimentadas pelo atleta (Impellizzeri; Marcora; Coutts*,* 2018; Jeffries *et al.,* 2021). As respostas internas podem ser medidas usando escalas perceptivas, como a classificação de esforço percebido; bem como instrumentos fisiológicos, por exemplo, a frequência cardíaca, dentre outras (Jeffries *et al.,* 2021). Nesse contexto, refletindo sobre os constructos carga externa e carga interna, os modelos teóricos do processo de treinamento contemporâneos partem da premissa de que as respostas agudas e crônicas são decorrentes do nível de estresse imposto ao organismo (Impellizeri *et al.,* 2005; Jeffries *et al.,* 2021). No entanto, os modelos propostos por Impellizzeri *et al.* (2005, 2018) não consideram aspectos importantes sobre os diferentes fenômenos dos efeitos do treinamento, ocasionando generalizações entre as adaptações observadas e os resultados do treinamento (Jeffries *et al.,* 2021).

Em uma recente revisão, Jeffries *et al.* (2021) apresentaram uma estrutura conceitual revisada sobre o processo teórico do treinamento físico (Figura 2), na qual os constructos e a relação entre estímulo, efeitos do treinamento e suas medidas sobre o desempenho esportivo são definidos.

Figura 2: Estrutura conceitual revisada do processo do treinamento físico.

Fonte: Adaptado de JEFFRIES *et al.*; 2021.

Nesse contexto, o 1º constructo desse modelo conceitual é representado pelos efeitos do treinamento (Jeffries *et al.,* 2021). Esse constructo resulta da combinação entre a prescrição do treinamento que determina a carga externa e as respostas observadas (carga interna), as quais direcionam para os efeitos do treinamento. Os efeitos se manifestam em quatro possíveis respostas, representadas pelos efeitos agudos/crônicos e positivos/negativos. A interrelação entre as respostas determina os resultados em relação ao desempenho esportivo. Os efeitos agudos e crônicos estão relacionados a dois critérios: 1) quantidade de treinamento que é necessária para induzir um efeito mensurável e 2) tempo necessário para esse efeito retornar aos níveis iniciais quando o treinamento é interrompido. Ademais, os mesmos devem ser vistos como um *continuum,* uma vez que não é possível dicotomizar os efeitos temporais, visto que ocorrem e desaparecem após um período curto ou prolongado de tempo. Por exemplo, os

efeitos do treinamento que ocorrem após uma única sessão ou poucas sessões de treinamento, tipicamente definidas como um microciclo, podem ser classificados como efeitos agudos (Jeffries *et al.,* 2021). Em contrapartida, os efeitos do treinamento que ocorrem após períodos prolongados, que exigem mais microciclos e até mesmo os efeitos cumulativos de meses e anos, podem ser classificados como efeitos crônicos. No que diz respeito à definição dos efeitos positivos e negativos, essa está relacionada, conforme descrito no modelo de Banister *et al.* (1975) como melhora ou piora sobre o desempenho, respectivamente, e esses efeitos podem ser esperados por meio de respostas diretas ou indiretas. Além disso, o entendimento dos efeitos do treinamento como positivo ou negativo é dependente do contexto e da experiência do profissional (Jeffries *et al.,* 2021).

Os efeitos do treinamento podem ser quantificáveis através de medidas, classificadas por Jeffries *et al. (*2021) como o 2º constructo do modelo proposto, podendo ser observados tanto nas respostas agudas/crônicas e positivo/negativo. Essas medidas são apresentadas em quatro categorias principais: 1) medidas de desempenho; 2) medidas fisiológicas; 3) medidas subjetivas e 4) outras medidas (cognitivas e biomecânicas). Em relação às medidas de desempenho, essas podem ser utilizadas para mensurar um componente específico da aptidão física, como por exemplo, o componente neuromuscular. O salto com contramovimento é utilizado como medida de desempenho nesse contexto (Cormack *et al.,* 2008; Coutts *et al.,* 2007; Claudino *et al.,* 2017), visto que a sensibilidade dessa medida como uma ferramenta é importante para quantificar a fadiga neuromuscular (Claudino *et al.,* 2017; Fonseca *et al.,* 2020; Pareja-Blanco *et al.,* 2016) e as respostas adaptativas ao treinamento (Claudino *et al.,* 2012; Claudino *et al.,* 2017). As medidas fisiológicas, incluem o VO2máx, medidas de concentração de lactato sanguíneo, creatina quinase e a variabilidade da frequência cardíaca que pode indicar tanto a perturbação aguda pós-exercício, quanto a recuperação do sistema autonômico cardíaco (Jones; Carter, 2000; Joyner; Coyle, 2008; Stanley; Peake; Buchheit, 2013). As medidas subjetivas são consideradas como um método sensível para verificar as alterações no desempenho (Jeong *et al.,* 2011; Rabbani *et al.,* 2019; Thorpe *et al.,* 2015). Os instrumentos psicométricos são frequentemente utilizados por meio de escalas que avaliam as percepções dos atletas, como: bem-estar psicológico e/ou social (Saw *et al.,* 2017).

O 3º constructo do modelo revisado é a observação dos diferentes resultados sobre o desempenho esportivo. Os resultados são os desfechos entre os efeitos positivos e negativos do treinamento, similar ao modelo *fitness*-fadiga (Banister *et al.,*1975). Assim, o entendimento sobre a magnitude entre a dose-resposta ou carga de treinamento-efeitos do treinamento, pode afetar o desempenho apresentando diferentes desfechos, resultando em melhora do desempenho (equilíbrio ótimo), sem mudança ou piora do desempenho (overreaching e overtraining) (Jeffries *et al.,* 2021). A melhora do desempenho esportivo ocorre por meio de alterações observadas pelos efeitos do treinamento comparadas ao estado inicial (Armstrong; Vanheest, 2002). Em contrapartida, quando nenhuma alteração no desempenho ocorre, essa está diretamente ligada a pequenas adaptações nas medidas dos efeitos do treinamento comparadas ao estado inicial (Armstrong; Vanheest, 2002; Jeffreis *et al.,* 2021). Por outro lado, se a recuperação não é adequada pode ocasionar diminuição do desempenho de maneira aguda, descrito como *overreaching* funcional e não funcional e a longo prazo como *overtraining.* O overreaching funcional é definido como uma diminuição transitória do desempenho devido à fadiga induzida, entretanto, resulta em uma melhoria de condição após breves períodos de recuperação, que podem variar de dias a semanas (Meeusen *et al.,* 2007). Já o acúmulo de fadiga residual a longo prazo, imposta pela carga de treinamento, pode resultar em piora e estagnação do desempenho denominado de *overreaching* não funcional. No entanto, ainda não está bem consolidado um diagnóstico padrão-ouro sobre os sinais e sintomas de *overreaching* não funcional (Meeusen *et al.,* 2007).

Alguns indicadores de sobrecarga não funcional incluem decréscimos de desempenho, fadiga física e psicológica severa, incluindo dor muscular, lesões e aumentos na percepção de esforço, todos os quais podem persistir por meses (Fry *et al.,* 1991; Meeusen *et al.,* 2007). Além disso, sintomas fisiológicos como alterações endócrinas, aumento da frequência cardíaca, ventilação e concentração de lactato sanguíneo para uma determinada carga de treinamento, aumento da frequência cardíaca de repouso e retorno lento da frequência cardíaca após o exercício, diminuição do VO2máx, diminuição da concentração submáxima e máxima de lactato sanguíneo e diminuição da capacidade de trabalho (Kenttä; Hassmén, 1998; Kuipers; Keizer, 1988). Nesse contexto, o *overreaching* ocorre

devido ao acúmulo do estresse de treinamento e de outros fatores, sociais e psicológicos, que resultam em uma diminuição da capacidade de rendimento, a qual é restaurada em alguns dias, semanas ou meses após o afastamento dos treinamentos ou diminuição das cargas de treino (Kenttä; Hassmén, 1998; Smith, 2003; Baumert *et al.,* 2006; Purge *et al.,* 2006). Além disso, a frequência de competições e viajens, fatores psicossociais, monotonia do treinamento, são destacados como fatores indicativos de *overreaching* não funcional (Kenttä; Hassmén, 1998; Kellman, 2002; Urhausen; Kindermann, 2002).

O *overtraining* é considerado uma síndrome complexa, caracterizada por uma desordem e decréscimo persistente do desempenho (Gleeson, 2002; Urhausen; Kindermann, 2002) resultante de um desequilíbrio entre o estresse do treinamento e a recuperação. Esses desequilíbrios são observados em fatores psicológicos, físicos e fisiológicos (Hartmann; Mester, 2000; Hedelin *et al.,* 2000; Smith, 2003; Varlet-Marie *et al.,* 2004; Margonis *et al.,* 2007; Halson *et al.,* 2003; Baumert *et al.,* 2006; Alves, 2006; Purvis; Gonsalves; Deuster, 2010) que pode exigir meses de recuperação (Meeusen, 2007; Nederhof *et al.,* 2008). A síndrome de *overtraining*, é o estado final de sobrecarga não funcional crônica, caracterizada por decréscimos de desempenho específicos do esporte, acompanhados por sintomas psicológicos na ausência de uma condição médica diagnosticável (Fry *et al.,* 1991). O sintoma definidor é a incapacidade de reverter esses decréscimos com períodos de recuperação, o que demanda descanso completo e prolongado, por meses ou até anos (Lehmann *et al.,* 1999). Assim, para minimizar os efeitos negativos do treinamento e potencializar o desempenho dos atletas, é necessário controlar adequadamente a relação entre a manipulação dos estímulos da carga de treinamento em detrimento as respostas observadas frente ao organismo do indivíduo sobre o desempenho esportivo (Impellizzeri; Marcora; Coutts*,* 2018; Jeffries *et al.,* 2021). É importante ressaltar que diferenciar alterações agudas na homeostase em resposta ao *overtraining* de sintomas de *overreaching* não funcional depende do momento da avaliação. Nesse contexto, se ocorrer um decréscimo acentuado no desempenho e em outras variáveis associadas, como fatores psicológicos e endócrinos, o estado de *overtraining* pode ser desencadeado (Armstrong; Vanheest, 2002; Meeusen *et al.,* 2012). Assim, conhecer e identificar os efeitos do treinamento é essencial para proteger o atleta contra adaptações

indesejadas não planejadas (Budgett, 1990; Halson; Jeikendrup, 2004; Halson *et al.,* 2002).

No que se refere ao 4º constructo do modelo revisado, é apresentado que o processo do treinamento deve se considerar fatores individuais e contextuais (Jeffries *et al.,* 2021). Esses fatores são conectados por setas unidirecionais e bidirecionais, que indicam como a carga, os efeitos em suas medidas, e o resultado do treinamento influenciam o desempenho esportivo. A disposição dessas setas representa a causalidade e a interação entre os fatores (Figura 2), que podem influenciar, alterar, facilitar ou limitar todos os processos envolvidos no treinamento (Jeffries *et al.,* 2021). Os fatores contextuais são representados por constructos que não fazem parte do processo principal do treinamento, como fatores sociais, ambientais e culturais (Jeffries *et al.,* 2021). Por sua vez, os fatores individuais dizem respeito às características inerentes do atleta, como a genética, traços e estados psicológicos, históricos do treinamento, entre outros. Embora alguns aspectos individuais e contextuais podem ser modificáveis, como, saúde, estado nutricional e condições ambientais, esses fatores influenciam diretamente o resultado sobre o desempenho esportivo.

De modo geral, a estrutura do processo do treinamento revisada por Jeffries *et al.* (2021) apresenta, conceitua, esclarece e operacionaliza os constructos, além de estar inter-relacionada com o modelo *fitness*-fadiga (Banister *et al.,* 1975). Ademais, Jeffries *et al.* (2021) e outros autores (Impellizzeri *et al.* 2005, 2018) destacam que, para compreender a relação entre estímulo, efeitos do treinamento e suas medidas no desempenho esportivo, o monitoramento do treinamento deve compor o objetivo central desse processo. Com base nessas informações, os treinadores podem ajustar o treinamento de acordo com o planejado (Chiu *et al.,* 2003; Weaving *et al.,* 2019; Jeffries *et al.,* 2021). Assim, o equilíbrio entre a dose de treinamento (estímulo) e seus efeitos (respostas) no organismo do atleta faz-se necessário para compreender as respostas imediatas e tardias visando otimizar os ganhos de desempenho (Coutts; Crowcroft; Kempton, 2018; Jeffries *et al.,* 2021).

3.3 Monitoramento das respostas de treinamento

O monitoramento da relação dose-resposta, ou seja, da carga de treinamento e das respostas observadas, especificamente dos efeitos da carga de

treinamento sobre as respostas psicobiológicas tem se tornado cada vez mais frequente e é considerado essencial para auxiliar preparadores físicos, técnicos e cientistas do esporte na tomada de decisão (Halson *et al.,* 2014; Saw *et al.,* 2017; Taylor *et al.* 2012; Wing *et al.,* 2018). Para maximizar o desempenho e minimizar efeitos negativos do treinamento, como *overreaching* não-funcional, *overtraining*, lesões ou doenças que podem acarretar em afastamento do atleta, deve-se alcançar um equilíbrio adequado entre a relação da carga de treinamento e as mudanças no desempenho (Coutts; Comarck, 2014; Impellizzeri; Marcora; Coutts*,* 2018; Jeffries *et al.,* 2021; Meeusen *et al.,* 2012; Ryan *et al.,* 2019; Smith, 2003). Conforme apresentado pela estrutura conceitual do processo de treinamento proposta por Jeffries *et al.* (2021), a prescrição do treinamento realizada pela carga externa de treino (estímulo) reflete-se na carga interna de treino e é observada em seus efeitos (resposta) que o atleta experimenta no decorrer do exercício ou sessão de treinamento. Essas alterações se desenvolvem ao longo do tempo e são influenciadas por fatores individuais e contextuais, que podem influenciar os efeitos do treinamento sobre diferentes respostas psicobiológicas e de desempenho físico. Portanto, compreender os efeitos do treinamento permite monitorar o comportamento das medidas agudamente e a longo prazo sobre o desempenho esportivo (Jeffries *et al.,* 2021).

O modelo revisado do processo de treinamento sustenta a base teórica da relação dose-reposta, ou seja, a carga de treinamento e as respostas observadas, e pode ser utilizado como uma estrutura para o monitoramento dos efeitos do treinamento (Jeffries *et al.,* 2021). Por meio do monitoramento, é possível potencializar o estado de prontidão do atleta para sessões futuras, visando garantir que ele esteja em uma condições ideais para o treinamento e competição, além de possivelmente reduzir o risco de lesões e doenças que poderiam afastá-lo de suas atividades (Coutts; Crowcroft; Kempton, 2018; McGuigan, 2017; Ryan *et al.,* 2019; Taylor *et al.* 2012). O monitoramento dos efeitos do treinamento é o meio pelo qual é possível entender a relação dose-resposta, ou seja, compreender a carga de treinamento e as mudanças no desempenho, além de fornecer informações que possam auxiliar técnicos e preparadores físicos na melhor tomada de decisão. Isso possibilita ajustes e corrigir situações ao longo do tempo (Buchheit *et al.,* 2013; Coutts; Kempton; Crowcroft, 2018; Jeffries *et al.,* 2021; Ryan *et al.,* 2019). Diversos

instrumentos são propostos para quantificar o treinamento e monitorar as respostas dos atletas. O monitoramento pode ser realizado a partir da quantificação de variáveis mecânicas, fisiológicas, psicológicas e desempenho físico (Ahtiainen *et al.,* 2003; Lamas *et al.,* 2012; Pleša *et al*.,2022). Pesquisas têm utilizado medidas objetivas e subjetivas, como, medidas do *status* neuromuscular, por meio do desempenho em saltos verticais, especialmente o SCM (Coutts *et al.,* 2007; Cormack *et al.,* 2008; Claudino *et al.,* 2012; Szmuchrowski *et al.,* 2012); testes de desempenho físico (Moreira *et al.,* 2005; Franchini *et al.,* 2015; Nunes *et al.,* 2014); medidas fisiológicas como a frequência cardíaca, usando o método de impulso do treinamento (Banister *et al.,* 1991; Edwards *et al.,* 1993); medidas psicométricas, com questionários (Saw *et al.,* 2016; Thorpe *et al.,* 2015) e; avaliações da percepção de bem-estar e recuperação, por meio de escalas e questionários (Buchheit *et al.,* 2013; Gastin; Meyer; Robinson, 2013).

A partir dos dados obtidos que essas ferramentas oferecem, é possível ter uma compreensão global em relação às mudanças agudas decorrentes da carga de treinamento para apoiar a tomada de decisão de acordo com o estado de prontidão individual do atleta (Ryan *et al.,* 2019; Taylor *et al.,* 2012). A ausência de um controle rigoroso das respostas agudas às sessões de treinamento ao longo do processo de preparação física pode ser uma ameaça à manutenção do ótimo desempenho e da possibilidade da manifestação de melhora do desempenho. Como exemplo, a maneira que os atletas respondem às cargas de treinamento é altamente variável pois dependem de fatores individuais e contextuais (Jeffries *et al.,* 2021). Quando a relação entre carga de treinamento e mudanças no desempenho não é monitorada, a probabilidade de cometer “erros” na prescrição do treinamento aumenta, seja por subestimar ou superestimar a carga e condição atual do atleta. Com isso, os efeitos agudos negativos pode se acumular ao longo de semanas e o impacto *continuum* do treinamento associado à queda no desempenho pode se tornar crônico, levando ao *overreaching* não funcional e ao *overtraining* (Jeffries *et al.,* 2021; Thorpe *et al.,* 2015).

O conhecimento sobre os efeitos do treinamento de força em sessões combinadas com o treinamento técnico-tático da modalidade pode auxiliar técnicos e preparadores físicos a estabelecer o equilíbrio ótimo entre a dose de treinamento e seus efeitos no organismo do atleta, minimizando efeitos negativos e otimizando

os efeitos positivos de desempenho (Coutss; Crowcroft; Kempton, 2018; Jeffries *et al.,* 2021). Além disso, os efeitos do treinamento também são influenciados por fatores individuais (genética, traços e estado psicológicos, histórico de treinamento) e contextuais (ambientais, sociais e culturais). Portanto, é essencial que os atletas sejam monitorados quanto às suas respostas, de maneira individual, visto que podem responder à mesma carga de treinamento de maneira diferente (Saw *et al.,* 2016; Ryan *et al.,* 2019; Jeffries *et al.,* 2021). Dessa forma, monitorar sistematicamente os treinamentos que integram a preparação física dos atletas se faz necessário para compreender o comportamento dos parâmetros que são capazes de quantificar os efeitos do treinamento impostos pelos estímulos para que possa ser possível gerenciar a relação entre a dose e resposta sobre o desempenho esportivo (Jeffries *et al.,* 2021).

Diante desse cenário, torna-se relevante monitorar o treinamento de atletas de TKD para compreender a magnitude da relação entre carga de treinamento e as mudanças no desempenho relacionadas aos efeitos do treinamento em sessões combinadas entre o treinamento de força e o treino técnico-tático.

3.4 Monitoramento e controle da carga de treinamento no taekwondo

O desempenho esportivo compreende um construto multifatorial, resultado da integração de diversos componentes associados (Viru; Viru, 2000; Smith, 2003; Bangsbo, 2015). Assim, o objetivo do treinamento é induzir adaptações psicofisiológicas em diferentes sistemas do organismo criando condições ideais para aprimorar o desempenho específico do esporte durante a competição real (Smith, 2003; Jeffries *et al.,* 2021; Boullosa *et al.,* 2023). Dessa forma, monitorar a carga de treinamento permite aos treinadores e preparadores físicos avaliar como o atleta responde aos estímulos do treinamento, auxiliando para uma melhor tomada de decisão, ajustes e correções ao longo do tempo (Buchheit *et al.,* 2013; Coutts; Kempton; Crowcroft, 2018; Jeffries *et al.,* 2021; Ryan *et al.,* 2019; Boullosa *et al.,* 2023).

Conforme apresentado anteriormente no capítulo 3.3, diversos instrumentos são propostos para quantificar o treinamento e monitorar as respostas dos atletas, que podem ser avaliadas por variáveis mecânicas, fisiológicas, psicológicas e de desempenho físico (Ahtiainen *et al.,* 2003; Lamas *et al.,* 2012; Pleša *et al.,* 2022,

Bourdon *et al.,* 2017). O processo contínuo de obtenção de informações sobre as respostas psicobiológicas aos estímulos de treinamento tem sido fundamental para compreender os efeitos quantificáveis das sessões de treinamento (Coutts; Crowcroft; Kempton, 2018; McGuigan, 2017; Ryan *et al.,* 2019; Taylor *et al.* 2012), por meio de ferramentas subjetivas e objetivas que permitam esse registro (Boullosa *et al.,* 2023). Além disso, compreender os efeitos quantificáveis das sessões de treinamento no organismo do atleta a partir do monitoramento, pode resultar em um direcionamento mais efetivo para tomar decisões baseadas em informações tanto para o gerenciamento da fadiga, quanto para acompanhar a eficácia do programa de treinamento (Halson, 2014; Bourdon *et al.,* 2017; McGuigan, 2017; Coutts *et al.,* 2018; Kellmann *et al.,* 2018).

Alguns estudos realizados com atletas de TKD utilizam ferramentas objetivas para mensurar a carga interna, como frequência cardíaca (Perandi *et al.,* 2011; Carazo-Vargas *et al.,* 2017), e parâmetros como o impulso do treinamento (TRIMP) (Haddad *et al.,* 2011; Haddad *et al.,* 2012; Carazo-Vargas *et al.,* 2017), além da concentração de lactato sanguíneo (Perandi *et al.,* 2011; Franchini, Tabben, Chaabène; 2014). Ademais, devido a natureza intermitente da modalidade, alguns autores buscaram mensurar a carga externa através da quantidade e do tipo de ações realizadas (Matsushigue, Hartamaan, Frainchini; 2009; Santos, Franchini, Lima-Silva; 2011) assim como por meio de tecnologias como o sistema de posicionamento global (GPS), para avaliar variáveis como velocidade máxima, distância percorrida, aceleração máxima e número de impactos (Valenzuela *et al.,* 2014). Entretanto, todos esses métodos dependem fortemente da tecnologia e conhecimento técnico, o que pode apresentar alto custo e de difícil de implementar com grandes grupos de atletas. Além disso, o risco de perda de dados é elevado com estas tecnologias (Lamberts *et al.,* 2004; Impellizzeri *et al.,* 2004; Couts *et al.,* 2008). Por exemplo, Wallace *et al.* (2009) relataram que aproximadamente 36% das medidas de FC registradas durante sessões de natação foram perdidas ao monitorar a intensidade do treinamento ao longo de uma temporada. Isto exemplifica como algumas práticas de monitoramento podem resultar em decisões arbitrárias, na ausência de precisão ou sensibilidade das ferramentas de monitoramento utilizadas, como uma relação sinal-ruído inadequada, especialmente quando se utiliza uma única ferramenta de

monitoramento. Portanto, métodos alternativos, de baixo custo e de fácil implementação com grandes grupos de atletas, podem ser mais eficazes e apropriados. Nesse contexto, estudos têm utilizado ferramentas subjetivas para mensurar a carga interna, especialmente no TKD, como a percepção subjetiva de esforço (PSE) (Bridge, Jones, Drust; 2009; Perandi *et al.,* 2011; Haddad *et al.,* 2011), para quantificar os efeitos do treinamento.

Haddad *et al.* (2011) submeteram 10 jovens atletas de TKD, do sexo masculino (13,1 ± 2,4 anos) à sessões de treinamento que envolveram treino técnico-tático, treino aeróbio, exercícios intermitentes, pliométricos e de velocidade. O objetivo do estudo foi investigar a validade concorrente observada pelos métodos objetivos baseados na FC, utilizando a TRIMP de Banister *et al.* (1991) e Edwards *et al.* (1993), e medidas subjetivas como a PSE, por meio da escala CR-10 de Borg adaptada por Forster *et al.* (2001). Essas ferramentas são comumente utilizadas para avaliar a carga interna dos atletas às sessões de treinamento. Os autores demonstraram uma correlação forte e significativa ($p < 0,001$) entre a PSE e os métodos baseados na FC, medidos pela TRIMP proposto por Banister *et al*. (1991), com valores de correlação entre $r = 0,56$ a $r = 0,90$, e pelo método de Edwards *et al.* (1993) com valores entre $r = 0,55$ a 0,86, observados para treinamentos aeróbicos e treinamento técnico-tático. No entanto, para atividades de característica intermitente, treinamento pliométrico e de velocidade, a magnitude da correlação entre a PSE-sessão e os métodos TRIMP é baixa, com valores de $r = 0,30$, variando entre 0,10 a 0,51. Nesse contexto, apesar da carga interna observada pela magnitude da correlação entre a PSE-sessão e os métodos baseados na FC seja menos significativa para determinados tipos de atividade, diversos fatores devem ser considerados neste estudo, como o fato de ser tratar de uma amostra de jovens atletas e o nível de habilidade dos participantes. Ainda assim, os autores concluíram que a PSE-sessão é uma medida que expressa fatores psicofisiológicos relacionados ao quão dificil e extenuante é uma sessão de treinamento, permitindo monitorar e avaliar o estresse global do treinamento. Além disso, é uma ferramenta prática, de baixo custo e não invasiva para quantificar a carga interna de treinamento no taekwondo.

O estudo de Perandi *et al.* (2011) também investigou a PSE por meio da escala CR-10 de Borg, adaptada por Forster *et al.* (2001), como uma ferramenta

para determinar a carga interna de treinamento. Os autores correlacionaram a FC, medida pela TRIMP (Banister *et al., 1*991; Edwards *et al.,* 1993), e a concentração de lactato sanguíneo [BLa-], para avaliar a concordância entre os métodos. A amostra foi composta por 11 atletas elite de TKD (sete homens: 23,7 ± 2,2 anos e quatros mulheres:18,8 ± 1,5 anos). Foram realizadas 22 sessões de treinamento previamente programadas, consistindo em 4 séries de atividades, incluindo *sparring* e treinamento técnico com raquete, conduzidas de forma intermitente com períodos de 2 minutos de atividade seguidos por 1 minuto de descanso, totalizando 15 minutos cada. Os autores encontraram correlações entre essas variáveis e dados originais que avaliam a intensidade do treino, conforme indicado pela PSE-sessão em relação as TRIMPs de Banister ($r = 0,52$, $p = 0,02$), de Edwards ($r = 0,64$, $p < 0,01$) e [BLa-] ($r = 0,71$, $p < 0,01$). Além disso, observou-se uma elevada concordância ($k = 0,71$) entre a intensidade do treinamento, com base nas respostas de [BLa−] e PSE, resultando em uma distribuição de 29% versus 27% (zona 1), 43% versus 45% (zona 2) e 29% versus 27% (zona 3). Esses resultados evidenciam a viabilidade da utilização da PSE-sessão para quantificar a carga de treinamento e avaliar a distribuição da intensidade em atletas de taekwondo. Além dos estudos mencionados, outros autores (Haddad *et al.,* 2011a; 2011b; Lupo *et al.,* 2017) corroboram esses achados, indicando correlações positivas entre métodos que utilizam ferramentas subjetivas e instrumentos objetivos para inferir sobre as respostas observadas na intensidade da carga interna nos treinamentos de atletas de taekwondo.

Portanto, a adoção de ferramentas mais práticas, como a PSE-sessão, pode ser vantajosa devido ao seu baixo custo e caráter não invasivo na quantificação da carga interna de treinamento em atletas de taekwondo, apresentando-se como uma ferramenta valiosa para atletas, treinadores e cientistas do esporte (SAW *et al.,* 2016; MONTULL *et al.,* 2022; BOULLOSA *et al.,* 2023). No entanto, é importante destacar que a PSE pode ser influenciada por fatores sociais, psicológicos, ambientais, e características individuais dos atletas, como idade, sexo e nível de habilidade (Haddad *et al.,* 2013). Nesse sentido, precisamos entender que medidas subjetivas são importante para conceituar os atletas como sistemas adaptativos complexos, capazes de fornecer informações contínuas e integradas em vários níveis sobre as interações entre o atleta e o ambiente. Contudo, a integração de

dados objetivos também são importantes para interpretar a realidade e tomar decisões mais assertivas. Em suma, a compreensão dos efeitos do treinamento no organismo do atleta, por meio do monitoramento da carga externa e interna, é essencial para orientar e direcionar tomadas de decisões que promovam adaptações desejadas e reduzem efeitos como por exemplo a manifestação de *overreaching* não funcional, *overtraining* e até mesmo ocorrência de lesões e doenças (Meeusen et al., 2012; Coutts; Crowcroft; Kempton, 2018; Jeffries *et al.,* 2021).

3.5 Monitoramento do nível de esforço e fadiga pelo percentual de velocidade

O treinamento de força (TF) é descrito como um tipo ou conjunto de exercícios específicos executados contra resistências externas organizados de forma sistematizada (Kraemer; Ratamess, 2004). O TF é empregado para promover ganhos de força (Andersen; Aagaard, 2006), potência (Suchomel; Nimphius; Stone, 2016; SuchomeL *et al.,* 2018), hipertrofia muscular (Grgic *et al.,* 2018; Maestroni *et al.,* 2020; Schoenfeld *et al.,* 2019), resistência muscular (Peterson; Rhea; Alvar, 2005), minimização do risco de lesões (Suchomel *et al.,* 2018) e melhora do desempenho em capacidade específicas (Cormie; McGuigan; Newton, 2010; Suchomel; Nimphius; Stone, 2016), com a finalidade de melhorar o desempenho esportivo. Para otimizar as adaptações, diversas variáveis são manipuladas nos programas de treinamento, como, número de séries e repetições, intensidade, velocidade de movimento, intervalo de descanso, tipo de exercício, ordem dos exercícios, duração da contração e frequência da sessão (ACSM, 2009; González-Badillo *et al.,* 2016; Haff; Burgess; Stone, 2008; Moran-Navarro *et al.,* 2017; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Pareja-Blanco *et al.,* 2019). Neste contexto, a forma como as variáveis são manipuladas determinará diretamente o tipo e a magnitude das respostas fisiológicas e consequentemente, as adaptações neuromusculares ao treinamento de força (Kraemer; Ratamess, 2004; Bird *et al.,* 2005; Folland; Williams, 2007; Spiering *et al.,* 2008; Grgic *et al.,* 2018; Schoenfeld *et al.,* 2019). No entanto, um dos principais problemas enfrentados é a questão de como quantificar e monitorar objetivamente a carga real do treinamento realizada pelos atletas para maximizar o desempenho (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010). Embora diversas variáveis agudas sejam manipuladas para a prescrição de

programas de treinamento de força (González-Badillo; Ribas, 2002; Kraemer; Ratamess, 2004; Bird; Tarpenning; Marino, 2005; Ratamess *et al.,* 2009), a intensidade do exercício e volume parecem ser os dois fatores mais críticos para determinar o tipo e extensão das adaptações neuromusculares (Fry, 2004; Bird *et al.,* 2005; González-Badillo, Marques; Sánchez-Medina, 2011).

