

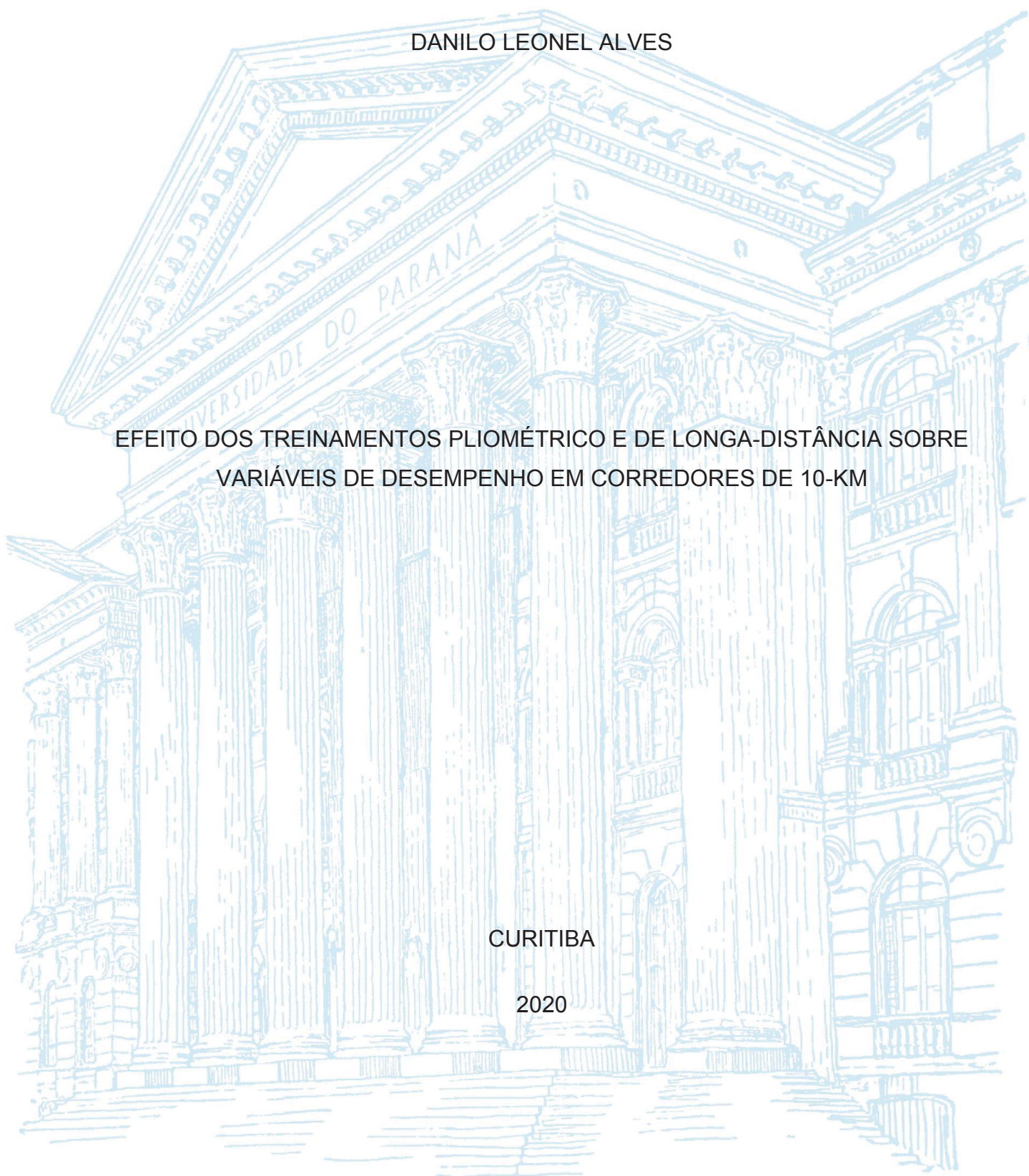
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO LEONEL ALVES

EFEITO DOS TREINAMENTOS PLIOMÉTRICO E DE LONGA-DISTÂNCIA SOBRE  
VARIÁVEIS DE DESEMPENHO EM CORREDORES DE 10-KM

CURITIBA

2020



DANILO LEONEL ALVES

EFEITO DOS TREINAMENTOS PLIOMÉTRICO E DE LONGA-DISTÂNCIA SOBRE  
VARIÁVEIS DE DESEMPENHO EM CORREDORES DE 10-KM.

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raul Osiecki

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.  
Biblioteca de Ciências Biológicas.  
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Alves, Danilo Leonel

Efeito dos treinamentos pliométrico e de longa distância sobre variáveis de desempenho em corredores de 10-KM. / Danilo Leonel Alves. – Curitiba, 2020.

123 f. : il.

Orientador: Raul Osiecki.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Atletismo. 2. Corridas. 3. Força muscular. 4. Aptidão física do atleta. 5. Exercício pliométrico. I. Título. II. Osiecki, Raul. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 796.42



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -  
40001016047P0

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **DANILO LEONEL ALVES**, intitulada: "**EFEITOS DO TREINAMENTO PLIOMÉTRICO E DE LONGA DISTÂNCIA SOBRE VARIÁVEIS DE DESEMPENHO EM CORREDORES DE 10-KM**", sob orientação do Prof. Dr. RAUL OSIECKI, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 11 de Fevereiro de 2020.

  
RAUL OSIECKI  
Presidente da Banca Examinadora

  
PAULO CESAR BARAUCE BENTO  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

  
RAMON CRUZ  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA)

  
ADRIANO EDUARDO LIMA DA SILVA  
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ)

  
JORGE ROBERTO PERROUT DE LIMA  
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA)

Ao Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira  
(*in memoriam*), dedico.



## AGRADECIMENTOS

Desde quando era criança, sempre tive no lar familiar pessoas que me inspiraram a buscar a felicidade e a excelência pessoal e profissional. Minha mãe (Selma) me ensinou a amar, ser bom para os próximos e a dar carinho incondicional. Ela é a pessoa que mais me inspira em vida, e fez de tudo para que meus sonhos fossem realizados. Lembro dela trabalhando até altas horas, fazendo suas artes, artesanatos e pinturas, e nunca entendia por que ela trabalhava tanto. Hoje eu sei que aquilo foi necessário, pois ela queria que tivesse uma vida melhor. Ela com a sua criatividade, conseguia superar todos os desafios, sejam financeiros, sociais e familiares que o mundo propunha. Agradeço a ela por me ensinar sempre a sorrir, amar e a cuidar. Eu amo muito você.

Agradeço ao meu pai (Joaquim) e a minha irmã (Camila), que ajudaram a construir uma família da qual tenho muito orgulho. Agradeço também aos meus avós, que sempre foram fonte de inspiração e conhecimento da vida e que mostraram a verdadeira essência do mundo em que vivemos.

Agradeço também seres iluminados que entraram em minha vida durante esses “apertos” acadêmicos. A minha amada e companheira Gláucia, que enfrentou todos os desafios de um relacionamento a distância. Foram 3 anos de idas e vindas, separados por mais de 800 km, mas que foram vividos com muito amor, compreensão, carinho e companheirismo. Hoje eu sei que não existe nada que possa abalar o que sentimos um pelo outro: onde existe saudade, existe amor. Eu buscarei recompensar todo o esforço que você fez por nós. A Luna (nossa *dog*), que apesar de não entender esse processo, sempre esteve dando carinhos, mordidas e ajudando a superar as dificuldades.

Agradeço ao Prof. Fernando Roberto de Oliveira (*in memoriam*). Vou sempre me lembrar das resenhas, dos puxões de orelhas e dos conselhos profissionais. Vou me lembrar também das vezes que saíamos para apresentar o atletismo às crianças de outras cidades, ou nas vezes que eu me sentava ao seu lado só para ouvir as ideias que brotavam a todo instante de sua cabeça. Eu sempre me perguntava como poderia ser tão genial, e ao mesmo amar as pessoas sem esperar nada em troca.

Vou me lembrar desde a primeira vez que nos conhecemos, sentados na secretaria do departamento, até o último abraço dado. Vou me lembrar das histórias contadas, das frases marcantes ou das porradas que tomava da sua grande retórica. Você deixará saudade, alegria e esperança para um mundo melhor. Seguiremos buscando o nosso moto contínuo. Como sempre você disse: "A vida não pode parar Negão".

Agradeço aos amigos acadêmicos e da vida, que de alguma forma, contribuíram para a construção deste trabalho. Agradeço ao orientador Prof. Raul Osiecki, que sempre esteve ao meu lado, seja na pista de atletismo ou no laboratório, ajudando que os trabalhos/sonhos fossem realizados. Aos professores que compuseram a banca de avaliação da tese e ajudaram com as contribuições científicas: Profs. Jorge R. Perrout de Lima, Rômulo Bertuzzi, Adriano E. Lima-Silva, Ramon Cruz e Paulo C.B. Bento. Em especial, agradeço ao amigo Ramon Cruz, que sempre esteve disponível para ajudar nas ideias e no desenvolvimento deste trabalho. Aos amigos do atletismo que convivi no CRIA-Lavras e no CRIA-UFJF. Agradeço pelas resenhas, risadas e parcerias nos trabalhos e treinos.

Aos amigos do CEPEFIS, nos quais convivi durante estes 3 anos de doutorado. Agradeço a todos que contribuíram para a execução deste trabalho, estando ao meu lado na pista e no laboratório, nos piores e melhores momentos vividos. Em especial a Crystina Linhares e Gustavo Oneda pelo apoio nos treinos, mesmo em condições climáticas adversas e cansaço físico/mental extremo. Agradeço também a Pamela Carvalho, Diogo Palumbo, José Moiano, Jhonny Kleber, Bruna Sotomaior, Vivian, e aos demais amigos e professores pela disponibilidade nos momentos que mais necessitei.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Finalmente, agradeço imensamente aos atletas que participaram deste estudo, buscando sempre o melhor desempenho nas pistas. Conheci pessoas com histórias extraordinárias e muitos quilômetros rodados (Sim, são viciados em correr, risos). Obrigado a todos, de coração!

“Todo aperto será sempre pouco”

“Nunca se esqueça de onde veio”

“Você é uma ideia, e ideias não morrem”

“Você é um fio desencapado. Tem muita energia, agora precisa canalizá-la para ser usada a seu favor”

(FERNANDO ROBERTO DE OLIVEIRA)



## RESUMO

O desempenho de corredores de longa-distância é estabelecido por uma complexa interação entre variáveis físicas, tais como consumo máximo de oxigênio, economia de corrida e limiares metabólicos. Sabe-se que o treinamento pliométrico e de longa-distância podem modificar a interação entre estas variáveis, porém, investigações adicionais sobre como ocorrem estas adaptações, bem como sua transferência para o desempenho são necessárias. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar o efeito combinado do treinamento pliométrico e de longa-distância em variáveis constituintes do desempenho de corredores fundistas. A amostra foi composta por 23 corredores do sexo masculino, com idade entre 18 e 50 anos, especialistas em provas de 10-km, e divididos em dois grupos experimentais de treinamento: I) treinamento combinado (TP: pliométrico + longa-distância; n = 11); II) treinamento de longa-distância (TC: longa-distância; n = 12). Todos os atletas foram submetidos a três sessões de avaliações (momento 1 - pré), correspondentes as mensurações de parâmetros antropométricos, neuromusculares, cardiorrespiratórios (sessão 1 e 2), e de desempenho nos 10-km em pista (sessão 3). Após o término das avaliações iniciais, os atletas foram divididos de forma pareada nos grupos de treinamento combinado (TP) ou de longa-distância (TC) a partir do teste de desempenho obtido nos 10-km antes do início do treinamento, e em seguida, iniciaram as 8 semanas de treinamento. Ao final do protocolo experimental, os atletas foram reavaliados (momento 2 - pós), e os testes aplicados foram os mesmos da avaliação inicial. Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve alterações nas variáveis antropométricas e de flexibilidade, com exceção do ângulo de fase. Em relação aos testes neuromusculares, foi encontrado aumento significativo nos saltos *counter movement jump*, *squat jump* e *drop jump* após o treinamento, independente do grupo analisado. A altura do *drop jump* 50cm foi menor no grupo pliométrico, quando comparado ao grupo de treinamento de longa-distância, independente do momento de avaliação. Quando analisado as variáveis biomecânicas, encontramos aumento do tempo de contato com o solo e da oscilação vertical (apenas 18 km.h<sup>-1</sup>), além de diminuição da frequência de passada (12, 16 e 18 km.h<sup>-1</sup>) e da rigidez da perna (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>) após o treinamento, independente do grupo analisado. O grupo pliométrico apresentou aumento do tempo de contato com o solo (14 km.h<sup>-1</sup>), porém, apresentou reduções significativas na força relativa máxima (16 km.h<sup>-1</sup>) e na rigidez da perna (14 km.h<sup>-1</sup>). Nas variáveis fisiológicas, houve aumento da economia de corrida, do ponto de compensação respiratória e do pico de velocidade em esteira, porém, o consumo máximo de oxigênio manteve-se estável, nos dois grupos de treinamento investigados. O desempenho final e a percepção subjetiva de esforço no teste de 10-km também não foram alterados significativamente, porém, a estratégia de prova (trecho inicial e parciais) e pico de velocidade nos 10-km aumentaram após o período experimental. Em resumo, após o protocolo experimental, o grupo de treinamento combinado apresentou alterações semelhantes em variáveis constituintes do desempenho em corredores de 10-km, quando comparado ao grupo de treinamento de longa-distância.

Palavras-chave: Atletismo. Corrida. Economia de Corrida. Potência Muscular.

## ABSTRACT

The performance of long-distance runners is established by a complex interaction between variables, such as maximum oxygen consumption, running economy and metabolic thresholds. It is known that plyometric and long-distance training can modify the interaction between these variables, however, further investigations on how these adaptations occur, as well as their transfer to performance, are necessary. Therefore, the present study aimed to investigate the combined effect of plyometric and long-distance training on variables that constitute the performance of long-distance runners. A sample consisted of 23 male runners, aged between 18 and 50 years, specialists in 10 km events and divided into two groups of training experiments: I) combined training (TP: plyometric + long-distance; n = 11); II) long-distance training (TC: long-distance; n = 12). All athletes were submitted to three test sessions (moment 1 - pre), corresponding to measurements of anthropometric, neuromuscular, cardiorespiratory parameters (sessions 1 and 2) and performance in the 10 km on track (session 3). After the end of the sessions initials, the athletes were divided into combined training (TP) or long distance (TC) groups from the performance test performed in the 10 km before the start of training, and then start the 8 weeks of training. At the end of the experimental protocol, the athletes were reassessed (moment 2 - post), and the tests were subjected to the same initial evaluation tests. The results of the present study demonstrated that they did not occur changes in anthropometric and flexibility variables, except for the phase angle. Regarding the neuromuscular tests, a significant increase was found in the counter movement jump, squat jump and drop jump after training, regardless of the group analyzed. The height of 50cm drop jump was lower in the plyometric group, when compared to the long-distance training group, regardless of the time of assessment. When analyzed as biomechanical variables, the increase in the contact time with the ground and the vertical oscillation (only 18 km.h<sup>-1</sup>), in addition to the decrease in the stride frequency (12, 16 and 18 km.h<sup>-1</sup>) and leg stiffness (10 to 18 km.h<sup>-1</sup>) after training, regardless of the group analyzed. The plyometric group showed an increase in the contact time with the ground (14 km.h<sup>-1</sup>), however, it showed decrease in the maximum relative force (16 km.h<sup>-1</sup>) and leg stiffness (14 km.h<sup>-1</sup>). In the physiological variables, there was an increase in running economy, respiratory compensation point and peak speed on the treadmill, however, the maximum oxygen consumption kept stable, in the two training groups investigated. The final performance and perception of effort in the 10-km race were also not altered, however, a pacing strategy (initial and partial) and the peak speed in the 10-km increased after the experimental period. In summary, after the experimental protocol, the combined training group showed similar changes in performance variables in 10-km runners, when compared to the long-distance training group.

Keywords: Track and Field. Running. Running Economy. Muscle Power.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Protocolo experimental do estudo.....46
- Figura 2. Volume e intensidade de treinamento dos atletas, ao longo do protocolo experimental.....50
- Figura 3. Exemplo de sessão de treinamento prescrita durante o protocolo experimental.....51
- Figura 4. Efeito do treinamento nas variáveis antropométricas: (A) massa corporal (kg), (B) somatório de dobras cutâneas ( $\Sigma$ ), (C) massa gorda (%), (D) massa magra (%), (E) circunferência de quadril (cm), (F) circunferência de coxa medial (cm); (G) circunferência de tríceps sural (cm) e (H) ângulo de fase ( $^{\circ}$ ). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). .....63
- Figura 5. Efeito do treinamento nas variáveis de flexibilidade: (A) sentar e alcançar – Wells (cm); (B) extensão de tornozelo ( $^{\circ}$ ) e (C) flexão de tornozelo ( $^{\circ}$ ). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.....64
- Figura 6. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) CMJ (cm); (B) CMJ (W.kg<sup>-1</sup>); (C) SJ (cm); (D) SJ (W.kg<sup>-1</sup>). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).....65
- Figura 7. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) tempo de contato DJ30cm (ms<sup>-1</sup>), (B) altura de salto DJ30cm (cm), (C) tempo de contato DJ40cm (ms<sup>-1</sup>), (D) altura de salto DJ40cm (cm), (E) tempo de contato DJ50cm (ms<sup>-1</sup>), (F) altura de salto DJ50cm (cm), (G) altura do caixote DJótimo (cm) e (H) altura de salto DJótimo. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós), <sup>b</sup>efeito principal do grupo (longa-distância x pliométrico).....66
- Figura 8. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) EJ (n); (B) tempo de contato (ms<sup>-1</sup>); (C) altura de saltos (cm); (D) potência relativa (W.kg<sup>-1</sup>); (E) frequência de saltos (n.s<sup>-1</sup>) e (F) velocidade média (m.s<sup>-1</sup>). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. ....67
- Figura 9. Efeito do treinamento nas variáveis de tempo de contato em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós), <sup>\*</sup>diferença para pós treinamento no TP.....69
- Figura 10. Efeito do treinamento nas variáveis de tempo de voo em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.70

- Figura 11. Efeito do treinamento nas variáveis de frequência de passada em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). .....72
- Figura 12. Efeito do treinamento nas variáveis de oscilação vertical em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós) .....73
- Figura 13. Efeito do treinamento nas variáveis de força relativa em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. \*tendência significativa para pós treinamento no TP. ....74
- Figura 14. Efeito do treinamento nas variáveis de rigidez da perna em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). \*diferença significativa para pós treinamento no TP. ....76
- Figura 15. Efeito do treinamento nas variáveis de consumo de oxigênio e de frequência cardíaca, nos testes de ECO e progressivo máximo em esteira: (A) consumo de oxigênio em ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> no teste de ECO; (B) consumo de oxigênio em L.min<sup>-1</sup> no teste de ECO; (C) frequência cardíaca em bpm no teste de ECO; (D) consumo de oxigênio em ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> no TPM; (E) consumo de oxigênio em L.min<sup>-1</sup> no TPM; (F) frequência cardíaca em bpm no TPM; (G) VO<sub>2</sub>máx em ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> no TPM; (H) VO<sub>2</sub>máx em L.min<sup>-1</sup> no TPM; (I) frequência cardíaca em bpm no TPM; (J) pico de velocidade em km.h<sup>-1</sup> no teste progressivo máximo (TPM). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).....79
- Figura 16. Efeito do treinamento nas variáveis de estratégia de prova: (A) trecho inicial em km.h<sup>-1</sup>; (B) trecho medial em km.h<sup>-1</sup>; (C) trecho final em km.h<sup>-1</sup>; (D) pico de velocidade em km.h<sup>-1</sup>; (E) tempo final de conclusão nos 10-km. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). \*diferença significativa para pós treinamento no TP. ....80
- Figura 17. Efeito do treinamento nas variáveis de PSE na prova de 10-km: (A) PSE no trecho inicial; (B) PSE no trecho medial; (C) PSE no trecho final. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. ....81
- Figura 18. Efeito do treinamento nas parciais de velocidade (km.h<sup>-1</sup>) e na PSE durante a prova de 10-km. (A) velocidade (km.h<sup>-1</sup>) do grupo TC; (B) velocidade (km.h<sup>-1</sup>) do grupo TP; (C) PSE (u.a.) do grupo TC; (D) PSE (u.a.) do grupo TP. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. ....82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Treinamento de longa-distância dos grupos avaliados.....	49
Tabela 2. Exercícios que integraram o treinamento pliométrico.....	52
Tabela 3. Valores pré treinamento das variáveis mensuradas nos grupos de treinamento combinado ou aeróbio. ....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

- Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_2\text{máx}$ )
- Economia de Corrida (ECO)
- Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)
- Ponto de Compensação Respiratória (PCR)
- Frequência Cardíaca Máxima ( $FC\text{máx}$ )
- Índice de Massa Corporal (IMC)
- Treinamento Pliométrico + Longa-Distância (TP)
- Treinamento de Longa-Distância (TC)
- *Counter Movement Jump (CMJ)*
- *Squat Jump (SJ)*
- *Drop Jump (DJ)*
- *Endurance Jump (EJ)*
- Produção de Dióxido de Carbono ( $VCO_2$ )
- Ventilação Minuto (VE)
- Teste Progressivo Máximo (TPM)
- Tamanho do Efeito (TE)



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	20
2.1	OBJETIVO GERAL.....	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	21
3.1	A HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA CORRIDA DE LONGA-DISTÂNCIA.....	21
3.2	VARIÁVEIS DETERMINANTES DA CORRIDA DE LONGA-DISTÂNCIA.....	23
3.2.1	VO <sub>2</sub> máx.....	23
3.2.2	Limiars metabólicos e variáveis anaeróbias.....	24
3.2.3	ECO.....	25
3.2.4	Variáveis antropométricas e flexibilidade.....	27
3.2.5	Parâmetros biomecânicos.....	29
3.2.6	Estratégia de prova e percepção subjetiva de esforço.....	29
3.3	<b>TREINAMENTO NEUROMUSCULAR</b> .....	31
3.3.1	Treinamento neuromuscular e VO <sub>2</sub> máx.....	31
3.3.2	Treinamento neuromuscular, limiars metabólicos e variáveis anaeróbias.....	32
3.3.3	Treinamento neuromuscular e ECO.....	34
3.3.4	Treinamento neuromuscular e variáveis antropométricas.....	36
3.3.5	Treinamento neuromuscular e parâmetros biomecânicos.....	37
3.3.6	Treinamento neuromuscular, estratégia de prova, percepção subjetiva de esforço e desempenho em provas de longa-distância.....	38
3.4	<b>TREINAMENTO PLIOMÉTRICO</b> .....	39
3.4.1	Histórico e caracterização do treinamento pliométrico.....	39
3.4.2	Treinamento pliométrico em corredores de longa-distância.....	40
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	43
4.1	CARACTERÍSTICA DA PESQUISA.....	43
4.2	LOCAL DA PESQUISA.....	43
4.3	AMOSTRA.....	43

4.4	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	44
4.5	PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	44
4.5.1	Sessão 1 – Antropometria, flexibilidade, potência muscular e teste biomecânico.....	46
4.5.2	Sessão 2 – Teste de desempenho de 10-km em pista.....	47
4.5.3	Sessão 3 – Teste de economia de corrida e progressivo máximo em esteira.....	47
4.5.4	Treinamento neuromuscular e de longa-distância.....	48
4.6	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	52
4.6.1	Antropometria.....	52
4.6.2	Flexibilidade.....	54
4.6.3	Potência muscular.....	55
4.6.4	Consumo de oxigênio.....	56
4.6.5	Variáveis biomecânicas da corrida.....	57
4.6.6	Frequência cardíaca.....	58
4.6.7	Estratégia de prova.....	58
4.6.8	Percepção subjetiva de esforço.....	59
4.7	ANÁLISE DOS DADOS.....	59
5	<b>RESULTADOS</b> .....	60
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	83
6.1	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS.....	83
6.2	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE A FLEXIBILIDADE.....	84
6.3	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE A POTÊNCIA MUSCULAR.....	84
6.4	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS.....	86
6.5	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS.....	89
6.6	EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS DE DESEMPENHO, ESTRATÉGIA DE PROVA E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO..	91
6.7	APLICAÇÕES PRÁTICAS E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	94
7	<b>CONCLUSÃO</b> .....	96
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	97
	<b>ANEXOS</b> .....	117

## 1 INTRODUÇÃO

O desempenho em provas de longa-distância pode ser determinado em grande parte pelo consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), pelos limiares metabólicos e pela economia de corrida (ECO) (COYLE, 1995). O  $VO_{2m\acute{a}x}$  é definido como a maior taxa de captação, transporte e utilização do oxigênio durante um exercício exaustivo (BASSETT; HOWLEY, 2000). Apesar do  $VO_{2m\acute{a}x}$  ser a principal variável preditora do desempenho em provas de longa-distância para grupos heterogêneos, em grupos homogêneos a variação entre indivíduos é pequena. Em adição, esta variável apresenta um baixo nível de adaptação ao treinamento aeróbio, principalmente quando analisados corredores de longa-distância de alto nível. Conseqüentemente, torna-se importante considerar outras variáveis preditoras do desempenho aeróbio, tais como ECO e limiares metabólicos (BERTUZZI et al., 2017).

A ECO, caracterizada como o estado estável do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) requerida para uma determinada velocidade submáxima (BERTUZZI et al., 2017) também foi demonstrada como um dos fatores determinantes para o desempenho em provas de longa-distância, compensando valores inferiores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  (COSTILL; THOMASON; ROBERTS, 1973; CONLEY; KRAHENBUHL, 1980; FRANCH *et al.*, 1998). Em grupos com mesmos valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , a ECO pode variar em até 25% em corredores de longa-distância (RAMSBOTTOM; NUTE; WILLIAMS, 1987). Porém, vários fatores podem influenciar a ECO, tais como parâmetros fisiológicos (p. e., temperatura corporal, ventilação/minuto e lactato sanguíneo), idade cronológica, genética, parâmetros biomecânicos e a rigidez da perna (BERTUZZI et al., 2017). Além destes, estudos têm demonstrado que a ECO pode estar associada as características antropométricas e morfológicas em corredores (SALTIN *et al.*, 1995; BILLAT *et al.*, 2001; LARSEN, 2003; TAM *et al.*, 2012), tais como massa corporal, dobras cutâneas, circunferência, comprimento e relação entre massa corporal de membros inferiores e superiores (ARRESE; OSTÁRIZ, 2006; KNECHTLE et al., 2008; MALDONADO; MUJIKA; PADILLA, 2002; WINTER; HAMLEY, 1976).

Os limiares metabólicos também são considerados preditores do desempenho em corridas de média (12 min) e longa-distância (maratona) (TANAKA; MATSUURA, 1984; YOSHIDA *et al.*, 1987). Em adição, esta variável é sensível às adaptações promovidas pelo treinamento aeróbio (EDWARDS; CLARK; MACFADYEN, 2003; FAUDE; MEYER; LUCIA; EARNEST, 2005; KINDERMANN; MEYER, 2009). De fato, estudos prévios demonstraram associações entre os limiares metabólicos e desempenho em diversas atividades predominantemente aeróbias, diferenciando corredores de alto nível de meio-fundo e fundo (RABADÁN *et al.*, 2011; TANAKA; MATSUURA, 1984; YOSHIDA *et al.*, 1987). Portanto, os limiares metabólicos também podem prever o desempenho e refletir os efeitos do treinamento em atletas de longa-distância.

Além do supracitado, estudos sugerem que em situações competitivas, o modo como se utilizam os recursos energéticos pode ter impacto direto na fadiga e no desempenho final dos corredores. A regulação desses recursos energéticos é denominada de estratégia de prova (ABBISS; LAURSEN, 2008; JOSEPH *et al.*, 2008; ROELANDS *et al.*, 2013; SMITS; PEPPING; HETTINGA, 2014), sendo um importante fator para o desempenho em provas de longa-distância (FOSTER *et al.*, 1993; TUCKER; LAMBERT; NOAKES, 2006; HETTINGA *et al.*, 2007; ABBISS; LAURSEN, 2008; DE KONING *et al.*, 2011).

Para promover adaptações positivas nestas variáveis constituintes do desempenho em provas de longa-distância, o treinamento neuromuscular (força explosiva, força máxima e pliometria) também pode ser uma alternativa interessante para compor as sessões práticas executadas pelos corredores (DAMASCENO *et al.*, 2015; DENADAI *et al.*, 2017; JONES; CARTER, 2000; SVEDENHAG; SJODIN, 1985). De fato, este treinamento pode proporcionar melhoras na ECO, aptidão anaeróbia, limiares metabólicos, composição corporal, conseqüentemente, no desempenho em corridas de longa-distância (BEATTIE *et al.*, 2014; MOORE, 2016; BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017a; FLETCHER; MACINTOSH, 2017). Em relação ao treinamento pliométrico, estudos também encontraram melhoras significativas no desempenho de corredores de longa-distância, resultante do aumento da potência muscular e da rigidez da perna, que conseqüentemente,

otimizam o tempo de contato com o solo e a ECO (DALLEAU et al., 1998; PIACENTINI et al., 2013; SAUNDERS et al., 2006).