A intensidade do exercício durante o TF tem sido tradicionalmente identificada com a carga relativa, medida pela porcentagem de uma repetição máxima (%1RM) ou pela carga máxima que pode ser levantada em um determinado número de repetições em cada série, como 5RM, 10RM, 15RM (Tang, 1999; Fry, 2004; González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; González-Badillo *et al.,* 2011). No entanto, esses métodos parecem ter algumas desvantagens potenciais (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; González-Badillo *et al.,* 2011). O teste baseado em 1RM, por exemplo, exige uma condição de não fadiga antes de sua realização, o que pode interferir no cronograma das sessões de treinamento. Além disso, também pode ser influenciado pelo horário do dia que é realizado (manhã, tarde ou noite) (Grgic *et al.,* 2020), sendo um teste altamente fatigante que pode afetar o desempenho em sessões subsequentes (Grgic *et al.,* 2018). Outro fator a ser considerado é que o desempenho do teste baseado em 1RM pode variar diariamente, com flutuações de 1,1 kg a 17,5 kg em exercícios para membros inferiores e de 0,5 kg à 4,9 kg para exercícios de membros superiores (Grgic *et al.,* 2020). Esses fatores relacionados ao teste baseado em 1RM podem dificultar a prescrição precisa da carga.

O teste baseado no número máximo de repetições as implicações práticas também apresentam algumas limitações. Por exemplo, diferentes indivíduos podem realizar números distintos de repetições com a mesma carga relativa (González-Badillo *et al.,* 2017), provavelmente devido às suas características neuromusculares individuais, como densidade capilar sanguínea (Terzis *et al.,* 2008) e/ou composição das fibras musculares (Douris *et al.,* 2006). Portanto, os estímulos de treinamento baseados nesse parâmetro de avaliação podem variar significativamente entre os indivíduos. Alguns podem receber estímulo insuficiente com baixo volume, enquanto outros podem receber estímulo adequado ou até superior ao planejado, resultando em alto volume. Como alternativa, pesquisas recentes têm investigado o uso da velocidade de movimento como um indicador de

carga relativa durante o exercício no TF (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; González-Badillo *et al.,* 2011; Sánchez-Medina *et al.,* 2014; Sánchez-Medina *et al.,* 2017; Sánchez-Moreno *et al.,* 2017). Foram encontradas relações significativas entre velocidade de movimento e %1RM para diversos exercícios, como supino (R^2=0,94) (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; Sánchez-Medina, *et al.,* 2014), agachamento (R^2=0,96) (Conceição *et al.,* 2015), levantamento terra (R^2=0,96) (Gantois *et al.,* 2022), elevação pélvica (R^2=0,94) (Hoyo *et al.,* 2019; Gantois *et al.,* 2022), *leg-press* (R^2=0,96) (CONCEIÇÃO *et al.,* 2015), entre outros exercícios (González-Badillo *et al.,* 2011; Sánchez-Medina *et al.,* 2017; Sánchez-Moreno *et al.,* 2017). Esta relação entre carga e velocidade permite determinar com precisão o %1RM utilizado já na primeira repetição de uma série realizada na máxima velocidade intencionada (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; Conceição *et al.,* 2015). Assim, essas associações possibilitam monitorar a carga em tempo real por meio da medição da velocidade de repetição durante o TF, de modo que, seja possível determinar se a carga proposta (kg) representa verdadeiramente o %1RM pretendido para cada sessão de treinamento.

Por outro lado, apenas a intensidade não é suficiente para definir o estímulo do treinamento, outras variáveis agudas devem ser associadas, especialmente o volume de treinamento (González-Badillo; Ribas, 2002; Fry 2004; Bird *et al.,* 2005). Comumente, o volume do treinamento é prescrito de maneira predeterminada pelo número total de séries e repetições realizadas durante uma sessão de treino de força (ACSM, 2009; Hass, Feigenbaum, Franklin, 2001; Kraemer; Ratamess, 2004; Bird *et al.,* 2005; González-Badillo *et al.,* 2016). Nesse contexto o volume pode ser um fator crítico para as adaptações neuromusculares resultantes do treinamento de força (Tan, 1999; Fry, 2004; Bird *et al.,* 2005; González-Badillo; Marques; Sánchez-Medina, 2011). Entretanto, o número máximo de repetições que pode ser completado contra uma determinada carga relativa apresenta uma grande variabilidade entre os indivíduos (Douris *et al.,* 2006; Sakamoto, Sinclair, 2006; Shimano *et al.,* 2006; Terzis *et al.,* 2008). Por exemplo, se durante uma sessão de treinamento todos os participantes realizam o mesmo número de repetições por série contra a mesma carga relativa, como 70% de 1RM, é possível que eles estejam exercendo um nível de esforço diferente. Isso ocorre porque o nível de esforço é caracterizado pela relação entre o número de repetições realizadas em

função daquelas que poderiam ser realizadas, com determinada carga (González-Badillo; Ribas, 2002; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011). O nível de esforço, portanto, depende da interação entre a intensidade e o volume do treino de força. Assim, o nível de esforço difere se o indivíduo realiza 5 repetições em cada série sendo este capaz de realizar 10 repetições com uma determinada carga absoluta (kg). Nesse caso, o nível de esforço será de 5 [10] repetições, em comparação com a conclusão de todas as repetições possíveis 10 [10] (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011). O número de repetições de reserva, ou seja, aquelas que não foram realizadas, em cada série pode variar consideravelmente entre indivíduos. Essas considerações sugerem a necessidade de encontrar melhores formas de monitorar objetivamente o volume de treinamento durante o treino de força. Nesse sentido, em vez de realizar um número fixo e predeterminado de repetições, parece mais apropriado interromper ou encerrar cada série de treinamento assim que um determinado nível de esforço ou fadiga neuromuscular seja alcançado (González-Badillo *et al.,* 2011; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Pareja-Blanco *et al.,*2020).

O treinamento de força baseado na velocidade (TBV) tem sido utilizado como um método objetivo e preciso para prescrever o TF, além de controlar as variáveis como intensidade, volume e o nível de esforço por meio do monitoramento da velocidade (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016). Assim, em vez de prescrever um número fixo de repetições para serem executadas com uma determinada carga, o treinamento é configurado a partir de duas variáveis: 1) a maior velocidade observada na primeira repetição, intrinsecamente relacionada à magnitude relativa da carga (González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010) e, 2) a perda de velocidade expressa por meio da determinação de um limiar definido pelo percentual de velocidade da repetição mais rápida, geralmente a primeira, de cada série de exercícios (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011). Assim, quando o limiar prescrito pelo % de PV é excedido, a série é encerrada (Pareja-Blanco, *et al.,* 2016; Pareja-Blanco, *et al.,* 2017; Rodríguez-Rossel *et al.,* 2021). Evidências indicam que, à medida que as repetições realizadas aumentam, na maior velocidade intencionada possível, durante uma série a velocidade com a qual se move uma carga diminuiu progressivamente até a falha muscular (Sánchez-Medina;

González-Badillo, 2011). Essa diminuição não intencional da força, velocidade e transferência de energia é observada à medida que a fadiga se desenvolve e o número de repetições se aproxima da falha muscular (Izquierdo *et al.,* 2006; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016). Estudos recentes demonstraram que a perda de velocidade (PV) alcançada intra-série apresenta alta correlação com fadiga mecânica expressa pela diminuição da altura do salto e da perda de velocidade de determinada carga absoluta (González-Badillo *et al.,* 2016), bem como com respostas metabólicas (lactato e amônia) (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011), alterações hormonais (cortisol, prolactina, testosterona) (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011) e enzimáticas (creatina quinase), além de mudanças na variabilidade da frequência cardíaca (Pareja-Blanco *et al.,* 2016). Esses achados parecem indicar que a utilização da PV intra-série pode ser uma variável apropriada para quantificar o grau de fadiga neuromuscular durante o exercício de TF (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016). Portanto, os resultados corroboram aos dos estudos mencionados anteriormente (Izquierdo *et al.,* 2006; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; González-Badillo *et al.,* 2016; Pareja-Blanco *et al.,* 2016), sugerindo que a PV intra-série pode ter aplicações práticas importantes para a prescrição e controle do volume de treinamento.

Diversos estudos têm utilizado diferentes % de perdas de velocidade em diferentes intensidades relativa ao %1RM para controlar o nível de esforço durante a sessão de treinamento (Quadro 1). Nesses estudos, o nível de esforço foi classificado pela redução de velocidade entre a primeira e a última repetição da série da seguinte forma: baixo (<10%), moderado (entre 11% a 20%), alto (21% a 30%) e muito alto (>31%) (GANTOIS *et al.,* 2021). Desta forma, é possível determinar com considerável precisão a porcentagem de repetições completadas por meio da perda de velocidade ocorrida na série (Izquierdo *et al.,* 2006; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; González-Badillo *et al.,* 2017). Esses achados apoiam a validade do uso do percentual de perda de velocidade como uma variável objetiva para quantificar o nível de esforço alcançado durante a série. Assim, em vez de realizar um número fixo de repetições, parece mais apropriado encerrar cada série de treinamento assim que um certo nível de fadiga neuromuscular for detectado.

Além disso, o monitoramento da perda de velocidade das repetições no TF pode ser uma estratégia eficiente para evitar elevados níveis de estresse metabólico e fadiga neuromuscular, sem comprometer as adaptações. O monitoramento da velocidade de repetição e % de perda de velocidade relativo durante o treinamento de força fornece feedback em tempo real sobre o nível de esforço exercido na série, com considerável precisão. Essa estratégia permite a aplicação de um estímulo mais homogêneo entre os indivíduos, o que pode ser útil em protocolos que visam buscar e estudar adaptações a diferentes níveis de fadiga durante sessões de TF (Pareja-Blanco *et al.,* 2020).

Quadro 1: Estudos listados entre diferentes limiares de perda de velocidade do treinamento de força baseado na velocidade.

Estudo	Amostra	VARIÁVEIS AGUDAS DO TREINAMENTO								Tipo de delineamento	Variáveis de desfecho	Efeito tempo	Interação
		Total de Sessão	Exercício	Série	Intensidade (%1RM)	PV(%)	Repetições por série	Total de repetições	Descanso				
Pareja-Blanco *et al.*, 2016	22 Homens jovens (22,7 ±1,9 anos) Treinandos em força (1,5 a 4 anos)	16	Agachamento total	3	70-85%	20% (n=12)	3,9 ± 0,9	185,9 ± 22,2	4 min	2 grupos	1RM VMP SCM T20 VMP > 1 m/s VMP < 1m/s	↑RM, ↑ SCM, ↑VMP, ↑VMP>1m/s, ↑VMP<1m/s, ↓T20	20% X 40% = RM = = VMP = ↑ SCM ↓ = T20 = = VM > 1 m/s = = VM < 1 m/s =
						40% (n=12)	6,5 ± 0,9	310,5 ± 42				↑RM,↓ SCM, ↑VMP, ↓ VMP>1m/s, ↑VMP<1m/s, ↓T20	
Pareja-Blanco *et al.*, 2016a	16 Homens jogadores de futebol (23,8 ±3,5 anos) Treinandos em força	18	Agachamento	2-3	50-70%	15% (n=8)	50%1RM (10,9 ± 2)	251,2 ± 55,4	4 min	2 grupos	1RM SCM T30 YYIRT VMP	↑RM,↑SCM, ↑YYIRT, →VMP, →T30	15% x 30% ↑ RM ↓ ↑ SCM ↓ = T30 =
							55%1RM (6,1 ± 1,4)						
							60%1RM (5,0 ± 1,1)						
							65%1RM (4,8 ± 1,6)						
							70%1RM (4,1 ± 1,1)						
						30% (n=8)	50%1RM (14,7 ± 2,3)	414,6 ± 124,9				→RM, →SCM, ↑YYIRT,→VMP ,→T30	
							55%1RM (11,9 ± 2,6)						
							60%1RM (9,5± 1,9)						
							65%1RM (9,1 ± 3,1)						
							70%1RM (7,2 ± 2,1)						

Galiano *et al.*, 2020	28 Homens fisicamente ativos (23,3 ± 3 anos) Treinando em força (1,5 anos)	14	Agachamento total	3	50%	5% (n=15)	11 ± 1,8	156,9 ± 25	3 min	2 grupos	1RM SCM T20 VMP VMP>1m/s VMP < 1m/s	↑RM,↑ SCM, ↑VMP, ↑ VMP>1m/s, ↑VMP<1m/s, ↑T20	X
						20% (n=13)	34,3 ± 11,6	480,5 ± 162				↑RM,↑ SCM, ↑VMP, ↑ VMP>1m/s, ↑VMP<1m/s, ↑T20	X
Rodríguez-Rossel *et al*., 2020	25 Homens (22,2 ± 3,1 anos) Treinados em força (1-3 anos)	16	Agachamento total	3	70-85%	10% (n=12)	2,3 ± 0,2	109,6 ± 2	4 min	2 grupos	1RM SCM T10 T20 VMP VMP>1 m/s VMP<1 m/s	↑ RM,↑ SCM, ↑ T10, ↑ T20, ↑VMP ↑VMP>1 m/s ↑VMP<1 m/s	X
						30% (n=13)	4,8 ± 1,7	228 ± 76,6				↑ RM,↑ SCM, →T10, →T20, ↑VMP ↑VMP>1 m/s ↑VMP<1 m/s	X
Pareja-Blanco *et al,*. 2020	55 Homens (24,1 ± 4,3 anos) Treinados em força (1.5-4 anos)	16	Agachamento total	3	70-85%	0% (n=14)	70%1RM (1,0)	48,0 ± 0	4 min	4 grupos	1RM SCM VM VM>1 VM<1 T10-20 AST	↑ RM, ↑SCM,↑ VM, ↑VM>1m/s ↑VM<1m/s → T10-20	X
							75%1RM (1,0)						
							80%1RM (1,0)						
							85%1RM (1,0)						
						10% (n=14)	70%1RM (3,7± 0,9)	143,6 ± 40,2				↑ RM, ↑SCM,↑ VM, ↑VM>1m/s ↑VM<1m/s → T10-20	X
							75%1RM (3,1 ± 0,8)						
							80%1RM (2,5 ± 0,9)						
							85%1RM (2,2 ± 0,9)						
						20%	70%1RM (4,2 ± 1,2)					↑ RM, ↑SCM,↑ VM, ↑VM>1m/s	X
							75%1RM						

						(n=13)	(3,8 ± 1,2)	168,5 ± 47,4				↑VM<1m/s → T10-20, ↑AST	
							80%1RM (2,9 ± 0,8)						
							85%1RM (2,3 ± 0,8)						
						40% (n=14)	70%1RM (7,6 ± 2,5)	305,6 ± 81,7				↑ RM,↑SCM,↑ VM,↑VM>1m/s, ↑VM<1m/s → T10-20, ↑AST	X
							75%1RM (7,0 ± 2,3)						
							80%1RM (5,3 ± 1,5)						
							85%1RM (4,3 ± 1,5)						
Riscart-López *et al.,* 2021	43 Homens (23,5 ± 6,3 anos) Treinandos em força (1,5 - 4 anos)	16	Agachamento total	3	50-85%	LP 20% (n=11)	50%1RM (11,8±3,7)	320,3 ± 93,3	4 min	4 grupos	1RM SCM T20 VMP VMP > 1m/s VMP<1 m/s	↑1RM ↑SCM ↑T20 ↑VMP ↑VMP > 1m/s ↑VMP<1 m/s	X
							55%1RM (10,4±2,6)						
							60%1RM (8,6±2,6)						
							65%1RM (6,7±3,1)						
							70%1RM (5,5±2,3)						
							75%1RM (4,2±1,4)						
							80%1RM (3,5±1,3)						
							85%1RM (2,6±1,1)						
						UP 20% (n=10)	50%1RM (9,3±2,4)	263,0 ± 60,3				↑1RM ↑SCM ↑T20 ↑VMP ↑VMP > 1m/s ↑VMP<1 m/s	X
							55%1RM (8,6±2,0)						
							60%1RM (6,8±1,5)						
							65%1RM (5,5±1,3)						
							70%1RM (4,6±1,6)						
							75%1RM (3,7±1,1)						

							80%1RM (3,0±0,9)						
							85%1RM (2,4±0,6)						
						RP 20% (n=11)	50%1RM (12,3±4,1)	315,4 ± 85,5				↑1RM ↑SCM ↑T20 ↑VMP ↑VMP > 1m/s ↑VMP<1 m/s	X
							55%1RM (9,8±3,0)						
							60%1RM (8,0±3,4)						
							65%1RM (6,9±2,9)						
							70%1RM (5,2±1,7)						
							75%1RM (4,5±1,4)						
							80%1RM (3,5±1,1)						
							85%1RM (2,3±0,7)						
						CP 20% (n=11)	-	231,8 ± 65,5				↑1RM ↑SCM ↑T20 ↑VMP ↑VMP > 1m/s ↑VMP<1 m/s	X
Rodríguez-Rossel *et al.*, 2021	33 Homens (~22 anos) Treinandos em força (1-3 anos)	16	Agachamento total	3	55-70%	10% (n=)	~4	~180	4 min		1RM SCM T10 T20 VMP NMR		
						30% (n=)	~7	~347					
						45% (n=)	~10	~501					
Sánchez-Medina *et al.*, 2020	29 Homens (26,1±6,3 anos) Treinandos em força (2-4 anos)	16		2 - 4		25% (n=15)	7,3 ± 2,2	363 ± 84,6	3 min	2 grupos	MC VNMR RM NMR	→MC ↑VNMR, ↑ RM, ↓NMR	25% x 50% ↑ RM → ↑ VMP → ↑ VNMR ↓
						50% (n=14)	11,3 ± 3,6	556,3 ± 121,9				→MC ↓VNMR, →RM, ↑NMR	

Nájera-Ferrer *et al.,* 2021	16 Homens (36,4 ± 10 anos) Treinandos em força (2-5 anos)	4	Agachamento Treino aeróbio (TA)	3	60%	20% + TA	10,0 ± 4,9	x	2 min	2 grupos	SCM Lac	↓Lac; ↓SCM	20%+TA x 40%+TA ↓Lac↑ →SCM↓
						40% + TA	14,6 ± 6,0	x				↓SCM; ↑Lac	

LEGENDA: VMP = Velocidade Média Propulsiva; VM = Velocidade Média; RM= Repetições Máximas; SCM= Salto com contramovimento; PV = Perda de Velocidade; YYIRT= teste intermitente de yoyo; T30= teste de 30 metros; TA: Treino aeróbio; Lac: Lactato; AST: Área de Secção Transversa.
Fonte: elaboração própria.

O estudo conduzido por Pareja-Blanco *et al*. (2016) investigou o efeito de dois programas de treinamento de força no exercício de agachamento, que se distinguiram exclusivamente pelo nível de esforço, quantificado pela PV permitida em cada série. Ou seja, os programas se diferiram no grau de fadiga neuromuscular experimentado durante as séries do exercício. A quantificação do nível de esforço foi determinada pela magnitude da perda de velocidade alcançada em cada série, pela velocidade média propulsiva da primeira repetição da série em 20% (PV20%) em comparação com 40% (PV40%) de perda de velocidade, com o objetivo de avaliar as adaptações estruturais e funcionais musculares. Ambas as condições utilizaram a mesma magnitude de carga em cada sessão, aumentando progressivamente de 70% a 85% de 1RM, com um número fixo de 3 séries e intervalos de recuperação entre séries de 4 minutos.

Os resultados deste estudo mostraram que a condição que adotou o limiar de PV40% resultou em uma maior hipertrofia muscular do quadríceps (7,7%) em comparação com a condição adotada pelo limiar de PV20% (4,6%). Além disso, a condição PV40% demonstrou uma redução mais significativa no percentual da cadeia pesada de miosina do tipo IIX, passando de 14,6 ± 8,9% para 7,2 ± 7,6% ($p < 0,001$), em comparação com a condição PV20%, que foi de 17,0 ± 7,4% para 14,8 ± 8,2% ($p > 0,05$). No entanto, a condição de PV20% resultou em ganhos de força no exercício de agachamento, com valores de pré: 106,5 ± 12,2kg para pós: 125,2 ± 12,3kg ($p < 0,001$), similares aos ganhos observados na condição de PV40%, que foram de pré: 104,5 ± 15,1kg para pós: 118,6 ± 20,4kg ($p < 0,001$). Além disso, a condição de PV de 20% promoveu um aumento signficativo no desempenho observado no SCM, com valores pré: 40,5 ± 6,0 cm para pós: 44,2 ± 6,0 cm ($p < 0,001$) em comparação a condição de PV40%, que apresentou valores de pré: 41,0 ± 4,3 cm para pós: 42,5 ± 5,8 cm ($p > 0,05$). Dessa forma, parece que a realização do TF, utilizando apenas o exercício de agachamento a 70%-85% de uma repetição máxima (1RM), com baixo grau de fadiga indicado pelo limiar de PV20% intra-série, induz aumentos significativos no desempenho neuromuscular em comparação à execução do mesmo programa de treinamento com um limiar que resulta em um maior grau ou próximo do máximo de fadiga, como PV40% intra-série. Portanto, com base no

estudo mencionado, contra magnitudes de carga entre 70%-85%1RM no exercício de agachamento, uma PV de 20% intra-série implica a realização de aproximadamente 50% das repetições máximas possíveis, enquanto um limiar de PV40% corresponde a cerca de 70%-80% de repetições máximas possíveis. Porém, os resultados não permitem afirmar que perdas de velocidade nas séries acima de 20% tendem a produzir menores ganhos de força e desempenho esportivo. Ademais, o nível de esforço depende da perda de velocidade na série (volume) mas também da velocidade média da primeira repetição (intensidade relativa), o que varia dependendo do exercício utilizado (Sánchez- Medina; González-Badillo, 2011).

Por outro lado, o conhecimento sobre a respostas observadas com um único exercício não resolve por si só, a questão sobre quais estímulos determinam as adaptações ao treinamento de força. Isso se deve ao fato de que as sessões de treino são normalmente compostas por várias séries de exercícios diferentes, cada qual com um número específico de repetições. Assim, os resultados encontrados nestas investigações que avaliam o estímulo mecânico envolvido na realização de uma única série não permitem inferir o efeito final do treinamento, visto que este conhecimento tem uma importância prática muito limitada para a compreensão do estímulo global de uma sessão de treinamento completa (Crewther *et al.,* 2005; Duffey; Challis, 2007). Além disso, no cenário esportivo atual, devido às restrições de tempo e demandas contextuais, é comum na preparação física sessões que combinam TF a outros componentes do desempenho (Nájere-Ferrer *et al.,*2021; Markov *et al.,* 2022). Por exemplo, no TKD, é comum a estruturação de microciclos com sessões de treinamento com a primeira parte da sessão destinada ao treino de força e a segunda ao treino técnico-tático específico da modalidade. Compreender os efeitos de sessões combinadas sobre a capacidade do organismo de integrar e reagir a diferentes estímulos do treinamento é um fator importante na preparação física (Banister; Carter; Zarkadas, 1999; Busso; Carasso; Lacour, 1991; Busso *et al.,* 1994; Millet *et al.,* 2002; Sanchez *et al.,* 2013; Impellizzeri; Marcora; Couts, 2018; Jeffries *et al.,* 2021). Dessa forma, implementar estratégias que limitem as reduções induzidas pelo excesso de fadiga em variáveis importantes para o desempenho esportivo (Gorostiaga et al., 2012; Tufano; Brown; Haff, 2016) pode

ser necessário, uma vez que as respostas resultantes (efeitos) podem elevar os estímulos e impactar o desempenho em diversas variáveis, tanto a curto quanto a longo prazo (Sousa et al., 2024). Portanto, parece que uma relação ótima durante a combinação de treino de força e treino técnico-tático no TKD pode ser obtida através da autorregulação das repetições intra-série usando limiares de perda de velocidade.

Diante do cenário descrito acima, e considerando que essa questão ainda não está esclarecida pela literatura atual, os desafios dos treinadores, preparadores físicos é encontrar uma configuração do treinamento de força capaz de realçar os efeitos positivos e minimizar as consequências negativas do treinamento sobre os componentes de desempenho, além de outros componentes que determinam a qualidade do treino, a qualidade do estímulo e a capacidade da recuperação do atleta (Taylor *et al.,* 2012; Sousa *et al.,* 2024). O entendimento sobre os efeitos agudos de diferentes configurações do treinamento de força em sessões combinadas com o treino técnico-tático permite aos profissionais selecionar configurações apropriadas para o treinamento de força com o propósito de estabelecer o equilíbrio ótimo entre diferentes momentos da preparação dos atletas.

3.6 *Frequency Speed of Kick Test (FSKT)*

Durante o processo de preparação física do atleta, é crucial conduzir avaliações adequadas dos fatores condicionantes mais relevantes para o seu desenvolvimento (Kraemer *et al.,* 1994; Chaabene *et al.,* 2018). Para melhor compreensão das necessidades impostas às modalidades esportivas de combate (MECs), estudos têm investigado estratégias de treinamento e métodos aplicados a lutadores (Santos *et al.,* 2014; Miarka *et al.,* 2017; Bridge *et al.,* 2014). No TKD, por exemplo, durante uma luta, são realizados inúmeros golpes com os membros inferiores, essas ações determinantes impõem alta demanda ao sistema neuromuscular, uma vez que, tanto na execução de chutes quanto o desempenho anaeróbio, estão relacionados à capacidade de o atleta gerar potência muscular (Campos *et al.,* 2012; Casolino *et al.,* 2012; Bridge *et al.,* 2014), pois envolvem movimentos explosivos como saltos e giros com mudanças

de direção, por exemplo (Kazemi *et al.,* 2006; Kruszewski *et al.,* 2014). Diante desse contexto, principalmente para as MECs, têm sido proposto testes para avaliar a potência muscular, dado que são exigidas ações de alta intensidade com curtos períodos de descanso (Santos *et al.,* 2011; Campos *et al.,* 2012; Bridge *et al.,* 2014).

O teste anaeróbio de Wingate, comumente denominado teste de Wingate (Bar-Or, 1987), é amplamente utilizado para avaliar a potência anaeróbia máxima, potência média, índice de fadiga e capacidade anaeróbia. O teste de Wingate consiste em um esforço supramáximo de 30 segundos, realizado em um cicloergômetro (Vandewalle *et al.,* 1987; Bar-Or, 1987), com carga proporcional à massa corporal do avaliado. O teste fornece alguns índices importantes de componentes da aptidão anaeróbia, como: 1) potência máxima, ou seja, a mais alta potência mecânica gerada durante qualquer período de 3 a 5 segundos da duração do teste (pico de potência); 2) potência relativa, representa o pico de potência dividido pela massa corporal; 3) potência média, que reflete a capacidade dos músculos em realizar movimentos intensos, sustentados por fontes metabólicas aeróbia e anaeróbia; 4) índice de fadiga anaeróbia, que representa o declínio percentual na produção de potência durante o teste, representando a queda no desempenho; e 5) capacidade anaeróbia, medida pelo trabalho total realizado durante o período de 30 segundos (Vandewalle *et al.,* 1987; Bar-Or, 1987; Beneke *et al.,* 2002).

Uma revisão de Bridge *et al*. (2014) apresenta valores de pico de potência em atletas do sexo masculino da categoria adulto de TKD, variando entre 8,4-14,7 W/kg e, para atletas do sexo feminino da categoria adulto, variando entre 6,6-10,2 W/kg. Sadowski *et al.* (2012) chegaram a conclusões similares sobre a capacidade muscular anaeróbia dos membros inferiores, medida pelo teste de Wingate de 30 segundos, avaliando os seguintes indicadores: carga de trabalho ($J \cdot kg^{-1}$), pico de potência ($W \cdot kg^{-1}$), fadiga (%) e o tempo para atingir e manter a(s) potência(s). Foi demonstrado que atletas medalhistas apresentam maior carga de trabalho (231,0 ± 20,8 $J \cdot kg^{-1}$) em comparação com atletas não medalhistas (217,1 ± 17,6 $J \cdot kg^{-1}$), maior pico de potência (9,93 ± 1,05 $W \cdot kg^{-1}$) comparado a atletas não medalhistas (9,32 ± 1,11 $W \cdot kg^{-1}$), atigem mais rápido os valores de pico de potência (6,56 ± 2,03 s) comparado com atletas não

medalhistas (7,23 ± 2,31 s) e mantêm por mais tempo o pico de potência (4,02 ± 1,57 s) contra não medalhistas (3,72 ± 1,40 s). Esses parâmetros são responsáveis pela eficiência e cinética do metabolismo do substrato fosfagênio (ATP e fosfocreatina), e podem influenciar diretamente na velocidade e na força dos chutes realizados pelos atletas. Por exemplo, no chute *bandal tchagui*, atletas medalhistas apresentam um tempo de execução mais rápido (4,24 ± 0,71 s) em comparação aos atletas não medalhistas (4,72 ± 0,62 s).

Embora existam instrumentos para avaliar os componentes anaeróbios, não é consensual na literatura sobre um procedimento padrão-ouro para avaliar a capacidade e potência anaeróbias (Green *et al.,* 1993; Nummela *et al.,* 1996; Gastin, 2001). Uma possível estratégia pode ser apresentada em testes orientados nas características temporais e na contribuição energética da modalidade (Campos *et al.,* 2012; Bridge *et al.,* 2014). Dessa forma, considerar a relação entre esforço:pausa permite ter uma compreensão da complexidade e dinâmica do combate (Kruszewski *et al.,* 2014; Bridge *et al.,* 2014; Miarka *et al.,* 2016). Assim, torna-se relevante a aplicação de testes de desempenho físico que possibilitem ser utilizados para projetar protocolos de treinamento fundamentados na especificidade da modalidade, visando melhorar a transferência do efeito de treinamento. Esses testes também podem ser utilizados com o objetivo de desenvolver jovens atletas, identificar talentos, além de destacar pontos fortes e áreas a serem aprimoradas (Bridge *et al.,* 2014; Chaabane, Negra, 2015; Deweese *et al.,* 2015).

Atualmente, para as MECs, há um crescente interesse da comunidade científica em desenvolver testes de desempenho cada vez mais próximos à especificidade da modalidade. No TKD, por exemplo, os testes que se aplicam à especificidade da modalidade, são demonstrados por testes máximos contínuos (Sant'Ana *et al.,* 2009; Sant'Ana *et al.,* 2017; Araujo *et al.,* 2017) quanto por testes intermitentes (Santos; Valenzuela; Franchini, 2015; Santos; Franchini, 2016; Santos; Loturco; Franchini, 2018; Tayech *et al.,* 2018; Ribeiro *et al.,* 2020, Apollaro *et al*., 2024). Alguns desses testes intermitentes são capazes de inferir sobre a condição anaeróbia dos atletas de TKD e, atualmente, os testes anaeróbios disponíveis para atletas de TKD, consistindo na execução do número máximo de chutes em um tempo determinado (Rocha *et al.,* 2016; Sant´Ana *et*

al., 2014; Tayech *et al.,* 2019). Entre os testes que refletem a especificidade da modalidade, destacam-se o *Taekwondo Anaerobic Test* (TAT) (Sant'Ana *et al.,* 2014), o *Adapted Anaerobic Kick Test* (AAKT) (Oliveira *et al.,* 2015), o *Taekwondo Specific Anaerobic Test* (TSAT) (Rocha *et al.,* 2016), o *Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test* (TAIKT) (Tayech *et al.,* 2018) , o *Frequency Speed of Kick Test* (FSKT) (Santos; Valenzuela; Franchini, 2015; Santos; Franchini, 2016; Santos; Loturco, Franchini, 2018) e o Sistema de teste de chutes (Ribeiro *et al.,* 2020). Testes de curta duração que reproduzem a natureza intermitente imposta pela modalidade parecem ser mais adequados para avaliar o metabolismo anaeróbio dos atletas de TKD. Por exemplo, o *Frequency Speed of Kick Test (FSKT*) é amplamente utilizado em estudos (Villani *et al.,* 2005; Villani; Petrillo; Distaso, 2007; Santos; Valenzuela; Franchini, 2015; Santos *et al.,*2016; Santos; Loturco; Franchini, 2018; Santos et al., 2020).

O *FSKT* foi desenvolvido com o objetivo de investigar o número máximo de chutes através da execução da técnica *bandal tchagui* em um período determinado (Santos; Franchini, 2016). O teste possui dois formatos de execução: 1) *FSKT*10s, que consiste no maior número de chutes possíveis, alternando a perna esquerda e direita em um tempo fixo de 10 segundos e, 2) *FSKT*mult, uma variação do *FSKT*10s, realizada em séries múltiplas, composta por 5 séries de 10 segundos por 10 segundos de intervalo de descanso entre as séries (Santos; Valenzuela; Franchini, 2015; Santos *et al.,* 2016; Santos; Loturco; Franchini, 2018). Tanto, o *FSKT*10s quanto o *FSKT*mult avaliam importantes variáveis de desempenho, incluindo o número de chutes em cada série, o número total de chutes (calculado pela soma dos chutes executados em todas as séries) e o índice de decréscimo de chutes, que reflete a fadiga de desempenho durante o teste (Santos; Franchini, 2018; Santos; Valenzuela; Franchini, 2015). Além disso, foi relatado que o *FSKT* é confiável (Santos; Franchini; Loturco, 2018), sensível ao treinamento específico de TKD (Santos; Franchini, 2016) e capaz de discriminar atletas de TKD do sexo feminino de diferentes níveis competitivos (Santos; Loturco; Franchini, 2018). Ademais, o sistema energético anaeróbico determinante, é crucial durante ações de alta intensidade como chutes (Campos *et al.,* 2012), e o *FSKT* pode ser considerado indicador da capacidade anaeróbia dos atletas de TKD (Santos; Franchini,

2018).

Portanto, identificar medidas práticas que melhor se correlacionam com a especificidade da modalidade, pode auxiliar os treinadores e preparadores físicos a realizar ajustes no treinamento além de selecionar testes apropriados para monitorar variações no desempenho e escolher os melhores métodos ou exercícios (Loturco; Nakamura, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Cuidados éticos

Este projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerias (COEP/UFMG) e aprovado (CAAE: 53043021.7.0000.5149; número do parecer: 5.164.711). Para a condução do mesmo, todos os procedimentos seguiram as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos da resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Inicialmente, os participantes foram informados sobre os objetivos, bem como os possíveis riscos a que estariam expostos, caso aceitassem colaborar com o estudo. Além disso, eles foram comunicados de que a participação seria voluntária e que poderiam desistir no decorrer de qualquer etapa sem a necessidade de apresentarem justificativas, sem sofrer prejuízos. A participação esteve vinculada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I). Por fim, os participantes foram comunicados de que as informações geradas seriam utilizadas exclusivamente para fins científicos e, em caso de publicação dos resultados, suas identidades seriam devidamente preservadas.

4.2 Participantes

A *priori*, foi realizado o cálculo amostral no *Software* G-*Power* (versão 3.1.9.4), utilizando o teste de *Anova two-way* (medidas repetidas, interação entre fatores para 2 momentos) para calcular o número necessário de participantes para o presente estudo. O nível de significância adotado foi de 0,05, poder (1–β err prob) de 0,80, tamanho de efeito médio de 0,25 (Cohen, 1988) e correlação

de 0,83 observada a partir de estimativa da literatura para o teste de desempenho específico da modalidade, *Frequency Speed of Kick Test,* realizado em múltiplas séries (*FKST*mult). De acordo com esses parâmetros o número de participantes representativo foi de 15 sujeitos.

Este estudo foi composto, voluntariamente, por 18 atletas homens de taekwondo. No entanto, por motivos de lesões (2 atletas) e saída voluntária (2 atletas), participaram do estudo 14 atletas de TKD, homens (20,0 ± 2,2 anos; massa corporal: 72,0 ± 7,3 kg; estatura: 182,7 ± 7,3 cm; gordura corporal : 5,95 ± 1,0 %; experiência em treinamento de força: 4,2 ± 2,5 anos; tempo de prática da modalidade: 8,6 ± 1,7 anos; nível competitivo: internacional/nacional). Os atletas foram recrutados em academias e clubes de TKD, em especial os atletas do Centro de Treinamento Esportivo (CTE/UFMG). Os atletas reportaram não possuir nenhuma lesão nos membros inferiores. Os atletas também reportaram não estar em processo de perda de peso de maneira aguda.

4.2.1 Critérios de Inclusão

Foram considerados elegíveis para o estudo atletas: a) que tivessem, pelo menos, 1 ano de prática com o treinamento de força; b) que participassem de competições em nível regional, estadual, nacional e internacional; c) faixas-preta, que possuíssem rotina regular de treinamento de TKD e treinamento de força; d) que não apresentassem lesões musculares que inviabilizassem algum dos procedimentos adotados no estudo ou problema de saúde que limitasse a sua participação.

4.2.2 Critérios de Exclusão

Não foram elegíveis para participar do estudo: a) aqueles que não seguiram as recomendações apresentadas no desenho experimental, b) se lesionaram durante a rotina de treino; c) fizeram ingestão de algum suplemento ergogênico/medicamentos; d) faltaram a duas sessões consecutivas do protocolo experimental.

4.3 Delineamento do estudo

O estudo é de caráter experimental de relação causa e efeito, do tipo *crossover*, randomizado de maneira estratificada, contrabalanceada pela ordem e pela condição de cada visita. O estudo foi conduzido em aproximadamente 5 semanas. Os participantes passaram por diferentes etapas incluindo avaliação para caracterização da amostra, sessões de familiarização, avaliação do perfil carga-velocidade e testes de desempenho neuromuscular por meio de SCM e testes específicos da modalidade avaliado pelo *Frequency Speed of Kick Test* realizado em múltiplas séries (*FKSTmult*). Os protocolos experimentais envolveram aproximadamente 3 semanas, compostos por 2 semanas de intervenção e 1 semana de *washout* (Figura 3). As condições experimentais foram realizadas dentro de um microciclo de treinamento em dias alternados na segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira seguido do treinamento técnico-tático da modalidade. Em dois dias do microciclo (terça e quinta-feira) os atletas realizaram apenas treinamento técnico-tático da modalidade. No sábado e domingo, os atletas realizaram avaliações subjetivas e objetivas. Em todas as condições que antecederam a realização do presente estudo, os participantes realizaram avaliações subjetivas de Percepção da Qualidade Total de Recuperação (QTR); percepção de Bem-estar e, após a realização de cada sessão de treinamento, os participantes responderam a percepção subjetiva de esforço da sessão (PSE-sessão). No sábado, os participantes realizaram testes de SCM e o *FSKTmult* e, no domingo, os participantes responderam as escalas subjetivas (QTR e Bem-estar) e realizaram o teste de SCM.

As condições experimentais foram estabelecidas por meio de duas diferentes configurações do treinamento de força baseado na velocidade, orientado a partir do limiar de perda de velocidade de 20% e 40% intra-séries. Os exercícios que integraram o programa de treinamento de força foram escolhidos devido a transferência em diferentes eixos de produção de força, tanto no eixo horizontal como o eixo vertical: 1) elevação pélvica, 2) supino reto, 3) meio agachamento e 4) levantamento terra, realizado na barra hexagonal. Os exercícios foram realizados pr 3 séries seguindo essa ordem com intervalos entre as séries e entre os exercícios de 120s. Os efeitos das configurações do treino de força sobre as respostas perceptivas e desempenho físico foram

analisados através de avaliações conduzidas pré e pós-sessão. As condições experimentais foram randomizadas e contrabalanceadas pela ordem, sorteadas no *website* (www.randomizer.org). Os participantes foram randomizados de maneira estratificada pela ordem e pela condição de cada visita. A alocação e o processo de randomização foram realizados ao mesmo tempo no início do presente estudo. Os participantes foram numerados sequencialmente e encaminhados para o grupo determinado. Todos os participantes receberam o mesmo tratamento ao longo do período de intervenção.

As análises foram incorporadas antes da rotina de treinamento, portanto, não houve prejuízos para os participantes durante a participação no estudo. A participação em cada condição experimental ocorreu mediante visitas previamente estabelecidas conforme descrito anteriormente em dias distintos com intervalos de *wash-out* de 1 semana entre as condições experimentais.

4.4 Procedimentos

Os procedimentos deste estudo foram conduzidos nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nos locais referidos: 1) Laboratório de Estudos e Pesquisas em Esportes de Combate (LEPEC) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), 2) na sala de treinamento de força do Centro de Treinamento (CTE/UFMG) e 3) na sala de treinamento específico do taekwondo. O estudo foi realizado conforme descrito no item 4.3 desse estudo. Na primeira e na segunda semanas, os participantes foram informados e familiarizados aos procedimentos pelos quais foram submetidos. Nessas etapas foram realizadas avaliações iniciais para obtenção de informações sobre a caracterização dos participantes (APÊNDICE II), familiarização com os exercícios propostos no treinamento de força e testes para determinar a intensidade de carga relativa de treinamento por meio da realização do perfil carga-velocidade (PCV) para cada exercício proposto no presente estudo. Os exercícios propostos no programa de treinamento de força foram: 1) elevação pélvica, 2) supino reto, 3) meio agachamento e 4) levantamento terra, realizado na barra hexagonal. Os participantes iniciaram a fase experimental após um período entre 48 a 72 horas desta etapa.

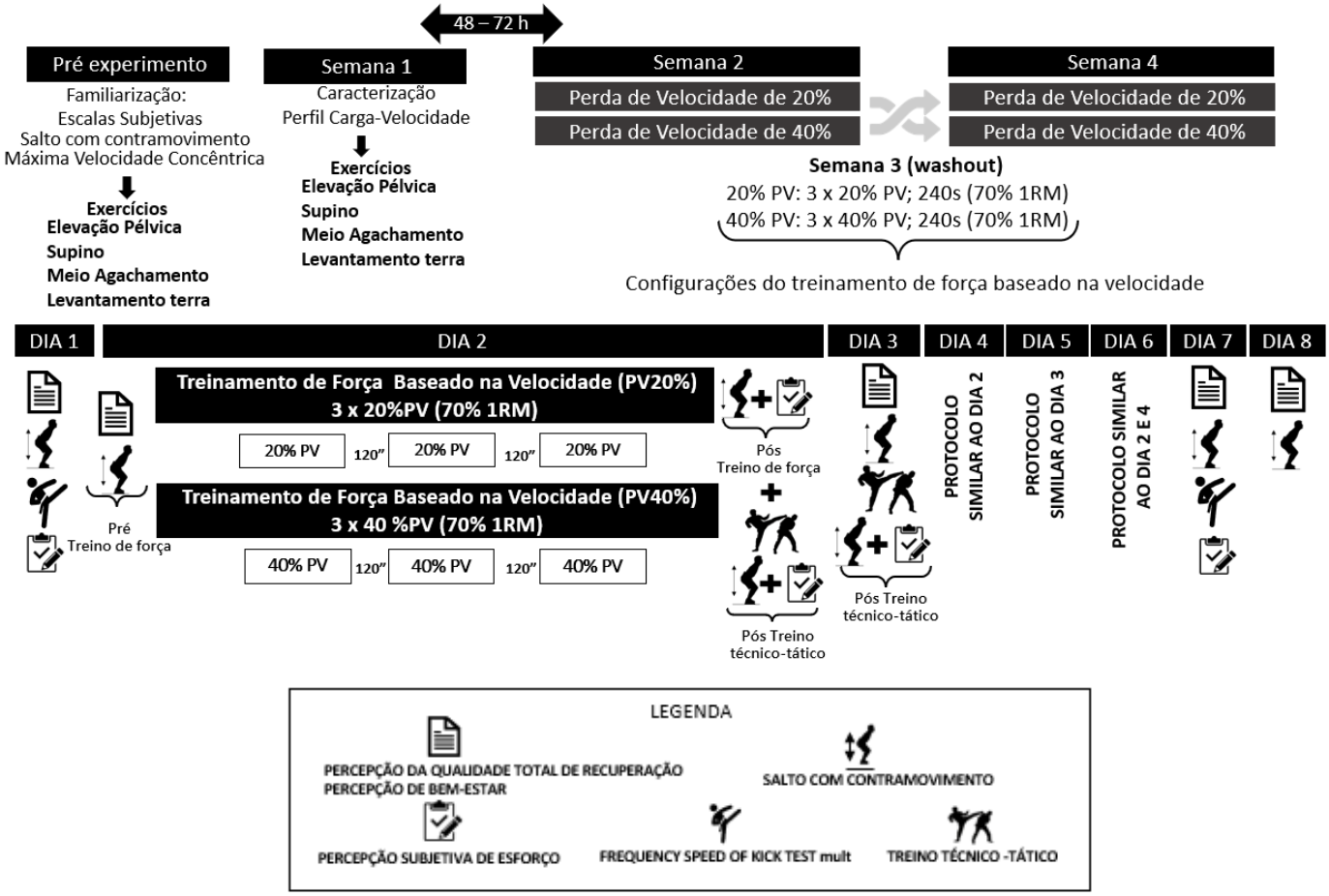
Anteriormente a familiarização, o PCV e as condições experimentais foram realizados aquecimento geral e específico. Após um intervalo de três minutos, as condições experimentais foram iniciadas.

As etapas das condições experimentais foram realizadas pelo treinamento de força baseado na velocidade em duas condições diferentes pelo limiar de perda de velocidade de 20% e 40%. O limiar de perda de velocidade de 20% (PV20%) foi composto por 3 séries a 70% de 1RM com número de repetições autorreguladas intra-série, determinada pela primeira repetição da série, sendo interrompida ao alcançar o limiar estabelecido de 20% de PV, com intervalo entre as séries de 120s, totalizando 240s. O limiar de perda de velocidade de 40% (PV40%) foi composto por 3 séries a 70% de 1RM com número de repetições autorreguladas intra-série, determinada pela primeira repetição da série, sendo interrompida ao alcançar o limiar estabelecido de 40% de PV, com intervalo entre as séries de 120s, totalizando 240s. Entre cada exercício do programa de treinamento de força realizado pela elevação pélvica, supino reto, meio agachamento, e levantamento terra foi padronizado o intervalo de 120s para que fosse realizado o próximo exercício determinado no programa de treinamento. Imediatamente após cada condição do treinamento de força baseado na velocidade o atleta realizou SCM e após 10 minutos respondeu a PSE-sessão. Nos dias em que não houve a condição experimental do treinamento de força, na terça-feira e quinta-feira, os atletas realizaram o treino técnico-tático e, foram analisadas variáveis perceptivas através da qualidade total de recuperação (QTR), percepção de Bem-estar e análise de desempenho neuromuscular através do SCM. A FC foi monitorada durante todo o treinamento técnico-tático e após a realização do treino, os atletas realizaram SCM e responderam a PSE-sessão. No sábado, os atletas responderam as escalas perceptivas e realizaram o teste de desempenho neuromuscular por meio do SCM e desempenho físico, por meio do *FSKTmult*, em seguida, responderam a PSE-sessão. No domingo, os atletas responderam as escalas perceptivas (QTR e Bem-estar) e realizaram o teste de SCM.

Durante o período das avaliações, os participantes foram orientados a não ingerirem bebidas alcoólicas, assim como, não utilizar recursos ergogênicos como alimentos a base de cafeína, nitrato de beterraba e outros suplementos.

Além disso, foram orientados a realizar sua última refeição aproximadamente 3h antes dos procedimentos. Estas informações foram obtidas previamente aos testes por meio de autorrelato dos participantes. Estes procedimentos foram tomados para evitar que qualquer efeito adverso influenciasse no desempenho máximo dos participantes durante a realização dos experimentos e, consequentemente, afetasse os resultados do estudo de maneira sistemática.

Figura 3: Delineamento das condições experimentais durante o microciclo de treinamento.



Fonte: elaboração própria.

4.4.1 Aquecimento geral e específico

Aquecimento geral para as avaliações de Salto vertical contramovimento *Frquency Speed of Kick Test mult*

Os participantes realizaram 3 séries de 3 SCM com intervalo de 30s entre

as séries (Claudino *et al.,* 2017) após um minuto de descanso realizaram o teste de SCM. O aquecimento para a tarefa específica da modalidade, o FSKTmult, consistiu em 2 minutos de deslocamentos característicos da modalidade (stepping) e 3 minutos de chutes característicos da modalidade, ambos realizados em baixa intensidade, mensurada subjetivamente (Mesquita et al., 2019; Ribeiro et al., 2020). Um minuto após o aquecimento, foi realizado o teste do *FSKTmult*.

Aquecimento específico para a condição experimental do treinamento de força

Os participantes realizaram 1 série de 4 repetições, orientada por meio de comando de voz, e executada de forma contínua e controlada. Na fase excêntrica, o tempo variou entre 2s e 3s, com uma pausa momentânea de aproximadamente 1,5s entre as fases excêntrica e concêntrica (Pallarés et al., 2014). A duração das fases excêntrica e isométrica foram ritmadas por comando de voz do pesquisador devidamente familiarizado. O aquecimento seguiu a ordem estruturada no programa de treinamento e foi realizado anteriormente a cada execução da série do exercício, elevação pélvica, supino, meio agachamento, e levantamento terra, realizado na barra hexagonal. Cargas fixas foram adotadas no aquecimento para cada exercício, para o elevação pélvica foi adotado 60 Kg, no supino foi adotado 20 Kg, no meio agachamento foi adotado 40 Kg e no levantamento terra realizado na barra hexagonal foi adotado 30 Kg. Os participantes foram orientados e encorajados a executarem a máxima velocidade concêntrica do movimento em cada repetição e durante a realização do exercício não foram autorizados a lançar e nem soltar a barra. Foi permitida a flexão plantar do tornozelo ao final do movimento, porém sem levantar os dedos do chão. Este procedimento foi supervisionado visualmente por um pesquisador familiarizado com a técnica adequada do movimento durante o teste.

4.4.2 Caracterização e Familiarização

O questionário para a caracterização da amostra foi realizado (APÊNDICE II) e sessões de familiarização foram direcionadas para instruir os

participantes a executarem os exercícios selecionados na máxima velocidade intencionada na fase concêntrica do movimento e, familiarização do SCM. A etapa de familiarização com os exercícios do programa de treinamento de força foram o exercício elevação pélvica, supino reto, meio agachamento e levantamento terra realizado na barra hexagonal. Anteriormente à sessão de familiarização, foi realizado o aquecimento específico conforme descrito no item 4.4.1. Para fornecer dados mais confiáveis, para todos os exercícios, a parte excêntrica do movimento foi padronizada e executada por meio de comando de voz de forma contínua e controlada entre 2s à 3s com uma pausa momentânea entre as fases excêntrica e concêntrica de aproximadamente 1,5s (Pallarés *et al.,* 2014). A duração das fases excêntrica e isométrica foi ritmada por comando de voz por um pesquisador devidamente familiarizado. A familiarização seguiu a seguinte estrutura, para os exercícios meio agachamento, elevação pélvica e levantamento terra realizado na barra hexagonal: 2 séries de 8 repetições com carga fixa de 40 Kg e 2 séries de 6 repetições com carga fixa de 60 Kg. Para o exercício de supino: 2 séries de 8 repetições com carga fixa de 20 Kg e 2 séries de 6 repetições com carga fixa de 30 Kg. Foi adotado intervalo de descanso de 120s entre as séries e de 5 minutos entre os exercícios. Os participantes foram orientados e encorajados a executarem a máxima velocidade concêntrica do movimento em cada repetição e durante a realização do exercício não foram autorizados a lançar e nem soltar a barra. Foi permitida a flexão plantar do tornozelo ao final do movimento, porém sem levantar os dedos do chão. Se uma repetição não atendesse esses requisitos, a série seria descartada e repetida após um descanso de 2 minutos. Este procedimento foi supervisionado visualmente por um pesquisador familiarizado com a técnica adequada do movimento durante o teste. A familiarização foi realizada com no mínimo 2 sessões obedecendo o intervalo de 24 horas entre elas e, caso fosse necessário seria acrescentada uma nova sessão. Os participantes foram familiarizados com o SCM a partir da seguinte instrução: o participante foi orientado a realizar uma ação concêntrica precedida por um movimento preparatório constituído de uma ação excêntrica em aproximadamente 90º de flexão dos joelhos, durante as tentativas. O ângulo de 90º foi determinado por uma faixa elástica colocada paralela ao solo por um tripé. Os participantes foram orientados a permanecerem

com as mãos na cintura durante todo o procedimento (Szmuchrowski *et al.,* 2012) e instruídos a realizar um movimento descendente, seguido de uma extensão completa dos joelhos, mantendo os joelhos e o quadril totalmente estendidos até o contato com o solo. Todos os participantes foram encorajados a realizar esforço máximo e a “saltar o mais alto possível”.

4.4.3 Perfil Carga-Velocidade

O perfil carga-velocidade (PCV) foi adotado individualmente, determinado através do método de múltiplos pontos (García-Ramos *et al.,* 2019), com as respectivas velocidades associadas à cada exercício prescrito conforme estabelecido pela literatura (De Hoyo *et al.,* 2019; Gantois *et al.,* 2022; González-Badillo; Sánchez-Medina, 2010). A determinação individual do PCV tem sido sugerida, visto que o uso de diferentes dispositivos, o uso do parâmetro de velocidade (Velocidade Média, Velocidade Média Propulsiva e Velocidade Pico) (Conceição *et al.,* 2015; García-Ramos *et al.,* 2018; Pérez-Castilla *et al.,* 2019), características dos participantes (por exemplo, sexo e idade, população de atletas e não atletas), exercícios realizados em máquinas ou com peso livre bem como a técnica realizada durante o exercícios (técnicas apenas concêntricas ou excêntricas-concêntricas, balísticas ou não balísticas), podem influenciar a acurácia das equações gerais (Balsalobre-Fernández; García-Ramos; Jiménez-Reyes, 2019; Fernandes; Lamb; Twist, 2018; Pérez-Castilla *et al.,* 2020 ; Thompson *et al.,* 2021). Anteriormente à sessão de familiarização foram realizados os procedimentos de aquecimento geral e específicos conforme descrito no item 4.4.1. A ordem dos exercícios para realizar o PCV seguiu a ordem determinada pela execução do exercício de elevação pélvica; supino reto; meio agachamento e levantamento terra realizado na barra hexagonal. Entre cada execução completa do PCV de determinado exercício foi dado um intervalo de 20 minutos para a realização do próximo exercício conforme a ordem estabelecida. Para todos os exercícios selecionados no programa de treinamento de força os participantes foram orientados a executarem na máxima velocidade concêntrica. Os procedimentos de múltiplos pontos para traçar o PCV seguiu a orientação descrita por García-Ramos *et al.* (2019), sendo os pontos

utilizados em percentuais para realizar os incrementos de carga adotados em aproximadamente 50%, 60%, 70% e 80% de 1RM.

Para o exercício elevação pélvica as respectivas velocidades associadas à carga relativa ao 1RM foi utilizada conforme descrito por De Hoyo *et al.* (2019). A carga absoluta inicial foi fixada em 50 kg para todos os participantes e progressivamente aumentada em incrementos até que a VMP da barra fosse inferior a 0,48 $m.s^{-1}$ que equivale a, aproximadamente, 80% de 1RM para esse exercício. Os incrementos adotados foram de 20 kg até o ponto em que a VMP fosse inferior a 0,60 $m.s^{-1}$. A carga absoluta foi ajustada com incrementos de até 15-10 kg individualmente para cada participante até o ponto em que VMP atingiu 0,48 $m.s^{-1}$ (≈ 80%1RM). Tanto para cargas leves (VPM > 0,60 $m.s^{-1}$) quanto para cargas moderadas (0,60 $m.s^{-1}$ ≤ VMP ≤ 0,48 $m.s^{-1}$), foram realizadas três tentativas.

Para o exercício de supino, as respectivas velocidades associadas à carga relativa ao 1RM foram utilizadas conforme descrito por González-Badillo; Sánchez-Medina (2010). A carga absoluta inicial foi fixada em 20 kg para todos os participantes e progressivamente aumentada até que a VMP da barra fosse inferior a 0,48 $m.s^{-1}$ que equivale a aproximadamente 80% de 1RM para este exercício. Os incrementos adotados foram de 20 kg até o ponto em que a VMP fosse inferior a 0.64 $m.s^{-1}$. A carga absoluta foi ajustada com incrementos de até 15-10 kg individualmente para cada participante até o ponto em que VMP atingiu 0.48 $m.s^{-1}$ (≈ 80%1RM). Tanto para cargas leves (VPM > 0.64 $m.s^{-1}$) quanto para cargas moderadas (0.89 $m.s^{-1}$ ≤ VMP ≤ 0.48 $m.s^{-1}$) foram realizadas três tentativas.

Para o exercício de meio agachamento as respectivas velocidades associadas à carga relativa ao 1RM foi utilizada conforme descrito no estudo de Gantois *et al.* (2022). A carga absoluta inicial foi fixada em 30 kg para todos os participantes e progressivamente aumentada em incrementos até que a VMP da barra seja inferior a 0,52 $m.s^{-1}$ que equivale a aproximadamente 80% de 1RM para este exercício. Os incrementos adotados foram de 20 kg até o ponto em que a VMP seja inferior a 0,64 $m.s^{-1}$. A carga absoluta foi ajustada com incrementos de até 15-10 kg individualmente para cada participante até o ponto em que VMP atingiu o limite estabelecido de 0.52 $m.s^{-1}$ (≈ 80%1RM). Para cargas

leves: VPM > 0,64 $m.s^{-1}$ foram realizadas três tentativas. Para cargas moderadas: 0,64 $m.s^{-1}$ ≤ VMP ≤ 0,52 $m.s^{-1}$ foram realizadas três tentativas.

Para o exercício de levantamento terra realizado com a barra hexagonal, as respectivas velocidades associadas à carga relativa ao 1RM foi utilizada conforme descrito por Gantois *et al.* (2022). A carga absoluta inicial foi fixada em 40 kg para todos os participantes e progressivamente aumentada até que a VMP da barra fosse inferior a 0,57 $m.s^{-1}$ que equivale a, aproximadamente, 80% de 1RM para este exercício. Os incrementos adotados foram de 20 kg até o ponto em que a VMP fosse inferior a 0,71 $m.s^{-1}$. A carga absoluta foi ajustada com incrementos de até 15-10 kg individualmente para cada participante até o ponto em que VMP atingiu 0,57 $m.s^{1}$ (≈ 80%1RM). Para cargas leves: VPM > 0,71 $m.s^{-1}$ foram realizadas, três tentativas. Para cargas moderadas: 0,71 $m.s^{-1}$ ≤ VMP ≤ 0,57 $m.s^{-1}$ foram realizadas três tentativas.

Durante todos os procedimentos, pesquisadores estiveram presentes para garantir a segurança dos participantes. Todos os participantes receberam *feedback* em tempo real da velocidade da barra e incentivo verbal para exercer esforço máximo à cada repetição. Para fornecer dados mais confiáveis, para todos os exercícios a parte excêntrica do movimento foi executada de forma contínua, por meio de comando de voz, e controlada entre 2s a 3s com uma pausa momentânea entre a fase excêntrica para a concêntrica de aproximadamente 1,5s (Pallarés *et al.,* 2014). A duração das fases excêntrica e isométrica foi ritmada, por comando de voz, por um pesquisador devidamente familiarizado. As pausas de descanso entre as repetições para todos os exercícios foram de 2 a 3 minutos para as cargas leves e moderadas. Os participantes foram orientados e encorajados a executarem a máxima velocidade concêntrica do movimento em cada repetição e durante a realização do exercício de membro inferior não foram autorizados a soltar a barra e no exercício de membro superior não foram autorizados a lançar a barra. Foi permitida a flexão plantar do tornozelo ao final do movimento para os exercícios de membro inferiores, porém sem levantar os dedos do chão. Se uma repetição não ocorrer esses requisitos, a série era descartada e repetida após um descanso de 3 minutos. Este procedimento foi supervisionado visualmente por um pesquisador familiarizado com a técnica de levantamento adequada durante o teste. A maior

das três VMP foi registrada para a análise. O PCV individual foi determinado para cada exercício analisado por meio de regressão linear e equação polinomial de segunda ordem para todos os pontos de dados coletados, no *Software* Excel (2016), sendo adotado a maior VMP de cada repetição do respectivo exercício.