Porém, alterações significativas no desempenho de corredores após curtos períodos experimentais (4-8 semanas) são difíceis de se obter, principalmente em corredores experientes e de nível elevado. Em adição, estudos prévios demonstraram que o treinamento combinado, ou seja, exercícios aeróbios adicionados aos exercícios neuromusculares podem reduzir os efeitos positivos ocasionados pelo treinamento físico (HÄKKINEN et al., 2003; HUNTER; DEMMENT; MILLER, 1987; JUNG, 2003). Foi demonstrado que a ativação da *adenosine-monophosphate-activated protein kinase* (AMPK) pelo exercício aeróbio pode inibir a sinalização de *mammalian target of rapamycin* (mTOR) através do *tuberous sclerosis complex* (TSC) e suprimir a síntese proteica induzida pelo exercício neuromuscular (COFFEY; HAWLEY, 2007; HAWLEY, 2009). Apesar destes interessantes achados, estudos adicionais não conseguiram demonstrar este efeito de interferência (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; FESTA et al., 2019; GIOVANELLI et al., 2017; MIKKOLA et al., 2007a; PAAVOLAINEN et al., 1999; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; TAIPALE et al., 2010; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003).

Em adição, limitações podem ser elencadas nestes estudos prévios, tais como a não relativização da carga de treinamento entre os grupos, os diferentes níveis competitivos dos corredores, a escassez de testes em simulações reais de competição e a ausência de investigações que avaliem as inúmeras variáveis constituintes do desempenho. Destacamos que em grande parte dos estudos, o volume de treinamento aeróbio não é reduzido no grupo experimental. Portanto, novos estudos visando investigar a relação de dose-resposta de um treinamento combinado com carga aeróbia reduzida podem ser interessantes, visto que reduziria a carga imposta sobre o organismo e provavelmente, potencializaria o desempenho dos corredores, quando comparado ao treinamento aeróbio isolado. Desta forma, novos estudos devem ser conduzidos para elucidar o efeito combinado do treinamento neuromuscular (pliométrica) e de longa-distância sobre o desempenho em corredores de 10-km.

O presente estudo analisará o efeito do treinamento combinado e investigará a interação entre variáveis constituintes do desempenho em corredores de longa-distância. Nossos resultados visarão propor um modelo útil e com alta validade ecológica para treinadores e atletas interessados em ferramentas válidas para as sessões de treinamentos de corredores de longa-distância. Hipotetizamos que o treinamento combinado, ou seja, treinamento pliométrico + longa-distância promoverá maiores adaptações em variáveis fisiológicas, biomecânicas e de desempenho em prova simulada de 10-km, quando comparado ao treinamento de longa distância isolado.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito do treinamento pliométrico e de longa-distância em variáveis constituintes do desempenho em corredores fundistas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o efeito de 8 semanas de treinamento pliométrico e de longa-distância sobre as variáveis antropométricas (massa corporal, dobras cutâneas, circunferência de membros inferiores e ângulo de fase) e de flexibilidade (flexibilidade angular e teste de sentar e alcançar).
- Comparar o efeito de 8 semanas de treinamento pliométrico e de longa-distância sobre as variáveis neuromusculares (potência muscular).
- Comparar o efeito de 8 semanas de treinamento pliométrico e de longa-distância sobre as variáveis fisiológicas ( $VO_2$ máx, limiares metabólicos, ECO e pico de velocidade em esteira).
- Comparar o efeito de 8 semanas de treinamento pliométrico e de longa-distância sobre as variáveis biomecânicas (tempo de contato e de voo, frequência de passada, força relativa, oscilação vertical e rigidez da perna).
- Comparar o efeito de 8 semanas de treinamento pliométrico e de longa-distância sobre variáveis perceptuais e de desempenho (PSE, estratégia de prova, pico de velocidade e desempenho em teste de 10-km).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DA CORRIDA DE LONGA-DISTÂNCIA

A corrida de *endurance*, derivada do gênero *Homo* há cerca de 2 milhões de anos, é definida como a realização de longas distâncias (> 5-km) utilizando predominantemente, o metabolismo aeróbio (BRAMBLE; LIEBERMAN, 2004). Evidências arqueológicas sugerem que a caça de persistência, que consistia em seguir de forma interrupta e com velocidade moderada um animal de médio porte, tenha sido uma das principais formas de obtenção de alimentos pelos nossos ancestrais, o que maximizou o organismo aeróbio destes seres vivos (BERTUZZI et al., 2017). Estas velocidades atingidas e sustentadas pelos ancestrais proporcionaram o desenvolvimento de um conjunto de estruturas anatômicas, fisiológicas, metabólicas e comportamentais especializadas (HUNT, 1991; ISBELL et al., 1998; BRAMBLE; LIEBERMAN, 2004). Como exemplo, podemos citar as ações dos tendões e ligamentos, que armazenam (fase de suporte) e liberam energia elástica (fase de propulsão) durante a corrida. Portanto, interações entre estas características aprimoradas foram transferidas às gerações posteriores através do DNA mitocondrial, marcadamente associado ao desempenho de atletas africanos corredores de longa-distância (BERTUZZI et al., 2017).

De fato, foi demonstrado que uma herança genética favorável, como a presença de genes ECA (enzima conversora de angiotensina) e ACTN3, podem ter influências no VO<sub>2</sub>máx, na FCmáx, na atividade enzimática oxidativa e nas respostas ao treinamento de longa-distância (BERTUZZI et al., 2014a; LORTIE et al., 1984; RUIZ et al., 2009). Em adição, estudos indicaram uma influência fenotípica no desempenho aeróbio, destacadamente observado em corredores africanos de alto nível. Como exemplo, pode-se citar as elevadas altitudes e distâncias percorridas diariamente na infância, além de fatores motivacionais, tais como a ascensão econômica e a tradição esportiva (ONYWERA et al., 2006; SCOTT et al., 2009). Desta forma, acredita-se que o processo de seleção natural, somado às adaptações ocasionadas pelo ambiente, foram primordiais para a evolução da aptidão aeróbia e do desempenho de corredores de longa-distância.

Além destes fatores citados, o treinamento físico teve um papel relevante para o desenvolvimento destas variáveis associadas ao desempenho de corredores. Esta prática passou por diversos períodos e teve seus fundamentos definidos ao longo do tempo, nos quais alguns treinadores/atletas merecem destaque. O período da sistematização foi conhecido pela criação do treinamento intervalado, proposto por Lauri Pihkala, em 1920. Este tipo de treinamento foi caracterizado pela realização de corridas em distâncias curtas e longos intervalos de recuperação, com ênfase na estratégia de prova (ritmo) (ANDRADE; ROCHA; CALDAS, 1978; TUBINO, 2003). Entre os melhores atletas, destacou-se o finlandês Paavo Nurmi, que obteve 22 recordes mundiais e 10 medalhas olímpicas. Em seguida, o treinador Krummel, residente na Alemanha, sistematizou o treinamento proposto. Outros países criaram seus métodos de treinamento, por exemplo a Suécia, amplamente conhecida pelo Fartlek (Bosse Kolmer, treinador criador), que consistia em corridas de longa-distância com variações de velocidade, realizadas ao ar livre e em contato com a natureza (ANDRADE; ROCHA; CALDAS, 1978; JUNIOR, 2002; TUBINO, 2003).

Com o avanço da ciência (período pré-científico), novas propostas surgiram na Alemanha e República Tcheca, em destaque para o treinamento intervalado. Estes treinamentos eram caracterizados por execuções de corridas curtas em pista e com alto volume de treinamento. Os treinadores Toni Nett, Waldemar Gerschler, Waitzer, e Kerksenbrac são alguns dos nomes relevantes neste período (1930 a 1950). A partir de 1950, com o avanço dos estudos científicos sobre variáveis determinantes do desempenho, foram incorporadas novas propostas aos métodos já existentes, tais como o treinamento neuromuscular para corredores, a periodização do treinamento e o controle da relação entre volume/intensidade (ANDRADE; ROCHA; CALDAS, 1978; TUBINO, 2003). O período científico (1950-dias atuais) foi caracterizado pela continuidade do treinamento intervalado (Waldemar Gerchler e Herbert Reindell; 1960), somado ao treinamento de alto volume/duração, consagrados pelos atletas neozelandeses e australianos (ANDRADE; ROCHA; CALDAS, 1978; JUNIOR, 2002; TUBINO, 2003). Em suma, o treinamento de longa-distância foi aprimorado ao longo do tempo (com destaque para o Leste Europeu),

utilizando métodos contínuos e intervalados, formando assim, a base do conhecimento existente atualmente.

Nas últimas décadas, a corrida de longa-distância aumentou em popularidade e, como consequência, milhões de pessoas praticam essa atividade a cada ano (FREDERICSON; MISRA, 2007). Os corredores recreacionais representam a maioria dos participantes em eventos e seu número cresce ano após ano (FESTA et al., 2019). Esses atletas treinam e competem regularmente e seguem programas de treinamento detalhados e estruturados (FESTA et al., 2019). Desta forma, entender as variáveis determinantes do desempenho em corredores, bem como as suas respostas após diferentes treinamentos realizados podem auxiliar o desenvolvimento científico, técnico e prático sobre o tema proposto.

## 3.2 VARIÁVEIS DETERMINANTES DA CORRIDA DE LONGA-DISTÂNCIA

### 3.2.1 $VO_2$ máx

O  $VO_2$ máx é definido como a maior taxa de captação, transporte e utilização do deste durante um exercício exaustivo (BASSETT; HOWLEY, 2000). Estudo iniciais indicaram que o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) atinge valores elevados próximos a exaustão, e que este ponto estaria associado diretamente ao desempenho de provas predominantemente aeróbias (HILL; LUPTON, 1923; ROBINSON; EDWARDS; DILL, 1937). A relação entre  $VO_2$ máx e desempenho têm sido demonstrada em atletas de alto nível (COSTILL; THOMASON; ROBERTS, 1973; CONLEY; KRAHENBUHL, 1980; RAMSBOTTOM; NUTE; WILLIAMS, 1987), indicando que o  $VO_2$ máx pode explicar até 90,2% do desempenho em teste contrarrelógio de 16-km (MCLAUGHLIN et al., 2010). Também, foram demonstradas fortes correlações e predições do desempenho a partir do  $VO_2$ máx em homens e mulheres (RAMSBOTTOM; NUTE; WILLIAMS, 1987).

Quatro fatores são limitantes do  $VO_2$ máx, são eles: a capacidade de transporte do oxigênio, o débito cardíaco máximo, a capacidade de difusão pulmonar e a diferença arteriovenosa de oxigênio (HILL; LUPTON, 1923; BASSETT; HOWLEY, 1997). Sugere-se que o débito cardíaco máximo aumentado em pessoas treinadas seja relacionado a aumentos da espessura da parede do miocárdio do

ventrículo esquerdo e reduções da resistência do pericárdio, o que permite maior eficiência contrátil do coração, aumentando assim, a fração de ejeção (BERGH; EKBLUM; ASTRAND, 2000; WERNSTEDT *et al.*, 2002; ZHOU *et al.*, 2001). Sobre a capacidade de difusão pulmonar, achados demonstram que durante o exercício na altitude ou em atletas de elite, a pressão alveolar e a difusão de oxigênio na membrana alvéolo-capilar podem limitar o  $VO_2$ máx, diminuindo a oferta de oxigênio para a mitocôndria e a disponibilidade de ATP para os processos biológicos ativos (WAGNER, 2000; NIELSEN, 2003).

Acredita-se também que o fluxo sanguíneo para grupos musculares menos ativos pode limitar o  $VO_2$ máx. Foi demonstrado que em exercício com facilitação artificial do trabalho dos músculos respiratórios ou em condições de hiperóxia, o fluxo sanguíneo para os músculos ativos foi aumentado (HARMS *et al.*, 1997; DELP; LAUGHLIN, 1998; RICHARDSON *et al.*, 1999; NIELSEN, 2003). Estudo também relatou a importância de transporte do oxigênio, bem como seu gradiente de difusão entre sangue e célula (RICHARDSON *et al.*, 1999).

Porém, apesar do  $VO_2$ máx ser diretamente associado ao desempenho aeróbio em grupos heterogêneos, em grupos homogêneos a variação entre indivíduos é pequena. Estudos encontraram que o  $VO_2$ máx não foi capaz de prever o desempenho de atletas de alto nível, apresentando variação de apenas 3,4% (CONLEY; KRAHENBUHL, 1980). Portanto, parece ser importante considerar outras variáveis associadas ao desempenho aeróbio, como os limiares metabólicos e a ECO (BERTUZZI *et al.*, 2017).

### 3.2.2 Limiares metabólicos e variáveis anaeróbias

Uma outra variável associada ao desempenho aeróbio são os limiares metabólicos, caracterizados como bons preditores do desempenho em grupos homogêneos de corredores e sensíveis às adaptações promovidas pelo treinamento de longa-distância (EDWARDS; CLARK; MACFADYEN, 2003; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009; MEYER; LUCIA; EARNEST, 2005). Estudos prévios demonstraram associações entre os limiares metabólicos e desempenho em diversas atividades predominantemente aeróbias, como nas corridas de 12-min e

maratonas (TANAKA; MATSUURA, 1984; YOSHIDA *et al.*, 1987), além de serem capazes de diferenciar corredores de alto nível de meio fundo e fundo (RABADÁN *et al.*, 2011). De fato, quanto maior a velocidade sustentada abaixo do limiar metabólico, maior a utilização do metabolismo aeróbio, o que proporciona indiretamente, menor fadiga acumulada (BASSETT; HOWLEY, 2000).

A partir dos limiares metabólicos, é possível determinar três diferentes fases de intensidades (SKINNER; MCLELLAN, 1980; MEYER; LUCIA; EARNEST, 2005; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009). A primeira fase, corresponde entre 50-60% do  $VO_2$ máx, evidencia-se baixa produção de lactato ( $1,6$  a  $2,0$   $mmol \cdot L^{-1}$ ), recrutamento predominante de fibras do tipo I e maior oxidação de lipídeos. Na segunda fase, caracterizada entre 70-90% do  $VO_2$ máx, inicia-se um pequeno acúmulo de lactato sanguíneo ( $2,0$  a  $4,0$   $mmol \cdot L^{-1}$ ), resultando em maior oxidação de carboidratos e recrutamento de fibras dos tipos I e IIa. Na última fase, em intensidades maiores que 90% do  $VO_2$ máx, encontramos aumento exponencial das concentrações de lactato sanguíneo ( $8,0$  a  $12,0$   $mmol \cdot L^{-1}$ ), sendo recrutadas todas as fibras musculares (I, IIa, IIx, IIb), além da utilização do glicogênio muscular para produção e fornecimento energético para a atividade (BERTUZZI *et al.*, 2017).

Em adição, Noakes (1988) sugeriu que, em atletas de elite, a potência muscular (características neuromusculares anaeróbicas) pode limitar o desempenho aeróbio e o  $VO_2$ máx. Há também evidências de que a capacidade de trabalho anaeróbica pode influenciar consideravelmente o desempenho da corrida em corredores a distância bem treinados (BULBULIAN; WILCOX; DARABOS, 1986). Portanto, os limiares metabólicos e as variáveis anaeróbicas são bons preditores do desempenho e refletem os efeitos do treinamento em atletas de longa-distância. Investigações adicionais devem ser realizadas para confirmar os achados prévios encontrados.

### 3.2.3 ECO

A ECO é caracterizada como o estado estável do  $VO_2$  requerido para uma determinada velocidade submáxima (BERTUZZI *et al.*, 2017). Para exemplificar, um atleta com maior ECO consome menos  $O_2$  durante uma determinada atividade



submáxima de corrida, quando comparado a outro atleta perfazendo a mesma exigência motora. Estudos prévios demonstraram que a ECO é um dos fatores determinantes para o desempenho em provas de longa-distância, além de compensar valores inferiores de  $VO_2$ máx (COSTILL; THOMASON; ROBERTS, 1973; CONLEY; KRAHENBUHL, 1980; FRANCH *et al.*, 1998). Em grupos com mesmos valores de  $VO_2$ máx, a ECO pode variar em até 25% entre corredores (RAMSBOTTOM; NUTE; WILLIAMS, 1987).

Investigações realizadas com a ECO podem explicar o desempenho superior dos atletas africanos em provas de longa-distância. Por exemplo, estudo anterior demonstrou que corredores africanos foram 5% mais econômicos a  $16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , além de utilizarem um maior percentual de  $VO_2$ máx, quando comparado aos corredores caucasianos (WESTON; MBAMBO; MYBURGH, 2000). Ponto interessante é que estes corredores africanos demonstraram valores de lactato similares aos caucasianos, portanto, conseguem correr sustentando velocidades mais elevadas (WESTON; MBAMBO; MYBURGH, 2000).

Vários fatores podem ser determinantes da melhor ECO em atletas, tais como variáveis fisiológicas (temperatura central do corpo, ventilação/minuto e lactato sanguíneo), idade cronológica, experiência de treinamento, altitude, antropometria, genética, biomecânica de corrida e rigidez da perna (BERTUZZI *et al.*, 2017). Por exemplo, Mooses *et al.* (2013) concluíram que a ECO superior em corredores africanos de longa-distância é devido à interação eficiente entre armazenamento e liberação de energia elástica, baixo IMC e reduzido custo energético para o balanço da perna durante a corrida.

Estudos demonstraram que corredores com melhor ECO tem menor comprimento do tendão calcâneo e maior rigidez da articulação do tornozelo (SALTIN *et al.*, 1995; SCHOLZ *et al.*, 2008; MOOSES *et al.*, 2015; RAICHLEN; ARMSTRONG; LIEBERMAN, 2011). Foi determinado que o comprimento do tendão calcâneo explicou 30% da ECO em corredores quenianos de alto nível (MOOSES *et al.*, 2015) e 58-64% em corredores amadores de longa-distância (SALTIN *et al.*, 1995; SCHOLZ *et al.*, 2008). Uma possível explicação para esses achados é que corredores com menor comprimento do tendão calcâneo alongam este de forma

mais elevada, convertendo uma maior porcentagem de energia cinética em energia elástica, diminuindo conseqüentemente, o custo energético das fibras musculares e aumentando a ECO (SALTIN *et al.*, 1995; MOOSES; HACKNEY, 2017).

A genética dos corredores de elite e sua influência sobre a ECO também tem sido investigada, com destaque para estudos com o genótipo TT do gene COL5A1 (BROWN *et al.*, 2011; POSTHUMUS; SCHWELLNUS; COLLINS, 2011; BERTUZZI *et al.*, 2014a). Porém, os resultados encontrados na literatura são conflitantes, sendo necessários estudos adicionais para verificar a associação da genética com a ECO.

Quanto à velocidade utilizada no protocolo de ECO, estudos sugerem que intensidades próximas às máximas são melhores para avaliar os treinamentos que utilizam os mecanismos elásticos (ex.: treinamento pliométrico) e que exigem maior recrutamento de fibras musculares intermediárias (IIX) rápidas (IIb) (BONACCI *et al.*, 2011; CAVAGNA; KANEKO, 1977; SAUNDERS *et al.*, 2004). Um outro fator importante a ser considerado é a avaliação da ECO através do custo energético, o que pronunciaria as alterações oxidativas de carboidratos e de lipídios durante a atividade realizada (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017b; FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2009; SHAW; INGHAM; FOLLAND, 2014). Portanto, diversas variáveis podem influenciar a ECO e conseqüentemente, o desempenho dos corredores. Investigações adicionais devem analisar o comportamento destas variáveis, bem como suas alterações em diferentes tipos de treinamentos físicos.

#### 3.2.4 Variáveis antropométricas e flexibilidade

Além dos fatores determinantes previamente citados, estudos recentes demonstraram que a ECO pode estar associada às características antropométricas e às propriedades morfofisiológicas dos corredores africanos (SALTIN *et al.*, 1995; BILLAT *et al.*, 2001; LARSEN, 2003; TAM *et al.*, 2012). Estudos prévios sugerem que corredores africanos de elite tem menor IMC, quando comparado aos corredores caucasianos (BILLAT *et al.*, 2003; LUCIA *et al.*, 2006; JOYNER; RUIZ; LUCIA, 2011; MARC *et al.*, 2014). Estas diferenças no IMC eram mais pronunciadas

quando o  $VO_2$  foi relativizado pela massa corporal ( $ml \cdot kg^{-0.75} \cdot min^{-1}$ ) (SVEDENHAG, 1995; MOOSES; HACKNEY, 2017).

Os corredores africanos também apresentam características somatotípicas distintas, sendo que quenianos exibem padrões ectomórficos, enquanto os etíopes são mais mesomórficos (MOOSES; HACKNEY, 2017). Estudo prévio também demonstrou que corredores africanos tem inserção tendínea diferente ao redor da articulação do joelho, bem como diferenças de tamanho e forma do fêmur e da tíbia (SALTIN *et al.*, 1995). Achados sugerem que o comprimento tibial dos corredores do leste africano é maior em comparação aos caucasianos, apesar de sua menor estatura (LARSEN *et al.*, 2004). Adicionalmente, foi proposto que os membros alongados e finos dos corredores africanos de alto nível permitem passadas mais amplas e com menor gasto energético, aumentando conseqüentemente, a ECO e o desempenho (ANDERSON, 1996; LARSEN, 2003; ENOMOTO; AE, 2005; FUDGE *et al.*, 2006; FOSTER; LUCIA, 2007; KONG; DE HEER, 2008; MOOSES *et al.*, 2013, 2015).

O ângulo de fase, anteriormente utilizado como indicador de prognóstico e preditor de sobrevida em algumas situações clínicas (BERBIGIER *et al.*, 2013), também pode ser um parâmetro válido para verificar a composição corporal de atletas. Estudos prévios demonstraram que o ângulo de fase pode ser um indicador de integridade de membrana celular e preditor de massa celular corporal, além de refletir a distribuição de água nos espaços intra e extracelular (BERBIGIER *et al.*, 2013; SILVA; CARUSO; MARTINI, 2007). Portanto, visto que esse parâmetro tem alta confiabilidade e pode indicar o nível de saúde dos atletas (SILVA; CARUSO; MARTINI, 2007), novos estudos que verifiquem o efeito combinado do treinamento aeróbio e pliométrico sobre a saúde dos corredores de longa-distância deve ser conduzidos.

Em adição, estudos prévios propuseram que o aumento da flexibilidade reduz a incidência de lesões e melhora o desempenho em corridas de longa-distância (SHELLOCK; PRENTICE, 1985; SMITH, 1994), porém, esta variável está associada a uma menor ECO, ocasionada principalmente pela redução da rigidez da perna (CRAIB *et al.*, 1996; GLEIM; STACHENFELD; NICHOLAS, 1990). Desta

forma, investigações adicionais devem verificar os efeitos do nível de flexibilidade sobre variáveis determinante do desempenho em corredores.

### 3.2.5 Parâmetros biomecânicos

Em relação à biomecânica de corrida, estudos reportaram que atletas de elite possuem menor oscilação do centro de massa, passadas mais longas e menor tempo de contato. De fato, uma melhor ECO tem sido associada a um menor tempo de contato com o solo e, conseqüentemente, a um melhor desempenho em corridas de longa-distância, pois há menos tempo para que a força gerada no impacto ao solo desacelere o movimento (KONG; DE HEER, 2008). A rigidez da perna também foi associada a valores mais elevados de ECO. Estudos prévios demonstraram que corredores mais econômicos (ex. africanos) apresentaram maior encurtamento e rigidez do tendão calcâneo, além de maior rigidez da articulação do tornozelo (KUNIMASA *et al.*, 2014; MOOSES *et al.*, 2015; NUMMELA *et al.*, 2006; RAICHLEN; ARMSTRONG; LIEBERMAN, 2011). Estes achados proporcionam maior armazenamento/dissipação de energia elástica durante as passadas dos corredores (ARAMPATZIS *et al.*, 2006; MORIN *et al.*, 2005). Porém, outras variáveis biomecânicas, como a cinemática (ângulos articulares) e cinética (forças de reação no solo) não foram boas preditoras do desempenho em corredores com diferentes valores de ECO (ARAMPATZIS *et al.*, 2006). Desta forma, investigar os parâmetros biomecânicos é de suma importância para a amostra estudada neste trabalho, visto que algumas variáveis têm relação direta com as principais determinantes de um bom desempenho em atletas de longa-distância.

### 3.2.6 Estratégia de prova e percepção subjetiva de esforço

Em situações competitivas reais, o modo como utilizam-se os recursos energéticos podem ter impactos diretos na fadiga e no desempenho final. O controle desses recursos energéticos ocorre por meio da estratégia de prova, definida como as variações de velocidade ou potência do atleta que visam resultar em um menor tempo de prova (ABBISS; LAURSEN, 2008; JOSEPH *et al.*, 2008; ROELANDS *et al.*, 2013; SMITS; PEPPING; HETTINGA, 2014), sendo tema de muitos estudos e discussões científicas (ABBISS; LAURSEN, 2008; DE KONING *et al.*, 2011;

FOSTER *et al.*, 1993; HETTINGA *et al.*, 2007; TUCKER; LAMBERT; NOAKES, 2006).

Em competições de longa-distância, são utilizadas diferentes estratégias de provas, como negativa (diminuição do tempo parcial durante a corrida), positiva (aumento do tempo parcial durante a corrida), constante (pequenas ou nenhuma variação de velocidade ao longo da corrida), parabólica (início rápido, decréscimo na fase intermediária e aumento na fase final) e variável (distribuição de velocidade não definida) (ABBISS; LAURSEN, 2008). Especificamente em corrida de 5 e 10-km, estudos prévios têm demonstrado que a principal estratégia de prova adotada por atletas é parabólica (BILLAT *et al.*, 2006; TUCKER; LAMBERT; NOAKES, 2006).

Sobre os mecanismos regulatórios da estratégia de prova, estudos têm demonstrado que variáveis fisiológicas e perceptivas são responsáveis pelas mudanças nas velocidades do atleta (BILLAT *et al.*, 2006; FAULKNER; PARFITT; ESTON, 2008; BERTUZZI *et al.*, 2014b). Bertuzzi *et al.* (2014) verificaram que no trecho inicial de um teste de corrida de 10km (primeiros 400m), a PSE corresponde a, aproximadamente, 72% da variação das velocidades parciais do atleta. Além disso, a velocidade de pico (52%), o VO<sub>2</sub>máx (23%) e a força dinâmica máxima (5%) explicaram, aproximadamente, 80% da variação das velocidades no trecho medial (400-9.600m). Nos últimos 400m (trecho final), o pico de velocidade é, praticamente, a principal variável do modelo preditivo, explicando em torno de 66% da variação de velocidade do atleta. Embora esses achados tenham demonstrado que a estratégia de prova sofre alterações durante diferentes fases, os mecanismos relacionados aos ajustes de velocidades parciais vêm sendo constantemente discutidos por especialistas da área (ULMER, 1996; ST GIBSON *et al.*, 2006; HETTINGA *et al.*, 2006; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; BERTUZZI *et al.*, 2014b).

No modelo de tele antecipação proposto por Ulmer (1996), a tarefa é pré-planejada pelo atleta a partir do conhecimento do ponto final e regulada de forma antecipatória através de cálculos neurais subconscientes em um "governador", que projeta as sensações de fadiga para o cérebro (ULMER, 1996; GIBSON; NOAKES, 2004; FOSTER *et al.*, 2009). Uma versão mais recente do modelo de tele antecipação adicionou a PSE ao proposto por Ulmer (1996), indicando que há uma

comparação entre a PSE planejada e executada em determinados pontos da corrida (TUCKER, 2009). Assim, as sensações de fadiga, a avaliação da PSE e o conhecimento do ponto final/distância restante são fatores associados e importantes para a regulação da estratégia de prova (ELFERINK-GEMSER; HETTINGA, 2017; KONINGS; HETTINGA, 2018). Além destes fatores, o nível de aptidão, o clima, o alongamento, a música, a manipulação dietética e hidratação, as oscilações do terreno, a torcida e a presença dos competidores também podem influenciar a estratégia de prova dos atletas (BERTUZZI et al., 2017). Assim, novas investigações devem analisar a estratégia de prova e sua relação com fatores intrínsecos e extrínsecos, que determinam (antes da prova) e influenciam (durante a prova) a escolha dos diferentes padrões de distribuição de velocidade pelos corredores (BERTUZZI et al., 2017).

### 3.3 TREINAMENTO NEUROMUSCULAR

#### 3.3.1 Treinamento neuromuscular e $VO_2$ máx

Estudos investigando o efeito do treinamento neuromuscular sobre o  $VO_2$ máx de corredores de longa-distância têm sido muito divulgados na literatura especializada, porém, os resultados encontrados são divergentes. Por exemplo, estudo prévio demonstrou melhora significativa de 5-10% no  $VO_2$ máx em períodos de treinamento neuromuscular relativamente curtos (< 6 semanas) (JONES; CARTER, 2000). Estas melhora ocasionada pelo treinamento neuromuscular pode ser explicada pelas adaptações proporcionadas aos sistemas cardiovascular e metabólico (PATE; BRANCH, 1992), principalmente quando investigadas em corredores recreacionais (BEATTIE *et al.*, 2014; FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; JOHNSTON *et al.*, 1997; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Em três estudos foram observadas melhoras significativas na potência aeróbia, porém, estes efeitos foram semelhantes ao grupo de longa-distância (TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003; FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016). Em outros estudos não foi encontrado efeito significativo, demonstrando que o treinamento neuromuscular é insuficiente para provocar



alterações nos parâmetros relacionados ao sistema cardiovascular e ao  $VO_2$ máx (HURLEY *et al.*, 1984).