4.4.4 Monitoramento da velocidade

Durante a realização dos exercícios de força, elevação pélvica, supino reto, meio agachamento e levantamento terra realizado na barra hexagonal, foi acoplado à barra um transdutor linear da marca Vitruve (Speed4lifts®, Madri, Espanha) para medir a cinemática do movimento. Esse equipamento mede o deslocamento do cabo em resposta às mudanças na posição da barra durante a fase concêntrica a uma taxa de amostragem de 100 *Hz* (Martínez-Cava *et al.,* 2020). O parâmetro de velocidade utilizada durante o monitoramento foi a Velocidade Média Propulsiva (VMP). A fase propulsiva é definida como a porção da fase concêntrica durante a qual a aceleração é maior que a gravidade (ou seja, aceleração > -9,81 m/s²); enquanto a fase de frenagem corresponde ao restante da fase concêntrica, em que a < g. O transdutor de posição linear apresenta ser válido e confiável para registrar a velocidade de movimento para cargas médias e pesadas, com erro absoluto abaixo do critério de erro máximo aceitável (< 5% do 1RM) (Peréz-Castilla *et al.,* 2019; Martínez-Cava *et al.,* 2020). Para uma boa aquisição dos dados, o equipamento deve estar posicionado no chão, preso em um suporte de metal para assegurar a estabilidade do mesmo, disposto perpendicularmente à barra, acoplado através de uma correia de velcro.

4.5 Protocolos experimentais do treinamento de força

Foram realizadas 3 sessões experimentais por semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira) para cada configuração do treinamento de força baseado na velocidade através do limiar de perda de velocidade de 20% e 40%, respectivamente PV20% e PV40%. As condições experimentais foram randomizadas e contrabalanceada pela ordem, sorteadas no *website* (www.randomizer.org). A alocação e o processo de randomização foram realizados ao mesmo tempo no início do presente estudo. Os participantes foram

alocados pelo seu nível de força numerados sequencialmente e encaminhados para a condição determinada. A sequência de alocação aleatória foi realizada por outro pesquisador para evitar qualquer interferência do pesquisador principal do presente estudo. Este procedimento foi realizado de forma que todos os participantes receberam o mesmo tratamento ao longo do período de intervenção. Ao início de cada sessão experimental os participantes reportaram sobre sua percepção de Qualidade Total de Recuperação (QTR) (ANEXO I) e percepção de Bem-estar (ANEXO III) (Kentta; Hassmen, 1998; McLean *et al.,* 2010). Em seguida, os participantes realizaram o aquecimento padronizado conforme descrito no item 4.4.1 e executaram três SCM com intervalo de 15s (Oliveira *et al.,* 2018). Para avaliar o desempenho físico dos atletas, no primeiro dia (baseline) de cada semana da condição experimental (domingo) foi realizado o *FSKTmult*. Foram selecionados quatro exercícios para compor a sessão do treinamento, elevação pélvica, supino reto, meio agachamento e levantamento terra realizado na barra hexagonal. Cada sessão do treinamento foi programada para ter duração de, aproximadamente, 90 minutos determinado pela ordem descrita dos exercícios (Tabela 1).

As configurações do treinamento baseado na velocidade as repetições são baseadas em autorregulação pelo percentual de perda de velocidade de acordo com cada limiar estabelecido, ou seja, não são repetições fixas. Todos os exercícios do programa de treinamento baseado na velocidade (Tabela 1) foram realizados pelo número fixo de 3 séries e foram encerradas quando o participante alcançasse o limiar intra-série de 20% ou de 40% da perda de velocidade em relação a primeira repetição executada na série. A distribuição e duração do intervalo de descanso foram de 120s entre as séries, totalizando 240s de intervalo de descanso. Para monitorar a velocidade foi afixado à barra um transdutor linear portátil da marca *Vitruve* (Speed4lifts®, Madri, Espanha). O nível de esforço foi identificado pela análise da magnitude percentual da perda de velocidade. Tem sido reportado que o percentual de perda de velocidade é um excelente indicador de fadiga neuromuscular (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011). No presente estudo, o nível de esforço foi classificado considerando um conjunto de evidências que apontam que para a redução de velocidade a partir da primeira repetição da série para a última repetição da

seguinte forma: baixo (<10%), moderado (entre 11% a 20%), alto (21% a 30%) e muito alto (>31%) (Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Rodríguez-Rosell *et al.,* 2018; Weakley *et al.,* 2020c; Galiano *et al.,* 2020; Sánchez-Moreno *et al.,* 2021). No presente estudo foi determinado a perda de velocidade de 20% e 40%. A determinação destes limiares de perda de velocidade foi adotada a partir da análise de estudos prévios demonstrarem que a perda de velocidade pode ser utilizada para finalizar as repetições intra-série e, ao fazê-lo, visar adaptações específicas ao treinamento (Pareja-Blanco *et al.,* 2016; González-Badillo *et al.,* 2017; Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Weakley *et al.,* 2020a; Pareja-Blanco *et al.,* 2019; Gantois *et al.,* 2021; Nájere-Ferrer *et al.,* 2021).

Todas as sessões foram conduzidas no mesmo horário do dia para evitar os efeitos dos ciclos circadianos sobre o desempenho neuromuscular (Pallarés *et al.,* 2014). Para todas as configurações do treinamento de força baseado na velocidade do presente estudo as intensidades referente à carga foram equalizadas determinada a 70% de 1RM, assim como o PCV foi obtido individualmente e todas as sessões do treinamento de força foram monitoradas pela velocidade. A escolha da intensidade relativa a carga de 70% foi adotada com base na análise de evidências que demonstraram que essa intensidade compõem um espectro de carga no qual o indivíduo consegue produzir alta quantidade de potência mecânica e em determinados exercícios como no exercício de meio agachamento coincide com a carga ótima de potência (Gantois *et al.,* 2022; Loturco *et al.,* 2013a; Morán-Navarro *et al.,* 2021; Sánchez-Medina *et al.,* 2014). Ademais, estudos apontam que independente da configuração adotada e planejamento das cargas (Franchini *et al.,* 2014; Loturco *et al.,* 2013; Loturco *et al.,* 2013b; Riscart-López *et al.,* 2020) as quais podem variar de 50% a 85% de 1RM, os grupos apresentam respostas similares observadas em variáveis de desempenho físico e ganhos de força. Além disso, em períodos mais próximos da competição devido a especificidade imposta pela modalidade é usual atletas de TKD treinarem com a intensidade relativa a 70% de 1 RM.

O intervalo de descanso para realizar o próximo exercício estabelecido pela sequência do programa de treinamento de força, ao final da 3ª série, foi padronizado em 120s, visto que, é o suficiente para a restabelcer a ressíntese de ATP e PCr (Willardson; Burkett, 2008). Foram realizados o total de 6 sessões

do treinamento de força randomizadas de maneira estratificada e contrabalanceada pela ordem e pela condição de cada visita correspondendo a uma semana direcionada a cada configuração determinada pelo limiar de perda de velocidade de 20% ou 40%. De tal forma todos os participantes receberam o mesmo tratamento ao longo do período de intervenção intercalado por uma semana de *washout* entre as condições.

Tabela 1: Características descritivas do programa de treinamento de força com os exercícios de Elevação pélvica, Supino reto, Meio agachamento e Levantamento terra para os dois protocolos experimentais.

Programação	**Sessão 1**	**Sessão 3**	**Sessão 5**
Exercício selecionado	Séries x PV (%)	Séries x PV (%)	Séries x PV (%)
Elevação pélvica	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)
Supino reto	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)
Meio agachamento	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)
Levantamento terra na barra hexagonal	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)	3 x PV 20% (70% 1 RM) ou 3 x PV 40% (70% 1 RM)

Nota: PV= Perda de velocidade; %1 RM: Percentual de 1 repetição máxima.
Obs.: as condições experimentais foram randomizadas e contrabalanceadas pela ordem.
Fonte: elaboração própria.

4.5.1 Protocolos de exercícios do treinamento de força

Elevação Pélvica

O exercício elevação pélvica foi realizado na barra livre conforme protocolo descrito por Contreras; Cronin e Schoenfeld, (2011) e, De Hoyo *et al.* (2019). Todos os participantes mantiveram a parte superior das costas em um banco; os pés ligeiramente mais afastados em relação a largura dos ombros, com os dedos apontados para a frente ou ligeiramente para fora. A barra foi

acolchoada para melhor conforto e segurança e colocada sobre os quadris dos participantes. Os participantes foram instruídos a segurar a barra conforme padrão utilizado normalmente no treinamento. A orientação para realizar o movimento foi empurrar a barra para cima, realizando uma extensão do quadril, mantendo a coluna e a pelve neutra. O posicionamento dos pés e largura da pegada foram medidos e mantidos durante todas as sessões de testes. Os participantes foram instruídos a realizar a fase concêntrica do movimento com máxima velocidade intencionada. A flexão plantar do tornozelo foi permitida ao final do movimento, porém, sem levantar os dedos do chão.

Supino reto

Os participantes realizaram o exercício, supino reto, conforme protocolo descrito por Ronai (2018). O alinhamento adequado na posição inicial para realizar o exercício de supino reto deve ser realizado em decúbito dorsal. A cabeça, ombros e quadris devem manter contato no banco, e ambos os pés devem ser posicionados na largura dos ombros e apoiados firmemente no chão. A barra deve ser agarrada em pronação e as mãos devem ser afastadas um pouco mais do que a largura dos ombros. Os cotovelos devem estar em extensão próxima, mas não total, com os punhos mantidos rígidos e alinhados diretamente sobre os cotovelos. Mantendo a cabeça e o pescoço alinhados com o tronco, focando os olhos diretamente acima da cabeça e a coluna lombar e o tronco rígidos, a barra deve ser levantada dos suportes de segurança estendendo os cotovelos. Em seguida, a barra foi posicionada diretamente acima dos olhos. Todas as repetições começaram e terminaram nessa posição. Os participantes selecionaram a largura da pegada conforme padrão que já utilizam no treinamento que foram medidas e mantidas constantes durante todas as sessões de testes. Os participantes foram instruídos a realizarem a fase concêntrica do movimento com máxima velocidade intencionada, bem como não foram autorizados a lançar e nem soltar a barra.

Meio agachamento

O exercício de meio agachamento foi realizado na barra livre conforme

protocolo descrito por Fonseca *et al.* (2020). Para a realização do exercício de meio agachamento os participantes começaram a partir da posição vertical com os joelhos e quadris totalmente estendidos, pés posicionados aproximadamente a largura dos ombros, os dedos apontados para frente ou levemente para fora. A barra foi apoiada nas costas ao nível do acrômio, na porção superior do músculo trapézio. Os participantes foram instruídos a segurar a barra conforme padrão utilizado normalmente nos seus treinamentos. O posicionamento dos pés e largura da pegada foram medidos e mantidos durante todas as sessões de testes. Os participantes realizaram a descida de forma contínua com flexão de joelhos a aproximadamente 90º e então imediatamente inverter o movimento para retornar à posição vertical. Uma caixa de altura regulável, de acordo com a altura de cada voluntário, foi utilizada para padronizar o movimento. Os participantes foram instruídos a realizar a fase concêntrica do movimento com máxima velocidade intencionada. A flexão plantar do tornozelo foi permitida ao final do movimento, porém, sem levantar os dedos do chão.

Levantamento terra

O exercício levantamento terra foi realizado na barra hexagonal. Os participantes realizaram a técnica conforme protocolo descrito por Lockie e Lazar (2017). Para o exercício de levantamento terra com a barra hexagonal, o movimento inicia com a barra no chão com o tronco em extensão. O indivíduo deve entrar na estrutura da barra hexagonal e se posicionar de forma que fique alinhado com as alças e o peso. Os pés devem estar aproximadamente na largura dos ombros, com os dedos dos pés apontando para a frente ou ligeiramente para fora devido à rotação externa dos quadris. O indivíduo deve agachar flexionando os quadris, joelhos e tornozelos para agarrar as alças com uma pegada neutra e fechada. Os ombros devem estar alinhados com as alças, e a cabeça e o peito devem ser posicionados de forma a permitir a curvatura natural da coluna. Os quadris devem estar mais baixos que os ombros por causa da flexão nos quadris e joelhos. O trapézio e as costas devem estar relaxados e em um leve estado de alongamento. Os pés devem estar apoiados no chão, com o peso do corpo equilibrado uniformimente entre esses 2 pontos de contato. A fase concêntrica do movimento deve ser realizada com tripla extensão mantendo

a coluna ereta e ombros retraídos (ligeiramente atrás do eixo vertical). Foi analisado o padrão do tornozelo quanto a extensão. A flexão plantar do tornozelo foi permitida ao final do movimento, desde que os dedos permanecessem em contato com o solo. Além disso, os participantes foram instruídos a evitar a flexão dos cotovelos e o encolhimento dos ombros. Os participantes foram instruídos a realizar a fase concêntrica com máxima velocidade intencionada. A transição da fase concêntrica para a fase excêntrica ocorreu com barra apoiada no solo.

4.6 Protocolos experimentais do treino técnico-tático

Ao início de cada sessão técnico-tática os participantes reportaram sobre a QTR (Kenttä; Hassmén, 1998) (ANEXO I) e a percepção de Bem-estar (McLean *et al.,* 2010) (ANEXO IV). Em seguida, os participantes executaram três SCM com intervalo de 15s entre eles (Oliveira *et al.,* 2018). O treinamento técnico-tático, foi prescrito pelo treinador responsável da modalidade. Todas as sessões de treinamento técnico-tática foram padronizadas para ter a carga de treinamento semelhantes. As sessões tiveram o mesmo tempo de duração total e a mesma relação esforço:pausa. As sessões foram compostas por meio de exercícios gerais e específicos realizados na área de treinamento da modalidade (ANEXO II). Para as atividades realizadas em duplas, as mesmas foram mantidas durante todas as sessões do microciclo de 7 dias de treinamento, em todas as condições do presente estudo. Ao término de cada sessão do treinamento técnico-tático, os participantes relataram a PSE 30 minutos após a sessão, conforme proposto por Foster *et al.* (2001). A PSE-sessão foi avaliada por meio da escala CR100 de Borg; Borg em 2002 (ver ANEXO III).

4.7 Variáveis analisadas

4.7.1 Caracterização geral

O questionário para a caracterização dos participantes teve por objetivo acessar informações sobre a rotina de treinamento, nível competitivo, tempo de prática na modalidade, experiência com o treinamento de força e informações sobre utilização de suplementos alimentares, ingestão de medicamentos, através

de recordatório alimentar e medidas antropométricas (APÊNDICE II).

4.7.2 Variáveis antropométricas

As mensurações antropométricas seguiram as recomendações da *International Society of Advanced Kinanthropometry (ISAK)* (Marfell-Jones *et al.,* 2006).

Massa corporal (kg): foi aferida com o participante em pé, localizado no centro da plataforma em posição anatômica, descalço com vestimentas leves. O participante foi orientado a evitar qualquer tipo de movimento durante a mensuração. A medida foi realizada em uma balança eletrônica (Welmy®, São Paulo, Brasil) devidamente calibrada com capacidade máxima de 200 kg e precisão de 50 gramas.

Estatura corporal (cm): foi realizada com o atleta descalço, sendo orientado a manter os calcanhares unidos com a cabeça alinhada no plano *Frankfurt*. A medida considerada foi a distância dos pés até o ponto mais alto da cabeça e durante a aferição o mesmo se manteve em apnéia. A estatura foi identificada através de um estadiômetro acoplado a balança digital, com precisão de 0,5 cm.

Composição corporal: foi realizada através de medidas de dobras cutâneas utilizando um adipômetro da marcaLange®, com precisão de 1 mm. O percentual de Gordura Corporal (%GC) foi avaliado por meio da utilização do protocolo de quatro dobras (abdominal, supra ilíaca, tricipital e coxa) proposto por Jackson e Pollock (1985). Foram realizadas três medidas não consecutivas em cada uma das dobras. Se a diferença entre a menor e a maior medida fosse superior a 5%, estas foram novamente aferidas. O valor considerado para mensuração foi equivalente à mediana das medidas obtidas em cada ponto, de forma que os valores extremos foram eliminados. O %GC foi estimado através da equação específica.

Equação 1 - Cálculo do %GC para homens

$$\%GC_{Homens} = 0{,}29288*(\Sigma 4DC) - 0{,}0005*(\Sigma 4DC)2 + 0{,}15845*(idade) - 5{,}76377$$

Informações: %GC: Percentual de gordura corporal; Σ4DC: Somatório das 4 dobras cutâneas.
Fonte: JACKSON; POLLOCK, 1985.

4.7.3 Percepção de Bem-estar

Percepção de Bem-estar foi mensurada através de questionário de McLean *et al.* (2010) (ANEXO IV). Trata-se de um instrumento rápido e de fácil compreensão que avalia subjetivamente comportamentos relacionados ao Bem-estar associado à fadiga, qualidade do sono, dor muscular, nível de estresse e de humor. Cada um desses componentes são quantificados individualmente em escores de pontuações que variam entre 1 e 5. O questionário foi coletado anteriormente a cada sessão de treinamento. O Bem-estar geral foi determinado pela soma das cinco pontuações. O objetivo da utilização do questionário de Bem-estar é identificar possíveis sinais e sintomas relacionados a sobrecarga do treinamento, incluindo níveis de fadiga crônica, estagnação ou queda de desempenho, além de alterações associadas ao humor (McLean *et al.,* 2010) sendo, os valores mais altos associados a uma pior percepção de Bem-estar geral. A escala de Bem-estar apresenta sensibilidade às alterações da carga de treino, capaz de estimar o *output* físico em ações de alta intensidade em esportes coletivos (McLean *et al.,* 2010).

4.7.4 Percepção da Qualidade Total de Recuperação

A percepção da Qualidade Total da Recuperação (QTR), proposta por Kenttä; Hassmén (1998), é um instrumento comumente utilizado para avaliar a percepção de recuperação. A QTR foi estruturada em torno da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de forma que o processo de recuperação possa ser monitorado e comparado com as respostas de percepção do treinamento (Kenttä; Hassmén, 1998). Além de suas vantagens tais como baixo custo, fácil e rápida aplicação é um instrumento sensível que pode ajudar com o planejamento das cargas de treinamento e monitoramento da recuperação em atletas (Kenttä; Hassmén, 1998). A QTR foi aplicada antes de cada procedimento

do qual o participante respondeu a seguinte pergunta: “Como você se sente em relação a sua recuperação?”. A QTR é uma escala que varia de 6 pontos (nada recuperado) a 20 pontos (totalmente bem recuperado) (ANEXO I). O maior nível de recuperação percebida está associado a valores mais elevados. Foi apresentada ao participante uma versão impressa da escala.

4.7.5 Percepção Subjetiva de Esforço da sessão

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), foi mensurada pela escala *category ratio* (CR) 100 de Borg (Borg; Borg, 2002) (ANEXO II). O instrumento é composto por uma escala que varia de 0 a 100, sendo “0” indicativo de intensidade semelhante ao repouso e “100” esforço máximo. A escala possui descritores que indicam classificam o esforço percebido pelo participante. Após trinta minutos, ao término da sessão de treino, a seguinte pergunta foi realizada: “Como foi a sua sessão de treino?”. Inicialmente, o indivíduo escolhe um descritor, aquele que mais se aproxime de sua percepção relacionada ao nível de esforço da sessão de treinamento e posteriormente indica um número correspondente de acordo com a escala. A quantificação da carga interna de treinamento (Foster *et al.,* 1996; Foster *et al.,* 2001) consiste no produto entre a intensidade, representado pelo valor escolhido na escala, e o volume, tempo total da duração da sessão em minutos, expressa em unidades arbitrárias (u.as). Para os dias em que foram realizadas duas sessões de treinamento (treino de força e treino técnico-tático), a carga interna foi representada pela média das duas sessões.

4.7.6 Salto com contramovimento

Os participantes realizaram testes por meio de saltos verticais como uma medida indireta de potência muscular dos membros inferiores (Claudino *et al.,* 2017). Inicialmente, os participantes realizaram o aquecimento, composto por 3 séries de 3 saltos com contramovimento com intervalo de 30 segundos entre as séries (conforme descrito no item 4.4.1). O teste consistiu na realização de 3 SCM, com 15s de intervalos entre eles (Oliveira *et al.,* 2018). No SCM a ação concêntrica é precedida por um movimento preparatório constituído de uma ação excêntrica em aproximadamente 90º de flexão dos joelhos, durante as tentativas.

Os participantes foram orientados a permanecerem com as mãos na cintura durante todo o procedimento (Szmuchrowski *et al.,* 2012) e instruídos a realizarem um movimento descendente, seguido de uma extensão completa das pernas, mantendo os joelhos e o quadril totalmente estendidos até o contato com o solo para garantir a validade do teste. Todos os participantes foram encorajados a realizar esforço máximo e “saltar o mais alto possível”. A altura do salto foi determinada usando o tapete de contato (Elite jump-S2 Sports, São Paulo, Brasil). A média da altura do SCM foi utilizada como medida de desempenho e registrada para análise.

4.7.7 Avaliações de desempenho físico

Foram avaliadas medidas de desempenho físico como:potência, velocidade e aptidão física anaeróbia. Tais medidas foram obtidas por meio de: SCM, pelo transdutor de posição linear de velocidade e *FSKTmult*. O SCM foi realizado como medida indireta para inferir sobre a potência muscular dos membros inferiores (Claudino *et al.,* 2012). Foram realizados os procedimentos de SCM em diferentes momentos: para os dias em que tiveram as sessões experimentais do treinamento de força (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira): pré e pós-sessão. E para os mesmos dias, após a treino técnico-tático. Para os dias que não tiveram condição experimental (terça-feira, quinta-feira, sábado e domingo), o SCM foi realizado pré-sessão e pós-sessão. Para avaliar a velocidade, foi utilizado o dispositivo eletrônico da marca Vitruve (Speed4lifts®, Madri, Espanha) nos exercícios do programa de treinamento de força para: elevação pélvica, supino reto, meio agachamento e levantamento terra realizado com a barra hexagonal. Esse dispositivo registra o deslocamento da barra e converte em sinal digital que pode ser transformado em medidas de velocidade por meio de *softwares* específicos. Para avaliar o desempenho anaeróbio foi realizado o teste específico da modalidade o *Frequency Speed of Kick Test* realizado em múltiplas séries*,* denominado de *FSKTmult* (Santos; Franchini, 2018). O *FSKTmult* consiste em múltiplas séries no qual o atleta deve desferir a maior quantidade de chutes *bandal tchagui,* alternando as pernas, em 5 séries de 10 segundos por 10 segundos de intervalo de descanso entre as séries

(Santos; Valenzuela; Franchini, 2015; Santos *et al.,* 2016; Santos; Loturco; Franchini, 2018). O *FSKTmult* apresenta importantes variáveis de desempenho, observadas pelo número de chutes em cada série, pelo número total de chutes, expresso pela somatória dos chutes executados em todos as séries e o índice de decréscimo de chutes (IDC) que indica o decréscimo de desempenho durante o teste (Santos; Franchini, 2018; Santos;Valenzuela; Franchini, 2015). O teste foi realizado em um boneco de *sparring* (Boomboxe, São Paulo, Brasil) utilizado nos treinamentos da modalidade.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos dados por meio de média e desvio-padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*, e a homoscedasticidade das variâncias foi analisada pelo teste de Levene. Foi utilizado a análise de variância não paramétrica de medidas repetidas, Anova *Two-way* de medidas repetidas, em três cenários: (1) 2 condições (PV 20% e PV 40%) x 3 sessões (sessão 1, sessão 3 , sessão 5); (2) 2 condições (PV 20% e PV 40%) x 8 momentos (Baseline, sessão 1 , sessão 2, sessão 3, sessão 4, sessão 5, sessão 6 e sessão 7) e (3) 2 condições (PV 20% e PV 40%) x 2 momentos (Pré e Pós). Para determinar os principais efeitos e interações foram utilizados especificamente o modelo F2-LD-F1 (R Software Package: nparLD) (Noguchi *et al.,* 2012). Para o tamanho de efeito nas análises foi utilizado o *eta* parcial ao quadrado (ηp^2). Quando necessário foi utilizado o *Posthoc Pairwise* Wilcoxon. A seguinte escala foi utilizada para classificação do tamanho do efeito: trivial (> 0,01), pequeno (0,01 a 0,05), moderado (0,06 a 0,13) e grande (≥ 0,14).

6. RESULTADOS

6.1 Intervenção do treinamento de força

Os dados referentes à intervenção do treinamento de força estão apresentados na Tabela 2. A intervenção do treino de força ocorreu em três sessões (sessão 1, sessão 2 e sessão 3) e em diferentes condições (PV 20% e PV 40%) ao longo de um microciclo de 7 dias. Para a medida volume-carga das

sessões foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F= 82,382; p< 0,001; ηp²= 0,870 (grande)], sendo maior para a condição PV 40%. Para as sessões [F= 51,837; p< 0,001; ηp²= 0,595 (grande)], em que a sessão 1 apresentou maior volume-carga quando comparado com a sessão 3 (p=0,018) e 5 (p=0,003). Não houve diferença significativa para a interação [F=0,120; p=0,941; ηp²=0,073(moderado)].

Para a medida de PSE das sessões do treinamento de força foram identificadas diferenças significativas entre as condições [F= 16,089; p< 0,001; ηp²= 0,522 (grande)], sendo a condição PV40% com maior escore de PSE quando comparado com PV 20%. Para as sessões [F= 0,213; p= 0,898; ηp²= 0,012 (moderado)] e interação [F= 0,360; p= 0,835; ηp²< 0,01(trivial)], não foram indentificados diferenças significativas.

A ANOVA não paramétrica com medidas repetidas foi utilizada para comparar as condições PV 20% e PV 40%, para os exercícios de Elevação Pélvica (6.1.1), Supino (6.1.2), Meio Agachamento (6.1.3) e Levantamento Terra (6.1.4), nas diferentes sessões do treinamento de força.

Tabela 2. Características das sessões de treinamento de força ao longo do microciclo.

Variáveis/Grupo	Sessão 1	Sessão 3	Sessão 5
Volume-carga			
PV20%# (kg)	1434 ± 815	1203 ± 716	1097 ± 622
PV40%# (kg)	2225 ± 1135	1840 ± 953*	1936 ± 1106*
PSE			
PV20%#	5,8 ± 1,3	5,6 ± 1,5	5,9 ± 1,7
PV40%#	7,6 ± 2,0	7,4 ± 1,2	7,6 ± 2,0
Melhor VMP Elevação pélvica			
PV20% (m/s)	0,66 ± 0,10	0,64 ± 0,10	0,63 ± 0,11
PV40% (m/s)	0,63 ± 0,12	0,62 ± 0,12	0,62 ± 0,11
PV (%) Elevação pélvica			
PV20%# (m/s)	21,8 ± 5,9	22,6 ± 5,1	22,3 ± 6,4
PV40%# (m/s)	41,6 ± 9,4	40,3 ± 12,0	42,1 ± 12,1
Nº de Rep.Elevação pélvica			
PV20%#	5,9 ± 2,6	5,2 ± 3,0	4,3 ± 1,7
PV40%#	9,9 ± 3,4	8,4 ± 3,1*	8,3 ± 3,0*
Melhor VMP Supino			
PV20% (m/s)	0,69 ± 0,09	0,75 ± 0,11$	0,73 ± 0,11
PV40% (m/s)	0,74 ± 0,11	0,72 ± 0,10	0,73 ± 0,11
PV (%) Supino			
PV 20%# (m/s)	21,4 ± 5,7	21,9 ± 4,9	21,0 ± 6,6
PV40%# (m/s)	47,0 ± 6,7	45,7 ± 7,2	44,5 ± 6,7
Nº de Rep.Supino			
PV20%#	4,0 ± 1,2	3,7 ± 1,3	4,0 ± 1,4
PV40%#	6,9 ± 2,0	6,5 ± 2,0	5,9 ± 1,7
Melhor VMP Meio Agachamento			
PV20% (m/s)	0,63 ± 0,14	0,64 ± 0,13	0,64 ± 0,11
PV40% (m/s)	0,62 ± 0,10	0,59 ± 0,11	0,63 ± 0,16
PV (%) Meio Agachamento			
PV20%# (m/s)	21,9 ± 4,9	20,7 ± 6,3	20,8 ± 5,9
PV40%# (m/s)	39,6 ± 14,0	40,3 ± 12,6	42,9 ± 13,4
Nº de Rep. Meio Agachamento			
PV20%#	6,0 ± 3,6	5,3 ± 3,1	4,6 ± 2,5
PV40%#	9,8 ± 3,7	7,7 ± 3,3	8,3 ± 4,1
Melhor VMP Levantamento terra			
PV20% (m/s)	0,62 ± 0,12	0,62 ± 0,09	0,62 ± 0,08
PV40% (m/s)	0,61 ± 0,10	0,62 ± 0,10	0,62 ± 0,10
PV (%) Levantamento terra			
PV20%# (m/s)	17,6 ± 7,4	21,9 ± 6,7	19,0 ± 7,5
PV40%# (m/s)	33,9 ± 16,8	36,0 ± 12,4	41,9 ± 12,3
Nº de Rep. Levantamento terra			
PV20%#	6,0 ± 3,2	4,4 ± 2,2	4,3 ± 2,7
PV40%#	8,1 ± 3,8	6,6 ± 3,1*	7,6 ± 4,5*

Nota: PV: Perda de Velocidade; PSE: Percepção subjetiva de esforço; VMP: Velocidade Média Propulsiva; Nº de Rep: Número de Repetições; m/s: metros por segundo; # Diferença

significativa ($p< 0,05$) entre as condições (PV20% e PV40%); * Diferenças estatisticamente significativas em relação a sessão 1 ($p< 0,05$); $^{\$}$ Diferença significativa na interação em relação a Sessão 1 ($p< 0,05$).
Fonte: elaboração própria.

6.1.1 Elevação pélvica

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa na VMP entre as condições [$F= 2,997$; $p= 0,083$; $\eta p^2= 0,091$ (moderado)], nas sessões [$F= 1,077$; $p= 0,583$; $\eta p^2= 0,053$ (pequeno)] e na interação [$F= 0,696$; $p= 0,705$; $\eta p^2= 0,033$ (pequeno)]. Para a medida de percentual da perda de velocidade os resultados indicaram diferença significativa entre as condições [$F= 103,486$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,920$ (grande)], sendo maior para a condição PV 40%, mas não indicaram diferenças significativas para as sessões [$F= 0,458$; $p= 0,795$; $\eta p^2= 0,008$ (moderado)] e interação [$F= 1,437$; $p= 0,487$; $\eta p^2= 0,022$ (pequeno)].Para a medida de número de repetições foram observadas diferenças significativas nas condições [$F= 73,144$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,769$ (grande)], sendo maior para a condição PV 40%; nas sessões [$F= 25,205$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,439$ (grande)], em que a sessão 1 apresentou um maior número de repetições quando comparado com as sessões 3 ($p= 0,012$) e 5 ($p< 0,001$). Não houve interação [$F= 1,288$ $p= 0,525$; $\eta p^2= 0,039$ (pequeno)].

6.1.2 Supino

Não foram encontradas diferenças significativas na VMP entre as condições [$F= 0,027$; $p= 0,869$; $\eta p^2< 0,001$ (pequeno)], e nas sessões [$F= 1,591$; $p= 0,451$; $\eta p^2= 0,086$ (moderado)]. No entanto, houve interação [$F= 9,551$; $p= 0,008$; $\eta p^2= 0,226$ (grande)]. O *post hoc pairwise Wilcoxon* revelou diferença na interação para a condição PV 20% em que os valores de VMP foram maiores na sessão 3 do que comparado na sessão 1 ($p= 0,032$). Para a medida de percentual da perda de velocidade os resultados indicaram diferença significativa entre as condições [$F= 243,424$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,984$ (grande)], sendo maior para a condição PV 40%. Não foram encontradas diferenças significativas nas sessões [$F= 0,932$; $p= 0,627$; $\eta p^2= 0,058$ (pequeno)] e interação [$F= 3,685$; $p= 0,158$; $\eta p^2= 0,062$ (moderado)]. No que diz respeito ao número de repetições, os

resultados indicaram diferença significativa entre as condições [F= 66,041; p< 0,001; ηp²= 0,771 (grande)], sendo maior para a condição PV 40%. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas nas sessões [F= 3,477; p= 0,175; ηp²= 0,214 (grande)] e interação [F= 4,426; p= 0,109; ηp²= 0,251 (grande)].

6.1.3 Meio Agachamento

Para a medida de VMP foi identificado diferenças significativas entre as condições [F=4,277; p=0,038; ηp²=0,387 (grande)], sendo maior para a condição PV 40%. Não foram identificadas diferenças significativas nas sessões [F= 1,407; p= 0,494; ηp²= 0,066 (moderado)] e interação [F= 4,751; p= 0,092; ηp²= 0,072 (moderado)]. Em relação a medida de percentual de perda de velocidade foram encontradas diferença significativa entre as condições [F= 239,686; p< 0,001; ηp²= 0,984 (grande)], sendo a PV 40% maior do que a PV 20%. Não foram encontradas diferenças significativas nas sessões [F= 0,352; p= 0,838; ηp²= 0,038 (pequeno)], e interação [F= 3,324; p= 0,189; ηp²= 0,184 (grande)]. No que diz respeito ao número de repetições, foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F= 59,552; p< 0,001; ηp²= 0,778 (grande)], sendo maior para a condição PV 40%; e sessões [F= 19,691; p< 0,001; ηp²= 0,339 (grande)], em que o número de repetições na sessão 1 foi superior as sessões 3 (p= 0,018) e 5 (p= 0,046). Para a interação não foram encontradas diferenças significativas [F= 1,664; p= 0,434; ηp²= 0,068 (moderado)].

6.1.4 Levantamento Terra

Na medida de VMP, não foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F= 0,407; p= 0,523; ηp²= 0,038 (pequeno)], sessões [F= 0,138; p= 0,933; ηp² = 0,004 (pequeno)], e interação [F= 0,333; p= 0,846; ηp² = 0,010 (pequeno)]. Para a medida de percentual de perda de velocidade, foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F= 66,582; p< 0,001; ηp²= 0,981 (grande)], sendo maior na condição PV 40%; sessões [F= 8,370; p= 0,015; ηp²= 0,060 (moderado)], contudo o *post hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferenças significativas. Por fim, foram identificado

diferenças significativas na interação [F= 12,373; p= 0,002; ηp²= 0,185 (grande)], em que na condição de PV 20% a perda de velocidade foi mais acentuada na sessão 3 quando comparado com a sessão 1 (p= 0,042). Para o número de repetições foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F= 31,711; p<0,001; ηp²=0,622 (grande)], sendo maior para a condição PV 40%, e sessões [F= 22,514; p< 0,001; ηp²= 0,314 (grande)], em quem o número de repetições na sessão 1 foi superior do que as sessões 3 (p= 0,008) e 5 (p= 0,020). Não houve diferenças significativas na interação [F=5,505; p= 0,063; ηp²= 0,127 (moderado)].

6.2 Efeito agudo do treinamento de força sobre as respostas neuromusculares

A ANOVA não paramétrica com medidas repetidas foi utilizada para comparar as condições PV 20% e PV 40% nas diferentes sessões no treino de força sobre as respostas neuromusculares agudas (Tabela 3). Para as medidas de SCM pré e pós a intervenção do treinamento de força, para as diferentes condições (PV 20% e PV 40%), as análises foram realizadas separadamente para cada uma das sessões (sessão 1, 3 e 5).

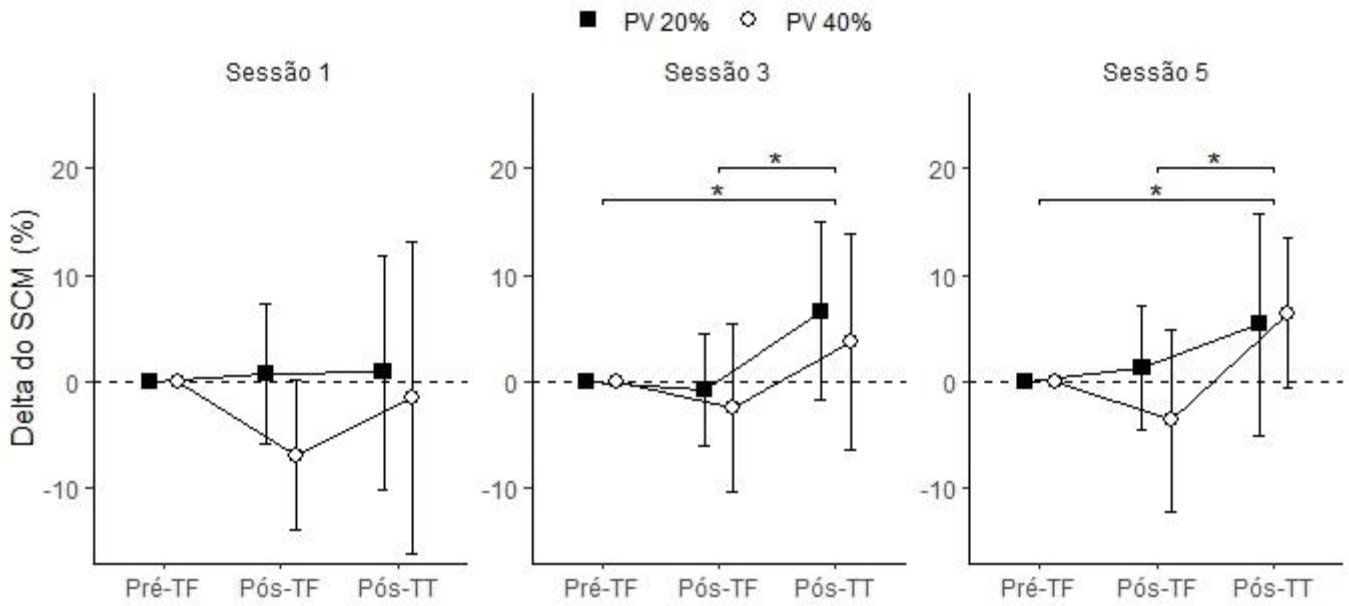
Na sessão 1, não foram identificadas diferenças significativas para as condições [F=0,004; p=0,948; ηp²=0,000 (trivial)], momentos [F= 4,627; p= 0,098; ηp²= 0,131 (moderado)], e interação [F= 3,237; p= 0,198; ηp²= 0,101 (moderado)]. Para a sessão 3, não foram identificadas diferenças significativas para as condições [F= 0,320; p= 0,571; ηp²= 0,057 (pequeno)] e interação [F= 2,948; p= 0,228; ηp² = 0,029 (pequeno)]. Contudo, foram identificadas diferenças significativas para os momentos [F= 20,277; p< 0,001; ηp² = 0,384 (grande)], em que o momento Pós-TT apresentou valores superiores de SCM quando comparados com o momento Pré (p= 0,046) e Pós-TF (p< 0,001) (Figura 4). Por fim, na sessão 5, não foram identificadas diferenças significativas para as condições [F=0,149; p=0,698; ηp²=0,004 (pequeno)] e interação [F=3,557; p=0,168; ηp²=0,151 (grande)]. No entanto, houve diferença significativa para os momentos [F= 11,351; p= 0,003; ηp²= 0,375 (grande)], em que o momento Pós-TT apresentou valores superiores de SCM quando comparados com o momento Pré (p= 0,018) e Pós-TF (p< 0,012) (Figura 4).

Tabela 3. Efeito agudo do treinamento de força com diferentes limiares de PV sobre as respostas neuromusculares, avaliadas pré e pós treino de força e técnico-tático ao longo do microciclo.

	Sessão 1 - Segunda-feira			Sessão 3 – Quarta-feira			Sessão 5 – Sexta-feira		
Variáveis Grupo	Pré-TF	Pós-TF	Pós-TT	Pré-TF	Pós-TF	Pós-TT	Pré-TF	Pós-TF	Pós-TT
SCM (cm)									
PV20%	38,2 ± 5,6	38,4 ± 5,5	38,4 ± 5,9	38,6 ± 5,0*	38,2 ± 4,7*	41,1 ± 5,6	40,1 ± 6,7	40,2 ± 5,5	41,6 ± 5,0
PV40%	39,7 ± 6,7	37,0 ± 7,0	38,6 ± 6,9	39,8 ± 5,2*	38,9 ± 6,1*	41,4 ± 7,3	40,1 ± 5,9*	38,5 ± 6,4*	42,6 ± 6,8
∆% SCM									
PV20% intra	-	0,6 ± 6,5	0,8 ± 10,9	-	-0,7 ± 5,2	6,5 ± 8,3	-	0,8 ± 5,7	4,9 ± 11,1
PV40% intra	-	-6,8 ± 7,0	-1,5 ± 14,6	-	-2,3 ± 7,8	3,6 ± 10,1	-	-3,6 ± 8,5	6,4 ± 7,0

Nota: PV: Perda de Velocidade; SCM: Salto Vertical com Contramovimento; intra: Intra-série; Pré-TF: Pré treino de força; Pós-TF: Pós treino de força; Pós-TT: Pós treino Técnico-Tático. * Diferenças estatisticamente significativas em relação aos momentos Pré-TF e Pós-TT; Pós-TF e Pós-TT ($p < 0,05$).
Fonte: elaboração própria.

Figura 4. Comparação das mudanças intra-sessão sobre as respostas neuromusculares de diferentes limiares de PV pré e pós treinamento de força e treino técnico-tático.



Nota: PV: Perda de Velocidade; Pré-TF: Pré treino de força; Pós-TF: Pós treino de força; Pós-TT: Pós treino Técnico-Tático; SCM: Salto com contramovimento. * Diferença entre momentos: Pré-TF e Pós-TT ($p<0,05$), Pós-TF e Pós-TT ($p<0,05$).
Fonte: elaboração própria.

6.2.1 Efeito acumulado do treinamento de força com diferentes limiares de perda de velocidade combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares

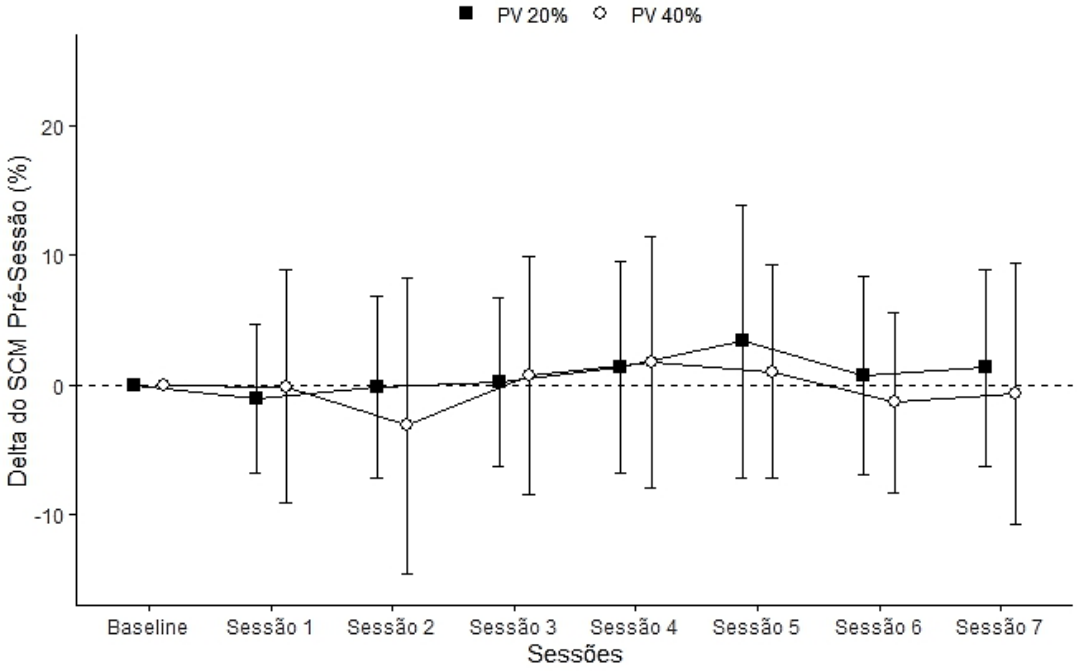
Para as medidas de SCM entre as diferentes condições (PV 20% e PV 40%), as análises foram realizadas do baseline para o momento pré de cada uma das sessões (sessão 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) (Figura 5). Os resultados não evidenciaram diferenças significativas entre as condições [F=1,828; p=0,176; ηp^2=0,099 (moderado)] e sessões [F= 12,847; p= 0,075; ηp^2= 0,071 (moderado)]. No entanto, houve diferença significativa para a interação [F= 41;904 p< 0,001; ηp^2= 0,037 (pequeno)], contudo o *post hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferença significativa (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação dos efeitos acumulados do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinado com treino técnico-tático de TKD sobre as respostas neuromusculares

Variáveis Grupo	Baseline	Pré Sessão 1	Pré Sessão 2	Pré Sessão 3	Pré Sessão 4	Pré Sessão 5	Pré Sessão 6	Pré Sessão 7
SCM (cm)								
PV20%	38,6 ± 5,0	38,2 ± 5,6	38,5 ± 5,1	38,6 ± 5,0	39,1 ± 5,8	40,1 ± 6,7	38,8 ± 5,4	39,0 ± 5,1
PV40%	39,8 ± 6,2	39,7 ± 6,7	38,3 ± 6,1	39,8 ± 5,2	40,2 ± 5,1	40,1 ± 5,9	39,1 ± 5,3	39,3 ± 5,3
Δ% SCM								
PV20%	-	-1,1 ± 5,7	-0,1 ± 7,0	0,2 ± 6,4	1,3 ± 8,2	3,3 ± 10,5	0,7 ± 7,7	1,3 ± 7,6
PV40%	-	-0,1 ± 8,9	-3,1 ± 11,4	0,7 ± 9,1	1,7 ± 9,6	1,0 ± 8,2	-1,3 ± 6,9	-0,7 ± 10,0

Nota: PV: Perda de Velocidade; SCM: Salto com contramovimento, cm: centímetros.
Fonte: elaboração própria.

Figura 5. Comparação dos efeitos acumulados em relação ao baseline do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinado com treinamento técnico-tático de TKD sobre as respostas neuromusculares



Nota: PV: Perda de Velocidade; SCM: Salto com contramovimento
Fonte: elaboração própria.

6.2.2 Efeito acumulado do treinamento de força com diferentes limiares de perda de velocidade combinado com o treino técnico-tático sobre as respostas perceptivas

A ANOVA não paramétrica com medidas repetidas foi utilizada para comparar as condições PV 20% e PV 40% nas diferentes sessões do treinamento de força combinado com o treino técnico-tático e analisar o efeito acumulado das condições sobre as respostas perceptivas de recuperação e Bem-estar (Tabela 5). Para as medidas de QTR, índice total de Bem-estar e os respectivos domínios (Fadiga, Sono, Dor, Estresse e Humor), entre as diferentes condições (PV 20% e PV 40%), as análises foram realizadas do baseline para o momento pré de cada uma das sessões (sessão 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

Para a medida de QTR, foram observadas diferenças significativas entre as condições [$F= 5,906$; $p= 0,015$; $\eta p^2= 0,338$ (grande)], com piores respostas para a condição de PV 40% e para as sessões [$F= 121,911$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,464$ (grande)], com piores respostas, em relação ao baseline, para as sessões 3 ($p= 0,016$) e 4 ($p= 0,027$). Contudo, não houve diferenças significativas para a interação [$F= 8,257$; $p = 0,310$; $\eta p^2= 0,037$ (pequeno)].

Para a medida de score total de Bem-estar, houve diferenças significativas entre as condições [$F= 9,306$; $p= 0,002$; $\eta p^2= 0,378$ (grande)], com piores respostas para a condição de PV 40% e para as sessões [$F= 216,320$; $p< 0,001$; $\eta p^2= 0,428$ (grande)], com piores respostas, em relação ao baseline, para as sessões 3 ($p= 0,006$) e 4 ($p= 0,007$). Contudo, não houve diferenças significativas para a interação [$F= 7,020$; $p = 0,426$; $\eta p^2= 0,065$ (moderado)].

Para os domínios das respostas perceptivas de Bem-estar, para a medida de Fadiga, não houve diferenças significativas entre as condições [$F=1,327$; $p = 0,249$; $\eta p^2= 0,121$ (moderado)]. Contudo, houve diferenças significativas para as sessões [$F= 78,131$; $p < 0,001$; $\eta p^2= 0,339$ (grande)], com piores respostas, em relação ao baseline, para a sessão 4 ($p= 0,026$), e, interação [$F=21,441$; $p=0,003$; $\eta p^2=0,094$ (moderado)] sendo a condição de PV 40%, com pior resposta, em relação ao baseline, para a sessão 4 ($p= 0,043$).

Para o domínio de Bem-estar para a medida de Sono, houve diferenças significativas entre as condições [$F= 7,605$; $p= 0,005$; $\eta p^2= 0,345$ (grande)] com piores respostas para a condição de PV 40%; sessões [$F= 17,535$; $p= 0,014$;

ηp^2=0,026 (grande)] e para a interação [F= 17,624; p= 0,013; ηp^2=0,067 (moderado)]. Contudo, o *post-hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferenças significativas para as sessões e interação.

Para o domínio de Bem-estar para a medida de Dor, houve diferenças significativas para as sessões [F= 115,059; p< 0,001; ηp^2= 0,361 (grande)], com piores respostas, em relação ao baseline, para a sessão 2 (p= 0,027) e para a interação [F= 25,073; p< 0,001; ηp^2= 0,099 (moderado)], contudo o *post-hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferenças significativas. Além disso, não houve diferenças significativas entre as condições [F= 0,536; p = 0,463; ηp^2= 0,040 (pequeno)].

Para o domínio de Bem-estar para a medida de Estresse, houve diferenças significativas entre as condições [F=15,934; p<0,001; ηp^2=0,496 (grande)], com piores respostas para a condição de PV 40%; sessões [F=144,007; p< 0,001; ηp^2=0,274 (grande)], com piores respostas, em relação ao baseline, para as sessões 2 (p= 0,009), 3 (p=0,026) e 4 (p=0,025), e, para a interação [F=16,012; p= 0,025; ηp^2=0,079 (moderado)], contudo o *post-hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferenças significativas.

Para o Humor, houve diferenças significativas para as sessões [F=75,360; p<0,001; ηp^2=0,361 (grande)], contudo o *post-hoc pairwise Wilcoxon* com o p-valor ajustado não revelou diferenças significativas. No entanto, não houve diferenças significativas entre as condições [F=1,010; p=0,314; ηp^2=0,165 (grande)] e interação [F=0,574; p=0,702; ηp^2=0,701 (moderado)].

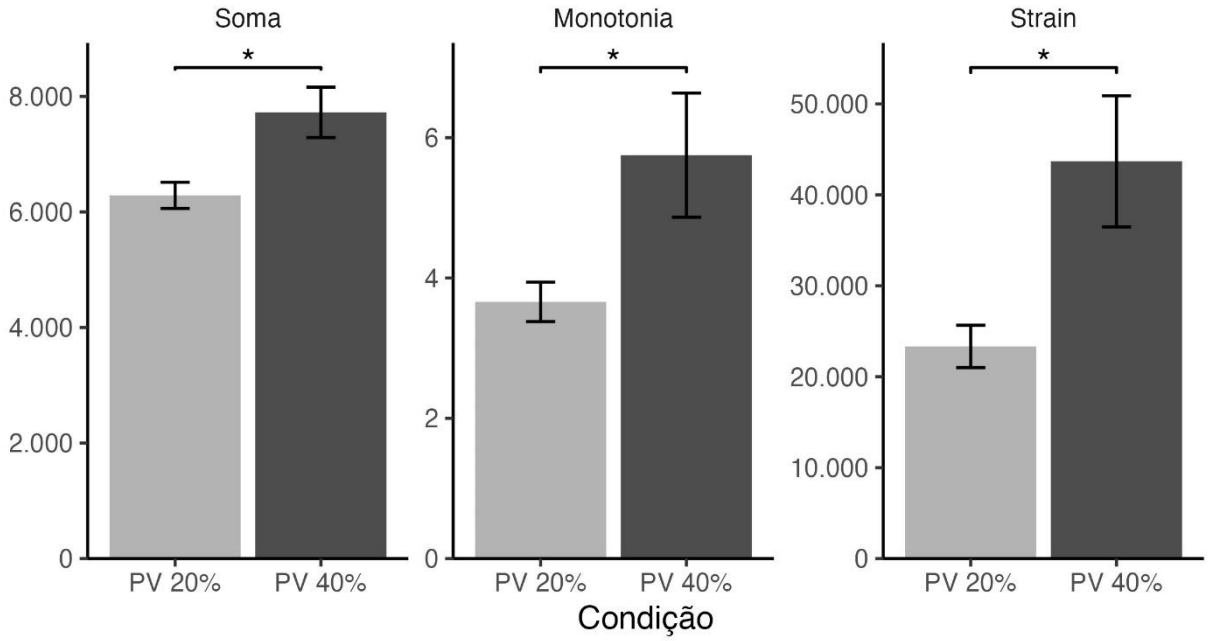
Tabela 5. Comparação dos efeitos acumulados do treinamento de força com diferentes limiares de PV combinado com treino técnico-tático de TKD sobre as respostas perceptivas.

Variáveis Grupo	Baseline	Pré Sessão 1	Pré Sessão 2	Pré Sessão 3	Pré Sessão 4	Pré Sessão 5	Pré Sessão 6	Pré Sessão 7
QTR (u.a)								
PV20%#	15,7 ± 2,2	15,6 ± 2,4	13,5 ± 2,6	13,4 ± 2,0*	12,9 ± 2,4*	13,0 ± 2,6	14,2 ± 2,4	15,5 ± 1,8
PV40%#	15,2 ± 2,9	15,2 ± 1,8	12,6 ± 2,1	12,5 ± 2,1*	12,7 ± 1,8*	13,2 ± 1,6	12,7 ± 2,4	14,7 ± 1,8
Bem-estar (u.a)								
PV20%#	17,7 ± 2,7	18,5 ± 2,3	16,6 ± 2,6	16,0 ± 2,1*	15,8 ± 2,5*	16,7 ± 3,9	16,8 ± 3,3	19,0 ± 2,4
PV40%#	18,4 ± 2,8	17,9 ± 2,5	15,2 ± 2,5	14,4 ± 2,5*	14,2 ± 2,2*	15,9 ± 2,4	16,0 ± 2,7	18,0 ± 1,8
Fadiga (u.a)								
PV20%	3,2 ± 0,8	3,7 ± 0,8	3,1 ± 1,0	3,1 ± 1,0	2,6 ± 1,1*	2,7 ± 1,2	2,8 ± 0,7	3,4 ± 0,8
PV40%	3,6 ± 0,9	3,7 ± 0,7	2,5 ± 0,8	2,5 ± 1,0	2,2 ± 0,6*$	2,7 ± 0,8	2,7 ± 0,9	3,3 ± 0,9
Sono (u.a)								
PV20%#	3,3 ± 0,8	3,5 ± 1,0	3,7 ± 1,0	3,7 ± 0,8	3,2 ± 0,9	3,7 ± 1,1	3,5 ± 1,2	3,9 ± 0,7
PV40%#	3,3 ± 1,2	3,5 ± 0,9	3,5 ± 0,9	3,0 ± 1,2	3,5 ± 0,7	3,4 ± 0,8	3,2 ± 0,9	3,2 ± 0,9
Dor (u.a)								
PV20%	2,7 ± 0,9	3,0 ± 1,0	2,4 ± 1,2*	2,1 ± 0,8	2,4 ± 0,7	2,3 ± 1,0	2,6 ± 0,8	3,2 ± 1,0
PV40%	3,2 ± 1,1	2,7 ± 1,1	1,7 ± 0,6*	2,1 ± 0,6	2,0 ± 0,8	2,2 ± 0,6	2,6 ± 1,0	2,9 ± 0,8
Estresse (u.a)								
PV20%#	4,0 ± 0,7	3,8 ± 1,0	3,4 ± 0,8*	3,5 ± 0,7*	3,6 ± 0,9*	3,7 ± 1,1	3,7 ± 0,9	4,0 ± 0,6
PV40%#	4,0 ± 0,7	3,7 ± 0,8	3,4 ± 0,7*	3,2 ± 0,9*	3,0 ± 1,0*	3,3 ± 1,0	3,2 ± 1,0	4,1 ± 0,7
Humor (u.a)								
PV20%	4,3 ± 0,6	4,2 ± 0,6	3,9 ± 0,6	3,8 ± 0,6	3,8 ± 0,6	4,1 ± 0,7	4,0 ± 0,7	4,4 ± 0,5
PV40%	4,0 ± 0,9	4,2 ± 0,6	3,8 ± 0,8	3,5 ± 0,8	3,3 ± 1,2	4,1 ± 0,7	4,2 ± 0,6	4,3 ± 0,6

Nota: PV: Perda de Velocidade; QTR: Qualidade Total de Recuperação; u.a: Unidade arbitrária * Diferenças estatisticamente significativas em relação ao baseline ($p < 0,05$); # Diferença significativa ($p < 0,05$) entre as condições (PV20% e PV40%); $ Diferença significativa na interação ($p < 0,05$).
Fonte: elaboração própria.

Para as medidas de carga interna foram calculadas a soma da PSE-sessão, bem como foram calculadas a monotonia e o *strain* para as condições de PV 20% e PV 40% (Figura 6). O teste de Wilcoxon identificou diferenças significativas em todas as comparações. Para a soma da PSE-sessão (V= 18; p= 0,030; r= 0,411) ao longo do microciclo foram verificados valores significativamente maiores para a condição de PV 40% (média= 7723; dp=1632) quando comparado com a condição PV 20% (média=6288; dp= 847). Para a monotonia (V= 19; p= 0,040; r= 0,397) ao longo do microciclo foram verificados valores significativamente maiores para a condição de PV 40% (média= 5,751 dp=3,31) quando comparado com a condição de PV 20% (média=3,660; dp=1,05). Para o strain (V= 10; p=0,005; r= 0,527) ao longo do microciclo foram verificados valores significativamente maiores para a condição de PV 40% (média=4368; dp=2698) quando comparado com a condição de PV 20% (média=2333; dp= 8721).

Figura 6. Medidas de carga interna de diferentes limiares de PV ao longo do microciclo.



Nota: PV: Perda de Velocidade.
Fonte: elaboração própria.

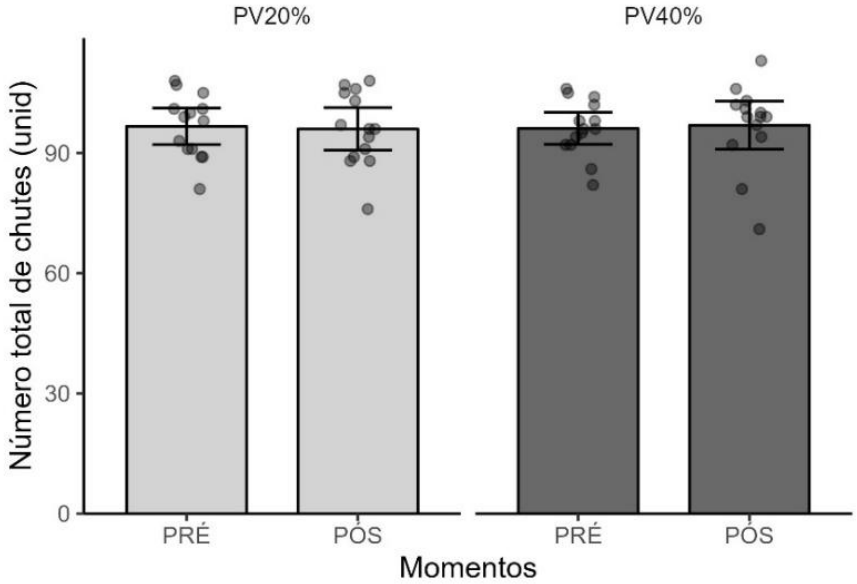
6.3 Efeito acumulado no microciclo sobre as respostas de desempenho físico

A ANOVA não paramétrica com medidas repetidas foi utilizada para comparar as condições PV 20% e PV 40% nas diferentes sessões do treino de

força combinado com o treino técnico-tático e analisar o efeito acumulado das condições sobre as respostas de desempenho físico (Figura 7). Para as medidas de FSKTmult pré e pós intervenção do treino de força, combinado com o treino técnico-tático para as diferentes condições (PV 20% e PV 40%) as análises foram realizadas pelo efeito acumulativo do microciclo.