O efeito adverso do treinamento neuromuscular no  $VO_2$ máx pode ser explicado pelo aumento da massa corporal e redução das enzimas oxidativas e da densidade capilar e mitocondrial (TESCH; KOMI; HÄKKINEN, 1987; DUDLEY, 1988; KRAEMER; FLECK; EVANS, 1996). Ademais, também podemos destacar o incremento limitado do  $VO_2$ máx observado em corredores altamente treinados e o estímulo insuficiente para proporcionar melhora significativa (WENGER; BELL, 1986). De fato, estudos têm demonstrado que a melhoria no  $VO_2$ máx foi observada apenas após treinamentos prolongados de, aproximadamente, 40 semanas. Estudos também têm demonstrado que corredores se exercitam em baixas intensidades ( $\pm 70\%$  do  $VO_2$ máx), o que pode resultar em poucas modificações do  $VO_2$ máx advindas do treinamento neuromuscular (MILLET *et al.*, 2002; MIKKOLA *et al.*, 2007; DAMASCENO *et al.*, 2015). Apesar do efeito não significativo sobre o  $VO_2$ máx, estudos demonstram que o treinamento neuromuscular pode aumentar outras variáveis fisiológicas determinantes do desempenho em corridas de longa-distância (MARTIN *et al.*, 1986; MORGAN *et al.*, 1989; DAMASCENO *et al.*, 2015).

### 3.3.2 Treinamento neuromuscular, limiares metabólicos e variáveis anaeróbias

De fato, o treinamento físico prescrito a partir do limiar metabólico ( $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) pode ser uma alternativa viável para o desenvolvimento da aptidão aeróbia. Foi demonstrado que o treinamento contínuo de 8 semanas neste limiar foi capaz de aprimorar em 4% a ECO, 37% este limiar metabólico e 14% o  $VO_2$ máx. A justificativa para estes achados foi relacionada à maior capacidade oxidativa da mitocôndria, retardando a utilização do metabolismo anaeróbio láctico para fornecimento energético (YOSHIDA; SUDA; TAKEUCHI, 1982). Porém, uma revisão recente demonstrou que o treinamento neuromuscular tem pouco impacto sobre os limiares metabólicos, pois não altera a contribuição energética anaeróbia (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017a). A razão para estes achados pode ser justificada pela baixa intensidade ou curto período experimental adotado pelos estudos. De fato, apenas estudos com protocolo superior a seis semanas demonstraram efeito

significativo do treinamento neuromuscular nos limiares metabólicos (CARTE; JONES; DOUST, 1999; LONDEREE, 1997; TANAKA *et al.*, 1984).

Para que o treinamento neuromuscular tenha impacto positivo sobre os limiares metabólicos e desempenho, estudos sugerem que atividades com carga reduzida, mas com grande número de repetições sejam adotadas (BURGOMASTER; HEIGENHAUSER; GIBALA, 2006; HARMER *et al.*, 2000; JONES; CARTER, 2000). Esta proposta foi testada em estudos anteriores, e os resultados indicaram que o descanso limitado entre as séries provocou melhoria nos limiares metabólicos dos atletas de longa-distância (HAMILTON; PATON; HOPKINS, 2006; MIKKOLA *et al.*, 2011).

Em adição, os fatores anaeróbios podem contribuir com o desempenho em corridas de longa-distância (GREEN; PATLA, 1992; NOAKES, 1988). As variáveis importantes relacionadas a essa capacidade são  $vVO_2$ máx, velocidade máxima de corrida, capacidade anaeróbia e desempenho neuromuscular (NOAKES, 1988; PAAVOLAINEN; NUMMELA; RUSKO, 2000). Por exemplo, foi demonstrado que o treinamento neuromuscular é capaz de promover mudanças positivas (entre 1,1% e 3,4%) na velocidade de corrida anaeróbia em testes máximos de 20-30m (PAAVOLAINEN *et al.*, 1999; MIKKOLA *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CAMPILLO *et al.*, 2014). Indicações prévias também demonstram que melhorar a capacidade anaeróbia pode otimizar a velocidade de corrida, além de diminuir a contribuição energética neste sistema (BUNDLE; HOYT; WEYAND, 2003; JUNG, 2003; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Portanto, estes resultados sugerem que as variáveis anaeróbias também são importantes para o desempenho em corridas de longa-distância, principalmente durante os momentos de *sprints* (TUCKER; LAMBERT; NOAKES, 2006; SANDFORD *et al.*, 2017). Apesar destes achados relevantes, são necessários estudos adicionais para verificar a influência do treinamento neuromuscular sobre as variáveis anaeróbias e, principalmente, se as prováveis mudanças podem proporcionar ganhos adicionais no desempenho em provas de longa-distância (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017a).

### 3.3.3 Treinamento neuromuscular e ECO

Intervenções de treinamento podem levar a melhorias no ECO e, possivelmente, levar a um desempenho aprimorado da corrida à distância (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Estudo prévio demonstra que o treinamento neuromuscular com duração de 6 a 20 semanas pode melhorar a ECO em 2-8% (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; SANTOS-CONCEJERO; GRIVAS, 2016; DENADAI *et al.*, 2017). Portanto, é possível que as melhorias observadas na ECO após um treinamento neuromuscular, representem uma mudança significativa no desempenho, seja em atletas recreacionais (PIACENTINI *et al.*, 2013; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003) e amadores (BEATTIE *et al.*, 2017; GIOVANELLI *et al.*, 2017; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003). Porém, em corredores a distância altamente treinados, estudos prévios demonstraram que a melhora na ECO são difíceis de se obter (SAUNDERS *et al.*, 2004), apesar de alguns resultados positivos já demonstrados (MILLET *et al.*, 2002; SAUNDERS *et al.*, 2006).

Alguns estudos não verificaram melhoras da ECO (DAMASCENO *et al.*, 2015; FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; VIKMOEN *et al.*, 2016), o que não causou alterações significativas nas velocidades médias de provas de longa-distância (GIOVANELLI *et al.*, 2017; PIACENTINI *et al.*, 2013; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Estes resultados contraditórios podem ser justificados pelas características dos participantes (ex. sexo, idade), pelo tipo de exercício aplicado (ex. força máxima, força explosiva, pliometria) e pela velocidade de corrida adotada no teste de ECO. Ademais, a pouca especificidade e baixa sobrecarga também podem ocasionar a ausência de efeito do treinamento neuromuscular (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010; FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; VIKMOEN *et al.*, 2016).

Na literatura, encontramos diferentes métodos de treinamento neuromuscular utilizados para a melhoria da ECO, como o treinamento resistido (JOHNSTON *et al.*, 1997; PIACENTINI *et al.*, 2013), o treinamento de força explosiva (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010), o treinamento pliométrico (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003) e exercícios combinados (BEATTIE *et al.*, 2017;

GIOVANELLI *et al.*, 2017). Na maioria dos estudos que observaram benefícios do treinamento neuromuscular, foram utilizados exercícios com pesos livres (BEATTIE *et al.*, 2017; GIOVANELLI *et al.*, 2017; PIACENTINI *et al.*, 2013), que fornecem estímulos neuromusculares superiores devido à maior exigência coordenativa, principalmente de grupos musculares sinérgicos (SCHWANBECK; CHILIBECK; BINSTED, 2009). Além disso, estes exercícios proporcionam maior similaridade com a biomecânica da corrida, potencializando o efeito do treinamento realizado (YOUNG, 2006).

Quanto à velocidade utilizada no protocolo de ECO, estudos sugerem que intensidades próximas às máximas são melhores para avaliar os treinamentos que utilizam os mecanismos elásticos (ex.: treinamento pliométrico) e que exigem maior recrutamento de fibras musculares intermediárias (IIX) rápidas (IIb) (BONACCI *et al.*, 2011; CAVAGNA; KANEKO, 1977; SAUNDERS *et al.*, 2004). Um outro fator importante a ser considerado é a avaliação da ECO através do custo energético, o que pronunciaria as alterações oxidativas de carboidratos e de lipídios durante a atividade realizada (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017b; FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2009; SHAW; INGHAM; FOLLAND, 2014).

Porém, poucas pesquisas, particularmente com corredores altamente treinados ou de elite, foram realizadas para estudar os possíveis mecanismos associados a melhorias na ECO com a manipulação do treinamento físico. Possivelmente, o mecanismo para explicar a melhora da ECO é o aumento na rigidez da perna após o treinamento. Foi demonstrado que corredores mais econômicos exibiram maiores valores de rigidez da perna, em comparação aos corredores menos econômicos (ARAMPATZIS *et al.*, 2006). Estudos sugerem que a mecânica do tendão seja alterada para minimizar o custo energético da contração (ARAMPATZIS *et al.*, 2006; LICHTWARK; WILSON, 2008). De fato, vários protocolos de treinamento demonstraram alterar as propriedades mecânicas do tendão de não corredores (Kubo *et al.* 2001a, b). Resta determinar se um protocolo de treinamento semelhante pode ser tão eficaz em corredores a distância treinados onde a rigidez da perna já é alta (Kubo *et al.* 2000b).

### 3.3.4 Treinamento neuromuscular e variáveis antropométricas

A antropometria também tem sido investigada em corridas de longa-distância, e estudos têm indicado que uma baixa massa corporal proporciona incrementos no desempenho (CAVAGNA; THYS; ZAMBONI, 1976; COETZER *et al.*, 1993). Foi encontrado que o treinamento específico de força do tipo explosivo leva a adaptações neurais (ex. aumento da ativação das unidades motoras), onde a hipertrofia muscular permanecerá menor do que durante o treinamento típico de resistência pesada (HAKKINEN, 1994; HÄKKINEN, 1989). De fato, evitar um ganho hipertrófico prejudicial durante o treinamento neuromuscular pode ser benéfico para o desempenho dos corredores, já que não é favorável transportar uma elevada massa corporal durante as competições (WILSON *et al.*, 2012). Por esse motivo, treinadores frequentemente combinam o treinamento neuromuscular e de longa-distância em uma mesma sessão.

A maioria dos estudos realizados não encontraram efeitos significativos sobre a massa corporal, a massa livre de gordura, a massa muscular e a circunferência dos membros, sugerindo que as respostas hipertróficas são encontradas apenas com treinamento de longo prazo (BEATTIE *et al.*, 2017). Uma justificativa dos resultados encontrados na literatura é a possível resposta inibidora da AMPK sobre estágio da via PI-3k/mTOR, que suprime a regulação da síntese proteica induzida pelo treinamento neuromuscular e atenua conseqüentemente, os ganhos de massa muscular (BAAR, 2006; NADER, 2006). Este efeito de interferência poderá ocorrer se o período de treinamento combinado for muito longo e/ou o volume ou a intensidade for muito alto (HICKSON, 1980; HUNTER; DEMMENT; MILLER, 1987; KRAEMER *et al.*, 1995; LEVERITT *et al.*, 1999).

Apesar destes achados, estudos sugerem que adaptações positivas em músculos específicos e que não foram avaliados possivelmente ocorreram (SCHUMANN *et al.*, 2014, 2016). Adicionalmente, a confiabilidade entre as medidas realizadas também pode ocultar efeitos positivos do treinamento neuromuscular sobre as variáveis antropométricas. Desta forma, investigar esse possível efeito combinado do treinamento neuromuscular, bem como sua capacidade de reduzir a

hipertrofia muscular pode ser importante para corredores, que precisam otimizar o transporte corporal e o gasto energético durante o treinamento.

### 3.3.5 Treinamento neuromuscular e parâmetros biomecânicos

Estudos prévio sugere que uma rigidez da perna elevada está associada a um menor custo de energia para percorrer uma determinada distância (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Porém, ainda não está claro como alterações mecânicas específicas do tendão provocadas pelo treinamento neuromuscular podem afetar o custo energético das contrações musculares. Sugere-se que o custo energético da contração esteja relacionado à quantidade e velocidade de encurtamento (STAINSBY; LAMBERT, 1979). De fato, Lichtwark e Wilson (2008) sugeriram que os fascículos musculares e seus tendões interagem para minimizar o custo de energia contrátil de um músculo. Esses autores especulam que o comportamento dos tendões e fascículos é ajustado para maximizar a relação potência-velocidade. Ao fazer isso, altas forças são permitidas sem a necessidade de maior ativação da unidade motora.

Em particular, com a ativação submáxima, como é vista durante a corrida, a relação potência-velocidade é maximizada em baixas velocidades de encurtamento (CHOW; DARLING, 1999; FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Dependendo do caso, existem vantagens de se ter tendões rígidos ou flexíveis. Por exemplo, um tendão flexível permite maior armazenamento de energia nos ciclos de alongamento-encurtamento, que pode ser liberada posteriormente após o seu encurtamento, mantendo assim a velocidade de encurtamento do fascículo baixa e otimizando a relação potência-velocidade (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Por outro lado, um tendão rígido pode interferir na transmissão direta do encurtamento muscular ao movimento articular (ROBERTS, 2002) e, portanto, fornecer energia a movimentos sem pré-alongamento substancial do tendão (BIEWENER; ROBERTS, 2000). Desta forma, aumentar a rigidez do tendão diminuirá a ação dos músculos associados e o custo energético na atividade. Da mesma forma, um tendão mais flexível exigirá maior encurtamento das fibras musculares e/ou velocidade de encurtamento para um determinado movimento articular (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010).

Estudo prévio demonstrou ausência de efeito do treinamento sobre a rigidez músculo-tendínea, demonstrando que seriam necessárias adaptações mecânicas maiores que oito semanas para que alterações sejam detectadas (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Porém, outros estudos demonstraram que a rigidez músculo-tendínea aumentou seus valores após o treinamento combinado, e essas alterações foram transferidas para a ECO (ALBRACHT; ARAMPATZIS, 2013; FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Portanto, novos estudos devem investigar a ação do treinamento combinado sobre as propriedades biomecânicas do tendão durante a ação específica da corrida de longa-distância.

### 3.3.6 Treinamento neuromuscular, estratégia de prova, percepção subjetiva de esforço e desempenho em provas de longa-distância

Apesar dos parâmetros fisiológicos como  $VO_{2máx}$ ,  $vVO_{2máx}$ , ECO e limiares metabólicos serem relevantes para o desempenho em medidas laboratoriais, variáveis externas (ex. estratégia de prova) podem diminuir o poder preditivo em situações reais de competições. Estudos prévios demonstraram que o treinamento neuromuscular proporcionou incrementos no desempenho competitivo, seja em provas de média (3-5%) ou de longa-distância (2-4%) (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017a). Um resultado interessante foi encontrado por Damasceno *et al.* (2015), que demonstraram efeito positivo do treinamento neuromuscular no desempenho de 10-km, apesar dos valores de ECO e PSE permanecerem estáveis. Adicionalmente, este estudo encontrou que a melhora no desempenho foi ocasionada pela maior velocidade nos 3-km finais, sugerindo que os maiores níveis de força podem resultar em menor exigência destas a cada passada (DAMASCENO *et al.*, 2015). A menor produção de força resultaria em um menor recrutamento de fibras musculares de limiar mais alto, retardando assim, os efeitos prejudiciais da fadiga (HAYES; BOWEN; DAVIES, 2004).

Porém, outros estudos não observaram efeito adicional do treinamento neuromuscular no desempenho de corredores (SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; SCHUMANN *et al.*, 2016; VIKMOEN *et al.*, 2017), o que pode ser justificado pela menor disponibilidade de alteração de velocidade em corridas realizadas em esteira ergométrica (VIKMOEN *et al.*, 2017). Neste sentido, dois estudos



encontraram que o treinamento neuromuscular não proporcionou melhoria adicional no desempenho de 3-km, quando comparados ao grupo de longa-distância (2,7-4,8%) (SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010). Outro ponto relevante é a metodologia adotada pelos estudos, o que pode gerar resultados contraditórios. Achados anteriores sugerem que o treinamento neuromuscular realizado imediatamente após as atividades de corrida proporcionam estímulos superiores, quando comparado ao treinamento realizado em sessões diferentes, ou seja, com um curto período de recuperação (BAAR, 2014; COFFEY *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2011). Porém, ainda são necessários estudos adicionais comparando o efeito do treinamento neuromuscular realizado antes ou depois do treinamento aeróbio, bem como em sessões diferentes. Em adição, é de suma importância analisar a relação entre o desempenho na prova de 10-km e as suas variáveis regulatórias (estratégia de prova e de PSE).

### 3.4 TREINAMENTO PLIOMÉTRICO

#### 3.4.1 Histórico e caracterização do treinamento pliométrico

Estudos indicam que o treinamento pliométrico surgiu na união soviética e foi amplamente difundido por Yuri Verkoshanski durante a utilização do modelo de treinamento de choque (FAJARDO, 1999; MOURA, 2008, 2018; ROSSI; BRANDALIZE, 2007; ZANON, 1989). As pesquisas científicas iniciaram suas investigações na década de 1960, sendo difundidas na cultura ocidental pelo treinador norte americano Fred Wilt (MOURA, 2008, 2018). Apesar de ser um conceito teórico, podemos observar atividades pliométricas em todas as modalidades esportivas (BOREHAM, 2006; ZANON, 1989).

O termo “pliométrico” ou “pliométrica” é caracterizado por uma ação excêntrica, imediatamente seguida por uma ação concêntrica (MALISOUX *et al.*, 2006). Durante a fase excêntrica, o músculo acumula energia potencial, que é transformada em energia cinética durante a fase concêntrica. Desta forma, no exercício pliométrico é observado um ciclo alongamento-encurtamento do músculo esquelético ativo (MOURA, 1994).

### 3.4.2 Treinamento pliométrico em corredores de longa-distância

O treinamento pliométrico foi investigado em estudos anteriores (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010; PAAVOLAINEN et al., 1999; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016; RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014; SAUNDERS et al., 2006; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Paavolainen *et al.* (1999) examinaram os efeitos do treinamento pliométrico sobre a ECO, potência muscular e desempenho no teste de 5 km. Os autores concluíram que o treinamento pliométrico e de longa-distância resultou em uma melhora significativa no desempenho dos atletas. Estes resultados sugerem que as melhorias provocadas na potência muscular foram transferidas para a ECO, e conseqüentemente para o desempenho dos atletas. Adicionalmente, foi sugerido também que a rigidez da perna foi aprimorada, aumentando a capacidade do corpo de armazenar e liberar a energia durante as passadas (WILSON; FLANAGAN, 2008). De fato, estudo prévio demonstrou que o treinamento pliométrico proporciona aumento da rigidez da perna, o que melhora a ECO, conseqüentemente, o desempenho dos corredores (DALLEAU *et al.*, 1998).

Spurrs *et al.* (2003) verificaram o efeito do treinamento pliométrico sobre a rigidez da perna, potência muscular,  $VO_2$ máx, limiares metabólicos, ECO e desempenho no teste de 3km. Os autores dividiram os atletas em dois grupos (controle vs. experimental), e os atletas do grupo experimental realizaram 6 semanas de treinamento pliométrico em conjunto com o treinamento de longa-distância. Os autores encontraram que o treinamento pliométrico aumentou o desempenho nos 3km (2,7%), ECO, rigidez da perna e potência muscular (CMJ e 5 saltos verticais). Porém, nenhuma alteração foi observada no  $VO_2$ máx e nos limiares metabólicos. Esses achados encontrados pelo estudo estão de acordo com pesquisas anteriores, sugerindo que a ECO é um dos melhores indicadores de desempenho em atletas corredores de alto nível (CONLEY *et al.*, 1984; NOAKES, 1991; DANIELS, 2013).

Ramirez-Campillo et al. (2014) verificaram o efeito do treinamento pliométrico de curto prazo sobre a força explosiva e desempenho em corredores de média e longa-distância de alto nível. Os autores dividiram os atletas em dois grupos

(controle vs. experimental) e os testes de potência muscular (*CMJ* com auxílio dos braços e *DJ*) e de corrida máxima (20m e 3km) foram aplicados antes e após 6 semanas de treinamento. Após a intervenção, o grupo de longa-distância não apresentou alteração significativa no desempenho, enquanto o grupo experimental apresentou redução significativa no tempo final nos 2,4-km (23,9%), corrida de 20m (22,3%) e aumento nos testes de potência muscular (*CMJ* 8,9% e *DJ* 12,7-16,7%). Os autores concluíram que o treinamento pliométrico associado ao treinamento de longa-distância melhora o desempenho competitivo dos corredores.

Estudos adicionais também analisaram a influência do treinamento pliométrico sobre a ECO em atletas de diferentes níveis (TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003; SAUNDERS *et al.*, 2006). Estes estudos dividiram os atletas em dois grupos (controle vs. experimental), e analisaram a resposta do  $VO_2$ máx, ECO e potência muscular após semanas de treinamento. Turner *et al.* (2003) encontraram aumento significativo ( $p < 0,05$ ) da ECO em diferentes velocidades (8-13  $km \cdot h^{-1}$ ), porém não foi observada mudança no  $VO_2$ máx e na potência muscular (*SJ*, *CMJ* e 40 saltos consecutivos) após o treinamento. Saunders *et al.* (2006) encontraram que o grupo experimental melhorou de forma significativa a ECO (4,1% na velocidade de 18  $km \cdot h^{-1}$ ), potência muscular média durante um teste de 5 saltos consecutivos (15%), redução do tempo para atingir a força dinâmica máxima (14%) e redução da inclinação do  $VO_2$  (14%). Estes resultados indicam que o treinamento pliométrico melhorou a ECO, e este incremento pode ser explicado pela potência muscular e biomecânica da corrida (TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003; SAUNDERS *et al.*, 2006).

Estudos prévios também verificaram o efeito do treinamento pliométrico sobre o custo energético da corrida (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016). Berryman *et al.* (2010) dividiram 35 atletas moderadamente treinados em 3 grupos diferentes (controle vs. pliométrico vs. força dinâmica) e encontraram que o treinamento pliométrico foi mais efetivo na melhora do custo energético de corrida ( $218 \pm 16$  para  $203 \pm 13$   $ml \cdot kg \cdot km$ ), quando comparado ao treinamento neuromuscular dinâmico ( $207 \pm 15$  para  $199 \pm 12$   $ml \cdot kg \cdot km$ ). Adicionalmente, Pellegrino *et al.* (2016) demonstraram que 6 semanas de treinamento pliométrico melhoraram o desempenho na corrida e o custo energético,

apesar de não encontrarem mudanças mensuráveis nas isoformas de cadeia pesada da miosina e de titina. Os resultados encontrados por estes estudos sugerem que o treinamento pliométrico deve fazer parte da preparação dos corredores de longa-distância, já que possibilitam ganhos adicionais de desempenho (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010).

Porém, apesar de estes estudos prévios analisarem o efeito do treinamento pliométrico adicionado ao treinamento aeróbio, algumas limitações podem ser indicadas. Primeiramente, o treinamento pliométrico foi adicionado ao treinamento aeróbio, proporcionando maior carga de treinamento no grupo experimental, influenciando conseqüentemente, os resultados encontrados (BERRYMAN; MAUREL; BOSQUET, 2010; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016; RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014; SAUNDERS et al., 2006; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Em adição, o treinamento de corrida variou consideravelmente ao longo dos estudos, com vários níveis de detalhes fornecidos em relação ao volume e intensidade semanais (PAAVOLAINEN et al., 1999; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016; RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). A grande variabilidade entre os níveis de desempenho dos corredores, a ausência de testes de desempenho em situações simuladas de competição e a precariedade de estudos que investigaram uma ampla gama de variáveis biomecânicas, fisiológicas e de desempenho também reduzem a validade dos achados encontrados, bem como a transferência para um modelo útil e de grande validade para treinadores e atletas. Portanto, considerando as diversas limitações indicadas, novos estudos devem ser conduzidos para clarificar o possível efeito combinado do treinamento neuromuscular (pliométrico) sobre o treinamento aeróbio habitual dos corredores de longa-distância.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

A pesquisa apresenta característica de natureza quase-experimental (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2009).

### 4.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na pista oficial de atletismo com piso de tartan pertencente ao Centro de Educação Física e Desportos (CED) e no Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

### 4.3 AMOSTRA

Para o cálculo amostral foi utilizado o software G\*Power versão 3.1.9.2, sendo que as convenções estatísticas que propiciam sensibilidade adequada para análises comparativas em estudos longitudinais foi utilizada (FAUL et al., 2007). Desta forma, para um tamanho de efeito elevado ( $TE = 0.5$ ), poder de controle do erro de tipo II de 80% ( $\beta = 0.8$ ) e um erro tolerável de 5% para o erro do tipo I ( $\alpha = 0.05$ ), a amostra total sugerida para o treinamento combinado pliométrico e de longa-distância foi de 24 sujeitos. Considerando a perda amostral de 4 sujeitos (16%), a amostra inicial deste estudo foi composta por 28 corredores. Desta amostra inicial, cinco atletas não completaram o estudo devido a lesões ( $n = 1$ ), indisponibilidade de continuar nos treinamentos ( $n = 2$ ) ou por desistência voluntária ( $n = 2$ ). Portanto, a amostra final do estudo foi de 23 atletas do sexo masculino (TP:  $n = 11$ ; TC:  $n = 12$ ), com idade entre 18 e 50 anos, previamente treinados para provas de longa-distância, ou seja, competições de 5-km até maratona. Cada participante foi informado sobre os procedimentos e riscos relacionados ao estudo e, em seguida, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a resolução nº 466/2012 concordando com a participação voluntária no estudo. O estudo foi aprovado no comitê de ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal do Paraná (CAAE 02487418.8.0000.0102), credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) e de acordo com a Declaração de Helsinque (ASSOCIATION, 2013).

#### 4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados no presente estudo: 1) ser corredor(a) de longa-distância (distância entre 5-km e maratona); 2) possuir antes ao início do estudo, experiência mínima de 6 meses de treinamento de corrida de longa-distância, com frequência mínima de 3 sessões semanais; 3) não participar de treinamento pliométrico nos últimos 3 meses; 4) possuir idade entre 18 e 50 anos; 5) realizar o primeiro teste de desempenho de 10-km abaixo de 50-min; 6) não possuir lesões recentes (últimos 6 meses) que impossibilitasse a realização dos treinamentos; 7) concordar em participar de todas as avaliações e de cinco sessões semanais de treinamento propostas; 8) manter um consumo regular de água e de refeições durante o todo o estudo e não consumir alimentos e/ou bebidas cafeinadas nas duas horas precedentes as avaliações. Por outro lado, foram estabelecidos os seguintes critérios para a exclusão dos participantes: 1) não obter participação alternada mínima de 80% de presença nos treinamentos e de 100% nas avaliações; 2) apresentar lesões durante a realização do estudo, impossibilitando a execução correta das atividades proposta pelo estudo; 3) não seguir corretamente o treinamento prescrito pelo avaliador.

#### 4.5 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Primeiramente, os atletas participaram de uma reunião presencial que teve como objetivo demonstrar todos os instrumentos e procedimentos que seriam adotados no estudo. Em seguida, todos os atletas participaram de três semanas de familiarização aos treinamentos físicos em pista, tendo como objetivos calibrar o treinamento através dos parâmetros de carga externa e interna e adaptar os atletas aos exercícios que seriam realizados durante o protocolo experimental. Durante estas três semanas de familiarização, os atletas foram avaliados em três sessões (momento 1). A sessão 1 consistiu em avaliações antropométricas, flexibilidade, potência muscular e parâmetros biomecânicos. Na sessão 2, os atletas realizaram um teste de desempenho de 10-km em pista. Na sessão 3, foram executados os testes de ECO e progressivo máximo em esteira. Entre todas as sessões de avaliações, foram dadas no mínimo, 48 horas de recuperação. Para manter o nível de aptidão da amostra durante as avaliações, os atletas foram orientados a

participar dos treinamentos propostos caso o intervalo de recuperação entre os testes ultrapassasse 48 horas. Após o término das avaliações iniciais, os atletas foram divididos de forma pareada nos grupos de treinamentos combinado pliométrico + longa-distância (TP) ou de longa-distância (TC) a partir do teste de desempenho obtido nos 10-km antes do início do treinamento, e em seguida, iniciaram as 8 semanas de treinamento. Ao final do protocolo experimental, os atletas foram reavaliados, e os testes aplicados foram os mesmos da avaliação inicial, ou seja, os testes realizados nas sessões de 1 a 3. O protocolo experimental do estudo é demonstrado na Figura 1.