Para as medidas de desempenho do FSKTmult, não foram encontradas diferenças significativas entre as condições [F=0,096; p=0,756; ηp²=0,002 (pequeno)], momentos [F=0,849; p=0,356; ηp²<0,001 (pequeno)], e interação [F=3,212; p=0,073; ηp²=0,068 (moderado)].

Figura 7. Comparação do efeito acumulado de um microciclo de treinamento com sessões de treinamento de força com diferentes limiares de PV combinados ao treino técnico-tático sobre o desempenho físico de atletas de TKD.



Nota: PV: Perda de Velocidade; unid: unidade.

Fonte: elaboração própria.

6.4 Respostas adversas

Durante a condição experimental para a PV 40%, dois participantes tiveram reações adversas (14% da amostra). As reações adversas incluíram lesões (n= 2), sendo, um atleta teve lesão grau 1 de estiramento no isquiotibial durante o treinamento de força e um atleta teve uma fratura da falange distal do dedo mínimo durante o treino técnico-tático.

7. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos agudos e acumulados de diferentes configurações no treinamento de força baseado no limiar de perda de velocidade (PV 20% e PV 40%), combinados com treino técnico-tático sobre as respostas neuromusculares, perceptivas e desempenho físico em atletas de taekwondo. Foi hipotetizado que a configuração do treinamento de força baseado na velocidade combinado com o treino técnico-tático, manipulado pelo limiar de PV 20%, apresentaria menores prejuízos às respostas agudas e acumuladas em comparação ao limiar de PV 40%, nas respostas neuromusculares, perceptivas e desempenho físico, durante um microciclo pré-competitivo de treinamento de atletas de taekwondo. Os principais resultados do presente estudo indicam que as condições de PV 20% e PV 40% foram diferentes no que diz respeito às variáveis relativas à configuração do treinamento de força (PSE, Volume-carga, Número de repetições e PV). Além disso, a avaliação da carga interna por meio da PSE-sessão e suas variações (Soma, Monotonia e *Strain*) das diferentes sessões de treinamento (treino técnico-tático ou treino de força combinado com treino técnico-tático), indicou que a condição de PV 20% apresentou valores inferiores quando comparados com a condição de PV 40%. Entretanto, no que diz respeito às respostas neuromusculares (SCM), perceptivas (QTR e Bem-estar) e desempenho físico (*FSKTmult*), tanto de forma aguda quanto acumulada (ao longo do microciclo) as condições de PV 20% e PV 40% não apresentaram diferenças significativas.

A manipulação de diferentes limiares de PV resulta em estímulos com características distintas, como evidenciado pelos efeitos agudos descritos previamente na literatura (Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Rodríguez-Rosell *et al.,* 2021; Pareja-Blanco *et al.,* 2019). Esses limiares podem afetar diretamente o número de repetições por série/ exercício, o volume de carga total, o nível de fadiga neuromuscular intra-série e respostas psicobiológicas como a PSE, proporcionando variações importantes na magnitude do treinamento de força (Jukic *et al*., 2023). Do ponto de vista da manipulação dos limiares de PV de 20% versus PV de 40%, todas essas variáveis foram maiores para a PV de 40%. Isso indica que a PV de 40% induziu maior score de percepção de esforço, volume,

fadiga intra-série, trabalho e carga interna no treinamento de força em comparação ao PV 20%. Adicionalmente, os resultados observados estão em consonância com achados prévios da literatura que demonstraram que o treinamento de força com altos limiares de PV (> 40%) induzem aumento da PSE com o aumento do percentual de PV e volume intra-série promovendo maior nível de estresse mecânico e fisiológico (Jukic *et al.,* 2023; Rodríguez-Rosell *et al.,* 2018; Sánchez-Medina; González-Badillo, 2011; Weakley *et al.,* 2020a; Weakley *et al.,* 2020b). Os resultados relacionados ao volume-carga e à PSE revelam, com um tamanho de efeito grande, que o treinamento na condição de PV 40% resultou em maiores volume-carga e maior score de PSE como previamente identificado na literatura. Estes achados confirmam o pressuposto inicial do presente estudo de que devido à maior exigência do estímulo de treinamento na programação com alto limiar de PV, demonstrado pelas diferenças citadas acima, seria esperado que a condição de PV 40% resultasse em piores efeitos agudos e acumulados em relação às respostas neuromusculares, perceptivas e desempenho físico. Porém, essa hipótese não foi totalmente confirmada.

A quantificação da carga de treinamento é fundamental para maximizar o desempenho e prevenir efeitos adversos (ex: lesões). Existem diversos métodos para quantificar a carga interna de treinamento, sendo a PSE-sessão amplamente utilizada devido à sua simplicidade e eficácia (Nakamura *et al.,* 2010; Saw *et al.,* 2016; Montull *et al.,* 2022; Inoue *et al.,* 2021; Boullosa *et al.,* 2023). Para quantificar a carga interna de treinamento ao longo de um microciclo, é possível utilizar variações da PSE-sessão que resumem o comportamento das cargas ao longo de um microciclo, como a soma das cargas semanais, a monotonia e o *strain* (Foster *et al.,* 2021). Esses métodos podem fornecer uma visão abrangente e prática da carga interna acumulada e da variação ao longo do microciclo. Desta forma, a soma das cargas semanais pode ser utilizada como uma medida que quantifica a carga acumulada durante o período, que permite avaliar a carga total realizada. A monotonia, por sua vez, refere-se à variação da carga de treinamento durante o microciclo, no qual valores elevados indicam que a carga interna diária apresentou pouca variação ao longo do microciclo, o que pode aumentar o risco de respostas adversas (ex: fadiga excessiva ou lesões).

Por fim, a medida de *strain* combina a soma das cargas semanais com a monotonia, representando um indicador de estresse cumulativo. Essa métrica fornece uma visão integrada da carga total e de sua variação ao longo do microciclo (Foster *et al.,* 2021), sendo fundamental para controlar o equilíbrio entre estímulo e recuperação.

No presente estudo, foi possível identificar que na condição de PV 40%, os valores de soma das cargas semanais, monotonia e *strain,* foram mais elevados em comparação à condição de PV 20%. Isso sugere que a condição de PV 40% resultou em maior acúmulo de carga e menor variação, o que pode indicar uma maior carga acumulada ao longo do microciclo. No que diz respeito ao planejamento e estruturação do treinamento, estas diferenças precisam ser consideradas para compreender como formas distintas de manipulação do treinamento de força podem modificar a carga interna, sendo essencial para o ajuste do volume, intensidade e variação da carga de maneira mais eficiente. Dessa forma, tais considerações podem promover adaptações positivas e prevenir respostas indesejadas. Em outras palavras, compreender a resposta às diferentes condições (PV 20% e PV 40%) de treinamento podem auxiliar treinadores e preparadores físicos a direcionar tomadas de decisões que promovam adaptações desejadas e reduzir efeitos, como por exemplo, a manifestação de *overreaching* não funcional, *overtraining* e até mesmo ocorrência de lesões e doenças (MEEUSEN *et al.,* 2012; COUTTS; Crowcroft; Kempton, 2018; Jeffries *et al.,* 2021). Em suma, o conhecimento sobre os efeitos agudos e acumulados de diferentes configurações do treinamento de força em sessões combinadas com o treino técnico-tático, permite aos profissionais selecionarem configurações apropriadas para o treinamento de força, com o propósito de estabelecer o equilíbrio ótimo entre diferentes momentos da preparação dos atletas.

Em relação às respostas neuromusculares agudas, os resultados demonstraram que tanto a condição de PV 20% quanto a PV 40%, não prejudicaram o desempenho do SCM. Além disso, as diferentes configurações do treinamento de força não resultaram em efeitos acumulados negativos sobre as respostas neuromusculares ao longo do microciclo. Há um conjunto de estudos anteriores que verificaram que altos limiares de PV (> 40%) prejudicam

em maiores magnitudes o desempenho no SCM em comparação a baixos (< 10%) e moderados limiares de PV (11% a 20%) (Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Pareja- Blanco *et al.,* 2016b; Pareja- Blanco *et al.,* 2020). Contudo, é importante destacar que a maioria dos estudos prévios foram realizados com homens jovens fisicamente ativos, com aproximadamente 3 anos de experiência em treinamento de força, e que treinavam com frequência de 2 a 3 sessões semanais (Rodríguez-Rosell *et al.,* 2018; Pareja-Blanco *et al.,* 2019; Rodríguez-Rossel *et al.,* 2020; Pareja- Blanco *et al.,* 2020; Rodríguez-Rossel *et al.,* 2021). No melhor do nosso conhecimento, os estudos prévios que compararam os efeitos agudos de diferentes limiares de PV no treinamento de força não envolveram indivíduos atletas de alto nível (Galiano *et al.*, 2020; Rodríguez-Rosell *et al.,* 2020; Riscart-López *et al.,* 2021). Em contraste, a amostra do presente estudo foi composta por atletas, classificados como atletas de elite (McKay *et al.,* 2022), muitos dos quais já integraram a seleção brasileira de taekwondo nas categorias júnior e adulto, com experiência em competições de alto nível, tanto nacionais quanto internacionais (Albuquerque *et al.,* 2024). Esses atletas possuíam ampla experiência no treinamento da modalidade, com média de 8,6 ± 1,7 anos de prática, realizando 5 a 6 sessões semanais de treinamento específico, além de 4,2 ± 2,5 anos de treinamento de força, com 3 a 5 sessões semanais. Deste modo, é possível hipotetizar que os atletas de TKD que participaram do presente estudo, apresentavam alta capacidade de resistir a fadiga neuromuscular aguda, bem como recuperar-se ao longo do microciclo, mesmo após sessões de TF como na condição de PV 40%.

Os efeitos agudos e acumulados entre as condições (PV 20% e PV 40%) sobre as respostas neuromusculares pode ser explicada pela maior tolerância e capacidade de adaptação de atletas em suportar cargas de treinamento em comparação a não-atletas (Crewther *et al.,* 2005; Brandon *et al.,* 2014). O histórico e a exposição a longo prazo aos estímulos de treinamento de atletas de taekwondo pode ter sido capaz de modular sua capacidade de suportar sessões de treinamento de força com alta demanda de fadiga, carga e estresse (isoladas e associadas ao treinamento técnico-tático) sem prejuízos às respostas neuromusculares agudas. Os atletas do presente estudo possuíam um longo tempo de treinamento na modalidade com alta frequência de treinamento

semanal e competições. É possível que as adaptações específicas de longo prazo destes atletas tenham aumentado consideravelmente a resistência à fadiga (Kotikangas *et al.,* 2022; Jurasz *et al.,* 2022; Kotikangas *et al.,* 2024), diferenciando-os de indivíduos recreacionalmente treinados e não atletas tipicamente investigados em estudos prévios (Rodríguez-Rosell *et al.,* 2018; Pareja-Blanco *et al.,* 2019; Rodríguez-Rossel *et al.,* 2020; Pareja-Blanco *et al.,* 2020; Rodríguez-Rossel *et al.,* 2021). Por exemplo, Ahtiainen e Häkkinen (2009) demonstraram que atletas de força produzem maior ativação muscular e suportam maior fadiga em exercícios de força máxima isométrica em comparação a indivíduos não-atletas. Kotikangas *et al*. (2022; 2024) demonstraram que atletas apresentaram maior ativação muscular e resistência à fadiga que não-atletas em exercícios de força realizados com diferentes % de 1RM. Outro aspecto relevante que indica a alta capacidade de resistência à fadiga dos atletas de taekwondo em comparação aos não-atletas, é o fato de que estudos prévios realizaram sessões de TF envolvendo somente um exercício do treinamento de força (Muñoz-López *et al.,* 2022; Nájera-Ferrer *et al.,* 2021; Weakley *et al.,* 2020a). Comumente o meio Agachamento é utilizado na intervenção do treinamento de força (Pareja-Blanco *et al.,* 2016; Pareja-Blanco *et al.,* 2019). No presente estudo, o treinamento de força foi estruturado com quatro exercícios (3 exercícios de membros inferiores e 1 exercício de membro superior), com o objetivo de aproximar ao contexto prático e usual do treinamento de força para atletas. Assim, sessões de treinamento de força com alto limiar de PV (≥ 40%) mesmo com múltiplos exercícios combinados com sessão de treinamento técnico-tático, não promoveu prejuízos às respostas neuromusculares agudas e acumuladas dentro de um microciclo em atletas de taekwondo. Cabe ressaltar que 14% dos atletas experenciaram reações adversas como lesões, em especial na região do isquiotibiais, decorrentes do protocolo de treinamento envolvendo a condição de PV de 40%. No melhor do nosso conhecimento, não há relatos prévios na literatura de reações similares durante sessões de treinamento de força com altos limiares de PV (>40%).

Em relação às variáveis perceptivas (QTR e Bem-estar), um conjunto de estudos têm indicado que, na condição de PV 20%, os praticantes apresentam melhores valores de recuperação e Bem-estar, quando comparado à condição

PV 40% (Jukic *et al.,* 2023). Ainda, que sessões de treinamento de força com altos limiares de perda de velocidade (PV 40%) prejudicam a cinética de recuperação em maior magnitude que moderados limiares (PV 20%) (Pareja-Blanco *et al.,* 2019). No presente estudo, foram comparados os valores do baseline com os sete dias subsequentes do microciclo. Os resultados indicaram que houve prejuízos em ambas as condições (PV 20% e PV 40%) para as respostas observadas pelas variáveis perceptivas QTR e de Bem-estar ao longo do microciclo. Conforme relatado anteriormente, um maior percentual de PV (PV 40%) promoveu maiores volume-cargas de treinamento e maiores escores de PSE quando comparados com um menor percentual de PV (PV 20%). Entretanto, também tem sido relatado que as respostas de QTR e de Bem-estar geralmente pioram com o aumento na carga de treinamento (Saw *et al.,* 2017) tanto de maneira aguda bem como pelo acúmulo de carga ao longo do microciclo. Ademais, no presente estudo foi observado que para o domínio das respostas de Bem-estar, como a fadiga, a condição de PV 40% teve uma piora da resposta em comparação a condição PV 20%. Isso denota a sensibilidade da resposta de percepção subjetiva de Bem-estar em detectar piores respostas para a condição com maior volume de treinamento.

No que diz respeito a avaliação do desempenho físico, o presente estudo usou o *Multiple Frequency Speed of Kick Test* (*FSKTmult*), dado os papéis fundamentais desempenhados pelos sistemas de energia aeróbio e anaeróbio na competição de TKD (Albuquerque *et al.,* 2021, Santos; Franchini, 2016), bem como o fato de que é de fundamental importância avaliar o desempenho dos atletas de TKD utilizando testes específicos (Santos; Franchini, 2016). Ainda, no estudo de Santos e Franchini (2016), os autores indicaram a responsividade do *FSKTmult* de identificar mudanças no desempenho após 9 semanas de treinamento técnico-tático combinados com o treinamento de força. Então, o *FSKTmult* parece ser um teste valioso para identificar respostas às intervenções em atletas de TKD (Santos; Franchini, 2016). No presente estudo, era esperado uma piora no desempenho do *FSKTmult* ao final de um microciclo de treinamento, em especial para a condição de PV 40%. Contudo, ao comparar o período baseline e pós microciclo (sessão 6), não foram encontradas diferenças significativas.

Este estudo possui algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Os achados podem ser específicos a atletas de TKD com experiência de treinamento, tanto na modalidade quanto para o treinamento de força, o que pode indicar que as adaptações observadas são características deste grupo e podem não ser generalizadas às populações menos treinadas ou atletas de outras modalidades. Recomendamos que estudos futuros explorem diferentes modalidades esportivas, visando investigar se as demandas específicas da modalidade podem influenciar às respostas adaptativas. Como aplicação prática, o ajuste dos limiares de PV permite um controle do volume e da intensidade do treinamento de força, sem prejuízos para o treinamento técnico-tático. Além disso, a modulação do volume de PV intra-série, resulta em adaptações específicas, como por exemplo, limiares mais elevados de PV (> 40%) estão associados a maior hipertrofia muscular (Pareja-Blanco *et al.,* 2020; Rodiles-Guerrero *et al.,* 2022). Assim, treinadores e preparadores físicos podem ajustar os limiares de PV de acordo com as adaptações planejadas para o período de treinamento.

8. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo revelam que a manipulação dos limiares de PV 20% e PV 40%, observados de maneira aguda e acumulada ao longo do microciclo, não resultaram em prejuízos às respostas neuromusculares, perceptivas e de desempenho físico em atletas de taekwondo treinados. Isso sugere que ambos os limiares podem ser utilizados ao longo de microciclos para atletas de taekwondo, permitindo ajustes no treinamento de força conforme as demandas do período de treinamento, sem comprometer a recuperação ou o desempenho durante o treino técnico-tático. Assim, ao planejar programas de treinamento, torna-se relevante considerar o nível de experiência, ajustando o limiar de PV conforme as demandas específicas de competições ou fases de treinamento.

REFERÊNCIAS

AAGAARD, Per *et al.* Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1318–1326, 2002. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12235031/. Acesso em: 15 fev. 2024.

AGOSTINHO, M. F. et al. Perceived training intensity and performance changes quantification in judo. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n 6, p. 1570–1577, 2015. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2015/06000/Perceived_Training_Intensity_and_Performance.15.aspx. Acesso em: 18 dez. 2024.

ALBUQUERQUE, M. R. *et al*. Effects of Ischemic Preconditioning on Sport-Specific Performance in Highly Trained Taekwondo Athletes. **Sports,** v. 12, n. 179, p. 1-18, 2024. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39058070/. Acesso em: 24 junho 2024.

ALBUQUERQUE, M. A.; TAVARES, L. D.; LONGO, A. R.; MESQUITA, P. H. C.; FRANCHINI, E. Relationship between indirect measures of aerobic and muscle power with frequency speed of kick test multiple performance in taekwondo athletes. **International Journal of Sports Medicine**, 2021. DOI: 10.1055/a-1546-9221.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2009/03000/Progression_Models_in_Resistance_Training_for.26.aspx. Acesso em: 20 jan 2023.

AHTIAINEN, J. P. *et al.* Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 6, p. 410–418, 2003.

ALVES, R. N.; OLIVEIRA PENA COSTA, L.; SAMULSKI, D. M**.** Monitoring and prevention of overtraining in athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 5, p. 262-265, 2006.

AMTMANN, John; COTTON, Adam. Strength and conditioning for judo. **Strength and Conditioning Journal,** v. 27, n. 2, p. 26–31, 2005.

ANDERSEN, Lars L.; AAGAARD, Per. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 1, p. 46–52, 2006.

APOLLARO, G.; OUERGUi, I.; RODRÍGUEZ, Y. Q.; KONS, R. L.; DETANICO, D.; FRANCHINI, E.; RUGGERI, P.; FALCÓ, C.; FAELLI, E. Anaerobic sport-

specific tests for taekwondo: a narrative review with guidelines for the assessment. **Sports**, v. 12, n. 10, p. 278, 2024.

ARMSTRONG, Lawrence E.; VANHEEST, Jaci L. The unknown mechanism of the overtraining syndrome: Clues from depression and psychoneuroimmunology. **Sports Medicine**, v. 32, n. 3, p. 185–209, 2002.

AHTIAINEN, J. P.; HÄKKINEN, K. Strength athletes are capable to produce greater muscle activation and neural fatigue during high-intensity resistance exercise than nonathletes. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 23, n. 4, p. 1129-1134, 2009.

BALL, Nick; NOLAN, Emily; WHEELER, Keane. Anthropometrical, physiological, and tracked power profiles of elite taekwondo athletes 9 weeks before the olympic competition phase. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 25, n. 10, p. 2752–2763, 2011.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, Carlos; CARDIEL-GARCÍA, Mario; JIMÉNEZ, Sergio L. Bilateral and unilateral load-velocity profiling in a machine-based, single-joint, lower body exercise. **PLoS ONE**, v. 14, n. 9, 2019.

BANGSBO, J. Performance in sports - with specific emphasis on the effect of intensified training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports,** v. 25, n. c, p. 88–99, 2015.

BANISTER, E. W. *et al.* A system model of physical training and athletic performance. **Journal of Australian Sports Medicine,** n. 7, p. 57–61, 1975.

BANISTER, E. W.; CARTER, J. B.; ZARKADAS, P. C. Training theory and taper: Validation in triathlon athletes. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 79, n. 2, p. 182–191, 1999.

BANISTER, E. W.; HAMILTON, C. L. Variations in iron status with fatigue modelled from training in female distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 54, n. 1, p. 16–23, 1985.

BEATTIE, Kris; RUDDOCK, Alan D. The role of strength on punch impact force in boxing. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 10, p. 2957-2969, 2022.

BLAZEVICH, Anthony J. *et al.* Effects of resistance training movement pattern and velocity on isometric muscular rate of force development: a systematic review with meta-analysis and meta-regression. **Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 943–963, 2020.

BOGDANIS, G. C.; NEVILL, M. E.; LAKOMY, H. K. A.; BOOBIS, L. H. Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. **Acta Physiologica Scandinavica,** v.

163, p. 261-272, 1998.

BORG, Elisabet; BORG, Gunnar. A comparison of AME and CR100 for scaling perceived exertion. **Acta psychologica**, v. 109, n. 2, p. 157–175, 2002.

BOUHLEL, E. *et al.* Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. **Science and Sports**, v. 21, n. 5, p. 285–290, 2006.

BOULLOSA, D.; *et al*. The Fine-Tuning Approach for Training Monitoring. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 18, n. 12, p. 1374–1379, 2023.

BRANDON, R.; HOWATSON, G.; STRACHAN, F.; HUNTER, A. M. Neuromuscular response differences to power vs strength back squat exercise in elite athletes. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 2014.

BRIDGE, Craig A. *et al.* Physical and physiological profiles of Taekwondo athletes. **Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 713–733, 2014.

BRIDGE, Craig A.; JONES, Michelle A.; DRUST, Barry. Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. *International* **Journal of Sports Physiology and Performance,** v. 4, n. 4, p. 485–493, 2009.

BUCHHEIT, M. *et al.* Monitoring fitness, fatigue and running performance during a pre-season training camp in elite football players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 6, p. 550–555, 2013.

BUDGETT, R. Overtraining Syndrome. **British Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 4, 1990.

BUSSO, T.; CARASSO, C.; LACOUR, J. R. Adequacy of a systems structure in the modeling of training effects on performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 71, n. 5, p. 2044–2049, 1991.

BUSSO, T., *et al.* Modeling of adaptations to physical training by using a recursive least squares algorithm. **Journal of Applied Physiology,** v. 82, n. 5, p. 1685–1693, 1997.

BUSSO, Thierry. Variable dose-response relationship between exercise training and performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1188–1195, 2003.

BUSSO, Thierry; CANDAU, Robin; LACOUR, Jean René. Fatigue and fitness modelled from the effects of training on performance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 69, n. 1, p. 50–54, 1994.

CALVERT, Thomas W. *et al.* A systems model of the effects of training on physical performance. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,** v. SMC-6, n. 2, p. 94–102, 1976.

CAMPOS, Fábio Angioluci Diniz *et al.* Energy demands in Taekwondo athletes during combat simulation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 4, p. 1221–1228, 2012.

CAMPOS, G. E. R. *et al*. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, p. 50–60, 2002.

CASE, M. J.; KNUDSON, D. V.; DOWNEY, D. L**.** Barbell squat relative strength as an identifier for lower extremity injury in collegiate athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 5, p. 1249–1253, 2020.

CASOLINO, E.; CORTIS, C.; LUPO, C.; CHIODO, S.; MINGANTI, C.; CAPRANICA, L. Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 7, n. 4, p. 322-331, 2012.

CHAABENE, H.; NEGRA, Y.; BOUGUEZZI, R.; CAPRANICA, L.; FRANCHINI, E.; PRIESKE, O.; HBACHA, H.; GRANACHER, U. Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: a systematic review with practical recommendations. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 386, 2018.

CHAABENE, H.; PRIESKE, O.; MORAN, J.; NEGRA, Y.; ATTIA, A.; GRANACHER, U. Effects of resistance training on change-of-direction speed in youth and young physically active and athletic adults: a systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 8, p. 1483-1499, 2020.

CHIU, Loren Z.F.; BARNES, Jacque L. The fitness-fatigue model revisited: implications for planning short- and long-term training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 25, n. 6, p. 42–51, 2003.

CLAUDINO, J. G. *et al.* Pre vertical jump performance to regulate the training volume. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 2, p. 101–107, 2012.

CLAUDINO, João Gustavo *et al.* The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. ***J*ournal of Science and Medicine in Sport,** v. 20, n. 4, p. 397–402, 2017.

COHEN. **Statistical power analysis for the behavioral,** 1988.

CONCEIÇÃO, Filipe *et al.* Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 12, p. 1099–1106, 2015.

CONTRERAS, Bret; CRONIN, John; SCHOENFELD, Brad. Barbell hip thrust. **Strength and Conditioning Journal**, v. 33, n. 5, p. 58–61, 2011.

CORCORAN, D.; CLIMSTEIN, M.; WHITTING, J.; DEL VECCHIO, L. Impact Force and Velocities for Kicking Strikes in Combat Sports: A Literature Review. **Sports,** v. 12, n. 3, 2024.

CORMACK, Stuart J. *et al.* Neuromuscular and endocrine responses of elite players during an Australian rules football season. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 4, p. 439–453, 2008.

CORMIE, Prue; MCGUIGAN, Michael R.; NEWTON, Robert U. Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. **Medicine and Science in Sports and Exercise,** v. 42, n. 8, p. 1566–1581, 2010.

COUREL-IBÁÑEZ, Javier *et al*. Reproducibility and repeatability of five different technologies for bar velocity measurement in resistance training. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 47, n. 7, p. 1523–1538, 2019.

COUTTS, Aaron J. *et al.* Monitoring for overreaching in rugby league players. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 313–324, 2007.

COUTTS, Aaron; KEMPTON, Tom; CROWCROFT, Stephen. **Developing athlete monitoring systems: Theoretical basis and practical applications**. n. October, p. 19–32, 2018.

CROWCROFT, S. *et al.* Monitoring training to assess changes in fitness and fatigue: The effects of training in heat and hypoxia. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 25, n. S1, p. 287–295, 2015.

CULAR, Drazen; KRSTULOVIC, Sasa; JANOVIC, Mario. The differences between medalists and non-medalists at the 2008 olympic games Taekwondo tournament. **Human Movement**, v. 12, n. 2, p. 165–170, 2011.

DE HOYO, Moisés *et al.* Predicting loading intensity measuring velocity in barbell hip thrust exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 8, p. 2075–2081, 2019.

DEWEESE, Brad H.; HORNSBY, Guy; STONE, Meg; STONE, Michael H. The training process: planning for strength–power training in track and field. Part 2: Practical and applied aspects. **Journal of Sport and Health Science**, v. 4, n. 4, p. 318-324, 2015.

DORRELL, Harry F.; SMITH, Mark F; GEE, Thomas I. Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p.1-8, 2019.

DOURIS, P. C.; *et al.* The relationship between maximal repetition performance and muscle fiber type as estimated by noninvasive technique in the quadriceps of untrained women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, 2006.

DUDLEY, G. A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise. **Journal of Applied Physiology,** v. 59, n. 5, p. 1446-1451, 1985.

ESTEVAN *et al.* Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in Taekwondo. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 25, n. 10, p. 2851–2856, 2011.

ESTEVAN, Isaac; JANDACKA, Daniel; FALCO, Coral. Effect of stance position on kick performance in taekwondo*.* **Journal of Sports Sciences**, 2013.

FALCO, Coral *et al.* Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. **Journal of Biomechanics,** v. 42, n. 3, p. 242–248, 2009.

FERNANDES, John F. T.; LAMB, Kevin L.; TWIST, Craig. A comparison of load-velocity and load-power relationships between well-trained young and middle-aged males during three popular resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1440–1447, 2018.

FONSECA, F. S.; COSTA, B. D. V.; FERREIRA, M. E. C.; PAES, S.; LIMA-JUNIOR, D.; KASSIANO, W.; CYRINO, E. S.; GANTOIS, P.; FORTES, L. S. Acute effects of equated volume-load resistance training leading to muscular failure versus non-failure on neuromuscular performance. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 18, p. 1-7, 2020.

FOSTER, CARL *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.

FOSTER, Carl *et al.* Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medical Journal**, v. 95, n. 6, p. 370–374, 1996.

FOSTER, C.; BOULLOSA, D.; McGUIGAN, M.; FUSCO, A.; CORTIS, C.; ARNEY, B. E.; ORTON, B.; DODGE, C.; JAIME, S.; RADTKE, K.; VAN ERP, T.; DE KONING, J. J.; BOK, D.; RODRIGUEZ-MARROYO, J. A.; PORCARI, J. P. 25 Years of Session Rating of Perceived Exertion: Historical Perspective and Development. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2021.

FRANCHINI, E. *et al.* Influência da aptidão aeróbia sobre o desempenho em Uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. **Motriz,** v. 5, n. 1, p. 58–66, 1999.

FRANCHINI, E. *et al.* Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 8, n. 2,

p. 67–72, 2015.

Franchini, Emerson *et al*. Physiological responses during taekwondo training and competition. I**nternational SportMed Journal**, Vol.15 No.4, December 2014, pp.500-515.

FRANCHINI, Emerson *et al.* Physiological profiles of elite judo athletes. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 147–166, 2011.

FREITAS, Tomás T.; PEREIRA, Lucas A.; ZABALOY, Santiago; ALCARAZ, Pedro E.; ARRUDA, Ademir F. S.; MERCER, Valter P.; BISHOP, Chris; LOTURCO, Irineu. Change-of-Direction and Deceleration Deficits in National-Team Female Rugby Sevens Players: Interrelationships and Associations With Speed-Related Performance. I**nternational Journal of Sports Physiology and Performance**, 2023.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 34, n. 10, p. 663-679, 2004.

FRY, R. W.; MORTON, A. R.; KEAST, D. Overtraining in Athletes: An Update. **Sports Medicine**, v. 12, n. 1, p. 32-65, 1991.

FYFE, J. J.; BARTLETT, J. D.; HANSON, E. D.; STEPTO, N. K.; BISHOP, D. J. Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 2016.

FYFE, Jackson J.; BISHOP, David J.; STEPTO, Nigel K. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. **Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 743-762, 2014.

GAITANOS, G. C.; WILLIAMS, C.; BOOBIS, L. H.; BROOKS, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 2, p. 712-719, 1993.

GANTOIS, P.; FONSECA, F. S.; NAKAMURA, F. Y.; FORTES, L. S.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.; BATISTA, G. R. Analysis of velocity- and power-load relationships of the free-weight back squat and hexagonal bar deadlift exercises. **Biology of Sport**, v. 40, n. 1, p. 3-10, 2022.

GANTOIS, P.; NAKAMURA, F. Y.; ALCAZAR, J.; FORTES, L. S.; PAREJA-BLANCO, F.; FONSECA, F. S. The effects of different intra-set velocity loss thresholds on lower limb adaptations to resistance training in young adults: a systematic review and meta-analysis. **SportRxiv**, 2021.

GALIANO, C.; PAREJA-BLANCO, F.; HIDALGO DE MORA, J.; SÁEZ DE VILLARREAL, E. Low-velocity loss induces similar strength gains to moderate-velocity loss during resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1–6, 2020.

GARBER, Carol Ewing *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GARCÍA-RAMOS, Amador; PESTAÑA-MELERO, Francisco Luis; PÉREZ-CASTILLA, Alejandro; ROJAS, Francisco Javier; HAFF, Guy Gregory. Mean velocity vs. mean propulsive velocity vs. peak velocity: which variable determines bench press relative load with higher reliability? **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 32, n. 5, p. 1270-1279, 2018.

GARCÍA-RAMOS, Amador *et al.* Reliability and validity of different methods of estimating the one-repetition maximum during the free-weight prone bench pull exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 19, p. 2205–2212, 2019.

GASTIN, Paul B.; MEYER, Denny; ROBINSON, Dean. Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite australian football. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 9, p. 2518–2526, 2013.

GLAISTER, M. Multiple Sprint Work: Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue, and the Influence of Aerobic Fitness. **Sports Medicine**, v. 35, n. 9, p. 757-777, 2005.

GLEESON, M. Biochemical and immunological markers of over-training. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 1, 2002.

GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José *et al.* Short-term recovery following resistance exercise leading or not to failure: How does manipulating the `level of effort' impact post-exercise recovery? What are potential implications for optimizing athletic performance? **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 4, p. 295–304, 2015.

GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 5, p. 347–352, 2010.

GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José; YAÑEZ-GARCÍA, Juan Manuel; MORA-CUSTODIO, Ricardo; RODRÍGUEZ-ROSELL, David. Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 3, p. 295–302, 2016.

GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, Jorge M. *et al.* Mechanical, metabolic, and perceptual acute responses to different set configurations in full squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, 2017.

GOROSTIAGA, Esteban M. *et al.* Anaerobic energy expenditure and mechanical efficiency during exhaustive leg press exercise. **PLoS ONE**, v. 5, n.

10, 2010.

GOROSTIAGA, Esteban M. *et al.* Energy metabolism during repeated sets of leg press exercise leading to failure or not. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, 2012.

GRGIC, Jozo; SCHOENFELD, Brad J.; DAVIES, Timothy B.; LAZINICA, Bruno; KRIEGER, James W.; PEDISIC, Zeljko. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 2018.

GRGIC, J.; LAZINICA, B.; SCHOENFELD, B. J.; PEDISIC, Z. Test–Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: A Systematic Review. **Sports Medicine** - *Open*, v. 6, p. 31, 2020.

HAFF, G. Gregory. Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. **Strength And Conditioning**, v. 17, n. 1, p. 95–103, 2003.

HAFF, G. Gregory; NIMPHIUS, Sophia. Training principles for power*.* **Strength and Conditioning Journal,** v. 34, n. 6, p. 2-12, 2012.

HÄKKINEN, K. *et al*. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 42–52, 2003.

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine**, v. 44, p. 139–147, 2014.

HALSON, Shona L. *et al*. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **Journal of Applied Physiology*,*** v. 93, n. 3, p. 947–956, 2002.

HALSON, S. L.; JEUKENDRUP, A. E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**, v. 34, n. 14, p. 967–981, 2004.

HAMMAMI, N. *et al.* Relationship between isokinetic and explosive strength among elite tunisian taekwondo practitioners. **Science and Sports**, v. 29, n. 3, p. 150–155, 2014.

HANSEN, Keir T.; CRONIN, John B.; NEWTON, Michael J. The effect of cluster loading on force, velocity, and power during ballistic jump squat training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 4, p. 455–468, 2011.

HARDEE, Justin P. *et al.* Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 4, p. 883–889, 2012.

HARRIS, R. C.; EDWARDS, R. H. T.; HULTMAN, E.; NORDESJÖ, L.-O.; NYLIND, B.; SAHLIN, K. The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. **Pflügers Archiv - European Journal of Physiology**, v. 367, p. 137-142, 1976.

HELD, S.; HECKSTEDEN, A.; MEYER, T.; DONATH, L. Improved strength and recovery after velocity-based training: A randomized controlled trial. International **Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, p. 1185-1193, 2021.

HEDELIN, R.; WIKLUND, U.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 9, 2000.

HERNÁNDEZ-BELMONTE. Velocity-based resistance training in soccer : practical applications and technical considerations. **Strength and Conditioning Journal**, n. 1, p. 41–46, 2022.

HOOPER, Sue L.; MACKINNON, Laurel Traeger. Monitoring overtraining in athletes: Recommendations. **Sports Medicine**, v. 20, n. 5, p. 321–327, 1995.

IGLESIAS-SOLER, Eliseo *et al.* Performance of maximum number of repetitions with cluster-set configuration. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 4, p. 637–642, 2014.

IMPELLIZZERI, Franco M. *et al.* Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p. 483–492, 2006.

IMPELLIZZERI, Franco M.; MARCORA, Samuele M.; COUTTS, Aaron J. Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2018.

INOUE, Allan; CRIVOI DO CARMO, Everton; TERRA, Bruno de Souza; MORAES, Bruno Ryker; LATTARI, Eduardo; BORIN, João Paulo. Comparison of coach-athlete perceptions on internal and external training loads in trained cyclists. **European Journal of Sport Science**, 2021.

IZQUIERDO, Mikel *et al.* Effect of loading on unintentional lifting velocity declines during single sets of repetitions to failure during upper and lower extremity muscle actions. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 9, p. 718–724, 2006.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Practical assessment of body composition. **Physician and Sportsmedicine**, v. 13, n. 5, p. 76–90, 1985.

JEFFRIES, Annie C. *et al.* Development of a revised conceptual framework of physical training for use in research and practice. **Sports Medicine**, 2021.

JEONG, Tae Seok *et al.* Quantification of the physiological loading of one week of “pre-season” and one week of “in-season” training in professional soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 11, p. 1161–1166, 2011.

JIDOVTSEFF, Boris *et al.* Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 267–270, 2011.

JONES, Andrew M; CARTER, Helen. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. / Effet de l’entrainement d’endurance sur les parametres de la capacite aerobie. **Sports Medicine**, v. 29, n. 6, p. 373–386, 2000.

JOYNER, Michael J.; COYLE, Edward F. Endurance exercise performance: The physiology of champions. **Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 35–44, 2008.

JUKIC, Ivan; PÉREZ CASTILLA, Alejandro; GARCÍA RAMOS, Amador; VAN HOOREN, Bas; McGUIGAN, Michael R.; HELMS, Eric R. The acute and chronic effects of implementing velocity loss thresholds during resistance training: a systematic review, meta-analysis, and critical evaluation of the literature. **Sports Medicine**, v. 53, p. 177-214, 2023.

JURASZ, M.; BORACZYŃSKI, M.; WÓJCIK, Z.; GRONEK, P. Neuromuscular Fatigue Responses of Endurance- and Strength-Trained Athletes during Incremental Cycling Exercise**. International Journal of Environmental Research and Public Health,** v. 19, n. 14, p. 8839, 2022.

KAWAMORI, Naoki; HAFF, G. Gregory. The optimal training load for the development of muscular power. **Strength and Conditioning**, v. 18, n. 3, p. 675–684, 2004.

KAZEMI, *et al.* A profile of 2008 Olympic Taekwondo competitors. **The Journal of the Canadian Chiropractic Association**, v. 54, n. 4, p. 243–249, 2010.

KAZEMI, Mohsen *et al.* A profile of olympic Taekwondo competitors. **Journal of Sports Science and Medicine**, p. 114–121, 2006.

KELLMANN, M. *et al*. Recovery and performance in sport: consensus statement. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 2, p. 240-245, 2018.

KENTTÄ, Göran; HASSMÉN, Peter. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.

KOTIKANGAS, J. *et al*. Acute neuromuscular and hormonal responses to power, strength, and hypertrophic protocols and training background**. Frontiers in Sports and Active Living**, [s.l.], v. 4, p. 1-16, 2022.

KOTIKANGAS, J.; WALKER, S.; PELTONEN, H.; HÄKKINEN, K. Time Course of Neuromuscular Fatigue During Different Resistance Exercise Loadings in Power Athletes, Strength Athletes, and Nonathletes. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 38, n. 7, p. 1231–1242, 2024.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A.; FRENCH, Duncan N. Resistance training for health and performance. **Current sports medicine reports**, v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, 2004.

KRUSZEWSKI, Artur; KUŹMICKI, Stanisław; PODCHUL, Alicja; KRUSZEWSKI, Marek. Effect of changes in the sports regulations on the fight of taekwondo female players on the example of Beijing Olympic Tournaments 2008 and London 2012. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**, v. 5, n. 2, p. 97-100, 2014.

KUIPERS, B.; KEIZER, B. A. Overtraining in Elite Athletes Review and Directions for the Future. **Sports Medicine**, v. 6, 1988

KWOK, Heather Hei Man. Discrepancies in fighting strategies between Taekwondo medalists and non-medalists. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 7, n. 4, p. 806–814, 2012.

LAMAS, Leonardo *et al.* Effects of strength and power training on neuromuscular adaptations and jumping movement pattern and performance. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 26, n. 12, p. 3335–3344, 2012.

LEHMANN, Manfred; FOSTER, Carl; GASTMANN, Uwe; KEIZER, Hans; STEINACKER, Jürgen M. (Ed.). Overload, performance incompetence, and regeneration in sport*.* **New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers**, 1999.

LESINSKI, Melanie; PRIESKE, Olaf; GRANACHER, Urs. Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 13, p. 781–795, 2016.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J.; BARRY, B.; LOGAN, P. A. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v. 17, n. 3, p. 503-508, 2003.

LINNAMO, V, Pakarinen *et al.* Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. **Journal of Strength and Conditioning Research**,19: 566–571, 2005.

LIOSSIS, L. D.; FORSYTH, J.; LIOSSIS, C.; TSOLAKIS, C. The acute effect of upper-body complex training on power output of martial art athletes as measured by the bench press throw exercise. **Journal of Human Kinetics*,*** v. 39, p. 167-175, 2013.

LOCKIE, Robert G.; LAZAR, Adrina. Exercise technique: Applying the hexagonal bar to strength and power training. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 5, p. 24–32, 2017.

LOPES-SILVA, João Paulo *et al.* Sodium bicarbonate ingestion increases glycolytic contribution and improves performance during simulated taekwondo combat. **European College of Sport Science**, v. 1391, 2018.

LÓPEZ-LÓPEZ, José Antonio *et al.* Análisis técnico-táctico en Taekwondo con coordenadas polares a través del software HOISAN. **Cuadernos de Psicologia del Deporte**, v. 15, n. 1, p. 131–142, 2015.

LOTURCO, Irineu *et al.* Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in brazilian elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1–3, 2013.

LOTURCO, Irineu *et al.* Training at the optimum power zone produces similar performance improvements to traditional strength training. **Journal of Sports Science and Medicine,** v. 12, n. 1, p. 109–115, 2013a.

LOTURCO, Irineu *et al.* Distinct temporal organizations of the strength- and power-training loads produce similar performance improvements. **Journal of Strength and Conditioning Research,** v.27, n. 1 p. 188–194, 2013b.

LOTURCO, Irineu *et al.* One-repetition-maximum measures or maximum bar-power output: Which is more related to sport performance? **International Journal of Sports Physiology and Performance,** v. 14, n. 1, p. 33–37, 2019.

LOTURCO, Irineu *et al.* Peak versus mean propulsive power outputs: Which is more closely related to jump squat performance? **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 57, n. 11, p. 1432–1444, 2017.

LOTURCO, Irineu *et al.* Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 109–116, 2016.

LUDWIG, Melanie *et al.* Including the Past: Performance modeling using a preload concept by means of the fitness-fatigue model. **International Journal of Computer Science in Sport,** v. 18, n. 1, p. 115–134, 2019.

MAFFIULETTI, Nicola A. *et al.* Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European Journal of Applied Physiology**, v.

116, n. 6, p. 1091–1116, 2016.

MAESTRONI, Luca *et al.* The benefits of strength training on musculoskeletal system health: practical applications for interdisciplinary care. **Sports Medicine,** v. 50, n. 8, p. 1431–1450, 2020.

MALONEY, Sean J.; TURNER, Anthony N.; FLETCHER, Iain M. Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: a review of the literature and practical applications. **Sports Medicine,** v. 44, n. 10, p. 1347–1359, 2014.

MARFELL-JONES *et al.* I**sak Padrões Internacionais Para Avaliação Antropométrica**, 2006. v. 53.

MARGONIS, K.; FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z.; NIKOLAIDIS, M. G.; DOUROUDOS, I.; CHATZINIKOLAOU, A.; MITRAKOU, A.; MASTORAKOS, G.; PAPASSOTIRIOU, I.; TAXILDARIS, K.; KOURETAS, D. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: Implications for diagnosis. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, n. 6, p. 901–910, 2007.

MARKOV, Adrian; CHAABENE, Helmi; HAUSER, Lukas; BEHM, Sebastian; BLOCH, Wilhelm; PUTA, Christian; GRANACHER, Urs. Acute effects of aerobic exercise on muscle strength and power in trained male individuals: a systematic review with meta-analysis. **Sports Medicine*,*** v. 52, p. 1385–1398, 2022.

MARKOVIĆ, Goran; MIŠIGOJ-DURAKOVIĆ, Marjeta; TRNINIĆ, Slavko. Fitness profile of elite croatian female taekwondo athletes. **Collegium Antropologicum,** v. 29, n. 1, p. 93–99, 2005.

MARKOVIC, Goran; SIMEK, Sanja; BRADIC, Asim. Are acute effects of maximal dynamic contractions on upper-body ballistic performance load specific? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1811-1815, 2008.

MATSUSHIGUE, Karin A.; HARTMANN, Kátia; FRANCHINI, Emerson. Taekwondo: Physiological responses and match analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1112–1117, 2009.

MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A.; AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 3, 2002.

MCCAULLEY, Grant O. *et al.* Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistane exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 5, p. 695–704, 2009.

MCGUIGAN, Michael R.; WRIGHT, Glenn A.; FLECK, Steven J. Strength training for athletes: Does it really help sports performance? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 7, n. 1, p. 2–5, 2012.

MCLEAN, Blake D. *et al.* Neuromuscular, endocrine, and perceptual fatigue responses during different length between-match microcycles in professional rugby league players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 367–383, 2010.

MCMASTER, Daniel Travis *et al.* A brief review of strength and ballistic assessment methodologies in sport. **Sports Medicine,** v. 44, n. 5, p. 603–623, 2014.

MCKAY, A. K. A.; STELLINGWERFF, T.; SMITH, E. S.; MARTIN, D. T.; MUJIKA, I.; GOOSEY-TOLFREY, V. L.; SHEPPARD, J.; BURKE, L. M. Defining training and performance caliber: A participant classification framework. **International Journal of Sports Physiology and Performance,** v. 17, n. 2, p. 317-331, 2022.

MEEUSEN, Romain *et al.* Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186–205, 2012.

MESQUITA, Paulo Henrique Caldeira *et al.* Bi-hemispheric anodal transcranial direct current stimulation worsens taekwondo-related performance. **Human Movement Science**, v. 66, n. June, p. 578–586, 2019.

MIARKA, Bianca; COSWIG, Victor Silveira; VECCHIO, Fabrício B. D.; BRITO, Ciro José; AMTMANN, John. Comparisons of time-motion analysis of mixed martial arts rounds by weight divisions. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 15, n. 3, p. 1189-1201, 2015.

MILLET, G. P. *et al.* Modelling the transfers of training effects on performance in elite triathletes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n. 1, p. 55–63, 2002.

MONTALVO-PÉREZ, Almudena *et al.* Traditional Versus Velocity-Based Resistance Training in Competitive Female Cyclists: A Randomized Controlled Trial. **Frontiers in Physiology,** v. 12, n. February, 2021.

MORA-CUSTÓDIO, Ricardo *et al.* Effect of different inter-repetition rest intervals across four load intensities on velocity loss and blood lactate concentration during full squat exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 24, p. 2856–2864, 2018.

MORÁN-NAVARRO, Ricardo *et al.* Load-velocity relationship of the deadlift exercise. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 5, p. 678–684, 2021.

MORÁN-NAVARRO, Ricardo; MARTÍNEZ-CAVA, Alejandro; SÁNCHEZ-MEDINA, Luis; MORA-RODRÍGUEZ, Ricardo; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José; PALLARÉS, Jesús G. Movement velocity as a measure of level of effort during resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**,

Ahead of Print, 2017.

MOREIRA, Pedro Vieira Sarmet; GOETHEL, Márcio Fagundes; GONÇALVES, Mauro. Neuromuscular performance of Bandal Chagui: Comparison of subelite and elite taekwondo athletes. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 30, p. 55–65, 2016.

MOREIRA, Pedro Vieira Sarmet; FRANCHINI, Emerson; ERVILHA, Ulysses Fernandes; GOETHEL, Márcio Fagundes; CARDOZO, Adalgiso Coscrato; GONÇALVES, Mauro. Relationships of the expertise level of taekwondo athletes with electromyographic, kinematic and ground reaction force performance indicators during the dollyo chagui kick*.* **Archives of Budo**, v. 14, p. 59-69, 2018.

MORTON, R. Hugh. The quantitative periodization of athletic training: A model study. **Sports Medicine** 3:1,19-28, 1991.

MORTON. Modeling human performance in running. **Journal of Applied Physiology,** v. 69, n. 3, p. 1171–1177, 1990.

MUJIKA, Iñigo *et al.* Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, n. 2, p. 251–258, 1996.

NÁJERA-FERRER, Pablo *et al.* Effects of exercise sequence and velocity loss threshold during resistance training on following endurance and strength performance during concurrent training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 6, p. 811–817, 2021.

NAKAMURA, Fábio Yuzo; MOREIRA, Alexandre; AOKI, Marcelo Saldanha. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM,** Maringá, v. 21, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2010.

NOGUCHI, Kimihiro; GEL, Yulia R.; BRUNNER, Edgar; KONIETSCHKE, *Frank.* nparLD: An R software package for the nonparametric analysis of longitudinal data in factorial experiments. **Journal of Statistical Software**, Davis: University of California, v. 50, n. 12, Sept. 2012.

NUNES, J. A.; MOREIRA, A.; CREWTHER, B. T.; NOSAKA, K.; VIVEIROS, L.; AOKI, M. S. Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses, and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2973-2980, 2014.

OLIVEIRA, Mariana Paulino *et al.* Correlation between the performance of taekwondo athletes in an Adapted Anaerobic Kick Test and Wingate Anaerobic Test. **Archives of Budo Conference Proceedings**, n. September, p. 130–134, 2015.

OLIVER, Jonathan M. *et al.* Velocity Drives Greater Power Observed During Back Squat Using Cluster Sets. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 235–243, 2015.

ORTEGA-BECERRA, Manuel; SÁNCHEZ-MORENO, Miguel; PAREJA-BLANCO, Fernando. Effects of Cluster Set Configuration on Mechanical Performance and Neuromuscular Activity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 2, p. 310–317, 2021.

PALLARÉS, Jesús G. *et al.* Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 12, p. 1165–1175, 2014.

PAREJA-BLANCO, F. *et al.* Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 27, n. 7, p. 724–735, 2016.

PAREJA-BLANCO, Fernando *et al.* Acute and delayed response to resistance exercise leading or not leading to muscle failure. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 6, p. 630–639, 2016a.

PAREJA-BLANCO, F. et al. Effects of velocity loss during resistance training on performance in professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 4, p. 512–519, 2016b.

PAREJA-BLANCO, Fernando; VILLALBA-FERNÁNDEZ, Antonio; CORNEJO-DAZA, Pedro J.; SÁNCHEZ-VALDEPEÑAS, Juan; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José. Time course of recovery following resistance exercise with different loading magnitudes and velocity loss in the set. **Sports**, v. 7, n. 3, p. 59, 2019.

PAREJA-BLANCO, Fernando; RODRÍGUEZ-ROSELL, David; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan J. Time course of recovery from resistance exercise before and after a training program. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 59, n. 9, p. 1458–1465, 2020.

PERANDINI, L. A., SIQUEIRA-PEREIRA, T. A., OKUNO, N. M., SOARES-CALDEIRA, L. F., & NAKAMURA, F. Y. (2012). Use of session RPE to training load quantification and training intensity distribution in taekwondo athletes. ***Science and Sports*, *27***(4).

PÉREZ-CASTILLA, Alejandro *et al.* Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1258–1265, 2019.

PÉREZ-CASTILLA, Alejandro; GARCÍA-RAMOS, Amador. Changes in the load-velocity profile following powerand strength-oriented resistance-training programs. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.

15, n. 10, p. 1460–1466, 2020.

PETERSON, Mark D.; RHEA, Matthew R.; ALVAR, Brent A. Applications of the dose-response for muscular strength development: A review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 950–958, 2005.

PLEŠA, J.; KOZINC, Ž.; ŠARABON, N. A brief review of selected biomechanical variables for sport performance monitoring and training optimization. **Applied Mechanics**, v. 3, p. 144–159, 2022.

RABBANI, Alireza *et al.* Match fatigue time-course assessment over four days: Usefulness of the hooper index and heart rate variability in professional soccer players. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. FEB, p. 1–8, 2019.

RAMAZANOGLU, Nusret. Transmission of Impact Through the Electronic Body Protector in Taekwondo. I**nternational Journal of Applied Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 1–7, 2013.

RATAMESS, Nicholas A. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

RIBEIRO, Amanda I.S. *et al.* Development and reliability of a kick test system for taekwondo athletes. **Ido Movement for Culture**, v. 20, n. 4, p. 31–39, 2020.

RISCART-LÓPEZ, Javier *et al.* Effects of four different velocity-based training programming models on strength gains and physical performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 3, p. 596–603, 2020.

RISSANEN, J.; WALKER, S.; PAREJA-BLANCO, F.; HÄKKINEN, K**.** Velocity-based resistance training: do women need greater velocity loss to maximize adaptations? **European Journal of Applied Physiology*,*** v. 122, p. 1269–1280, 2022.

RONAI, Peter. The Bench Press Exercise. **ACSM's Health and Fitness Journal,** v. 22, n. 6, p. 52–57, 2018.

RODILES-GUERRERO, L.; CORNEJO-DAZA, P. J.; SÁNCHEZ-VALDEPEÑAS, J.; ALCAZAR, J.; RODRIGUEZ-LÓPEZ, C.; SÁNCHEZ-MORENO, M.; ALEGRE, L. M.; LEÓN-PRADOS, J. A.; PAREJA-BLANCO, F. Specific adaptations to 0%, 15%, 25%, and 50% velocity-loss thresholds during bench press training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 2022.

RODRÍGUEZ-ROSELL, David; YAÑEZ-GARCÍA, Juan Manuel; MORA-CUSTODIO, Ricardo; PAREJA-BLANCO, Fernando; RAVELO-GARCÍA, Antonio G.; RIBAS-SERNA, Juan; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José. Velocity-based resistance training: Impact of velocity loss in the set on neuromuscular

performance and hormonal response. **Applied Physiology**, Nutrition, and Metabolism, 2020.

RODRIGUEZ-ROSSEL, D.; YÁÑEZ-GARCÍA, J. M.; MORA-CUSTODIO, R.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; RIBAS-SERNA, J.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Effect of velocity loss during squat training on neuromuscular performance. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 31, p. 1621–1635, 2021.

RYAN, Samuel *et al.* Training monitoring in professional Australian football: theoretical basis and recommendations for coaches and scientists. **Science and Medicine in Football**, v. 4, n. 1, p. 52–58, 2019.

SANCHEZ, Anthony M.J. *et al.* Modelling training response in elite female gymnasts and optimal strategies of overload training and taper. **Journal of Sports Sciences,** v. 31, n. 14, p. 1510–1519, 2013.

SÁNCHEZ-MEDINA, L. *et al.* Velocity- and power-load relationships of the bench pull vsBench press exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 3, p. 209–216, 2014.

SÁNCHEZ-MEDINA, Luis; GONZÁLEZ-BADILLO, Juan José. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 9, p. 1725–1734, 2011.

SÁNCHEZ-MORENO, M.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; PAREJA-BLANCO, F.; MORA-CUSTODIO, R.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. Movement velocity as indicator of relative intensity and level of effort attained during the set in pull-up exercise. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, p. 1-24, 2017.

SANT' ANA, Jader; SAKUGAWA, Raphael Luiz; DIEFENTHAELER, Fernando. The Effect of a Pace Training Session on Internal Load and Neuromuscular Parameters in Taekwondo Athletes. **Frontiers in Physiology**, v. 12, n. June, 2021.

SANT'ANA *et al.* Anaerobic evaluation of Taekwondo athletes. **International SportsMed Journal**, v. 15, n. 3, p. 492–499, 2014.

SANT'ANA *et al.* Validity of a taekwondo specific test to measure Vo2 peak and the heart rate deflection point. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2017.

SANTOS *et al.* Relationship Between Attack and Pause in World Taekwondo Championship Contests: Effects of Gender and Weight Category. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal,** v. 4, n. 2, p. 127–131, 2014.

SANTOS, Jonatas Ferreira da Silva. Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. **Sport Sciences for Health**, v. 12,

n. 3, p. 377–382, 2016.

SANTOS, J. F. S.; LOPES-SILVA, J. P.; LOTURCO, I.; FRANCHINI, E. Test-retest reliability, sensibility and construct validity of the frequency speed of kick test in male black-belt taekwondo athletes. **Idō Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology**, v. 20, n. 3, p. 38–46, 2020

SANTOS, Jonatas Ferreira da Silva; FRANCHINI, Emerson. Developing muscle power for combat sports athletes. **Revista de Artes Marciales Asiáticas**, v. 16, n. 1s, p. 133–173, 2021.

SANTOS, Jonatas Ferreira Da Silva; FRANCHINI, Emerson. Frequency speed of kick test performance comparison between female taekwondo athletes of different competitive levels. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 10, p. 2934–2938, 2018.

SANTOS; FRANCHINI; LIMA-SILVA. Relationship between attack and skipping in taekwondo contests. **Journal of Strength & Conditioning Research***,* v. 25, n. 6, p. 1743–1751, 2011.

SAW, Anna E. *et al.* Athlete self-report measures in research and practice: Considerations for the discerning reader and fastidious practitioner. International J**ournal of Sports Physiology and Performance,** v. 12, n. November, p. 127–135, 2017.

SCHOENFELD, Brad J. *et al.* Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 1, p. 94–103, 2019.

SHATTOCK, Kevin; TEE, Jason C. Autoregulation in Resistance Training: A Comparison of Subjective Versus Objective Methods. ***Journal of Strength and Conditioning Research***, n. 23, 2020.

SMITH, David J. A Framework for Understanding the Training Process Leading to Elite Performance. **Sports Medicine,** v. 33, n. 15, p. 1103–1126, 2003.

STAGNO, Karl M.; THATCHER, Rhys; VAN SOMEREN, Ken A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. ***Journal of Sports Sciences***, v. 25, n. 6, p. 629–634, 2007.

STANLEY, Jamie; PEAKE, Jonathan M.; BUCHHEIT, Martin. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. **Sports Medicine**, v. 43, n. 12, p. 1259–1277, 2013.

SUCHOMEL, Timothy J. *et al.* The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. **Sports Medicine**, v. 48, n. 4, p. 765–785, 25 abr. 2018.

SUCHOMEL, Timothy J.; NIMPHIUS, Sophia; STONE, Michael H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine,** v.

46, n. 10, p. 1419–1449, 2016.

SZMUCHROWSKI, Leszek Antoni *et al.* Determinação do número mínimo de saltos verticais para monitorar as respostas ao treinamento pliométrico. **Motricidade**, v. 8, n. S2, p. 383, 2012.

TAYLOR, Kristie-Lee *et al.* Fatigue Monitoring in High Performance Sport: a Survey of Current Trends. **Journal of Australian Strength & Conditioning,** v. 20, n. 1, p. 12–23, 2012.

TURNER, Anthony N.; COMFORT, Paul; MCMAHON, John; et al. Developing powerful athletes, Part 1: Mechanical underpinnings*.* **Strength and Conditioning Journal,** v. 42, n. 4, p. 30-39, 2020.

THIBORDEE, Sutima; PRASARTWUTH, Orawan. Effectiveness of roundhouse kick in elite Taekwondo athletes. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 24, n. 3, p. 353–358, 2014.

THOMPSON, Steve W. *et al.* Pooled versus individualized load-velocity profiling in the free-weight back squat and power clean. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 16, n. 6, p. 825–833, 2021.

THORPE, Robin T. *et al.* Monitoring fatigue during the in-season competitive phase in elite soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 8, p. 958–964, 2015.

URHAUSEN, Axel; KINDERMANN, Wilfried. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? **Sports Medicine**, v. 32, n. 2, p. 95-102, 2002.

VARLET-MARIE, BRUN, J. F.; E.; GAUDARD, A.; MERCIER, J.; BRESSOLLE, F.; BRUN, J.-F. Is the feeling of heavy legs in overtrained athletes related to impaired hemorheology? **Clinical Hemorheology and Microcirculation**, v. 28, 2003.

VALENZUELA, T.H; LÓPEZ, J.C; FRANCHINI, E; HENRÍQUEZ-OLGUÍN, C; MUÑOZ, E**.**A Physiological and physical profile of taekwondo athletes of different age categories during simulated combat. **Idō Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology**, v. 14, n. 2, p. 36–40, 2014.