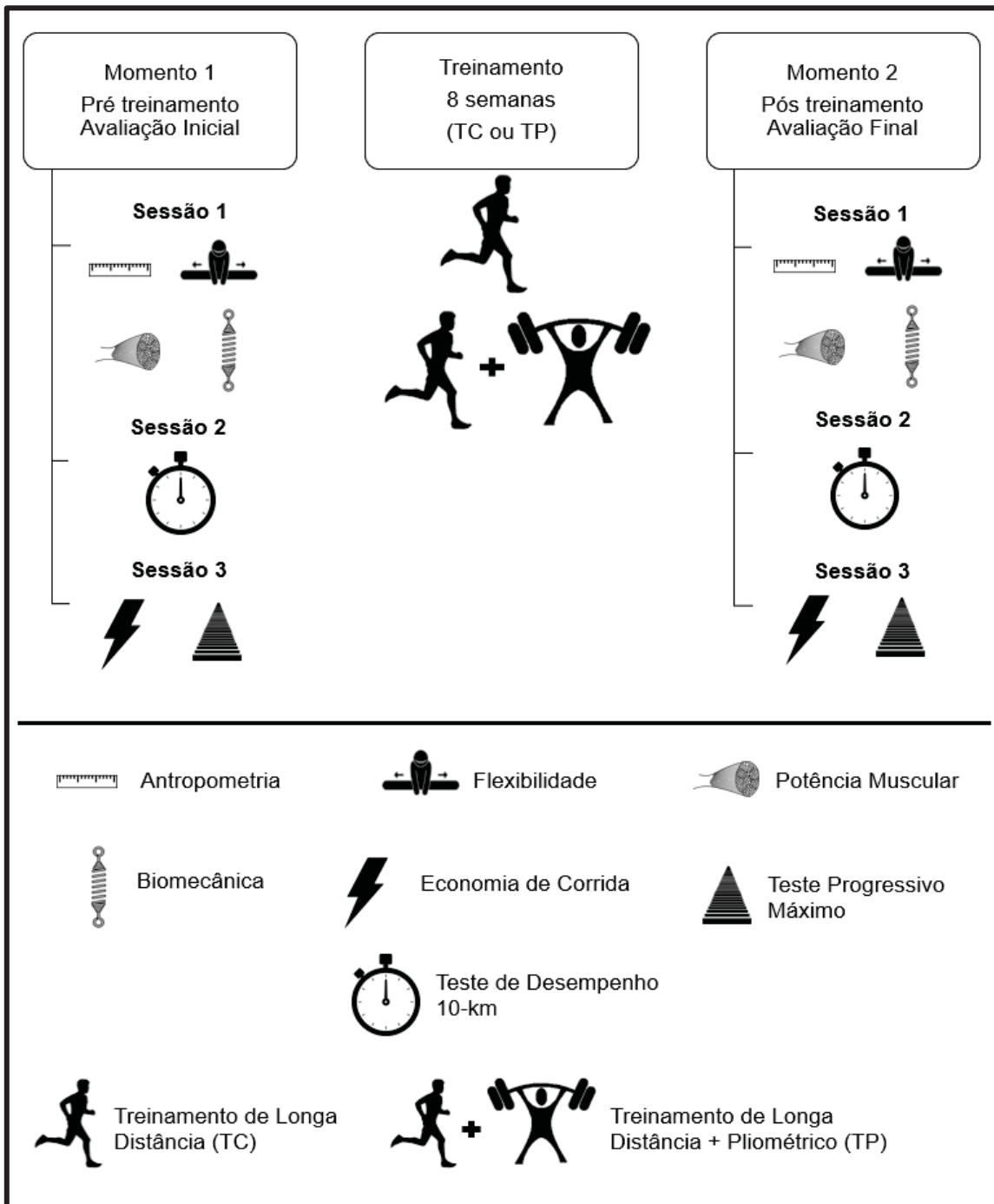


Figura 1. Protocolo experimental do estudo.

#### 4.5.1 Sessão 1 – Antropometria, flexibilidade, potência muscular e teste biomecânico

A sessão 1 foi constituída de avaliações de variáveis antropométricas (massa corporal, estatura, comprimento e circunferência de membros inferiores,

dobras cutâneas e ângulo de fase), flexibilidade (flexibilidade angular e teste de sentar e alcançar) e parâmetros neuromusculares (*CMJ*, *SJ*, *DJ* e *EJ*). Em seguida, foi realizado o teste biomecânico, constituído por 5 corridas em esteira rolante (Athletic Professional 6000T, Joinville, Brasil) de 30 s. cada, nas velocidades de 10, 12, 14, 16, 18 km.h<sup>-1</sup> e com pausa de três minutos entre as tentativas (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; AGOPYAN; MORIN, 2017). Neste teste, foram aferidos o tempo de contato e de voo, frequência de passada, força relativa, oscilação vertical e a rigidez da perna.

#### 4.5.2 Sessão 2 – Teste de desempenho de 10-km em pista

A sessão 2 constituiu de um teste de desempenho de 10-km em pista, em competição simulada. Para simular o ambiente real de competição, os atletas foram divididos em grupos de desempenho a partir da última marca nos 10-km obtida antes do início do estudo (G1 < 40 min; G2 40-45min; G3 45-50min). Os atletas iniciaram simultaneamente e foram solicitados a completar a distância de 10-km o mais rápido possível. Os pesquisadores optaram em realizar o teste simulando competições reais pois objetivamos investigar se haveria uma transferência direta das alterações em variáveis mensuradas para o desempenho em prova, principalmente reconhecendo a influência de competidores sobre a estratégia de prova e tempo de conclusão nos 10-km (HETTINGA; KONINGS; PEPPING, 2017; TOMAZINI et al., 2015). Durante o teste, os participantes receberam informações sobre a distância restante (a cada 400m), porém, as parciais de tempo foram ocultadas. Ao final de cada 400m foram coletados a PSE e a estratégia de prova (velocidade parcial e trechos).

#### 4.5.3 Sessão 3 – Teste de economia de corrida e progressivo máximo em esteira

A ECO foi avaliada através de um teste em velocidade constante submáxima de 12 km.h<sup>-1</sup> por 10-min, realizado em esteira rolante com inclinação fixa de 1% (Athletic Professional 6000T, Joinville, Brasil), de acordo com a metodologia adotada por estudos anteriores (BERTUZZI et al., 2012; DAMASCENO et al., 2014). A frequência cardíaca e o VO<sub>2</sub> foram registrados continuamente, sendo a ECO determinada como a média de VO<sub>2</sub> dos últimos 30-s do teste.

Posteriormente, foi realizado o TPM em esteira, que iniciou em 10 km.h<sup>-1</sup> e foi acrescido 1 km.h<sup>-1</sup> a cada estágio com duração de 2 min. O protocolo do TPM utilizado foi validado previamente e é amplamente utilizado para avaliação de corredores (RABITA; BLONDEL; GERBEAUX, 1999; LÉGER; BOUCHER, 1980). A avaliação foi interrompida caso o atleta abandonasse voluntariamente. Para verificar se o atleta desempenhou seu máximo esforço durante este teste, a FC<sub>máx</sub> deveria ser ≥ 100% do valor predito para a idade (FC<sub>máx</sub> = 220-idade) e/ou a PSE ≥ 19 na escala Borg de 6–20 pontos. A frequência cardíaca e o consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) foram registradas continuamente durante todo o teste progressivo em esteira. A partir do VO<sub>2</sub>, foram determinadas o VO<sub>2máx</sub> e PCR. O pico de velocidade em esteira foi determinado pelo último estágio (completo ou incompleto). Em adição, ao final de cada estágio do teste progressivo foi coletada a PSE.

#### 4.5.4 Treinamento combinado e de longa-distância

Os atletas foram divididos de forma pareada em dois grupos experimentais: treinamento de longa-distância ou treinamento combinado pliométrico + longa-distância. O grupo de treinamento de longa-distância participou de 5 sessões semanais de 90 minutos cada, realizando atividades que visaram o aprimoramento aeróbio. O grupo de treinamento combinado (longa-distância + pliométrico) realizou as mesmas atividades do grupo anterior, porém, em 30 minutos de três sessões semanais, o volume semanal treinamento aeróbio foi substituído por atividades pliométricas (90 minutos semanais, composto por saltos curtos, múltiplos, alternados e verticais/horizontais). O macrociclo (oito semanas) do treinamento de longa-distância foi composto por 2 mesociclos de quatro semanas cada, sendo respeitada a progressão e estruturação da periodização do treinamento pré estabelecida (Tabela 1).

Tabela 1. Treinamento de longa-distância dos grupos avaliados.

	Quantidade de sessões por semana	
	Mesociclo 1	Mesociclo 2
<b>Intervalado</b>		
- Intervalado Tradicional	1x	1x
- Intervalado Piramidal	1x	-
- Intervalado Repetição	-	1x
- Intervalado Rampa	-	1x
<b>Duração / Contínuo</b>		
- Contínuo Constante	1x	-
- Contínuo Variado/Cross Country	1x	1x
<b>Fartlek</b>		
- Fartlek Livre	1x	-
- Fartlek Controlado	-	1x

Para a prescrição do treinamento de longa-distância, um aplicativo desenvolvido para smartphones compatíveis com os sistemas Android® e iOS® foi utilizado (Treino Web®; Esportec Serviços, Brasil. Disponível em: [treinoweb.com.br](http://treinoweb.com.br)). Esse aplicativo permitiu que os atletas recebessem os treinamentos diários. A intensidade do treinamento foi calculada automaticamente pelo aplicativo através do resultado do pico de velocidade obtido no teste progressivo em esteira no momento 1 (pré treinamento). A carga de treinamento foi controlada através do volume (km) e da intensidade percebida pelo treinador (de 0 a 5 u.a.) durante todo o protocolo experimental. A oscilação de carga de treinamento ao longo das semanas de um atleta é demonstrada na Figura 2. É possível notar uma maior variabilidade da carga de treinamento com estímulos mais intensos e de menor volume durante o segundo mesociclo do protocolo experimental, com *tapering* sendo realizado na última semana de treinamento. Destacamos também que o treinamento foi realizado no período competitivo dos atletas, e todos tinham objetivos de melhora do desempenho ao final do estudo.

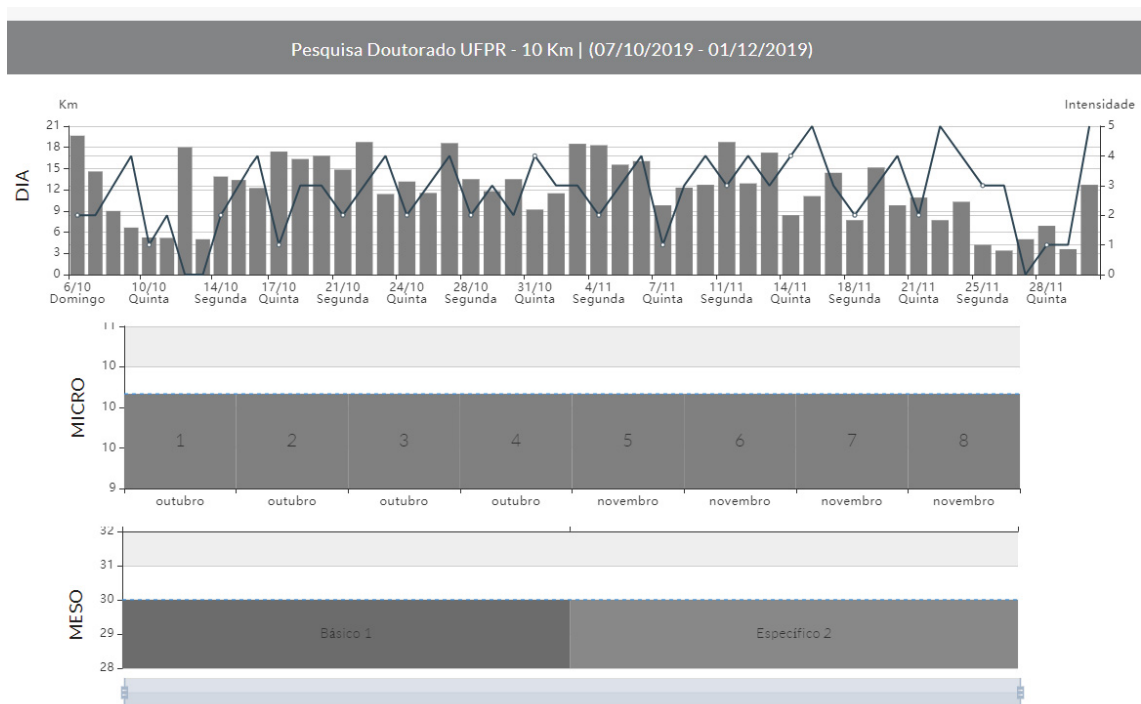


Figura 2. Volume e intensidade de treinamento dos atletas, ao longo do protocolo experimental.

A Figura 3 exemplifica uma sessão de treinamento executada por um atleta integrante do grupo de treinamento de longa-distância (TC). É possível observar a quilometragem e a intensidade diária da sessão (intensidade percebida pelo treinador – de 0 a 5), o método de treinamento, o período da sessão e o tipo de piso de realização da corrida. Em adição, é descrita também cada atividade, constando dados como intensidade (% pico de velocidade em esteira - velocidade aeróbia máxima - VAM), distância percorrida, tempo de conclusão da distância, ritmo ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ,  $\text{min}\cdot\text{km}^{-1}$  e  $\%FC_{\text{máx}}$ ), além das macropausas (pausa entre blocos) e micropausas (pausa entre estímulos). Os treinamentos executados pelos atletas foram acompanhados pelo treinador.

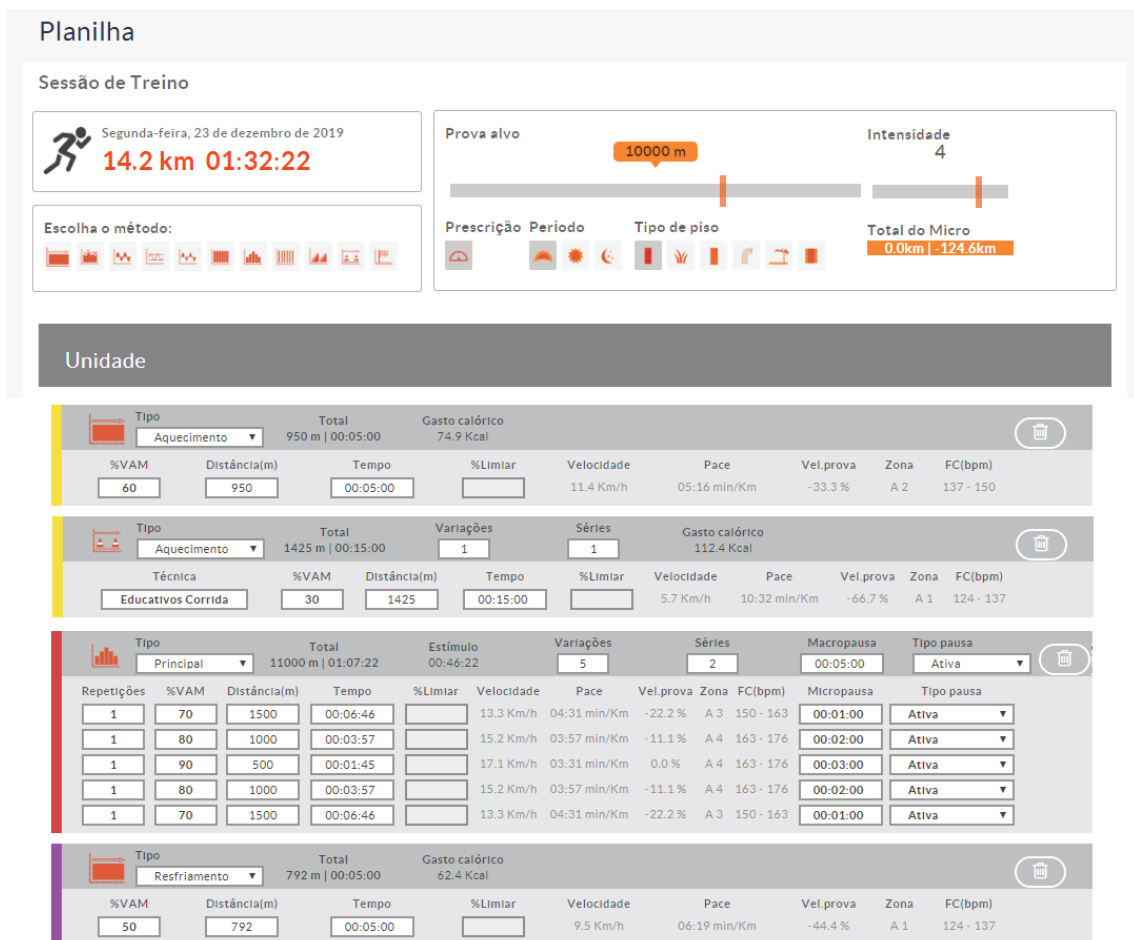


Figura 3. Exemplo de sessão de treinamento prescrita durante o protocolo experimental.

As sessões pliométricas foram separadas por no mínimo 48 horas e foram executadas antes do treinamento de corrida. Em cada uma destas sessões de treinamento pliométrico, exercícios foram selecionados pelo pesquisador e executados pelos atletas (Tabela 2). Destacamos que o treinador tem experiência prévia de 6 anos com exercícios pliométricos executados por jovens atletas de atletismo, potencializando assim, a dose-resposta do treinamento. Os exercícios selecionados visaram o aprimoramento dos grupos musculares envolvidos durante a corrida de longa-distância, tais como: Glúteo Máximo, Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnêmio, Tríceps Sural e Sóleo. Em adição, os exercícios pliométricos visaram gerar maior potência muscular e menor tempo de contato com o solo. O treinamento realizado seguiu uma progressão gradual de carga externa ao longo das semanas experimentais, e a quantidade de saltos executados seguiram orientações de estudos prévios, que indicaram de 80 a 200 contatos por sessão (MOURA, 2008, 2018; SAUNDERS et al., 2006; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003). Na última

semana treinamento, houve uma redução na quantidade de contatos com o solo realizados, visando o melhor desempenho na avaliação final.

Tabela 2. Exercícios que integraram o treinamento pliométrico.

Exercícios	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Saltitos na corda	3x8	4x8						
Saltitos com deslocamento	3x8	4x8						
Saltitos unilaterais	3x8	3x8	4x8					
Saltos múltiplos (pentassaltos)		3x8	3x8	4x8				
Salto contra movimento			4x8	4x8				
Salto caixote 30cm			4x8	4x8	4x8			
Salto caixote 40cm				4x8	4x8	4x8		
Salto caixote 50cm					3x8	4x8	4x8	
Saltos laterais em caixotes					3x8	4x8	4x8	4x8
Saltos verticais em caixotes						3x8	4x8	4x8
Saltos reativos em caixotes							4x8	4x8
Total de saltos por sessão	72	96	120	128	112	120	128	96

## 4.6 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

### 4.6.1 Antropometria

As avaliações antropométricas foram realizadas por um avaliador experiente, em sala privativa e adequada do Centro de Estudos da Performance Física (CEPEFIS). A massa corporal foi mensurada por balança eletrônica portátil da marca Filizola®, (modelo ID1500), com precisão de 100 g. Foi utilizado um estadiômetro marca Welmy® (modelo W200/5) com precisão de 0,1 cm para mensurar a estatura.

Para a medida de comprimentos e circunferências, uma fita métrica flexível retrátil (WCS®) com precisão de um milímetro foi utilizada. O comprimento da coxa será determinado através da distância entre o trocânter maior do fêmur e o ponto tibial medial, e o comprimento tibial entre o ponto tibial medial e maleolar. Para isso, o atleta permaneceu em posição ortostática, com os braços relaxados ao lado do corpo. A medida da circunferência medial da coxa foi realizada na coxa direita do atleta, perpendicularmente ao eixo longitudinal do fêmur, no ponto meso-femural (ponto médio entre o trocânter maior do fêmur e o ponto tibial medial). A medida da



circunferência do tríceps sural foi realizada na maior circunferência visível, sendo que o atleta permaneceu com a perna dobrada formando um ângulo de 90° com o joelho. As medidas de comprimentos e circunferências foram realizadas 3 vezes, sendo a mediana usada para representar o valor encontrado.

Para a avaliação de dobras cutâneas, foi utilizado um adipômetro (Harpender® Skinfold Caliper, Baty International, England), com precisão de 0,1 mm e pressão de 10 g/mm<sup>2</sup>. As dobras cutâneas peitoral, axilar medial, tríceps, subescapular, abdominal, supra ilíaca e coxa medial foram medidas 3 vezes pelo mesmo avaliador, sendo a mediana usada para representar o valor encontrado. Estas medidas antropométricas foram realizadas de acordo com as padronizações determinadas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) e coletadas nos seguintes pontos anatômicos:

- Subescapular: medida oblíqua, localizada a dois centímetros abaixo do ângulo inferior da escápula.
- Tricipital: medida longitudinal na região posterior do braço, no ponto médio entre o processo acromial da escápula e processo do olecrano da ulna;
- Peitoral: medida oblíqua, na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo.
- Axilar medial: medida oblíqua, no ponto de intersecção entre a linha axilar média e uma linha imaginária transversal na altura do apêndice xifoide do esterno.
- Supra ilíaca: medida oblíqua realizada na metade da distância entre o último arco costal e a crista ilíaca, sobre a linha axilar medial;
- Abdominal: medida longitudinal, dois centímetros a direita da cicatriz umbilical.
- Coxa medial: medida longitudinal sobre o músculo reto femoral, realizada na metade da distância entre ligamento inguinal e a borda superior da patela.

Em seguida, o somatório de dobras cutâneas (Eq. 1) e a densidade corporal (Eq. 2) foram calculadas de acordo com protocolo desenvolvido para homens adultos (JACKSON; POLLOCK, 1978). A percentagem de gordura (Eq. 3) foi calculada através da equação de Siri (SIRI, 1961).

(Eq. 1) Somatório de dobras cutâneas = ( $\Sigma$  7 dobras).

(Eq. 2) Densidade corporal =  $1,11200000 - [0,00043499 (\Sigma 7 \text{ dobras}) + 0,00000055 (\Sigma 7 \text{ dobras})^2] - [0,0002882 (\text{idade})]$  (JACKSON; POLLOCK, 1978)

(Eq. 3) % Gordura =  $[(4,95/\text{densidade corporal}) - 4,50] \times 10$  (SIRI, 1961)

A bioimpedância tetrapolar (Maltron BioScan MSR 916, Inglaterra) foi utilizada para medir o ângulo de fase. Antes do teste, os atletas foram instruídos a manter o consumo habitual de água e de refeições e não consumir bebidas alcoólicas ou cafeinadas. Em adição, os atletas foram orientados a não realizarem exercícios físicos nas 24 horas anteriores e a urinar antes do início do teste. Todos os materiais condutores de eletricidade que estavam em contato com o participante foram removidos. Antes do exame, as porções de contato dos eletrodos em todos os pacientes foram limpas usando o InBody Tissue (Biospace, Tóquio, Japão). Para a realização da medida, o paciente foi posicionado em decúbito dorsal e os eletrodos posicionados na mão direita do atleta, abaixo da terceira articulação do dedo médio e na dobra do pulso. Os eletrodos do pé foram aplicados centralmente entre o segundo e o terceiro dedo e na dobra do tornozelo, alinhado com a tíbia. A partir de uma corrente elétrica aplicada, foram medidas a resistência (R) e a reatância (X) das membranas celulares, e o ângulo de fase foi calculado através da seguinte equação:

(Eq. 4)  $\text{ângulo de fase} = \arctan(Xc/R) \times 180^\circ / \pi$ ; onde: Xc = reatância; R = resistência;  $\pi$  = raio.

#### 4.6.2 Flexibilidade

A flexibilidade foi avaliada através do teste de sentar e alcançar (WELLS; DILLON, 1952). Para este protocolo foi utilizada uma caixa padrão de madeira com régua acoplada, na qual o atleta ficou posicionado sentado e descalço sobre um colchonete, com os pés em pleno contato com a face anterior da caixa, membros inferiores em extensão de joelhos, braços estendidos em direção à porção superior da caixa e com as mãos colocadas em sobreposição. O avaliador apoiou os joelhos do atleta, com o objetivo de assegurar que eles permaneceram estendidos durante o

protocolo. O atleta, com as mãos voltadas para baixo e em contato com a caixa, flexionou o tronco e estendeu os braços ao longo da régua procurando alcançar a maior distância possível. Foram realizadas três tentativas, sendo que a maior distância alcançada devia ser mantida por aproximadamente um segundo para que o valor fosse registrado.

Em adição, também foi utilizado o teste angular para medir a flexão e extensão do tornozelo. Foi utilizado um goniômetro de 20cm em PVC da marca Trident®, composto por duas réguas, gravadas fotoquimicamente e unidas por um rebite que permite um giro de até 360°. A mensuração de amplitude articular foi realizada por um sistema de transferidor de 0° a 360°. A medida de flexão e extensão do tornozelo ocorreu no plano sagital, entre as extremidades distais da tíbia e da fíbula e a superfície articular do tálus. Para estas medidas, o atleta foi posicionado deitado, com os membros inferiores estendidos com o objetivo de diminuir a ação dos músculos da região posterior da coxa. AS medidas foram realizadas na superfície lateral da articulação. Para isso, o braço fixo do goniômetro foi colocado paralelo à face lateral da fíbula e o braço móvel paralelo à superfície lateral do quinto metatarso. O eixo do goniômetro permaneceu sobre a articulação do tornozelo, junto ao maléolo lateral. O atleta foi orientado a exercer máxima extensão e flexão plantar, e os valores atingidos foram registrados.

#### 4.6.3 Potência muscular

A potência muscular foi avaliada pelos testes *counter movement jump (CMJ)*, *squat jump (SJ)*, *drop jump (DJ)* e *endurance jump (EJ)*, utilizando uma plataforma de saltos da marca Sys-Jump (Systware®, Brasil), composta por duas barras com sensores óptico-eletrônicos, sendo uma delas conectada a um computador.

Para o *CMJ*, o atleta foi posicionado verticalmente, com os pés paralelos e distância confortável entre eles, sem flexionar os joelhos e com as mãos na cintura baixa (linha bi-iliocrestal). A partir da autorização do avaliador, os atletas flexionaram os joelhos em 90° e logo após estenderam rapidamente para a execução de um salto de máxima altura, sem retirar as mãos da cintura. O *SJ* seguiu os mesmos

procedimentos do *CMJ*, porém, os atletas permaneceram por 5-s. em posição estática, com a articulação do joelho em 90°, antes de realizarem o salto máximo. As alturas de saltos foram determinadas pelas distâncias verticais (em cm) atingidas. Nos saltos *CMJ* e *SJ*, três tentativas foram realizadas com um intervalo de 30 s. de descanso entre elas, e a melhor pontuação foi utilizada para análise.

O *DJ* foi executado em caixotes de diferentes alturas. Os atletas realizaram 3 tentativas nas alturas de 30, 40 e 50cm. O objetivo deste teste era maximizar a relação entre altura e tempo de contato com o solo, utilizando uma plataforma de saltos Sys-Jump (Systware®, Brasil). Para as alturas maiores (60 a 80cm), os atletas realizavam uma tentativa máxima em cada altura, com o objetivo de preservar contra lesões decorrentes dos saltos de grandes quedas. Caso a altura atingida (em cm) não superasse a altura anterior, uma nova tentativa era dada ao atleta. Se nessa nova tentativa o atleta conseguisse superar a altura anterior, o caixote era aumentado em 10cm e uma altura de queda era iniciada. Se o atleta não superasse a altura de salto anterior, o teste era encerrado. A altura máxima do caixote (altura do caixote - DJótimo), foi determinada quando o atleta não conseguisse mais aumentar a altura do salto. A variável altura de salto - DJótimo foi caracterizada como a altura de salto obtida na altura máxima do caixote.

No teste de *EJ*, o atleta foi orientado a realizar o maior número de saltos máximos durante 30s. Para isso, o atleta flexionou os joelhos em 90° e realizou saltos verticais consecutivos máximos, pousando no tapete com os dois pés ao mesmo tempo. O tempo de contato médio ( $\text{ms}^{-1}$ ), tempo de voo médio ( $\text{ms}^{-1}$ ), altura média (cm), potência relativa média ( $\text{w.kg}^{-1}$ ), número de saltos (n) e velocidade média ( $\text{m.s}^{-1}$ ) foram calculadas automaticamente pela plataforma de saltos (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1983). Em todos os testes de potência muscular, demonstrações foram realizadas pelo pesquisador.

#### 4.6.4 Consumo de oxigênio

O consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ) e a VE foram mensurados respiração a respiração nos testes de ECO e progressivo máximo em esteira. Para isso, foi utilizado um analisador de gases portátil

(HandyMET® Sport, Brasil), com avaliação posterior baseada na média observada em intervalos de 30-s. Antes do início dos testes, o aparelho foi calibrado automaticamente, usando uma composição conhecida de gases do ar ambiente. A ECO foi determinada pela média do  $\text{VO}_2$  dos últimos 30-s. no teste de intensidade fixa de 10-min a  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

No teste progressivo, o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  foi determinado quando pelo menos dois dos seguintes critérios forem atendidos: 1) aumento do  $\text{VO}_2$  inferior a  $2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em dois estágios consecutivos, 2) coeficiente respiratório superior a 1.15 e 3)  $\text{FCmáx}$  dentro de uma variação de  $\pm 10 \text{ bpm}$  da predita pela equação ( $\text{FCmáx} = 220 - \text{idade}$ ) (HOWLEY; BASSETT; WELCH, 1995). O pico de velocidade em esteira foi determinado como o último estágio atingido, e foi utilizado para prescrição individualizada do treinamento. O ponto de compensação respiratória (PCR) foi determinado pelo aumento não linear da VE em combinação com um aumento do  $\text{VE}\cdot\text{VO}_2^{-1}$  e a primeira redução na fração de  $\text{CO}_2$  expirada, sem um aumento concomitante do  $\text{VE}\cdot\text{VCO}_2^{-1}$  (MEDICINE, 2013; POWERS et al., 2000).

Durante todos os testes, os avaliados foram adequadamente motivados por incentivos verbais e os avaliadores observaram constantemente a existência de qualquer tipo de intolerância ao esforço. Os testes foram interrompidos caso ocorreu alguns dos fatores a seguir: sintomas de angina; sinais de baixa perfusão sanguínea, confusão mental, náuseas, frio e palidez; baixo aumento ou alterações anormais da frequência cardíaca com a mudança da intensidade do exercício; manifestações físicas ou verbais de fadiga extrema ou falha nos equipamentos.

#### 4.6.5 Variáveis biomecânicas da corrida

As variáveis biomecânicas da corrida foram medidas em 5 corridas em esteira rolante de 30s. cada ( $10, 12, 14, 16, 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), com pausa de 3 minutos entre as tentativas (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; AGOPYAN; MORIN, 2017). Neste teste, foram aferidos o tempo de contato e de voo, frequência de passada, força máxima, oscilação vertical e a rigidez da perna. O aplicativo validado Runmatic®, foi utilizado para aferir os parâmetros descritos (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; AGOPYAN; MORIN, 2017). Para isso, um celular iPhone 6 com sistema operacional

iOS 9.2.1 (Apple Inc., USA) foi posicionado a 1 metro e no mesmo nível da borda traseira da esteira rolante. As filmagens foram realizadas em câmera lenta com qualidade de 720p, com frequência de aquisição de 240 fps, e aferiu, no mínimo, 9 ciclos de passadas completas. Para determinação correta das variáveis, os vídeos foram editados, objetivando que as análises fossem iniciadas nos mesmos momentos, ou seja, quando ocorresse o primeiro contato do pé direito com a esteira rolante. Após o término das filmagens, os vídeos eram salvos e analisados posteriormente. Para a análise, o aplicativo disponibilizou dois botões para seleção, sendo tempo de contato e tempo de voo. O avaliador, através do vídeo em câmera lenta e analisando quadro por quadro, demarcava as fases de tempo de contato e de voo. Ao final da demarcação, o aplicativo calculou automaticamente para cada perna, as variáveis tempo de contato ( $\text{ms}^{-1}$ ), tempo de voo ( $\text{ms}^{-1}$ ), frequência de passa (Hz), oscilação vertical (m), força máxima relativa (BW) e rigidez da perna ( $\text{kN.m}^{-1}$ ). Para a análise, a média dos ciclos de passadas completas em ambas as pernas foi calculado.

#### 4.6.6 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi monitorada durante os testes progressivo máximo em esteira e ECO por cardiofrequencímetro (Polar H10, Polar®, Kempele, Finland). Os registros ficaram armazenados na memória do analisador de gases para posterior análise. O maior valor de frequência cardíaca encontrado durante o teste progressivo foi definido como  $\text{FC}_{\text{máx}}$ .

#### 4.6.7 Estratégia de prova

Para a coleta da distribuição da velocidade, filmadoras digitais (Sony RX0® FullHD) e cones foram posicionados a cada 400m para a determinar a velocidade média de cada parcial no teste de desempenho de 10-km. A partir do tempo individual em cada parcial, foi calculada a velocidade em  $\text{km.h}^{-1}$ . Adicionalmente, a distribuição da velocidade ( $\text{km.h}^{-1}$ ) foi dividida em três trechos, inicial (0 a 2-km), medial (2-km a 8km) e final (8-km a 10-km) com a finalidade de verificar a presença de *fast start* ou *end spurt* (BERTUZZI et al., 2014c). Utilizamos a distância de 2-km

(20% da distância total) para os trechos inicial e final devido a observação de mudança de velocidade ocorrida visualmente nestes pontos.

#### 4.6.8 Percepção subjetiva de esforço

Escalas de PSE (6 a 20) foram ampliadas (0,7m x 1,0m) e colocadas a frente ao atleta (3,0m) nos testes progressivo máximo em esteira e de ECO. Devido a utilização da máscara de análise gasosa, os atletas foram solicitados a relatar por expressões manuais os valores de PSE durante os testes progressivo (ao final de cada estágio) e de ECO (ao final de cada minuto). No teste de desempenho de 10-km, escalas foram plastificadas e reduzidas para 10 x 5 cm e afixadas no pulso do braço dominante dos atletas, sendo que os mesmos informaram verbalmente a sua PSE a cada 400m (BORG, 1982; FOSTER et al., 2001).

### 4.7 ANÁLISE DOS DADOS

Os pressupostos paramétricos de normalidade, homogeneidade e esfericidade foram verificados pelos testes de Kolmogorov-Smirnov, Levene e Mauchly, respectivamente. Os dados apresentaram distribuição normal, e a estatística descritiva foi utilizada para reportar dados em médias e desvios padrão. Os valores iniciais foram das variáveis mensuradas nos dois grupos (TP e TC) foram testadas através do teste t de amostras independentes, sendo o grupo caracterizado como variável independente. Para verificar o efeito do treinamento (TP e TC) nos diferentes momentos (pré e pós) sobre as variáveis antropométricas, flexibilidade, potência muscular, biomecânicas, fisiológicas, estratégia de prova, PSE e desempenho, foi utilizado a análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas de duas vias. Quando diferença significativa ( $p < 0.05$ ) foi encontrada, o teste de *Tuckey* para múltiplas comparações foi realizado. O tamanho do efeito (TE) foi calculado pelo *partial eta-squared* ( $\rho n^2$ ). Em todas as análises foi utilizado o software estatístico Statistica (v.7, Tulsa: Statsoft, Inc. 2007), considerando o nível de significância de 95% ( $p < 0.05$ ).



## 5 RESULTADOS

Os resultados complementares da ANOVA, bem como os seus respectivos efeitos (valores de F, p e tamanho do Efeito (TE)) foram descritos no Anexo 1. Comparando os valores pré treinamento das variáveis mensuradas nos grupos de treinamento combinado ou aeróbio, não encontramos diferença estatística, com exceção da variável Altura de Salto DJ50cm ( $p = 0.026$ ).

Tabela 3. Valores pré treinamento das variáveis mensuradas nos grupos de treinamento combinado ou aeróbio.

Variáveis Pré Treinamento	Média ( $\pm$ DP)		Média ( $\pm$ DP)		p valor
Massa corporal (kg)	75,413	6,137	73,418	9,352	0,548
Circunferência quadril (cm)	96,383	4,260	97,409	4,519	0,581
Circunferência coxa medial (cm)	52,167	4,756	53,382	4,377	0,532
Circunferência tríceps sural (cm)	38,300	1,847	37,845	2,497	0,623
Somatório DC (mm)	87,258	25,057	81,055	34,047	0,622
Massa gorda (%)	13,836	3,942	12,201	5,120	0,398
Massa magra (%)	86,164	3,942	87,799	5,120	0,398
Ângulo de fase ( $^{\circ}$ )	6,658	0,930	6,838	0,676	0,615
Flexibilidade Wells (cm)	26,875	11,798	22,409	9,547	0,332
Extensão tornozelo (cm)	130,500	14,939	129,091	6,519	0,776
Flexão tornozelo (cm)	83,750	6,744	77,909	8,006	0,072
CMJ (cm)	29,775	5,394	29,327	5,287	0,843
CMJ ( $W.kg^{-1}$ )	12,820	1,792	12,335	1,885	0,534
SJ (cm)	30,383	5,309	27,564	4,824	0,198
SJ ( $W.kg^{-1}$ )	12,984	1,837	11,824	1,859	0,147
Tempo de contato DJ30cm (m/s)	0,346	0,082	0,286	0,083	0,097
Altura de salto DJ30cm (cm)	26,917	5,073	24,182	5,120	0,213
Tempo de contato DJ40cm (m/s)	0,327	0,110	0,274	0,113	0,267
Altura de salto DJ40cm (cm)	29,558	4,390	25,545	5,641	0,069
Tempo de contato DJ50cm (m/s)	0,300	0,079	0,286	0,122	0,755
Altura de salto DJ50cm (cm)	31,158	6,511	24,800	6,199	0,026*
Altura de salto DJótimo (cm)	33,858	6,759	28,664	7,594	0,097
Altura de caixote DJótimo (cm)	53,333	11,547	50,000	17,889	0,598
Número de saltos EJ (n)	51,000	6,120	53,545	4,059	0,258
Tempo de contato (m/s)	0,226	0,088	0,193	0,044	0,272
Altura dos saltos EJ (cm)	21,580	3,514	19,773	2,992	0,201
Potência relativa EJ ( $W.kg^{-1}$ )	31,230	6,618	31,512	6,374	0,918
Frequência de saltos EJ ( $n.s^{-1}$ )	1,789	0,233	1,911	0,155	0,158
Velocidade média EJ (m/s)	1,023	0,082	0,980	0,076	0,202
Tempo de contato 10 $km.h^{-1}$ (m/s)	0,288	0,023	0,268	0,034	0,120
Tempo de contato 12 $km.h^{-1}$ (m/s)	0,261	0,024	0,244	0,031	0,176

## (continuação Tabela 3)

Tempo de contato 14 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,239	0,021	0,222	0,027	0,135
Tempo de contato 16 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,218	0,018	0,211	0,030	0,520
Tempo de contato 18 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,198	0,017	0,194	0,027	0,614
Tempo de voo 10 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,061	0,031	0,086	0,034	0,103
Tempo de voo 12 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,081	0,029	0,100	0,034	0,175
Tempo de voo 14 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,094	0,028	0,109	0,028	0,225
Tempo de voo 16 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,105	0,025	0,111	0,031	0,610
Tempo de voo 18 km.h <sup>-1</sup> (m/s)	0,110	0,032	0,113	0,029	0,815
Frequência de passada 10 km.h <sup>-1</sup> (Hz)	2,871	0,137	2,839	0,116	0,567
Frequência de passada 12 km.h <sup>-1</sup> (Hz)	2,937	0,126	2,919	0,174	0,780
Frequência de passada 14 km.h <sup>-1</sup> (Hz)	3,019	0,159	3,034	0,232	0,859
Frequência de passada 16 km.h <sup>-1</sup> (Hz)	3,126	0,167	3,150	0,394	0,852
Frequência de passada 18 km.h <sup>-1</sup> (Hz)	3,273	0,313	3,296	0,353	0,875
Oscilação vertical 10 km.h <sup>-1</sup> (m)	0,055	0,009	0,059	0,006	0,223
Oscilação vertical 12 km.h <sup>-1</sup> (m)	0,055	0,007	0,057	0,008	0,489
Oscilação vertical 14 km.h <sup>-1</sup> (m)	0,054	0,007	0,054	0,008	0,867
Oscilação vertical 16 km.h <sup>-1</sup> (m)	0,051	0,006	0,051	0,011	0,956
Oscilação vertical 18 km.h <sup>-1</sup> (m)	0,047	0,009	0,047	0,009	0,880
Força relativa 10 km.h <sup>-1</sup> (BW)	1,918	0,205	2,103	0,268	0,090
Força relativa 12 km.h <sup>-1</sup> (BW)	2,075	0,219	2,248	0,296	0,141
Força relativa 14 km.h <sup>-1</sup> (BW)	2,206	0,236	2,371	0,280	0,158
Força relativa 16 km.h <sup>-1</sup> (BW)	2,339	0,239	2,425	0,299	0,473
Força relativa 18 km.h <sup>-1</sup> (BW)	2,454	0,304	2,516	0,317	0,652
Rigidez da perna 10 km.h <sup>-1</sup> (kN.n <sup>-1</sup> )	9,641	1,412	11,213	3,130	0,148
Rigidez da perna 12 km.h <sup>-1</sup> (kN.n <sup>-1</sup> )	9,354	1,642	10,890	3,273	0,184
Rigidez da perna 14 km.h <sup>-1</sup> (kN.n <sup>-1</sup> )	9,119	1,677	10,846	3,353	0,146
Rigidez da perna 16 km.h <sup>-1</sup> (kN.n <sup>-1</sup> )	9,185	1,476	10,559	4,286	0,329
Rigidez da perna 18 km.h <sup>-1</sup> (kN.n <sup>-1</sup> )	9,458	1,678	10,372	3,924	0,489
VO <sub>2</sub> ECO (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	41,455	3,438	42,664	4,674	0,485
VO <sub>2</sub> ECO (L.min <sup>-1</sup> )	3,108	0,324	3,089	0,121	0,855
FC ECO (bpm)	149,222	8,804	155,545	15,411	0,235
VO <sub>2</sub> PCR (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	45,291	4,854	45,677	5,432	0,859
VO <sub>2</sub> PCR (L.min <sup>-1</sup> )	2,604	0,253	2,535	0,111	0,410
FC PCR (bpm)	169,583	7,692	171,636	7,311	0,520
VO <sub>2</sub> máx (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	61,955	3,028	61,617	2,401	0,771
VO <sub>2</sub> máx (L.min <sup>-1</sup> )	3,285	0,524	3,122	0,335	0,389
FC VO <sub>2</sub> máx (bpm)	181,500	9,249	186,364	10,230	0,244
Pico de velocidade TPM (km.h <sup>-1</sup> )	17,667	1,371	17,636	1,567	0,961

(continuação Tabela 3)

Trecho inicial 10-km (km.h <sup>-1</sup> )	14,522	1,022	14,551	1,004	0,947
Trecho medial 10-km (km.h <sup>-1</sup> )	13,750	1,213	13,901	1,106	0,759
Trecho final 10-km (km.h <sup>-1</sup> )	13,808	1,313	14,173	1,032	0,470
Pico de velocidade 10-km (km.h <sup>-1</sup> )	15,879	1,574	15,510	0,968	0,511
Tempo final 10-km (min)	43,300	3,440	42,520	3,000	0,659
PSE trecho inicial 10-km (u.a.)	10,217	1,966	10,018	2,269	0,824
PSE trecho medial 10-km (u.a.)	15,222	1,971	13,933	2,831	0,216
PSE trecho final 10-km (u.a.)	18,633	1,530	17,873	2,497	0,384

De acordo com a Figura 4, não foram encontradas interações e efeitos principais significativos para as variáveis massa corporal, somatório de dobras cutâneas, massa gorda, massa magra, circunferência de quadril, circunferência de coxa medial e circunferência de tríceps sural. Porém, foi encontrado efeito principal significativo do ângulo de fase entre o momento pré e pós treinamento, independente do grupo analisado ( $F_{(1)} = 18.750$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.497$ ).

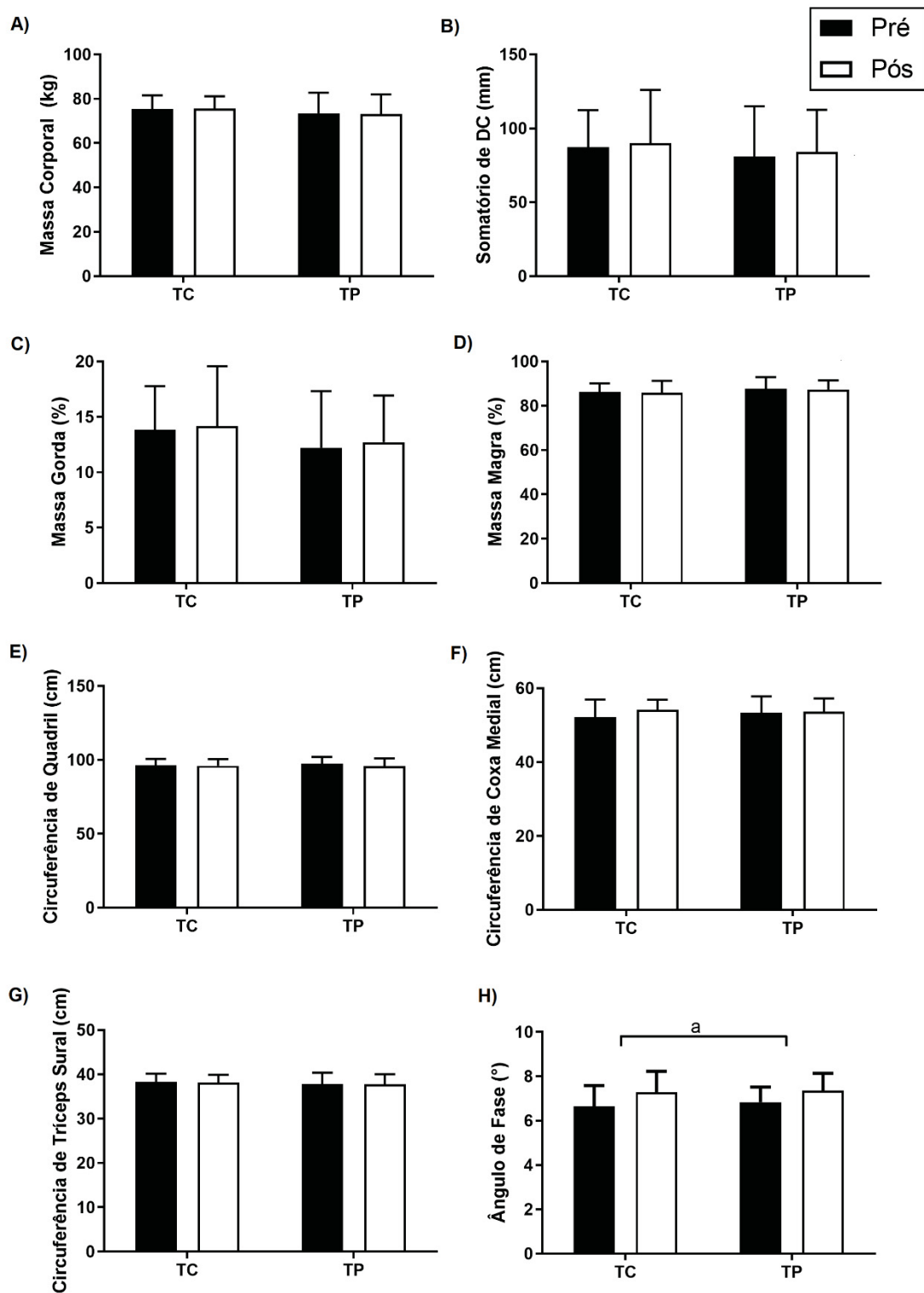


Figura 4. Efeito do treinamento nas variáveis antropométricas: (A) massa corporal (kg), (B) somatório de dobras cutâneas ( $\Sigma$ ), (C) massa gorda (%), (D) massa magra (%), (E) circunferência de quadril (cm), (F) circunferência de coxa medial (cm); (G) circunferência de tríceps sural (cm) e (H) ângulo de fase ( $^{\circ}$ ). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).

De acordo com a Figura 5, não foram encontradas interações e efeitos principais significativos para as variáveis de flexibilidade (momento e grupo), avaliadas pelo teste de sentar e alcançar (banco de Wells), além da extensão e flexão de tornozelo.

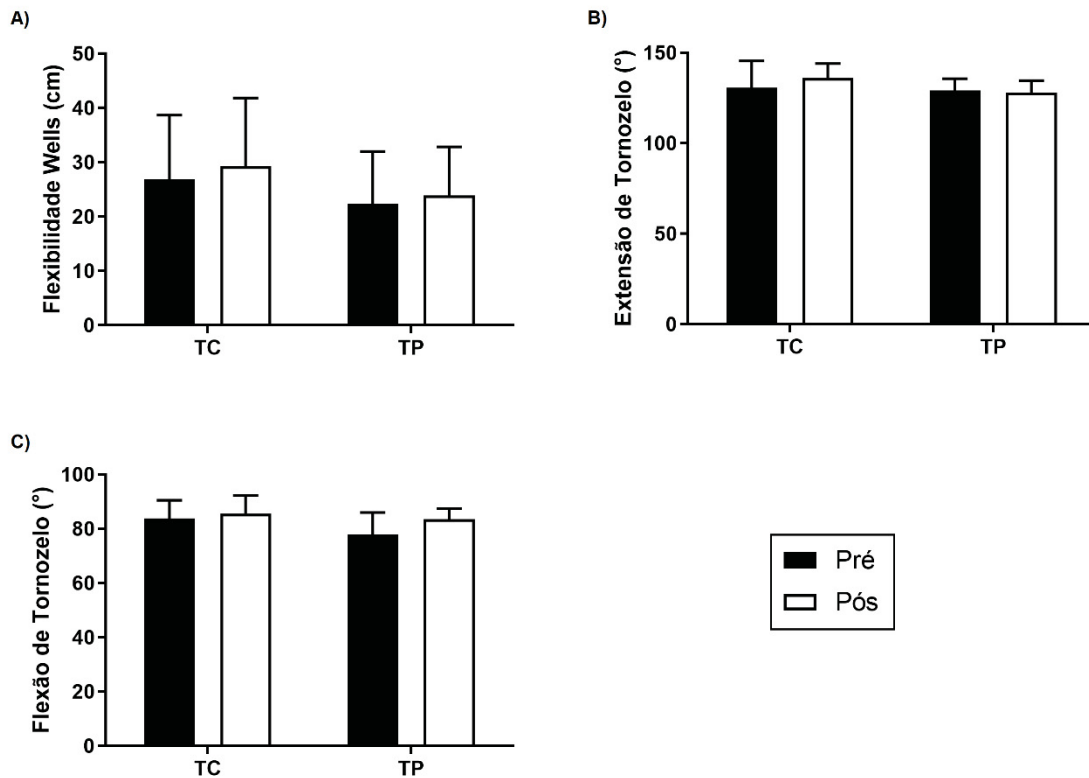


Figura 5. Efeito do treinamento nas variáveis de flexibilidade: (A) sentar e alcançar – Wells (cm); (B) extensão de tornozelo (°) e (C) flexão de tornozelo (°). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.

Quando avaliada a potência muscular (Figura 6), não foram encontradas interações significativas e efeito principal do grupo (TP x TC) para o *CMJ* e *SJ*, seja nas variáveis de altura de salto ou potência relativa. Porém, foi encontrado efeito principal do momento (pré x pós), na qual o treinamento físico, independente do grupo avaliado, aumentou a altura de salto no *CMJ* ( $F_{(1)} = 25.417$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.548$ ) e *SJ* ( $F_{(1)} = 13.325$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.388$ ), e a potência relativa no *CMJ* ( $F_{(1)} = 9.600$ ,  $p = 0.005$ ,  $TE = 0.314$ ).

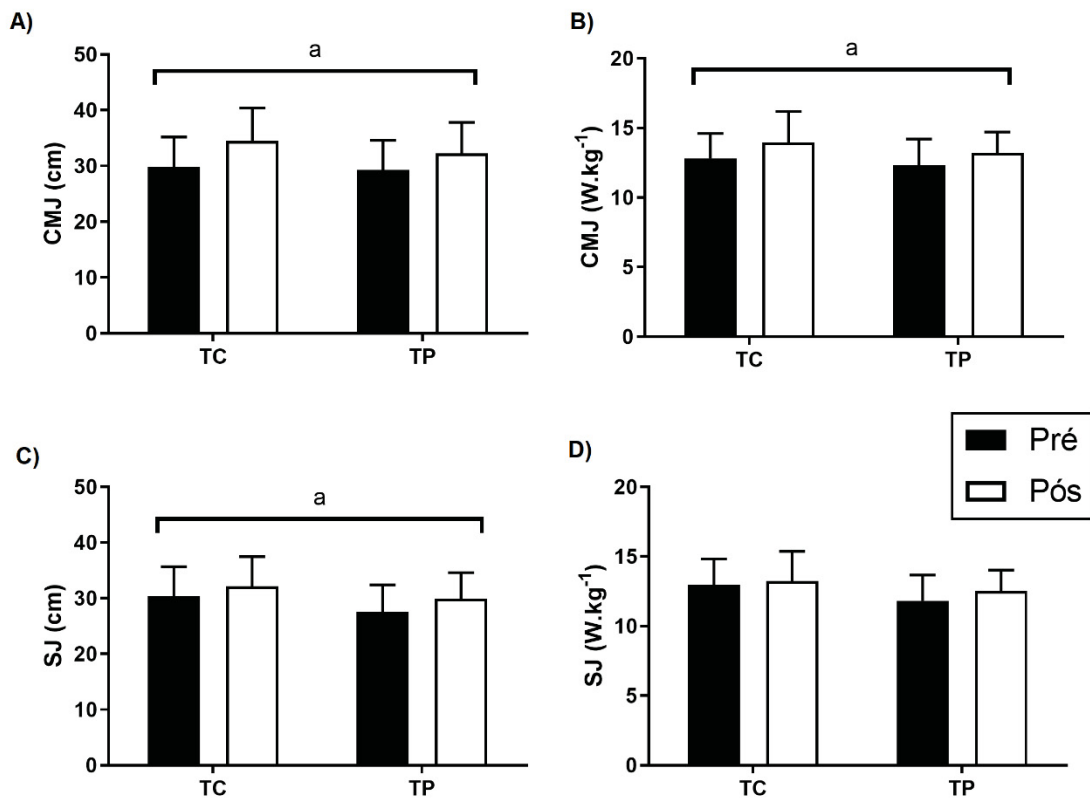


Figura 6. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) CMJ (cm); (B) CMJ (W.kg<sup>-1</sup>); (C) SJ (cm); (D) SJ (W.kg<sup>-1</sup>). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).

Quando avaliada a potência muscular no teste *DJ* (Figura 7), não foram encontradas interações significativas, porém, houve efeito principal do momento (pré x pós) para as variáveis altura de salto (30cm:  $F_{(1)} = 9.281$ ,  $p = 0.006$ ,  $TE = 0.306$ ; 40cm:  $F_{(1)} = 5.639$ ,  $p = 0.027$ ,  $TE = 0.212$ ; 50cm:  $F_{(1)} = 5.604$ ,  $p = 0.028$ ,  $TE = 0.211$ ) e tempo de contato (30cm:  $F_{(1)} = 5.830$ ,  $p = 0.025$ ,  $TE = 0.217$ ; 40cm:  $F_{(1)} = 5.694$ ,  $p = 0.027$ ,  $TE = 0.213$ ; 50cm:  $F_{(1)} = 4.599$ ,  $p = 0.044$ ,  $TE = 0.180$ ) nas diferentes alturas de caixotes (30cm, 40cm e 50cm). Em adição, foi encontrado efeito principal do grupo (TP x TC) na altura do salto com caixote de 50cm ( $F_{(1)} = 5.747$ ,  $p = 0.026$ ,  $TE = 0.215$ ). Para as variáveis altura do caixote DJótico e altura do salto DJótico, não foram encontrados efeitos principais e interações significativas.

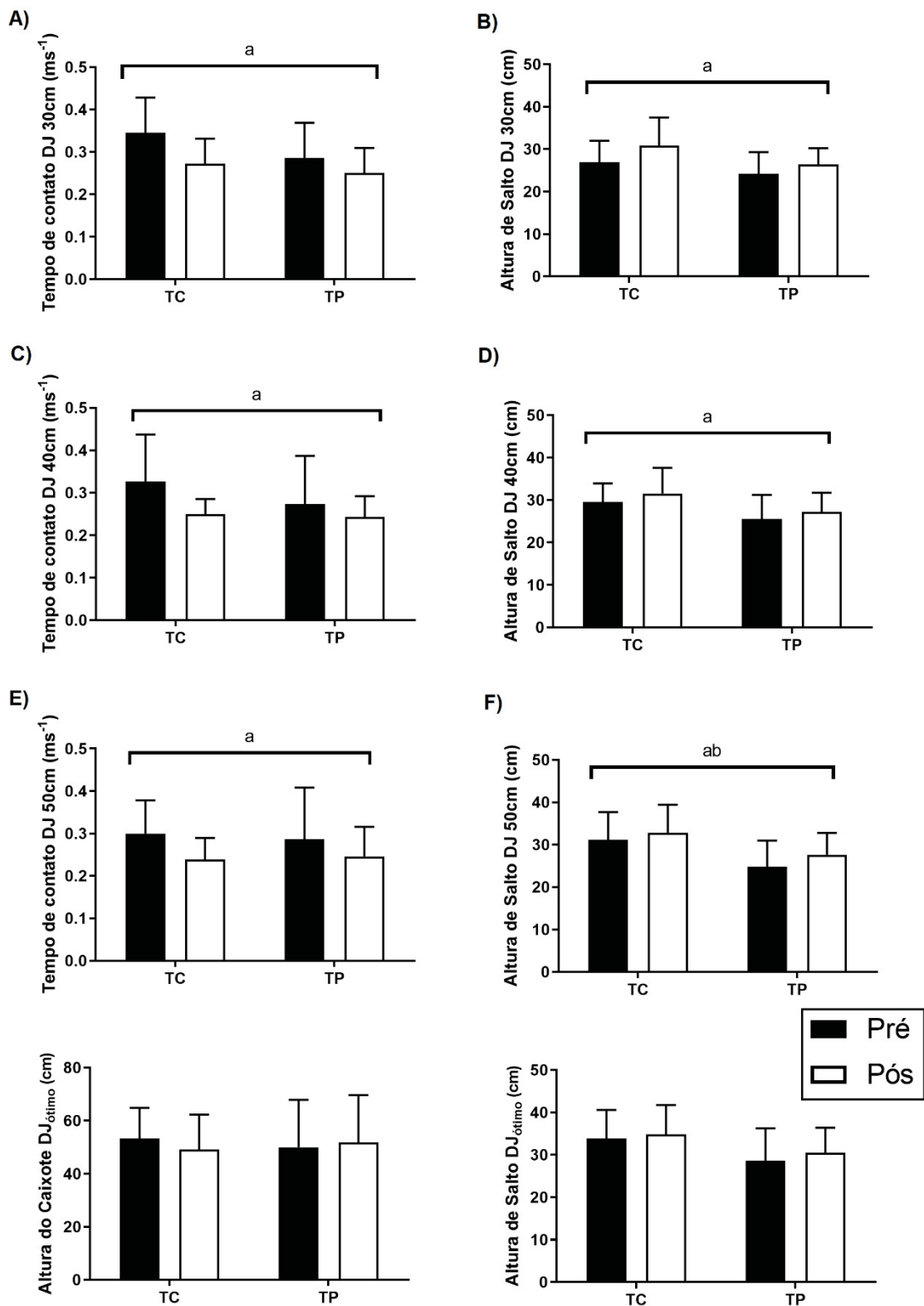


Figura 7. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) tempo de contato DJ30cm ( $\text{ms}^{-1}$ ), (B) altura de salto DJ30cm (cm), (C) tempo de contato DJ40cm ( $\text{ms}^{-1}$ ), (D) altura de salto DJ40cm (cm), (E) tempo de contato DJ50cm ( $\text{ms}^{-1}$ ), (F) altura de salto DJ50cm (cm), (G) altura do caixote DJ<sub>ótimo</sub> (cm) e (H) altura de salto DJ<sub>ótimo</sub>. TC: treinamento de longa-distância; TP:

treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós), <sup>b</sup>efeito principal do grupo (longa-distância x pliométrico).