VIETEN, Manfred *et al.* Reaction time in taekwondo. **Sports Biomechanics,** n. January 2007, p. 293–296, 2007.

VILLANI, Roberto; DE PETRILLO, Diego; DISTASO, Michele. Influence of four different methods of training on the specific rapidity. ***12º* Anual Congress of the European College of Sport Science**, v. 2, n. July, p. 458–459, 2007.

VILLANI, Roberto.; RUGGIERI, F.; TOMASSO, A.; DISTASO, M. Increase of the specific rapidity in the Tae-Kwon-Do through a contrast method. **Book of Abstracts of the 10th Annual Congress of the European College of Sport**

Science, v. 10, p. 419–420, 2005.

WEAKLEY, J. *et al*. The effects of 10%, 20%, and 30% velocity loss thresholds on kinetic, kinematic, and repetition characteristics during the barbell back squat. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 2, p. 180–188, 2020a

WEAKLEY, J. *et al*. Application of velocity loss thresholds during free-weight resistance training: responses and reproducibility of perceptual, metabolic, and neuromuscular outcomes. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 5, p. 477–485, 2020b

WEAKLEY, J.; MANN, B.; BANYARD, H.; McLAREN, S.; SCOTT, T.; GARCIA-RAMOS, A. Velocity-Based Training: From Theory to Application. *S***trength and Conditioning Journal*,** v. 00, n. 00, p. 1–15, 2020c.

WEAVING *et al.* Visualising the complexity of the athlete monitoring cycle through principal component analysis. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, p. 1–9, 2019.

WILLARDSON, Jeffrey M.; BURKETT, Lee N. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 1, p. 146–152, 2008.

WISLØFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine*,*** v. 38, n. 3, p. 285-288, 2004.

ZAGGELIDIS, Georgios *et al.* Differences in vertical jumping performance between untrained males and advanced Greek judokas. **Archives of Budo**, v. 8, n. 2, p. 87–90, 2012.

ZOURDOS. Efficacy of daily one-repetition maximum training in well-trained powerlifters and weightlifters: a case series. **Nutrición Hospitalaria**; v. 33 p. 437-443, 2016

APÊNDICES

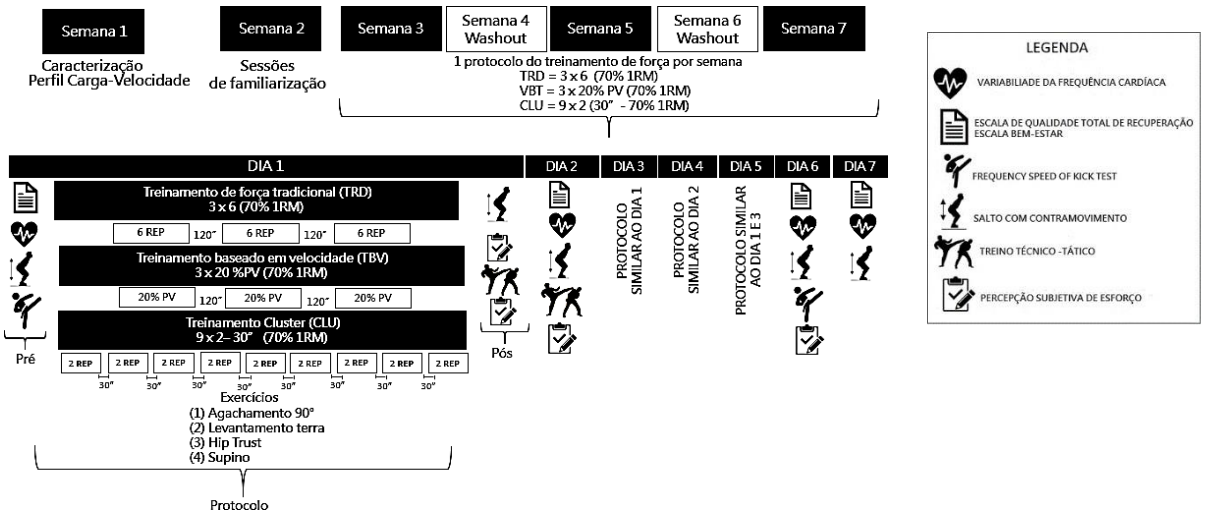
APÊNDICE I

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Você está sendo convidado(a) a participar do estudo " Relação dose-resposta de diferentes configurações do treino de força sobre variáveis fisiológicas, perceptivas e desempenho físico em atletas de Taekwondo", realizado pela Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e nas dependências, sendo no Laboratório de Estudos e Pesquisas em Esportes de Combate (LEPEC/UFMG) e na sala de força do Centro de Treinamento (CTE/UFMG), sob coordenação do Prof. Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque. O presente estudo tem como objetivo analisar os efeitos da dose-reposta sobre variáveis determinantes da performance em atletas de Taekwondo. O principal benefício do estudo consiste em contribuir para a orientação do treinamento esportivo para no futuro nortear a manipulação da carga de treinamento e melhora do desempenho esportivo de atletas de Taekwondo. O recrutamento e convite dos voluntários será realizado na EEFFTO através de convite pessoal e cartazes informativos da pesquisa espalhados pela escola. A pesquisa consistirá em aproximadamente 90 minutos sete semanas. A primeira e segunda semana você irá realizar familiarizações com os procedimentos que serão submetidos. Nessa etapa, será realizado a caracterização quanto a massa corporal, estatura, medidas antropométricas, dobras cutâneas e avaliações iniciais quanto aos exercícios de força através de um teste, denominado de perfil carga-velocidade, que determina a intensidade de carga relativa para cada exercício proposto no presente estudo. Os exercícios a serem realizados são o supino reto, agachamento 90º, elevação pélvica e levantamento terra,e será adotado um intervalo de 20 minutos entre a realização do teste para cada exercício. Após um período de 48 horas dessas estapas iniciais será realizado os protocolos experimentais. Os protocolos experimentais com duração aproximada de 90 minutos serão realizados durante 3 semanas, nos dias determinados às segundas-feira, quartas-feira e sextas-feira. Portanto serão realizados o total de 9 sessões de treino de força durante essas 3 semanas. E, a configuração das sessões do treino de força será realizada de maneira randomizada sendo que cada semana será adotado a configuração proposta no estudo. E, vale ressaltar que os treinos técnico-tático irão acontecer normalmente às suas rotinas semanais, o que não irá lhe prejudicar durante a realização desse estudo. Durante os protocolos experimentais bem como nos treinos técnico-tático serão coletadas variáveis importantes tanto de maneira prévia como posterior para entender a relação da dose-resposta do treino de força. É importante destacar que durante a semana que houver o protocolo experimental, você deverá comparacer nas coletas durante toda a semana, inclusive aos sábados e domingos. A imagem abaixo ilustra os procedimentos do estudo de maneira detalhada.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do voluntário: _____



Quanto aos riscos e desconfortos, todos os testes e medidas utilizados neste estudo são bem tolerados. No entanto, você poderá sentir incômodos e desconfortos durante as avaliações que envolvem esforço físico, entretanto, de maneira similar às rotinas de treinamento. Nessas atividades que envolvem esforço físico, poderá ocorrer cansaço e desconforto muscular durante e após os procedimentos. É esperado um aumento dos batimentos cardíacos e redução da prática de atividades físicas que exigem exaustão no dia seguinte. Os riscos de lesão são pequenos e similares aos envolvidos na rotina de treinamento e prática esportiva. Como forma de minimizar os riscos citados acima, serão adotados procedimentos de segurança, tais como: realização de testes e avaliações com cargas adequadas ao seu nível de condicionamento e que tenham respaldo científico e risco controlado; inclusão de intervalos entre os esforços para minimizar os desconfortos e garantir uma recuperação ótima; realização de procedimentos de avaliação apenas com pesquisadores capacitados e habilitados para a correta execução dos testes com segurança; uso equipamentos que disponham de travas e dispositivos de segurança para minimizar e controlar os riscos; realização de condutas de familiarização dos participantes com os procedimentos de avaliação.No teste de esforço máximo os prováveis riscos são, falta de ar, tontura, desconfortos, dores, alterações de pressão arterial e lesões musculares. Esses riscos serão minimizados, uma vez que, os testes serão acompanhados por profissionais treinados para fazer sua segurança. No caso de algum dos sinais acima, o teste será imediatamente interrompido e serão realizados procedimentos para sua recuperação. Além disso, a Escola de Educação Física conta com uma equipe de enfermagem pronta para atender qualquer demanda e caso algum você se sinta mal, será acionado o Serviço de Emergência (SAMU) ou será conduzido ao hospital pelo carro particular do pesquisador e seus familiares serão comunicados. Existe também um risco de se contaminar com o vírus da COVID-19. Para minimizar esse risco de contaminação serão oferecidos álcool 70% para higienizar as mãos e será obrigatório o uso de máscaras durante todo período de coleta, caso você esqueça a máscara, disponibilizaremos máscaras descartáveis. Todos os instrumentos e equipamentos utilizados nesse presente estudo serão higienizados com álcool 70% a cada procedimento adotado bem

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do voluntário: _____

como serão higienizados ao início e ao término de cada coleta. Para minimizar os riscos, o pesquisador estará presente durante todos os procedimentos para orientá-lo e supervisioná-lo. É importante destacar que será garantido o direito a assistência integral, gratuita e pelo tempo necessário por qualquer dano diretos/indiretos, imediatos ou tardios. Caso seja necessário qualquer auxilio psicológico, será encaminhado a um profissional capacitado.Todos os dados coletados serão mantidos em sigilo e a sua identidade não será revelada publicamente em nenhuma hipótese. Somente o pesquisador responsável e a equipe envolvida neste estudo terão acesso a estas informações que serão apenas para fins de pesquisa. Os arquivos da pesquisa serão arquivados em um HD externo e ficaram aos cuidados da pesquisadora Amanda Isadora Santos Ribeiro até que os resultados da pesquisa sejam publicados em revistas cientificas. Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa são: avaliação completa do nível do seu condicionamento físico, sendo disponibilizados relatórios com variáveis antropométricas, força máxima, velocidade, potência, que serão entregues em mãos ou via e-mail de acordo com asua preferência. Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. A sua participação é voluntária, e arecusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você éatendido (a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Para participar desta pesquisa, você deverá consentir e assinar um termo de consentimento. Além disso, em qualquer momento da pesquisa, você terá total liberdade para esclarecer qualquer dúvida com o professor Dr. Maicon Rodrigues Albuquerque, pelo telefone (31) 3409-2331 e/ou email: lin.maicon@gmail.com. Caso você tenha dúvidas em relação aos procedimentos éticos do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) (órgão responsável por fiscalizar e acompanhar pesquisas realizadas com seres humanos e animais a fim de defender seus interesses, sua integridade e suadignidade) situado na Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar,sala 2005, CEP 312570-901, Belo Horizonte/MG, pelo telefone/fax (31) 3409-4592 e e-mail: coep@prpq.ufmg.br. Neste sentido, convido você a assinar esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido,caso esteja suficientemente esclarecido sobre os objetivos, os procedimentos a serem realizados,seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e demais dúvidas. Você tem o tempoque for preciso para que possa refletir sobre sua participação na pesquisa, podendo consultar, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-lo (a) na tomada de decisão livre e esclarecida. O termo será assinado em duas vias, sendo uma para posse do pesquisador responsável e outra para posse do participante voluntário. Todas as páginas deverão ser rubricadas pelo pesquisador responsável/pessoa por ele delegada e pelo participante.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do voluntário: _____

Eu,_____, portador do documento de Identidade_____fui informado (a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa **" Relação dose-resposta de diferentes configurações do treino de força sobre variáveis fisiológicas, perceptivas e desempenho físico em atletas de Taekwondo",** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas

Nome completo do Pesquisador: Amanda Isadora Santos Ribeiro
Endereço: Rua Noraldino Lima, 405 – apto 404 – Bloco 04 – Aeroporto – Belo Horizonte – MG –CEP 35270-650
Telefone: (37) 9 9192-2057
E-mail: aribeiroufmg@gmail.com

_____

Assinatura do pesquisador

Data _____/_____/_____

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
CEP-UFMG – Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar – Sala 2005.Campus Pampulha.
Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do voluntário: _____

APÊNDICE II

QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO ATLETA

ID:____(Uso do pesquisador)

1. Há quanto tempo você treina Taekwondo de forma ininterrupta?

( ) menos de 3 meses ( ) entre 3 e 6 meses ( ) entre 6 e 12 meses ( ) entre 12 e 24 meses( ) mais de 24 meses

2. Você treina Taekwondo quantas vezes por semana? _____

3. Em média, quantas sessões de treinos são realizadas por dia? ( ) 3 ( ) 2 ( ) 1 ( ) Outro. Especifique: _____

4. Realiza treinamento de força/ musculação: Sim ☐ ☐ Não

Quantas vezes por semana?_____Qual duração do treino: _____

5. Teve alguma lesão recentemente (últimos 6meses)? Qual?

_____

6. Está em processo de perda de peso? _____

Sobre suas participações em competições:

COMPETIÇÃO REGIONAL:

Participou: ☐ Sim ☐ Não

Obteve medalha: ☐ Sim ☐ Não

COMPETIÇÃO ESTADUAL:

Participou: ☐ Sim ☐ Não

Obteve medalha: ☐ Sim ☐ Não

COMPETIÇÃO NACIONAL:

Participou: ☐ Sim ☐ Não

Obteve medalha: ☐ Sim ☐ Não

COMPETIÇÃO INTERNACIONAL:

Participou: ☐ Sim ☐ Não

Obteve medalha: ☐ Sim ☐ Não

Informações sobre RECUPERAÇÃO

7. Após os treinamentos você adota alguma(s) estratégia(s) para otimizar a recuperação?

( ) Não ( ) Sim. Se a resposta for sim, descreva: _____

Informações sobre a utilização de SUPLEMENTOS ALIMENTARES

8. No momento você utiliza algum suplemento alimentar?

( ) Não ( ) Sim. Se sim, qual(is) o(s) suplemento(s):

_____

9. Em qual momento do dia você utiliza?

( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Noite

_____

Informações sobre a utilização de medicamentos

9. No momento você utiliza algum medicamento de forma contínua?

( ) Não ( ) Sim. Se sim,
qual(is):_____

10. Atualmente está realizando alguma tipo de dieta:

( ) Não ( ) Sim. Se sim, especifique:

_____

11. A dieta é prescrita por nutricionista? ( ) Não ( ) Sim

_____

Registro da avaliação antropométrica e da composição corporal

Medidas antropométricas	
Peso (kg)	
Estatura (m)	

Dobra cutânea	**1ª medida(mm)**	**2ª medida (mm)**	**3ª medida (mm)**	**Média**
Abdominal				
Supra ilíaca				
Triciptal				
Coxa				
Classificação do Percentual de Gordura				

ANEXO I

PERCEPÇÃO DE QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO

Nota	Descritor
6	
7	Muito, muito mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Muito, muito bem recuperado
20	

ANEXO II

TREINO DE SEGUNDA-FEIRA / QUARTA -FEIRA / SEXTA-FEIRA

ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA PARA CADA EXERCÍCIO
1ª Atividade Steps 1-1/2-2/3-3/ (20:40)	Em duplas, os atletas realizaram movimentos de step (deslocamento em linha reta na distância de um passo) espelhados de forma simultânea, ou seja, enquanto um atleta executa um step para frente, sua dupla executa um step para trás. Eles devem executar um step para frente e um para trás, dois para frente e dois para trás, três para frente e três para trás, e repetir essa sequência de steps durante o tempo de execução do exercício. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, dividida em 10 séries de 20 segundos de esforço (steps) e 40 segundos de recuperação passiva.	1:2
2ª Atividade Estabilização de escora 40:20	Em duplas, um atleta irá segurar um escudo enquanto o outro irá executar os chutes propostos. O atleta deverá realizar um yop tchagui em estabilização na altura do tronco do adversário, em seguida deverá realizar um yop tchagui seguido de um dolio tchagui com a mesma perna que executa. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, dividida em 10 séries de 40 segundos de esforço (chutes) e 20 segundos de pausa passiva. Cada atleta fará 5 séries em sequência para a traca da dupla.	2:1
3ª Atividade Variação técnica com progressão de volume ecom ênfase em yop tchagui.	Em duplas, um atleta irá segurar um escudo enquanto o outro irá executar os chutes propostos. O atleta deverá realizar um yop tchagui, na sequência, deverá realizar um yop tchagui seguido de um chute livre (a escolha do atleta), após, deverá realizar um yop tchagui seguido de dois chutes livres (a escolha do atleta). O atleta irá realizar esses chutes durante o tempo de execução do exercício. A orientação para os os atletas é alternar as pernas de execução para os chutes de forma livre. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, dividida em 10 séries de 40 segundos de esforço (chutes) e 20 segundos de pausa passiva. Cada atleta fará 5	2:1

	séries em sequência e as outra 5, segurará o escudo para sua dupla.	
4ª Atividade Sombra livre- rounds 2 min c/ pausa ativa emstep induzido 30 segundos	Os atletas irão fazer rounds de 2 minutos intercalados por 30 segundos de steps induzidos, ou seja, sua dupla irá executar golpes e ele deverá utilizar de steps para esquivar dos golpes, sem direito de atacar. A atividade foi estipulada com duração total de 50 minutos, dividida de maneira intermitente: uma luta de 2 minutos, sendo, 30 segundos de step induzido para um atleta e 30 segundos de step induzido para o outro atleta. Após realizar 3 séries dessa dinâmica, os atletas terão 1 minuto de pausa passiva. Serão 5 blocos dessa forma, totalizando 15 rounds de 2 minutos e 30 rounds de step induzido. Ao final de um bloco, os atletas poderão trocar de dupla se desejarem.	Intermitente
5ª Atividade Trabalho de defesa braço-perna-step	Em duplas, os atletas irão realizar um trabalho de bloqueio do golpe adversário, alternando entre braço, perna e steps. Na primeira série, um dos atletas irá realizar um chute e sua dupla deve bloqueá-lo com os braços. Na próxima série, com as pernas e na outra, com steps. Após o tempo de cada série, os atletas alteranam a dinâmica. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, dividida em 20 séries de 30 segundos, 10 por atleta. Cada atleta fará 30 segundos da atividade de forma intercalada com sua dupla.	1:1

TREINO DE TERÇA-FEIRA / QUINTA-FEIRA

ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	RELAÇÃO ESFORÇO:PAUSA PARA CADA EXERCÍCIO
1ª Atividade Corrida livre + variações de deslocamento	Os atletas irão correr em baixa intensidade, de um lado para o outro do tatame, enquanto o treinador os orienta da forma como devem se deslocar (correr de frente, de costas ou lateralmente) e inclui atividades coordenativas específicas do taekwondo (levantar o joelho enquanto corre, executar um chute ou uma combinação de chutes em deslocamento, etc.). A atividade foi estipulada com duração de 10 minutos contínuos.	Contínuo
2ª Atividade Progressão de chutes livres no bob com estímulo visual 1-2-3 (30'')	Cada dupla irá se posicionar para um boneco boomboxe (bob). Um atleta deve estar frente e o outro atleta atrás do bob. O atleta que estiver atrás do bob irá tocar um local do boneco (tórax ou cabeça) e o atleta que está na frente do bob deve chutar o local apontado. Os estímulos irão seguir o seguinte padrão progressivo: 1 toque no bob para uma ação, 2 toques no bob para 2 ações e 3 toques no bob para 3 ações ao local referido, apontado pelo atleta que está atrás do bob. Após o tempo de execução, os atletas trocam a posição de comando. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, divididos em 20 séries de 30 segundos cada. A cada série, os atletas invertem as posições.	1:1
3ª Atividade Progressão de chutes + velocidade de reação defesa de braço 1-2-3 (30'')	Em duplas, um atleta irá executar chutes seguindo a progressão até completar 3 chutes em cada bloco, sendo livre a escolha do chute pelo atleta. O atleta que está em posição de receber os chutes deve reagir ao movimento de sua dupla e defender os golpes com os braços durante o tempo da atividade. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, divididos em 20 séries de 30 segundos. Cada atleta irá realizar uma série chutando e outra série defendendo, e seguirá essa sequência até o final da atividade.	1:1

4ª Atividade Progressão de chutes + velocidade de reação com step 1-2-3 /para 1 e 2 step (30’’)	Em duplas, um atleta irá executar chutes seguindo a progressão até completar 3 chutes em cada bloco, sendo livre a escolha do chute pelo atleta. O atleta que irá receber o chute deve reagir ao movimento de sua dupla e se esquivar dos golpes com steps para trás ou lateralmente durante o tempo da atividade de acordo com as progressões de chutes proposta pela atividade. A atividade foi estipulada com duração total de 10 minutos, divididos em 20 séries de 30 segundos. Cada atleta irá realizar uma série chutando e outra série defendendo, e seguirá essa sequência até o final da atividade.	1:1
5ª Atividade Sombra livre	Em duplas, com todas as proteções adequadas (protetor de braço, canela, colete e bucal), os atletas irão realizar rounds simulados. A atividade foi estipulada com duração total de 45 minutos, divididos em 15 séries de 2 minutos de rounds, com 1 minuto de pausa/recuperação passiva entre as séries. Ao final de 3 séries, os atletas trocavam os oponentes para a próxima série.	2:1
6ª Atividade Técnico livre (20’’) 5rounds	Em duplas, um atleta irá segurar um aparador de chute ou raquete, enquanto o outro atleta deve realizar golpes de acordo com a posição que o aparador de chute ou raquete for posicionado. A atividade foi estipulada com duração total de 5 minutos divididos em 10 séries de 20 segundos, por 10 segundos de pausa/recuperação ativa em steps. Cada atleta deve realizar 5 séries seguidas para efetuar a troca entre as duplas.	2:1

ANEXO III

ESCALA *CATEGORY RATIO* (CR) DE BORG

ANEXO IV

PERCEPÇÃO DE BEM-ESTAR

SUB-ESCALAS	5	4	3	2	1	TOTAL
Fadiga	Muito Recuperado	Recuperado	Normal	Mais cansado que o normal	Muito cansado	
Qualidade do Sono	Muito descansado	Bom	Dificuldade para dormir	Sono Agitado	Insônia	
Dor Muscular	Sentindo-se ótimo	Sentindo-se bem	Normal	Alguma dor	Muito dolorido	
Nível de Estresse	Muito Relaxado	Relaxado	Normal	Um pouco Estressado	Altamente estressado	
Humor	Muito bem humorado	Bem humorado	Pouco interessado em outras atividades	Mau humor para atividades sociais	Altamente irritado	

ANEXO V

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PlataForma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: RELAÇÃO DOSE-RESPOSTA DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DO TREINO DE FORÇA SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS, PERCEPTIVAS E DESEMPENHO FÍSICO EM ATLETAS DE TAEKWONDO

Pesquisador: Maicon Albuquerque

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53043021.7.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.164.711

Apresentação do Projeto:

A preparação física na maioria dos esportes ocorre através do treinamento integrado entre o treino de força e o treino técnico-tático específico. A regulação apropriada da relação de dose (estímulo) e a resposta observada por essa dose, representa um grande desafio para os treinadores. De maneira que, o efeito somativo da fadiga acumulada do treino de força associado ao treino técnico-tático pode afetar de maneira negativa os diferentes fatores determinantes da performance dos atletas. E nesse contexto, nas modalidades esportivas de combate, em especial no Taekwondo, é comum os atletas realizarem nos treinos técnico-tático exercícios que apresentam uma alta demanda anaeróbia e neuromuscular.

Portanto, torna-se interessante aplicar uma configuração do treino de força capaz de fornecer um equilíbrio entre a dose-resposta que possa gerar adaptações neuromusculares eficientes sem prejudicar o treinamento técnico-tático específico da modalidade. O presente estudo tem como propósito investigar a relação dose-resposta sobre diferentes configurações do treino de força sobre as respostas fisiológicas, perceptivas e

desempenho físico de atletas de Taekwondo em um microciclo típico do período específico de treinamento da modalidade. A amostra será composta por atletas de Taekwondo, entre 18 e 35 anos de ambos os sexos, faixas-preta, participantes de competições de níveis nacional e internacional, de diferentes categorias de massa corporal e tempo de prática. O tamanho da

amostra será definido a partir de cálculo amostral utilizando o pacote "Basic Functions for Power Analysis" (pwr), do software Rstudio (versão 3.2.5). O estudo será de caráter experimental de relação causa e efeito, realizado através de desenhos controlados, randomizados e do tipo crossover. As intervenções envolverão a comparação entre três configurações do treino de força. O treino de força realizado de maneira tradicional (TRD) previamente pré-determinado por séries e repetições. O treino de força baseado em velocidade (TBV) determinado por repetições auto-reguladas pela perda de velocidade. O treino cluster (CLU), prédeterminado por séries e repetições através da redistribuição de repouso. O número de séries, o tempo total de intervalo de descanso entre séries e exercícios serão equalizadas para as três condições. As respostas fisiológicas (Frequência Cardíaca, Variabilidade da Frequência Cardíaca, TRIMP), perceptivas (questionário
de bem-estar, escala de qualidade total de recuperação, percepção subjetiva de esforço) e desempenho físico (salto com contra movimento, Frequency Speed of Kick Test, Velocidade média propulsiva, % de perda de velocidade, número de repetições) serão avaliadas durante
um microciclo de treinamento específico da modalidade (pré e pós intervenção). As intervenções e análises serão realizadas concomitante ao treinamento técnico-tático específico da modalidade. A participação em cada condição ocorrerá mediante visitas previamente estabelecidas em dias distintos com intervalos (washout) de 7 dias entre as condições. O estudo será realizado em 7 semanas. Os dados serão analisados através de testes inferenciais apropriados para o desenho experimental."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar os efeitos da dose-resposta do treino de força tradicional (TRD), do treino baseado em velocidade (TBV) e do treino Cluster (CLU) sobre as respostas fisiológicas, perceptivas e desempenho físico de atletas de Taekwondo em um microciclo específico de 7 dias treino.

Objetivo Secundário:

Verificar os efeitos de diferentes configurações do treino de força sobre a dose-resposta avaliadas durante um microciclo de sete dias de um período específico do treinamento da modalidade (pré e pós intervenção):1)no desempenho do salto com contra movimento; 2)no desempenho da frequência de chutes durante o FSKT;3)no desempenho de potência de membros inferiores e superiores;4)no desempenho de força máxima dinâmica de membros inferiores e superiores (velocidade média propulsiva);5)no número de repetições realizadas durante a configuração do

TBV; 6)na fadiga observada pelo percentual de perda de velocidade durante os exercícios nas diferentes configurações do treino de força;7)na variabilidade da frequência cardíaca;8)na frequência cardíaca;9)na TRIMP;10)na percepção subjetiva de esforço;11)na escala de bem-estar;12)na escala de qualidade total de recuperação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os autores:

"Riscos:

Quanto aos riscos e desconfortos, todos os testes e medidas utilizados neste estudo são bem tolerados. No geral, os participantes deverão sentir incômodos e desconfortos durante as avaliações que envolvem esforço físico, entretanto, de maneira similar às rotinas de treinamento. Nessas atividades que envolvem esforço físico, poderão ocorrer cansaço e desconforto muscular durante e após os procedimentos. É esperado um aumento dos batimentos cardíacos e redução da prática de atividades físicas cansativas no dia seguinte. Como forma de minimizar os riscos citados acima, serão adotados procedimentos de segurança, tais como: realização de testes e avaliações com cargas adequadas ao nível de condicionamentos dos participantes e que tenham respaldo científico e risco controlado; inclusão de intervalos entre 2 a 10 minutos entre os esforços para minimizar os desconfortos e garantir uma recuperação ótima; realização de procedimentos de avaliação apenas com pesquisadores capacitados e habilitados para a correta execução dos testes com segurança; uso equipamentos que disponham de travas e dispositivos de segurança para minimizar e controlar os riscos; realização de condutas de familiarização dos participantes com os procedimentos de avaliação. Os riscos de lesão são pequenos e similares aos envolvidos na rotina de treinamento e prática esportiva. Vale ressaltar, que durante todos os procedimentos de avaliação e das sessões de exercícios físicos, caso ocorra alguma intercorrência, os seguintes procedimentos serão adotados: 1) interrupção imediata do exercício; 2) procedimentos iniciais para recuperação; 3) se necessário, prestação de primeiros socorros pelos membros da pesquisa; 4) se necessitar de atendimento médico, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) será chamado. Neste caso, o pesquisador será o responsável em acompanhar o indivíduo ao hospital juntamente com o serviço especializado e comunicar aos familiares sobre a situação do voluntário. Além disso, a Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) conta com um posto de enfermagem, que será notificado das datas e horários das coletas para que possam auxiliar no atendimento no decorrer de quaisquer causalidades.

Benefícios:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.164.711

Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa são: avaliação completa do nível de condicionamento físico dos participantes, disponibilizados relatórios com variáveis antropométricas, força máxima, velocidade, potência que serão entregues em mãos ou via e-mail de acordo com a preferência do participante. Tais informações são importantes parâmetros para a orientação do treinamento e extremamente úteis para no futuro nortear a manipulação da carga de treinamento e melhora do desempenho esportivo dos mesmos."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e pertinente para o corpo de conhecimento. Solicitações realizadas no parecer anterior foram adequadamente atendidas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Recomendações:

Somos a favor, S.M.J., de aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1848908.pdf	02/12/2021 16:28:02		Aceito
Outros	Carta_Resposta.pdf	02/12/2021 16:25:03	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia.pdf	02/12/2021 16:23:58	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projetodoutorado.pdf	02/12/2021 16:23:14	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 ¿ 2º. Andar ¿ Sala 2005 ¿ Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 5.164.711

Investigador	Projetodoutorado.pdf	02/12/2021 16:23:14	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoConsentimentoLivreEsclarecido.pdf	02/12/2021 16:22:28	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Outros	Anexo_Declaraca_de_destino.pdf	04/11/2021 15:44:16	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Outros	ParecerConsubstanciado.pdf	04/11/2021 15:42:50	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Outros	Anexo_Declaracao_de_resultados.pdf	04/11/2021 15:41:48	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anexo_Infraestrutura.pdf	04/11/2021 15:40:30	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_coep_amanda.pdf	04/11/2021 15:35:19	AMANDA ISADORA SANTOS RIBEIRO	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

BELO HORIZONTE, 14 de Dezembro de 2021

Assinado por:
Crissia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 ¿ 2º. Andar ¿ Sala 2005 ¿ Campus Pampulha
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br