No salto EJ (Figura 8), não foram encontradas interações e efeitos principais significativos (momento e grupo) para as variáveis número de saltos, tempo de contato, altura dos saltos, potência relativa, frequência de saltos e velocidade de saltos.

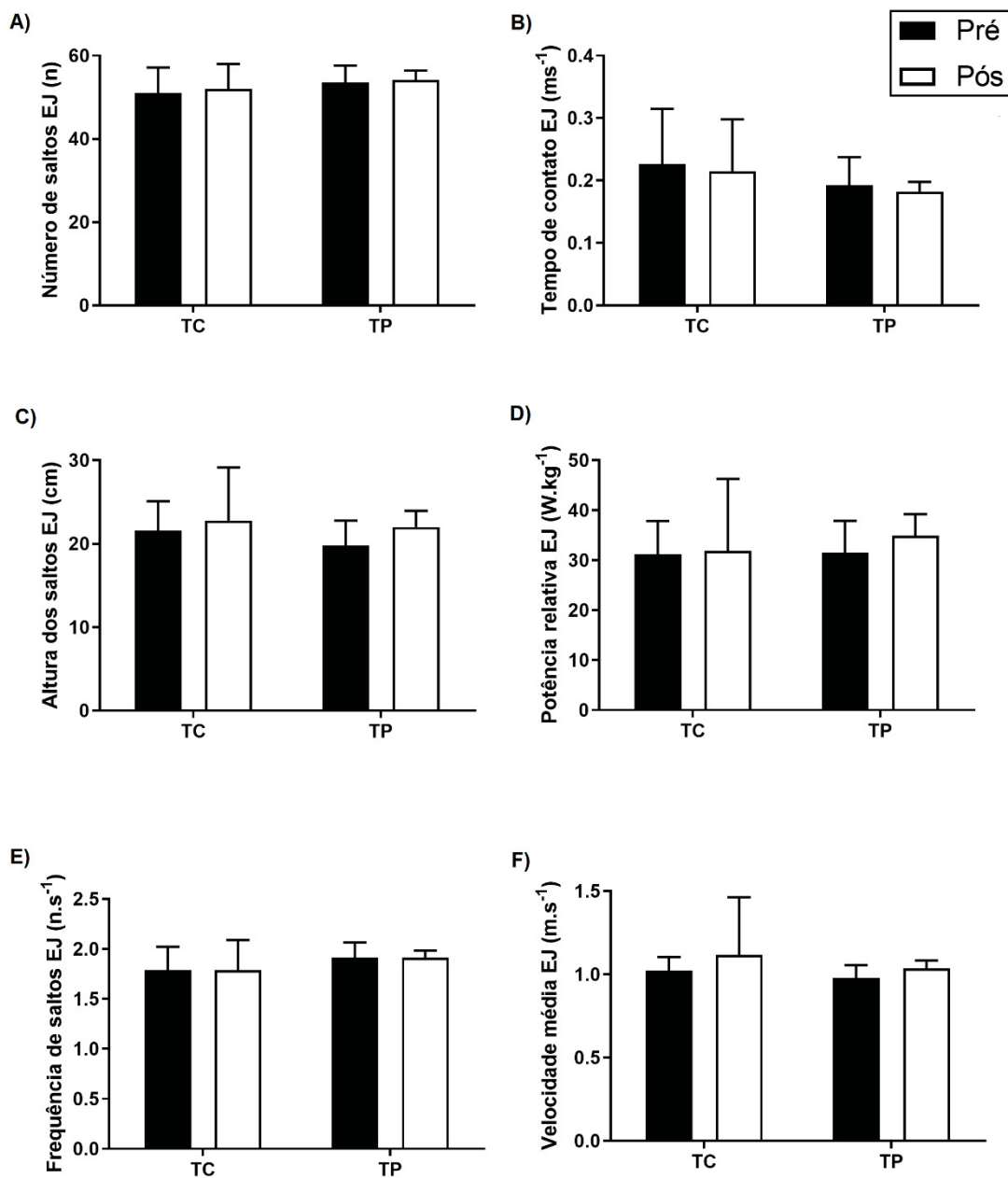


Figura 8. Efeito do treinamento nas variáveis de potência muscular: (A) EJ (n); (B) tempo de contato (ms<sup>-1</sup>); (C) altura de saltos (cm); (D) potência relativa (W.kg<sup>-1</sup>); (E) frequência de saltos (n.s<sup>-1</sup>) e (F) velocidade média (m.s<sup>-1</sup>). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.



A Figura 9 demonstra o tempo de contato com o solo, realizado em diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>). Não houve efeito principal do grupo (TP x TC) para a variável analisada, porém, houve efeito principal do momento (pré x pós), ou seja, o tempo de contato aumentou significativamente após o treinamento nas velocidades de 10 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 8.995$ ,  $p = 0.007$ ,  $TE = 0.321$ ), 12 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 15.202$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.445$ ), 14 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 13.468$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.415$ ), 16 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 5.760$ ,  $p = 0.027$ ,  $TE = 0.233$ ) e 18 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 12.876$ ,  $p = 0.002$ ,  $TE = 0.404$ ). Em adição, houve interação para a variável tempo de contato na velocidade de 14 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 9.220$ ,  $p = 0.007$ ,  $TE = 0.327$ ), no qual houve aumento significativo do tempo de contato no grupo pliométrico após o treinamento.

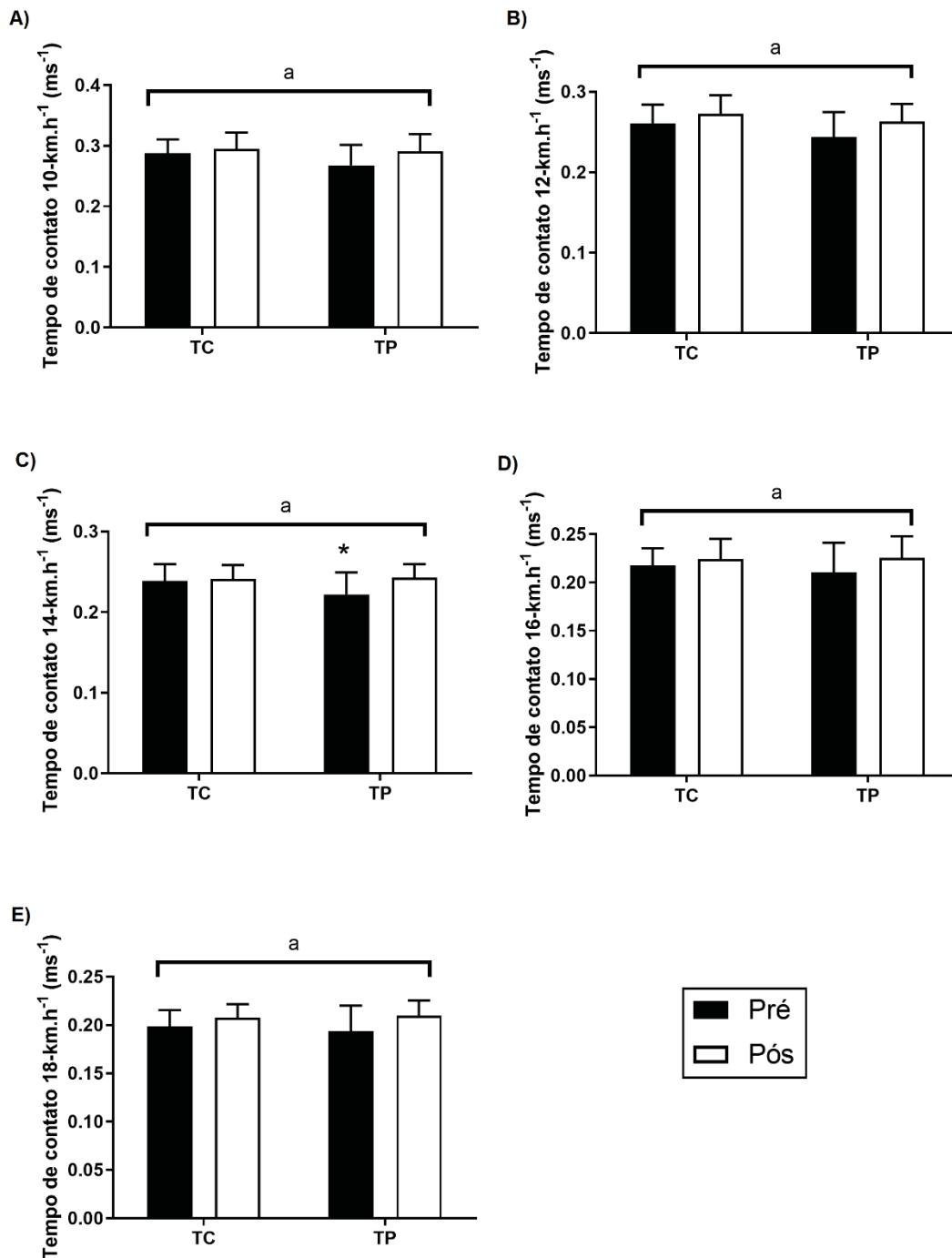


Figura 9. Efeito do treinamento nas variáveis de tempo de contato em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós), \*diferença para pós treinamento no TP.

Quando analisado o tempo de voo nas diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>), não foram encontradas interações e efeitos principais significativos (momento ou

grupo). Portanto, o tempo de voo não alterou significativamente após o treinamento ou quando comparado os grupos (Figura 10).

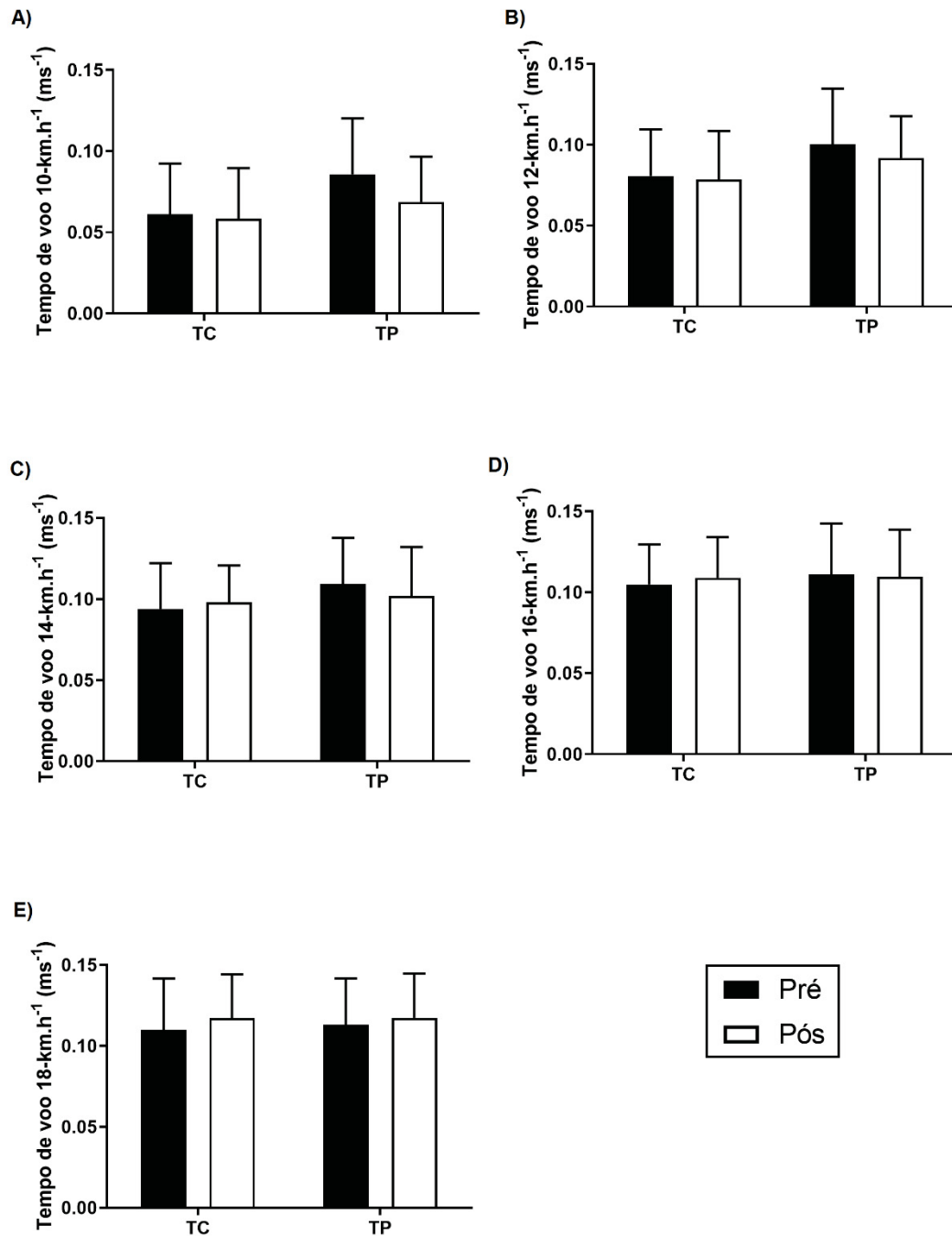


Figura 10. Efeito do treinamento nas variáveis de tempo de voo em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.

A Figura 11 demonstra a frequência de passada dos atletas em diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>). Não houve interação e efeito principal do grupo na variável analisada, porém, foi encontrado efeito principal do momento (pré e pós), ou seja, após o treinamento as frequências de passadas diminuíram significativamente nas velocidades de 12 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 7.880$ ,  $p = 0.011$ ,  $TE = 0.293$ ), 16 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 5.204$ ,  $p = 0.034$ ,  $TE = 0.215$ ) e 18 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 14.212$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.428$ ).

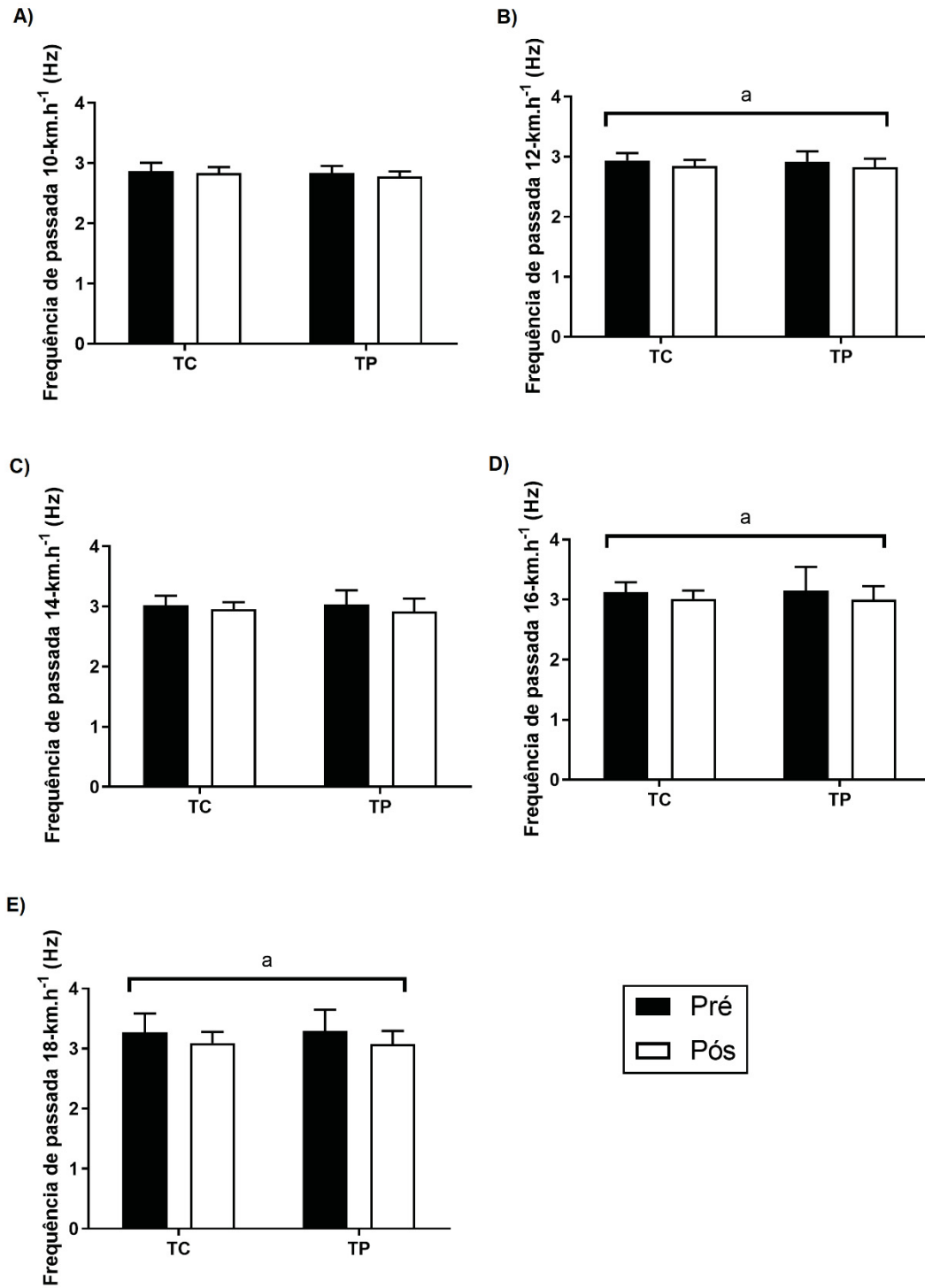


Figura 11. Efeito do treinamento nas variáveis de frequência de passada em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).

Quando analisado a oscilação vertical (Figura 12) dos atletas nas diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>), não foram encontradas interações e efeitos principais

significativos (momento ou grupo). Porém, foi encontrado efeito principal significativo do momento na velocidade de 18 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 13.696$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.419$ ), demonstrando maior oscilação vertical após o treinamento.

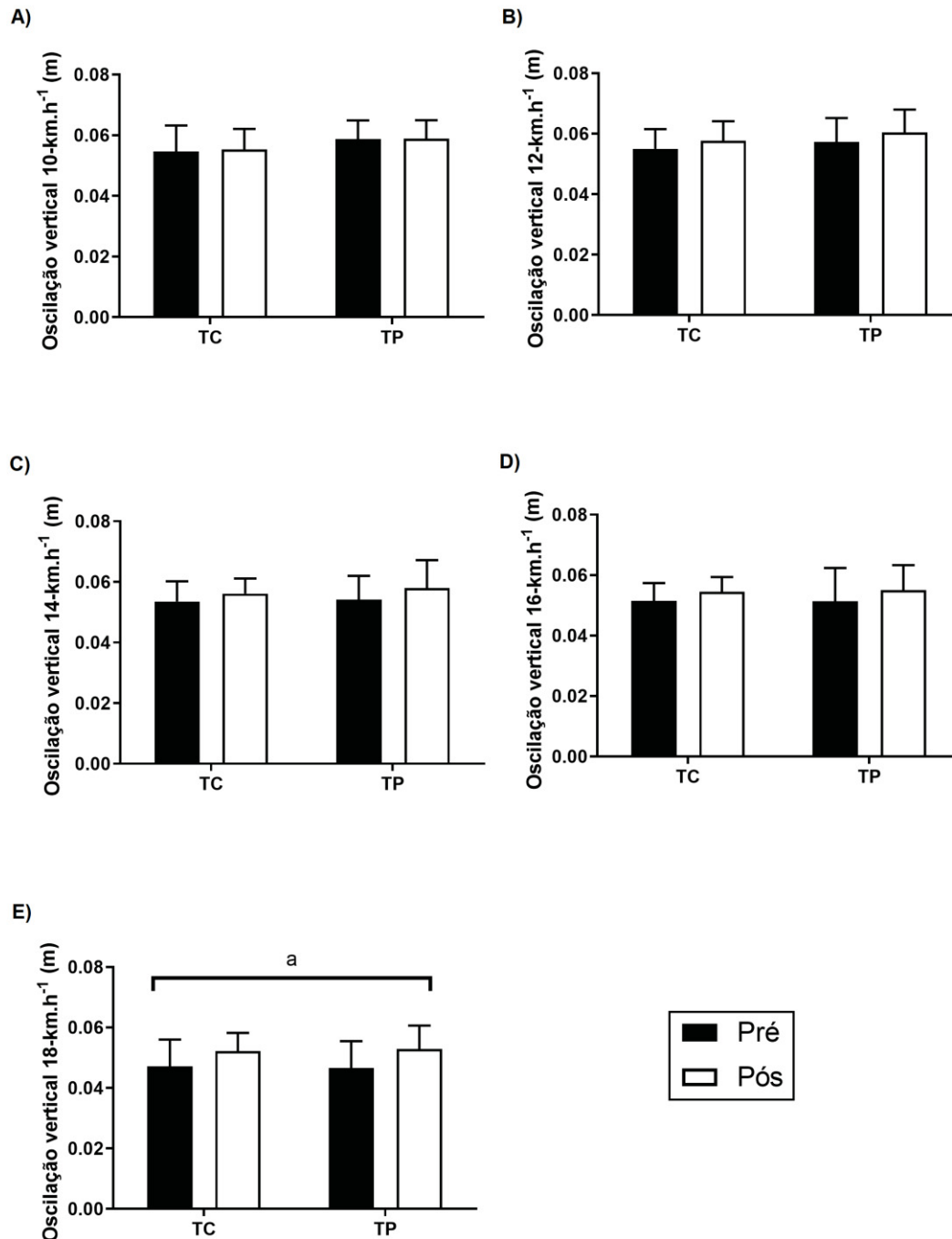


Figura 12. Efeito do treinamento nas variáveis de oscilação vertical em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós)

A Figura 13 demonstra a força máxima relativa em diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>). Não houve efeito principal do grupo (TP x TC) e do momento (pré x pós) na variável analisada, porém, foi encontrada interação significativa na velocidade de 16 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 5.171$ ,  $p = 0.035$ ,  $TE = 0.214$ ). Os resultados demonstraram que a força máxima relativa tende a reduzir significativamente no grupo pliométrico após o treinamento realizado ( $p = 0.007$ ).

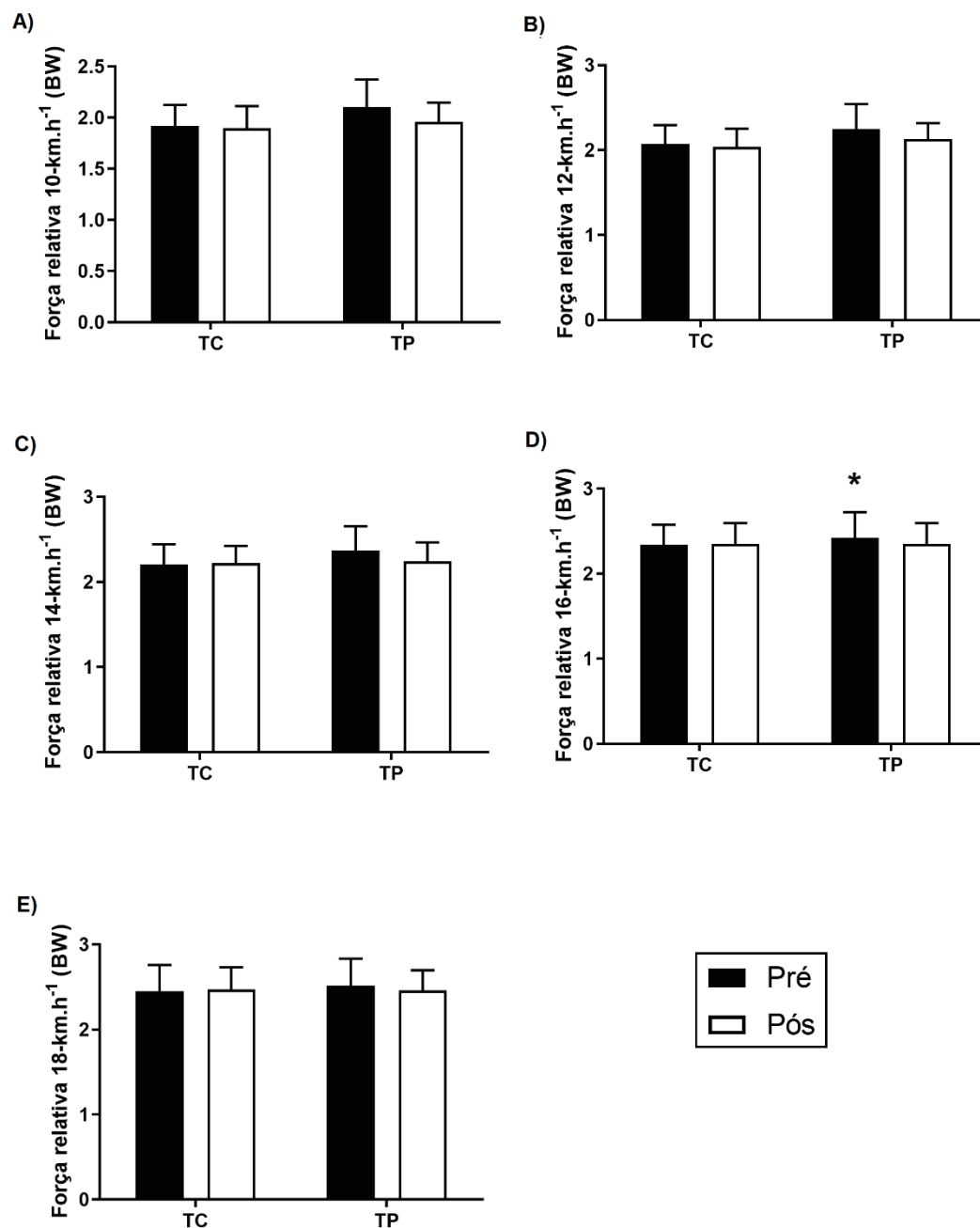


Figura 13. Efeito do treinamento nas variáveis de força relativa em diferentes velocidades: (A) 10km.h<sup>-1</sup>; (B) 12km.h<sup>-1</sup>; (C) 14km.h<sup>-1</sup>; (D) 16km.h<sup>-1</sup> e (E) 18km.h<sup>-1</sup>. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. \*tendência significativa para pós treinamento no TP.

A Figura 14 demonstra a rigidez da perna dos atletas em diferentes velocidades (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>). Não houve efeito principal do grupo na variável analisada, porém, foi encontrado efeito principal do momento (pré e pós) em todas as velocidades, ou seja, a rigidez da perna diminuiu significativamente após o treinamento realizado (10km.h<sup>-1</sup>:  $F_{(1)} = 6.754$ ,  $p = 0.017$ , TE = 0.262; 12km.h<sup>-1</sup>:  $F_{(1)} = 12.262$ ,  $p = 0.002$ , TE = 0.392; 14km.h<sup>-1</sup>:  $F_{(1)} = 9.276$ ,  $p = 0.007$ , TE = 0.328; 16km.h<sup>-1</sup>:  $F_{(1)} = 4.696$ ,  $p = 0.043$ , TE = 0.198; 18km.h<sup>-1</sup>:  $F_{(1)} = 8.758$ ,  $p = 0.008$ , TE = 0.315). Em adição, foi encontrada interação significativa para a velocidade de 14 km.h<sup>-1</sup> ( $F_{(1)} = 5.533$ ,  $p = 0.030$ , TE = 0.225), demonstrando redução da rigidez da perna no grupo pliométrico após o protocolo experimental ( $p = 0.007$ ).



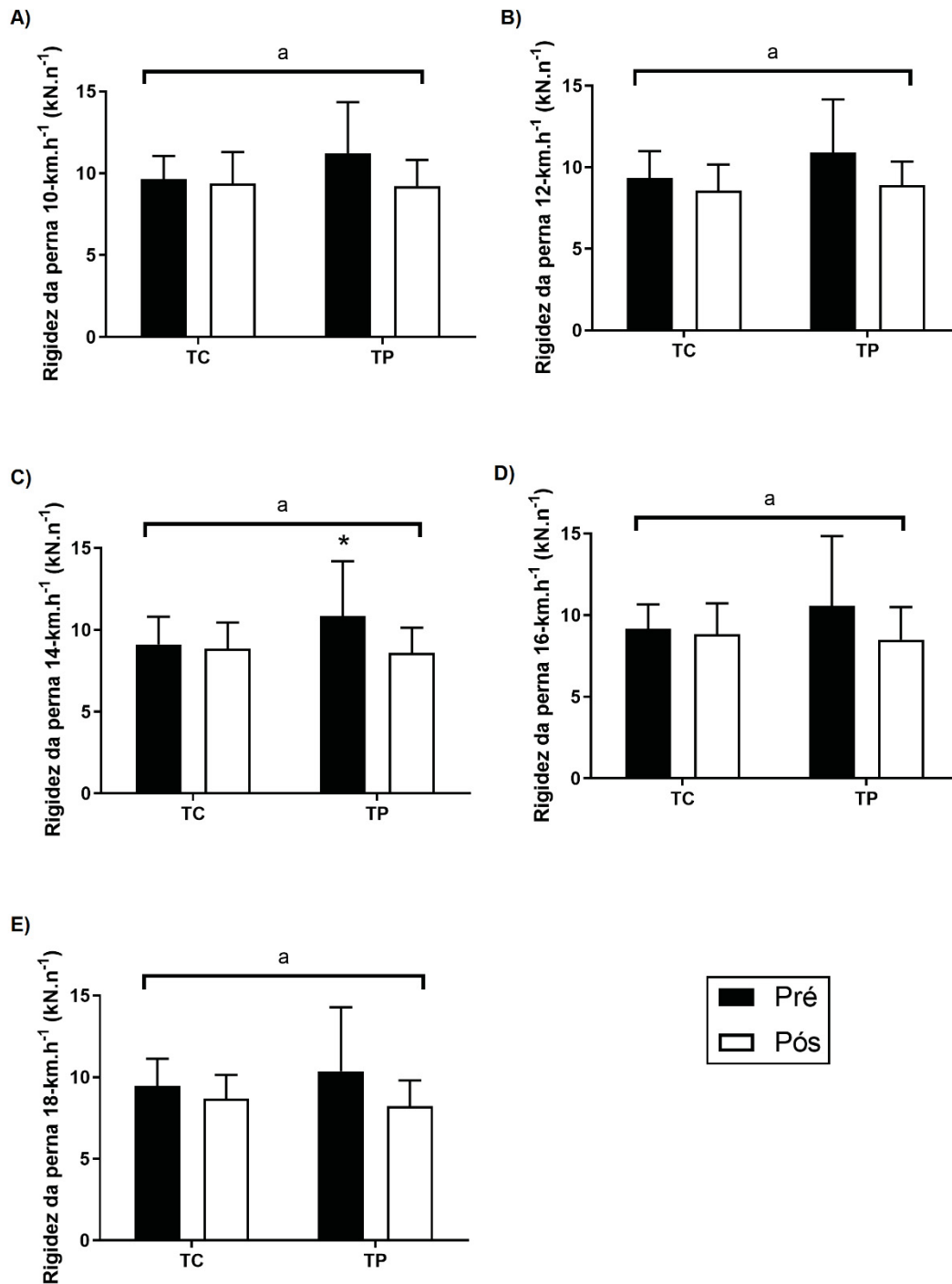


Figura 14. Efeito do treinamento nas variáveis de rigidez da perna em diferentes velocidades: (A)  $10\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; (B)  $12\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; (C)  $14\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; (D)  $16\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e (E)  $18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). \*diferença significativa para pós treinamento no TP.

A Figura 15 demonstra as variáveis fisiológicas de consumo de oxigênio e de frequência cardíaca nos testes de ECO e progressivo máximo em esteira. Não

houve interações significativas e efeitos principais do grupo (TP x TC) nas variáveis analisadas, porém, foi encontrado efeito principal do momento (pré x pós) nos testes de ECO, PCR e no pico de velocidade em esteira. Os resultados indicam que o treinamento reduziu o consumo submáximo de oxigênio ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ :  $F_{(1)} = 34.055$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.618$ ;  $\text{L.min}^{-1}$ :  $F_{(1)} = 41.738$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.665$ ) e de frequência cardíaca (bpm:  $F_{(1)} = 5.984$ ,  $p = 0.023$ ,  $TE = 0.222$ ) no teste de ECO. Em adição, o PCR foi encontrado em valores superiores de consumo de oxigênio ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ :  $F_{(1)} = 53.805$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.719$ ;  $\text{L.min}^{-1}$ :  $F_{(1)} = 55.383$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.725$ ) e de frequência cardíaca (bpm:  $F_{(1)} = 8.910$ ,  $p = 0.007$ ,  $TE = 0.298$ ) após o treinamento. O Pico de velocidade em esteira também apresentou alteração significativa após o treinamento, independente do grupo analisado ( $F_{(1)} = 6.323$ ,  $p = 0.020$ ,  $TE = 0.231$ ). Em contraste, não houve interações e efeitos principais nas variáveis de  $\text{VO}_2\text{máx}$  e de  $\text{FCmáx}$ , ou seja, estas variáveis não foram significativamente diferentes entre os grupos ou entre os momentos.

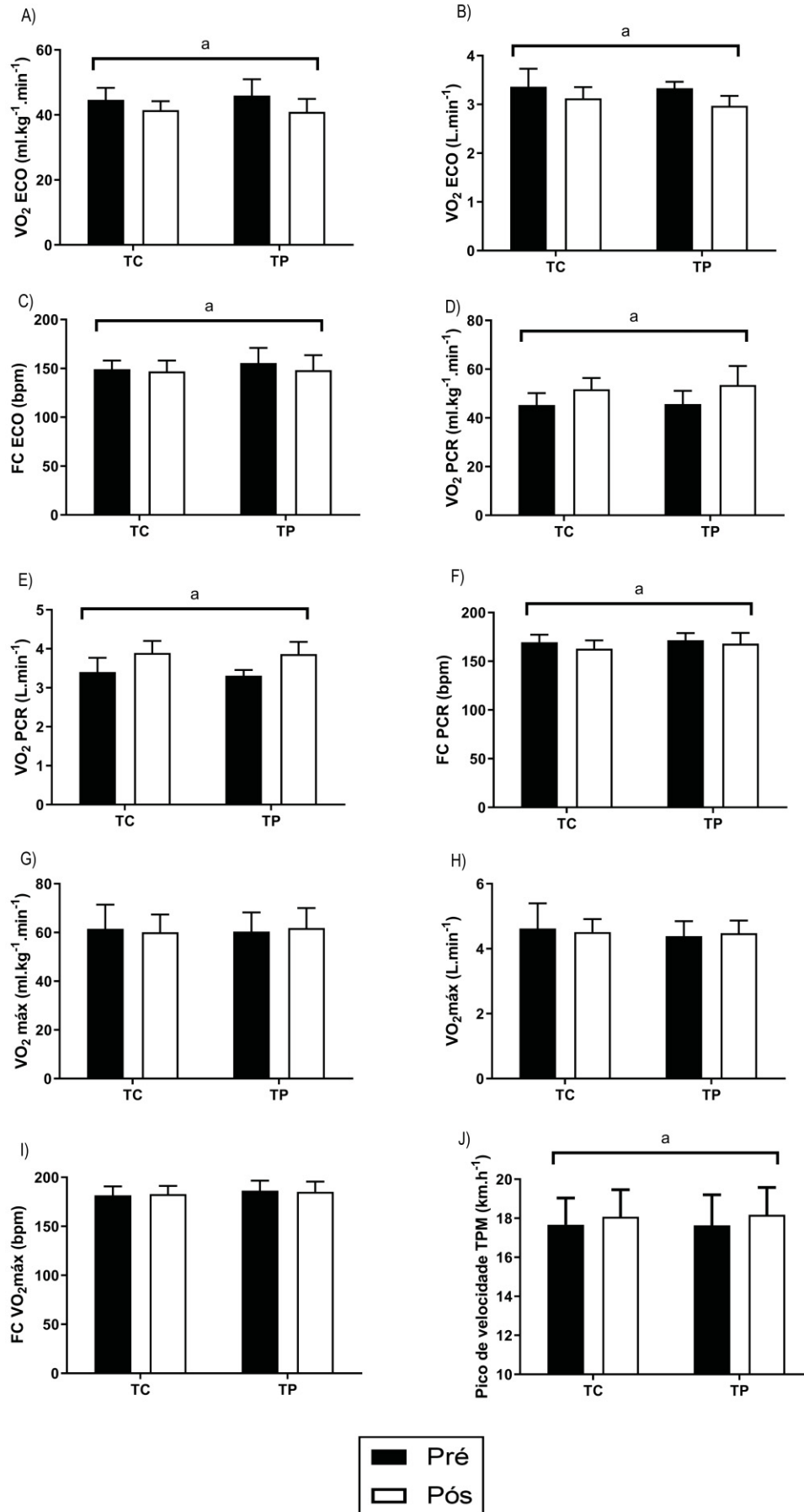


Figura 15. Efeito do treinamento nas variáveis de consumo de oxigênio e de frequência cardíaca, nos testes de ECO e progressivo máximo em esteira: (A) consumo de oxigênio em  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  no teste de ECO; (B) consumo de oxigênio em  $\text{L.min}^{-1}$  no teste de ECO; (C) frequência cardíaca em bpm no teste de ECO; (D) consumo de oxigênio em  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  no TPM; (E) consumo de oxigênio em  $\text{L.min}^{-1}$  no TPM; (F) frequência cardíaca em bpm no TPM; (G)  $\text{VO}_2\text{máx}$  em  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  no TPM; (H)  $\text{VO}_2\text{máx}$  em  $\text{L.min}^{-1}$  no TPM; (I) frequência cardíaca em bpm no TPM; (J) pico de velocidade em  $\text{km.h}^{-1}$  no teste progressivo máximo (TPM). TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós).

No teste de 10-km (Figura 16), não foram encontrados efeitos principais significativos do grupo (TC x TP) para os trechos iniciais, mediais e finais da prova ( $\text{km.h}^{-1}$ ). Porém, foi encontrado efeito principal significativo do trecho inicial da prova ( $\text{km.h}^{-1}$ ) ( $F_{(1)} = 12.609$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.375$ ), indicando que os treinamentos físicos (TP x TC) ocasionaram aumentos na velocidade inicial de prova, quando comparado aos valores pré treinamento. Em adição, o pico de velocidade nos 10-km foi maior após o treinamento ( $F_{(1)} = 5.159$ ,  $p = 0.034$ ,  $TE = 0.197$ ), independente do grupo analisado (TP x TC).

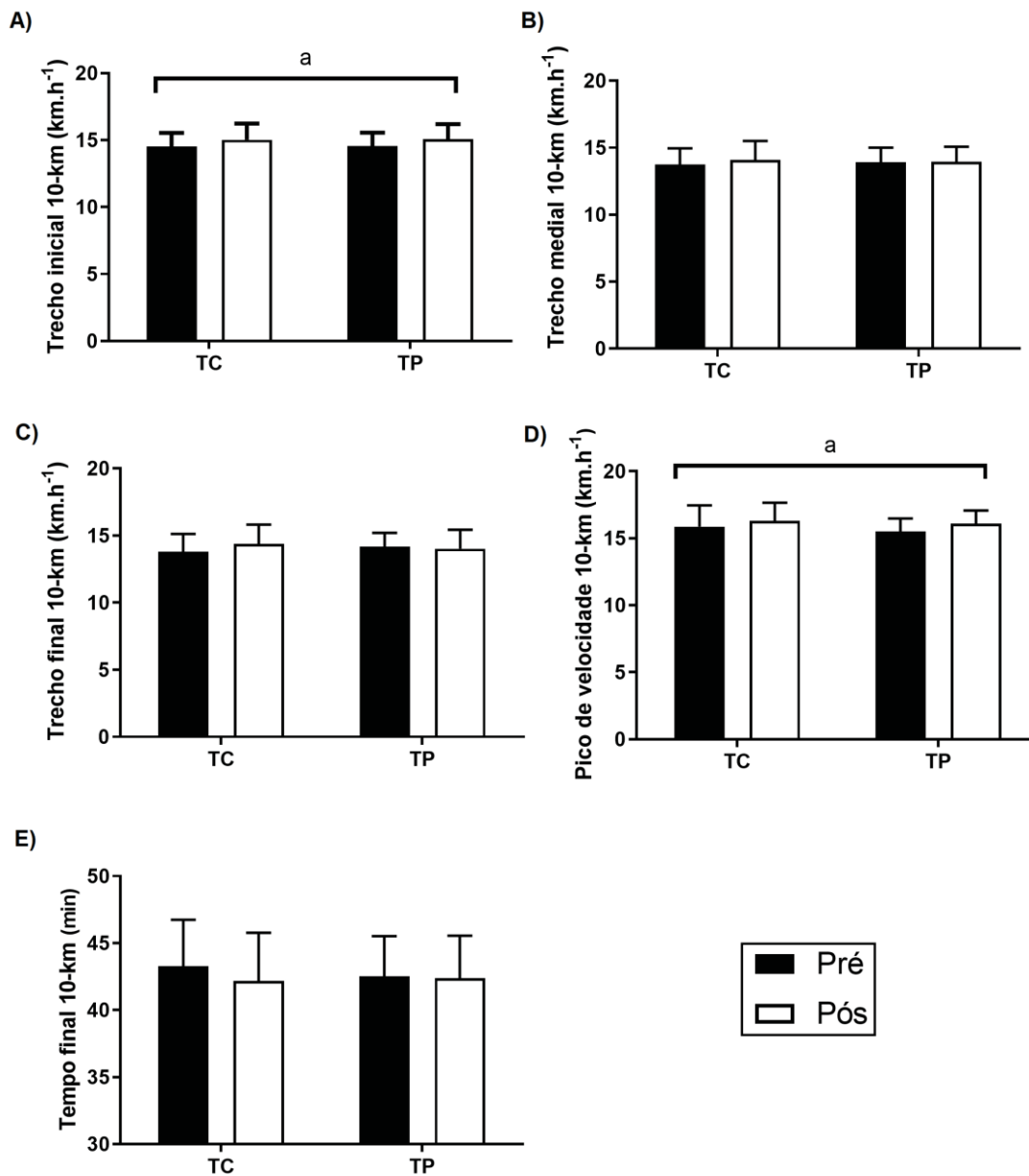


Figura 16. Efeito do treinamento nas variáveis de estratégia de prova: (A) trecho inicial em km.h<sup>-1</sup>; (B) trecho medial em km.h<sup>-1</sup>; (C) trecho final em km.h<sup>-1</sup>; (D) pico de velocidade em km.h<sup>-1</sup>; (E) tempo final de conclusão nos 10-km. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico. <sup>a</sup>efeito principal do momento (pré x pós). \*diferença significativa para pós treinamento no TP.

Quando analisado a PSE no teste de 10-km (Figura 17), não foram encontrados interações e efeitos principais significativos (grupo e momento) para as variáveis, seja no trecho inicial, medial e final da prova.

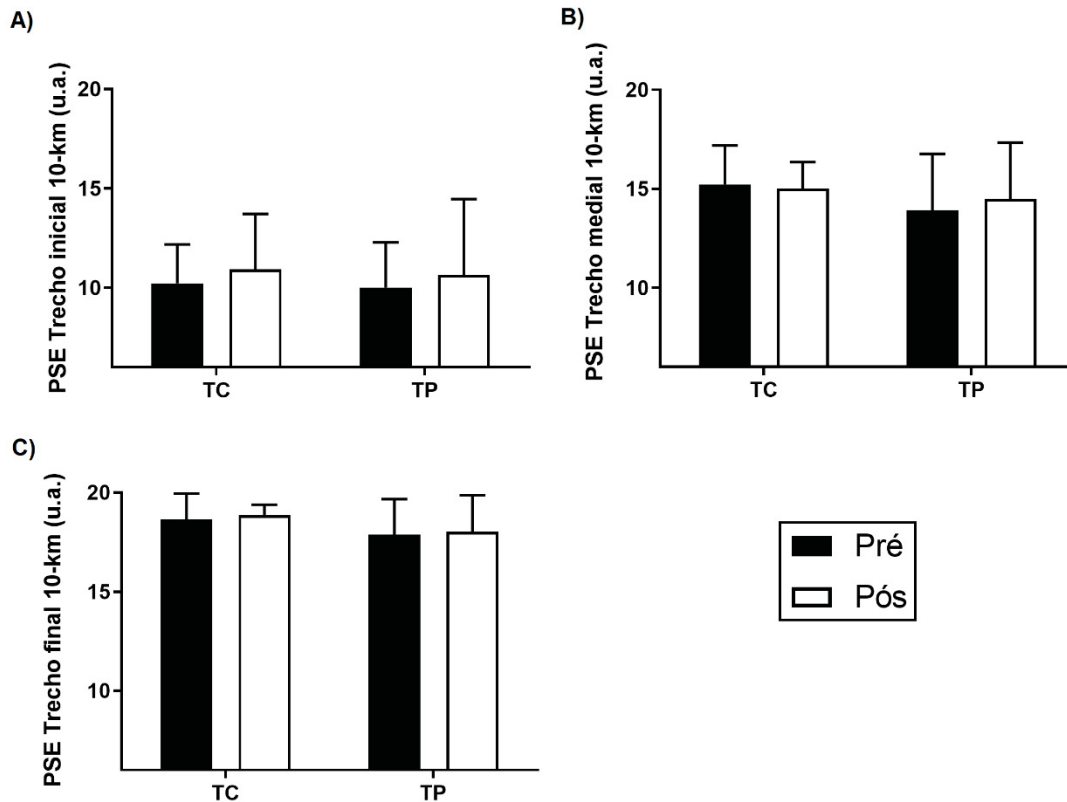


Figura 17. Efeito do treinamento nas variáveis de PSE na prova de 10-km: (A) PSE no trecho inicial; (B) PSE no trecho medial; (C) PSE no trecho final. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.

Da mesma forma, quando observado os valores de velocidade ( $\text{km.h}^{-1}$ ) a cada parcial na prova de 10-km (Figura 18), não encontramos interação e efeito principal do grupo (TC x TP). Porém, foi encontrado efeito significativo para o momento (pré x pós) ( $F_{(1)} = 12.609$ ,  $p = 0.001$ ,  $TE = 0.375$ ). Os testes post hoc indicaram que independente do grupo analisado, os atletas aumentaram a velocidade nas primeiras sete parciais da prova (0-2800m) após o protocolo experimental. Quando analisada a PSE (u.a.) a cada parcial, não foram encontrados interações e efeitos principais significativos.

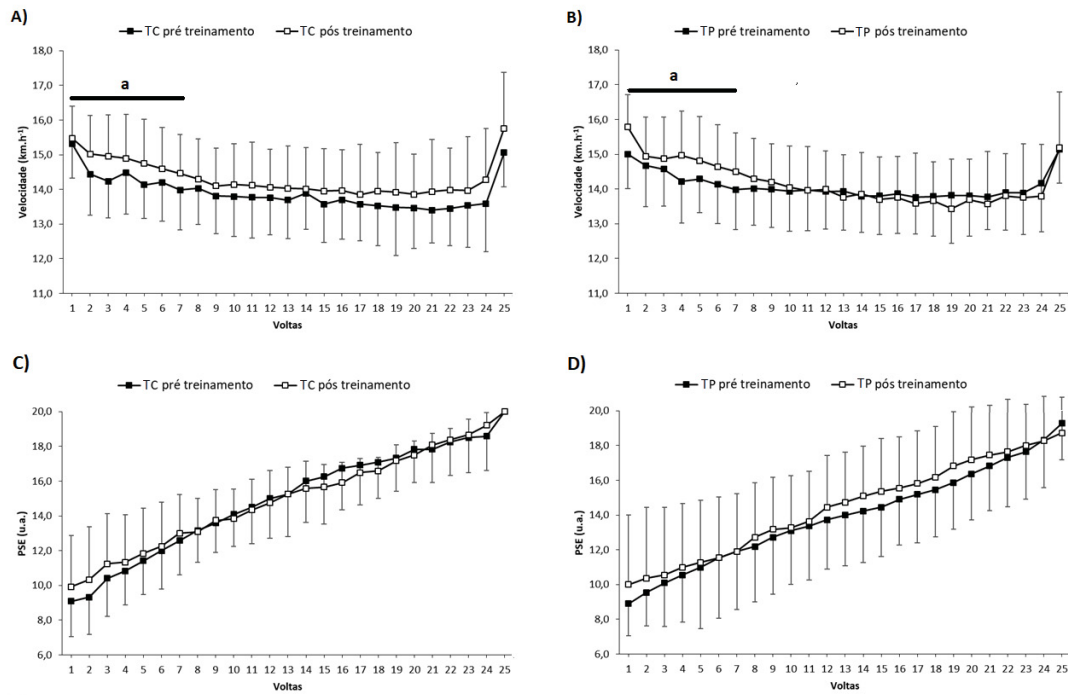


Figura 18. Efeito do treinamento nas parciais de velocidade (km.h<sup>-1</sup>) e na PSE durante a prova de 10-km. (A) velocidade (km.h<sup>-1</sup>) do grupo TC; (B) velocidade (km.h<sup>-1</sup>) do grupo TP; (C) PSE (u.a.) do grupo TC; (D) PSE (u.a.) do grupo TP. TC: treinamento de longa-distância; TP: treinamento pliométrico.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

O presente estudo demonstrou que não houve alteração das variáveis antropométricas após o treinamento realizado, independente do grupo analisado. Em concordância com nossos achados, estudos anteriores demonstraram que o treinamento combinado não resultou em diferenças significativas nos parâmetros antropométricos (massa corporal, IMC, massa livre de gordura ou massa gorda) após o protocolo experimental (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; JOHNSTON et al., 1997; KELLY; BURNETT; NEWTON, 2008; MILLET et al., 2002; STØREN et al., 2008). Estes resultados podem ser justificados pelo curto período de intervenção (8 semanas) e/ou pela ausência de controle nutricional (HASKELL et al., 2007; SILLANPÄÄ et al., 2008). De fato, os atletas foram orientados a manter o consumo energético regular durante todo o protocolo de avaliações e treinamentos, com o objetivo de evitar efeitos de interveniências nas demais variáveis medidas.

Porém, o ângulo de fase apresentou aumento após o treinamento (pré  $6,75 \pm 0,80^\circ$ ; pós  $7,32 \pm 0,86^\circ$ ). Os valores encontrados neste trabalho são próximos a um estudo realizado com atletas brasileiros de atletismo ( $8,4 \pm 0,8^\circ$ ) (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014). Em estudos com casos clínicos, valores pequenos de ângulo de fase indicam um risco maior de deterioração funcional, principalmente em relação a integridade e função da membrana celular (BAUMGARTNER; CHUMLEA; ROCHE, 1988; NORMAN et al., 2010; VANDERJAGT et al., 2003). Em adição, a avaliação do ângulo de fase pode ser útil nas avaliações das alterações nutricionais e de hidratação dos atletas (BARBOSA-SILVA et al., 2005; MICHELI et al., 2014; TORRES et al., 2008), além de contribuir para recomendações específicas sobre o nível do treinamento realizado (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014). Curiosamente, após o protocolo experimental, os atletas do presente estudo aumentaram os valores de ângulo de fase, demonstrando portanto, que a intensidade e/ou volume do treinamento foram adequados e não provocaram danos funcionais no organismo dos participantes (KOURY; TRUGO; TORRES, 2014).



## 6.2 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE A FLEXIBILIDADE

Nosso estudo encontrou que a flexibilidade, medida pelos testes de sentar e alcançar e pela flexão e extensão do tornozelo, não alteraram após o treinamento, independente do grupo analisado. Estudos prévios sugeriram que o aumento da flexibilidade promove melhores desempenhos e reduz a incidência de lesões (SHELLOCK; PRENTICE, 1985; SMITH, 1994). Porém, estudos prévios sugeriram que o aumento da flexibilidade reduz a rigidez da perna, o que pode afetar negativamente a ECO e o desempenho de corredores (CRAIB et al., 1996; GLEIM; STACHENFELD; NICHOLAS, 1990). Em nosso estudo, o treinamento não alterou a flexibilidade, o que pode ser justificado ausência de sessões específicas para aprimoramento desta variável. Destacamos que as sessões realizadas pelos atletas foram constituídas apenas de exercícios de relaxamento e de alongamento, o que pode explicar nossos achados. Estes resultados estão de acordo com estudo prévio, que demonstrou que os aumentos significativos da flexibilidade após 10 semanas de protocolo experimental não alteraram a ECO (GLEIM; STACHENFELD; NICHOLAS, 1990). Desta forma, recomendamos que as sessões com cargas de treinamento reduzidas sejam utilizadas tanto para o treinamento de flexibilidade, como para exercícios de relaxamento e regenerativos, sendo que seus efeitos devem ser observados com atenção (CRAIB et al., 1996; GLEIM; STACHENFELD; NICHOLAS, 1990; NELSON et al., 2001)..

## 6.3 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE A POTÊNCIA MUSCULAR

O presente estudo demonstrou aumento significativo nos saltos CMJ (cm e potência relativa), SJ (cm) e DJ nas alturas de 30, 40 e 50cm (cm e tempo de contato) após o protocolo experimental, porém sem diferenças entre os grupos (TP ou TC). A altura (cm) do DJ 50cm foi menor no grupo pliométrico, quando comparado ao grupo de treinamento de longa-distância, independente do momento de avaliação (pré ou pós). No teste de EJ, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ou momentos.

Nossos resultados encontrados são interessantes, visto que os atletas do TC não realizaram treinamento neuromuscular (pliométrica) durante todo o protocolo

experimental. De fato, estudos prévios demonstram resultados conflitantes. Por exemplo, pesquisa anterior demonstrou que os testes de potência muscular não foram diferentes estatisticamente, quando comparados aos valores pré treinamento (GUGLIELMO; GRECO; DENADAI, 2009; PIACENTINI et al., 2013; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). A justificativa para este resultado é que a relação entre potência muscular e desempenho em prova pode não ser diretamente relacionada. Em adição, foi sugerido que programas de treinamento combinado podem reduzir o desenvolvimento de força, pois os estímulos fisiológicos direcionados aos músculos esqueléticos são divergentes (HÄKKINEN et al., 2003). Estes estudos iniciais propuseram que os exercícios combinados de longa-distância e neuromuscular poderiam interferir ou inibir o desenvolvimento de força se o volume e a intensidade de treinamento fosse muito alta (HÄKKINEN et al., 2003; HUNTER; DEMMENT; MILLER, 1987; JUNG, 2003).

Porém, novos estudos demonstraram que os protocolos experimentais de força máxima, força explosiva e pliometria são mais eficazes para proporcionar incrementos na ECO, força, potência, ativação muscular e no desempenho em corredores recreacionais (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; FESTA et al., 2019; GIOVANELLI et al., 2017; MIKKOLA et al., 2007a; PAAVOLAINEN et al., 1999; TAIPALE et al., 2010; TRICOLI et al., 2005) e em corredores de longa-distância bem treinados (BULBULIAN; WILCOX; DARABOS, 1986; NOAKES, 1988; NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990; SPURRS; MURPHY; WATSFORD, 2003; TAIPALE et al., 2010; TRICOLI et al., 2005; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003).

Em nosso estudo, os dois grupos analisados aumentaram seus valores de potência muscular após o período experimental. Este resultado é justificado pela execução de treinamentos anaeróbios, como corridas em rampa e em alta intensidade (30m a 150m) realizados pelos atletas integrantes do treinamento de longa-distância, o que pode ter proporcionado melhorias semelhantes quando comparado ao grupo de treinamento combinado. Destacamos que visamos a prevenção de lesões no grupo de treinamento combinado utilizando cargas reduzidas (leves a moderadas) e incrementos progressivos ao longo do protocolo experimental, o que provavelmente, minimizou os ganhos de potência muscular

(MARKOVIC; MIKULIC, 2010). De fato, estudos anteriores demonstraram que o treinamento pliométrico combinado com outro tipo de treinamento neuromuscular reduziu o risco de lesões nos membros inferiores de equipes esportivas (HEWETT et al., 1996; MANDELBAUM et al., 2005; MYKLEBUST et al., 2003). Estes achados são justificados pela redução das forças de reações no solo e das medidas valgas, além do aumento da ativação preparatória e reativa dos músculos dos membros inferiores (MARKOVIC; MIKULIC, 2010).

Para que o treinamento neuromuscular seja eficaz em atletas corredores, autores sugerem que os valores de força máxima sejam maximizados, principalmente devido às adaptações neurais e alterações nos padrões de recrutamento (PIACENTINI et al., 2013). De fato, uma porcentagem menor da força máxima nos extensores dos membros inferiores será utilizada a cada passada, o que diminuirá as demandas reais das unidades motoras recrutadas (HOFF; GRAN; HELGERUD, 2002). Em adição, estudos anteriores justificaram que o treinamento neuromuscular (explosivo ou pliométrico) resulta em aumento na quantidade de estímulos neurais para os músculos agonistas durante ações isométricas e dinâmicas rápidas (MIKKOLA et al., 2007a). Foi sugerido que, embora a ativação neural dos músculos treinados durante o treinamento explosivo seja alta, o tempo de ativação muscular é tão curto que a hipertrofia muscular induzida pelo treinamento ocorre em menor grau do que durante o treinamento tradicional de resistência neuromuscular (HAKKINEN, 1994). De fato, estudo prévio demonstrou que este tipo de treinamento específico (explosivo ou pliométrico) reduziu os ganhos de hipertrofia muscular (GABRIEL; KAMEN; FROST, 2006; HAKKINEN, 1994; HÄKKINEN, 1989), o que pode gerar benefícios para o desempenho de corredores, visto que reduz o transporte de massa corporal durante a prova (MIKKOLA et al., 2007a).

#### 6.4 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS

Quando analisado as variáveis biomecânicas, encontramos aumento do tempo de contato com o solo (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>) e da oscilação vertical (apenas 18 km.h<sup>-1</sup>), além de diminuição da frequência de passada (12, 16 e 18 km.h<sup>-1</sup>) e da rigidez da perna (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>) após o treinamento. O grupo de treinamento combinado apresentou aumento do tempo de contato com o solo (14 km.h<sup>-1</sup>), porém,

apresentou reduções significativas na força relativa máxima ( $16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e na rigidez da perna ( $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

Em nosso estudo, sugerimos que potência muscular aumentada provocou maior contato com o solo, diminuindo conseqüentemente, a frequência de passada. Em adição, o aumento da potência muscular pode ter reduzido a ação dos componentes elásticos e rigidez da perna, visto que os fatores neurais e os padrões de recrutamento foram otimizados (PIACENTINI et al., 2013). De fato, as mudanças nas variáveis biomecânicas ocorridas no presente estudo estão de acordo com trabalhos anteriores, que demonstraram influência positiva do treinamento neuromuscular sobre muitos parâmetros biomecânicos, tais como a forças de reação e saída do solo, extensão do quadril, comprimento da passada, ângulos do joelho e dos membros e oscilação vertical do centro de gravidade (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; KARP, 2006). Além disso, pequenos picos de força vertical no contato com o solo e alto armazenamento de energia elástica parecem desempenhar um papel importante sobre o desempenho de corredores (BAILEY; PATE, 1991; NUMMELA; KERÄNEN; MIKKELSSON, 2007; WILLIAMS; CAVANAGH, 1987). Neste estudo, também demonstramos aumento da oscilação vertical (a  $18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Este resultado é esperado, visto que para alguns atletas, essa velocidade de teste biomecânico ultrapassou o pico de velocidade atingido em esteira. Sugerimos que em velocidade acima do pico de velocidade, as perdas técnicas foram pronunciadas, o que ocasionou elevada oscilação vertical.

Estudos prévios sugerem que o custo energético da contração esteja relacionado tanto à quantidade de encurtamento quanto à velocidade de encurtamento (STAINSBY; LAMBERT, 1979), na qual os fascículos musculares e seus tendões interagem e são ajustados para maximizar a relação potência-velocidade, permitindo que altas forças sejam desenvolvidas sem uma grande ativação da unidade motora (CHOW; DARLING, 1999). De fato, estudo prévio demonstrou que no contato inicial com o solo, a energia elástica é armazenada nos músculos, sendo parcialmente liberada no contato final com o solo (ROBERTS; AZIZI, 2011). Desta forma, um tendão do tríceps-sural mais rígido está associado a um menor custo de energia para percorrer uma determinada distância, porém,

parece haver uma rigidez ideal do tendão (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010; LICHTWARK; WILSON, 2007, 2008).

Em particular na corrida, há uma ativação submáxima, e a relação potência-velocidade é maximizada em baixas velocidades de encurtamento, minimizando assim, o custo energético da corrida (CHOW; DARLING, 1999; LICHTWARK; WILSON, 2008). Porém, a presença de tendões rígidos ou flexíveis são relativos a atividade que está sendo desenvolvida (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Um tendão flexível é relevante para os ciclos de alongamento-encurtamento, nos quais ocorre um pré-alongamento substancial do tendão no início de uma contração, o que permite manter a velocidade de encurtamento do fascículo baixa e otimizando a relação potência-velocidade (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Por outro lado, um tendão rígido pode ser mais adequado para fornecer energia a certos movimentos, onde um pré-alongamento substancial do tendão não ocorre, como na corrida (ALEXANDER, 1974; BIEWENER; ROBERTS, 2000; LICHTWARK; WILSON, 2007). Desta forma, aumentar a rigidez diminuiria conseqüentemente, o custo de energia das contrações musculares associadas (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010). Porém, no presente estudo, encontramos uma redução significativa da rigidez da perna após o treinamento, que contrasta com achados prévios (ARAMPATZIS et al., 2006; VIKMOEN et al., 2016).

Sugerimos que este resultado encontrado seja explicado pela intensidade dos testes biomecânicos em esteira (10 a 18 km.h<sup>-1</sup>), que diferiram dos protocolos habituais de avaliação, que utilizaram plataformas de contato ou aparelhos de ultrassom (ALBRACHT; ARAMPATZIS, 2013; FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010; MORIN et al., 2005). Ressaltamos que nosso protocolo de avaliação tem alta validade externa, pois usamos a própria corrida para medir os parâmetros avaliados. Curiosamente, um estudo prévio sugeriu que em forças de baixa intensidade, há uma maior flexibilidade e aponeurose do tendão patelar, permitindo assim, que o músculo opere em comprimentos e velocidades mecanicamente eficientes durante a fase de contato e aumente o potencial de força do músculo durante a corrida (ARAMPATZIS et al., 2006). Portanto, a redução da rigidez da perna após o treinamento demonstrou que os atletas ficaram mais eficientes em termos biomecânicos, e que estas mudanças foram, conseqüentemente, transferidas para

as variáveis fisiológicas determinantes, como a ECO. Sugerimos que o aumento da potência muscular proporcionou uma otimização dos músculos esqueléticos, diminuindo conseqüentemente, a utilização dos componentes elásticos e da rigidez da perna.

Porém, as propriedades musculares que explicam a melhora da ECO e da rigidez da perna ainda não são claras. Um estudo recente investigou as isoformas de titina ou MHC após a execução de treinamento pliométrico. As isoformas da cadeia pesada de miosina (MHC) (I, IIa e IIx no músculo esquelético humano) têm sido implicadas no gasto energético do movimento. As cadeias pesadas de miosina IIa e IIx, ou fibras de contração rápida, são consideradas menos eficientes, com menor capacidade oxidativa, enquanto que o MHC I ou fibras de contração lenta são mais oxidativas e, portanto, presume-se que resultem em economia aprimorada (PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016). Resultado prévio demonstrou que o desempenho aumentado após o treinamento não ocasionou alterações mensuráveis nas isoformas de titina ou MHC. Transversalmente, a ECO parece ser mais baixa nos atletas com maiores quantidades de isoformas do MHC IIa e uma porção maior das isoformas T1 a T2. De fato, foi mostrado anteriormente que maiores fibras de MHC I estão relacionadas a maiores valores de economia em indivíduos ciclistas (COYLE et al., 1992; HANSEN et al., 2002; HOROWITZ; SIDOSSIS; COYLE, 1994; MOGENSEN et al., 2006). Os autores propuseram que a contribuição das isoformas das fibras musculares para economia/eficiência seja diferente entre as modalidades de recuo elástico (ex. corrida) versus recuo não elástico (ex. ciclismo) (PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016). Em resumo, estes achados sugerem que alterações nos parâmetros musculares e/ou articulares tais como isoformas de titina ou MHC e rigidez muscular podem conseqüentemente, ocasionar otimizações na ECO, porém, estas podem depender das características da modalidade esportiva.

## 6.5 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Em relação as variáveis fisiológicas, houve aumento da ECO, do PCR e do pico de velocidade em esteira, porém, o  $VO_2$  máx manteve-se estável após o treinamento. Quanto a ECO, foi sugerido que esta tenha uma relação com as características neuromusculares, ou seja, quanto mais "econômico" um indivíduo,

maior o nível de força contrátil e rigidez da perna que ele apresenta (ARAMPATZIS et al., 2006). O mecanismo da melhoria da ECO não foi resolvido completamente (FLETCHER; ESAU; MACINTOSH, 2010), porém, foi proposto que o treinamento combinado ocasiona um aumento da força máxima dos músculos, o que permite usar mais unidades motoras do tipo I, além modificar a rigidez da perna, que pode otimizar a capacidade do corpo de armazenar e utilizar energia elástica (MIKKOLA et al., 2007a; WILSON; FLANAGAN, 2008). Portanto, os programas de treinamento neuromuscular podem melhorar a eficiência mecânica, a coordenação muscular, os padrões de recrutamento de unidades motoras (SALE, 1998) e a rigidez da perna, aumentando consequentemente, a ECO (PIACENTINI et al., 2013).

O PCR também demonstrou aumento significativo após o treinamento, independente do grupo analisado. Este achado pode ser justificado pelo aumento em variáveis anaeróbias, e estão de acordo com estudos anteriores, que demonstraram efeito do treinamento sobre o PCR (MIKKOLA et al., 2011; PAAVOLAINEN et al., 1999). De fato, estudo prévio demonstrou uma diminuição significativa do acúmulo de lactato e depleção de glicogênio após um protocolo de treinamento neuromuscular, sugerindo melhora do potencial oxidativo do músculo esquelético (GOREHAM et al., 1999). A justificativa para nossos achados é que o protocolo experimental foi composto por treinamentos de alta intensidade e menor volume, quando comparados aos estudos anteriormente realizados (PAAVOLAINEN et al., 1999; TAIPALE et al., 2010). Em adição, o grupo de longa-distância teve seu treinamento prescrito e monitorado de forma semelhante ao grupo combinado, o que diferenciou de estudo prévios, que habitualmente orientavam os atletas a manter a rotina habitual de treinamento antes do protocolo experimental (BLAGROVE; HOWATSON; HAYES, 2017a; PELLEGRINO; RUBY; DUMKE, 2016; SCHUMANN et al., 2016; TURNER; OWINGS; SCHWANE, 2003). Como resultado, nosso protocolo proporcionou melhora da capacidade do metabolismo anaeróbico, independente do grupo analisado.

Diferentemente da ECO e do PCR, nosso estudo demonstrou ausência de alteração no  $VO_{2m\acute{a}x}$ . De fato, nossos resultados estão de acordo com estudos prévios, que encontraram que alterações no  $VO_{2m\acute{a}x}$  são difíceis de serem obtidas (AAGAARD; ANDERSEN, 2010; MILLET et al., 2002; STØREN et al., 2008). Por



exemplo, Millet et. al. (2002) investigaram triatletas bem treinados e demonstraram que 14 semanas de treinamento neuromuscular não alteraram significativamente o  $VO_2$ máx. Estudos prévios propuseram que os ganhos de  $VO_2$ máx são limitados por fatores centrais e periféricos (GREEN; PATLA, 1992; NOAKES, 1988). Em nosso estudo, investigamos atletas de nível moderado ( $VO_2$ máx  $54,54 \pm 5,55$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e alto ( $VO_2$ máx  $63,11 \pm 7,88$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), o que pode justificar a ausência de adaptações positivas em nosso protocolo experimental. Para que adaptações positivas fossem presenciadas, seria necessário atletas com menores valores de  $VO_2$ máx, maior período experimental (< 12 semanas) ou a realização de atividades com objetivos direcionados ao aprimoramento dessa variável fisiológica.

#### 6.6 EFEITO DO TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS DE DESEMPENHO, ESTRATÉGIA DE PROVA E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

Em nosso estudo, demonstramos que o desempenho final (min) e a PSE (u.a.) no teste de 10-km não foram alterados significativamente. Em contraste, a estratégia de prova no trecho inicial (km.h<sup>-1</sup>) e o pico de velocidade (km.h<sup>-1</sup>) aumentaram após o período experimental. Estudos prévios demonstraram que substituir parte do treinamento competitivo normal por sessões de intervalado de alta intensidade e/ou treinamento neuromuscular (explosiva e pliometria) de curto prazo produziu ganhos substanciais de desempenho (DAMASCENO, 2015; DAMASCENO et al., 2015; HAMILTON; PATON; HOPKINS, 2006; PAAVOLAINEN et al., 1999; PATON; HOPKINS, 2005; YAMAMOTO et al., 2008). Apesar destes resultados prévios encontrados, alguns estudos não demonstraram o mesmo efeito (FERRAUTI; BERGERMANN; FERNANDEZ-FERNANDEZ, 2010; MIKKOLA et al., 2007a), e estão de acordo com o nosso estudo, no qual encontramos ausência de efeito do treinamento sobre o desempenho final nos 10-km ( $p = 0.09$ ).

Embora o desempenho aeróbio não tenha sido melhorado, isso não significa que os atletas não se beneficiariam desse tipo de treinamento combinado, uma vez que melhores habilidades anaeróbias podem proporcionar vantagens em provas, principalmente em ações de velocidade no início e final da corrida (CARMO, 2014; DAMASCENO et al., 2013, 2015; DAMASCENO, 2015; LIMA-SILVA et al., 2010; MIKKOLA et al., 2007a). Destacamos que os atletas participantes do nosso estudo



também melhoraram as variáveis fisiológicas determinantes em provas de longa duração (ECO, PCR, pico de velocidade), o que pode ter ocasionado alterações na estratégia de prova (LIMA-SILVA et al., 2010).

Os mecanismos que causam o desempenho aprimorado da resistência após um período de treinamento neuromuscular não são totalmente elucidados. Provavelmente, este tipo de treinamento aumenta a sincronização de unidades motoras, resultando em potencialização da força, melhor ECO e atraso do aparecimento da fadiga (CREER et al., 2004). Em adição, esse treinamento também aumentaria a capacidade de acúmulo de energia e produção da força durante o contato com o solo, aumentando conseqüentemente, a velocidade de corrida (BEATTIE et al., 2014). Devido ao aumento da força muscular, os atletas recrutariam um maior número de fibras do tipo I, o que provocaria uma menor força relativa a cada passada (TANAKA; SWENSEN, 1998). Sabe-se também que o treinamento neuromuscular realizado após o treinamento de longa-distância aumenta os níveis de mRNA do PGC-1, variável importante para a biogênese mitocondrial, quando comparado ao treinamento de longa-distância isolado (WANG et al., 2011). Finalmente, foi proposto que o treinamento neuromuscular aumenta o conteúdo de proteínas de transporte muscular envolvidas no hidrogênio e no manuseio de potássio (IAIA et al., 2008; SKOVGAARD et al., 2014), além de melhorar perfusão de sangue nos músculos contraídos durante exercícios submáximos (AAGAARD; ANDERSEN, 2010; SKOVGAARD et al., 2014).

Porém, várias limitações nos estudos anteriores impediram a possível generalização de seus resultados para a programação de treinamento de corredores. Dentre estas, estão a redução acentuada do volume de treinamento aeróbio (20% a 48%) (MIKKOLA et al., 2007a, 2007b; PAAVOLAINEN et al., 1999) e elevado volume/frequência de treinamento prescrito por longos períodos de tempo, o que pode aumentar o efeito de interferência (HÄKKINEN et al., 2003). Limitações metodológicas também foram indicadas, tais como diferenças na inclinação da esteira, sexo dos atletas, baixo número de participantes, baixo desempenho dos atletas, má ou ausência de descrição do treinamento realizado, ausência de avaliação do desempenho (contra relógio) e inclusão de triatletas nos estudos (HOFF, 2001; RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014; VIKMOEN et al., 2016). Portanto,

os resultados encontrados sobre os efeitos do treinamento combinado são ambíguos, o que dificulta conclusões precisas sobre o tema estudado (RAMÍREZ-CAMPILLO et al., 2014). Em resumo, são necessários estudos adicionais que explorem os mecanismos ocorridos ao realizar estes métodos de treinamentos.

Em nosso estudo, encontramos aumento significativo do ritmo inicial de prova (trecho iniciais e parciais de 400m) e do pico de velocidade após o período experimental. Nosso resultado contrasta com estudo prévio, em que o grupo de treinamento combinado aumentou significativamente a velocidade no trecho final e o desempenho (2,5%) em uma prova simulada de 10-km, quando comparado ao controle (DAMASCENO et al., 2015). Para nosso estudo, sugerimos que o treinamento combinado aumentou a potência muscular e diminuiu os sinais aferentes responsáveis pela regulação da homeostase corporal durante uma atividade extenuante (ST CLAIR GIBSON; SWART; TUCKER, 2018), o que proporcionou uma maior velocidade na parte inicial da prova.

Pesquisas anteriores sugeriram que a estratégia de prova é regulada pela PSE (FAULKNER; PARFITT; ESTON, 2008; ST GIBSON et al., 2006). Autores propuseram que a PSE aumenta linearmente ao longo da prova, e que esse comportamento não é influenciado pelas mudanças de velocidade. Esse comportamento linear reflete um sistema integrado regulatório, que protege o organismo contra velocidades atípicas (ST GIBSON et al., 2006; ULMER, 1996). De fato, estudo recente realizado em nosso laboratório demonstrou que jovens atletas não executaram a estratégia de prova planejada; porém, a PSE planejada e executada foram semelhantes (ALVES et al., 2020). Neste presente estudo, não encontramos diferença entre a PSE entre os grupos e momentos, o que concorda com achado prévio (DAMASCENO, 2015). Este resultado indica que o sistema regulatório da estratégia de prova é robusto contra manipulações de treinamento a curto prazo (8 semanas). Sugerimos que novos estudos sejam realizados para testar essa hipótese, utilizando protocolos experimentais de longo prazo e em diferentes tarefas cognitivas e físicas.

## 6.7 APLICAÇÕES PRÁTICAS E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente trabalho demonstrou que, independentemente do grupo em que os atletas foram alocados, o efeito do treinamento foi semelhante. Estes achados podem ser justificados pelo curto período de intervenção das atividades pliométricas (30 minutos por sessão), quando comparada as atividades de corrida (90 minutos por sessão). Em adição, as atividades de corridas foram prescritas com o objetivo de aprimoramento da capacidade física dos corredores. Neste sentido, atividades como treinamento intervalado de alta intensidade, corridas em rampa e estímulos de velocidade provavelmente reduziram o efeito do treinamento neuromuscular. Apesar do baixo volume de corrida no grupo de treinamento combinado, os seus efeitos foram semelhantes ao grupo que realizou apenas treinamento de longa-distância, o que é destacável, visto que a carga de corrida, que muitas vezes geram lesões por stress ou por repetição, foi reduzida (MARKOVIC; MIKULIC, 2010).

Recomendamos a inclusão de treinamento neuromuscular nas rotinas semanais de treinamento, com atividades que visam o aprimoramento do contato com o solo, da eficiência técnica e da utilização energética nas atividades de corrida. Em adição, sugerimos que a carga de treinamento neuromuscular siga as progressões estabelecidas para o macrociclo e seja controlada frequentemente, podendo ser utilizada a altura ótima de salto no teste DJ ou a percepção de esforço da sessão. As atividades pliométricas devem ser incorporadas em períodos específicos de treinamento, nos quais os objetivos são de aprimoramento da potência muscular. Ressaltamos que treinadores e atletas devem se atentar a superfície de contato dos saltos (da mais macia para a mais rígida), as alturas ideais de quedas (tempo de contato menor que  $250 \text{ ms}^{-1}$ ), a progressão dos exercícios (bi pedais para uni pedais), a direção dos saltos (horizontais para verticais), a carga dos saltos (utilização do peso do corpo para carga externa) e número de contatos (de 60 a 200 contatos por sessão).

Algumas limitações podem ser indicadas no presente estudo. Primeiramente, visamos a manter o treinamento de ambos os grupos o mais próximo possível da realidade diária das sessões dos corredores, integrando assim, treinamentos anaeróbios. Por este motivo, os resultados encontrados não

diferenciaram entre os grupos. Porém, ressaltamos que substituir parte do treinamento aeróbio por pliometria pode ser uma alternativa viável, visto que, no geral as variáveis constituintes do desempenho responderam de forma semelhante. Em adição, este tipo de treinamento neuromuscular diminui o risco de lesões, fortalece músculos estabilizadores e promove mudanças interessantes nas rotinas de exercícios executados por corredores de longa-distância. Em segundo lugar, apesar de monitorarmos diariamente a carga externa de treinamento prescrita, não controlamos as respostas da carga interna de treinamento após o término das sessões. A carga interna foi utilizada apenas para calibrar as semanas iniciais de familiarização. Acreditamos que esta limitação não influencie nossos achados, pois o treinamento foi monitorado continuamente pela carga externa, além do acompanhamento constante pelo treinador.

Finalmente, o design de nosso estudo limitou-se em analisar dois grupos, com avaliações realizadas em apenas dois momentos. O design para esse tipo de investigação poderia integrar também: a) um grupo com indivíduos não treinados; b) um grupo de treinamento neuromuscular isolado; c) um grupo com carga neuromuscular adicional ao treinamento aeróbio; d) um grupo com treinamento aeróbio moderado longo (*long slow distance – LSD*) ou e) dois grupos investigando a ordem de aplicação do treinamento combinado (aeróbio + neuromuscular ou neuromuscular + aeróbio). Porém, ressaltamos a dificuldade de aderência e manutenção de atletas com elevado nível de desempenho em estudos com protocolo experimental semelhantes ao realizado na presente investigação.

## 7 CONCLUSÃO

Em resumo, não demonstramos diferença entre os grupos de treinamento combinado e de longa-distância. Porém, foram encontradas alterações em variáveis antropométricas (ângulo de fase), neuromusculares (counter movement jump, squat jump e drop jump), biomecânicas (tempo de contato, oscilação vertical, frequência de passada e rigidez da perna), fisiológicas (economia de corrida, limiares metabólicos e pico de velocidade em esteira) e de desempenho nos 10-km (estratégia de prova e pico de velocidade) após as 8 semanas de protocolo experimental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAGAARD, P.; ANDERSEN, J. L. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 39–47, 2010.
- ABBISS, C. R.; LAURSEN, P. B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 239–252, 2008.
- ALBRACHT, K.; ARAMPATZIS, A. Exercise-induced changes in triceps surae tendon stiffness and muscle strength affect running economy in humans. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 6, p. 1605–1615, 2013.
- ALEXANDER, R. M. The mechanics of jumping by a dog (*Canis familiaris*). **Journal of Zoology**, v. 173, n. 4, p. 549–573, 1974.
- ALVES, D. L. et al. Pre-planned Vs. Executed Real-Time Pacing Strategies during 3-km Race: Role of Rating Perceived Exertion. **Research quarterly for exercise and sport**, v. in press, 2020.
- ANDERSON, T. Biomechanics and running economy. **Sports medicine**, v. 22, n. 2, p. 76–89, 1996.
- ANDRADE, P. J. A.; ROCHA, P. S. O.; CALDAS, P. R. L. Treinamento desportivo. **Brasília: MEC/DDD**, 1978.
- ARAMPATZIS, A. et al. Influence of the muscle-tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. **Journal of experimental biology**, v. 209, n. 17, p. 3345–3357, 2006.
- ARRESE, A. L.; OSTÁRIZ, E. S. Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 1, p. 69–76, 2006.
- ASSOCIATION, W. M. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. **JAMA**, v. 310, n. 20, p. 2191, 2013.
- BAAR, K. Training for endurance and strength: lessons from cell signaling. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 11, p. 1939, 2006.
- BAAR, K. Using molecular biology to maximize concurrent training. **Sports Medicine**, v. 44, n. 2, p. 117–125, 2014.
- BAILEY, S. P.; PATE, R. R. Feasibility of improving running economy. **Sports Medicine**, v. 12, n. 4, p. 228–236, 1991.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; AGOPYAN, H.; MORIN, J.-B. The validity and

reliability of an iPhone app for measuring running mechanics. **Journal of applied biomechanics**, v. 33, n. 3, p. 222–226, 2017.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; SANTOS-CONCEJERO, J.; GRIVAS, G. V. Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 8, p. 2361–2368, 2016.

BARBOSA-SILVA, M. C. G. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex—. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 1, p. 49–52, 2005.

BASSETT, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, 2000.

BASSETT, J. D. R.; HOWLEY, E. T. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 29, n. 5, p. 591–603, 1997.

BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **The American journal of clinical nutrition**, v. 48, n. 1, p. 16–23, 1988.

BEATTIE, K. et al. The effect of strength training on performance in endurance athletes. **Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 845–865, 2014.

BEATTIE, K. et al. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 1, p. 9–23, 2017.

BERBIGIER, M. DE C. et al. Ângulo de fase derivado de bioimpedância elétrica em pacientes sépticos internados em unidades de terapia intensiva. **Revista brasileira de terapia intensiva. Rio de Janeiro. Vol. 25, n. 1 (2013), p. 25-31**, 2013.

BERGH, U.; EKBLÖM, B.; ÅSTRAND, P. O. Maximal oxygen uptake "classical" versus "contemporary" viewpoints. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 1, p. 85–88, 2000.

BERRYMAN, N.; MAUREL, D.; BOSQUET, L. Effect of plyometric vs. dynamic weight training on the energy cost of running. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1818–1825, 2010.

BERTUZZI, R. et al. Bioenergetics and Neuromuscular Determinants of the Time to Exhaustion at Velocity Corresponding to V [Combining Dot Above] O<sub>2</sub>max in Recreational Long-Distance Runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2096–2102, 2012.

BERTUZZI, R. et al. Is the COL5A1 rs12722 gene polymorphism associated with

running economy? **PloS one**, v. 9, n. 9, p. e106581, 2014a.

BERTUZZI, R. et al. Pacing strategy determinants during a 10-km running time trial: contributions of perceived effort, physiological, and muscular parameters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1688–1696, 2014b.

BERTUZZI, R. C. DE M. et al. **Aptidão aeróbia: desempenho esportivo, saúde e nutrição**. 1° ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2017.

BERTUZZI, R. R. R. et al. Pacing strategy determinants during a 10-km running time trial: contributions of perceived effort, physiological, and muscular parameters. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 6, p. 1688–1696, 2014c.

BIEWENER, A. A.; ROBERTS, T. J. Muscle and tendon contributions to force, work, and elastic energy savings: a comparative perspective. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 28, n. 3, p. 99–107, 2000.

BILLAT, L. V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO<sub>2</sub>max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, v. 22, n. 2, p. 90–108, 1996.

BILLAT, V. et al. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 297–304, 2003.

BILLAT, V. L. et al. Nonlinear dynamics of heart rate and oxygen uptake in exhaustive 10,000 m runs: influence of constant vs. freely paced. **The Journal of Physiological Sciences**, v. 56, n. 1, p. 103–111, 2006.

BILLAT, VÉ. L. et al. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 12, p. 2089–2097, 2001.

BLAGROVE, R. C.; HOWATSON, G.; HAYES, P. R. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle-and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. **Sports Medicine**, p. 1–33, 2017a.

BLAGROVE, R. C.; HOWATSON, G.; HAYES, P. R. Test–retest reliability of physiological parameters in elite junior distance runners following allometric scaling. **European journal of sport science**, v. 17, n. 10, p. 1231–1240, 2017b.

BONACCI, J. et al. Plyometric training as an intervention to correct altered neuromotor control during running after cycling in triathletes: A preliminary randomised controlled trial. **Physical Therapy in Sport**, v. 12, n. 1, p. 15–21, 2011.

BOREHAM, C. The physiology of sprint and power training. **The physiology of Training**. Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto: Churchill Livingstone Elsevier, p. 117–134, 2006.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med sci sports exerc**, v.



14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 50, n. 2, p. 273–282, 1983.

BRAMBLE, D. M.; LIEBERMAN, D. E. Endurance running and the evolution of Homo. **Nature**, v. 432, n. 7015, p. 345, 2004.

BROWN, J. C. et al. The COL5A1 gene, ultra-marathon running performance, and range of motion. **International journal of sports physiology and performance**, v. 6, n. 4, p. 485–496, 2011.

BULBULIAN, R.; WILCOX, A. R.; DARABOS, B. L. Anaerobic contribution to distance running performance of trained cross-country athletes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 18, n. 1, p. 107–113, 1986.

BUNDLE, M. W.; HOYT, R. W.; WEYAND, P. G. High-speed running performance: a new approach to assessment and prediction. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 5, p. 1955–1962, 2003.

BURGOMASTER, K. A.; HEIGENHAUSER, G. J. F.; GIBALA, M. J. Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. **Journal of applied physiology**, v. 100, n. 6, p. 2041–2047, 2006.

CARMO, E. C. DO. **Efeito da economia de corrida sobre a estratégia de prova utilizada durante uma corrida de 10 km** Universidade de São Paulo, , 2014.

CARTE, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H. Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. **Journal of sports sciences**, v. 17, n. 12, p. 957–967, 1999.

CAVAGNA, G. A.; KANEKO, M. Mechanical work and efficiency in level walking and running. **The Journal of physiology**, v. 268, n. 2, p. 467–481, 1977.

CAVAGNA, G. A.; THYS, H.; ZAMBONI, A. The sources of external work in level walking and running. **The Journal of physiology**, v. 262, n. 3, p. 639–657, 1976.

CHOW, J. W.; DARLING, W. G. The maximum shortening velocity of muscle should be scaled with activation. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 3, p. 1025–1031, 1999.

COETZER, P. et al. Superior fatigue resistance of elite black South African distance runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 4, p. 1822–1827, 1993.

COFFEY, V. G. et al. Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. **Journal of applied physiology**, v. 106, n. 4, p. 1187–1197, 2009.

- COFFEY, V. G.; HAWLEY, J. A. The molecular bases of training adaptation. **Sports medicine**, v. 37, n. 9, p. 737–763, 2007.
- CONLEY, D. L. et al. Following Steve Scott: physiological changes accompanying training. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 12, n. 1, p. 103–106, 1984.
- CONLEY, D. L.; KRAHENBUHL, G. S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 12, n. 5, p. 357–360, 1980.
- COSTILL, D. L.; THOMASON, H.; ROBERTS, E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Medicine and science in sports**, v. 5, n. 4, p. 248–252, 1973.
- COYLE, E. F. et al. Cycling efficiency is related to the percentage of type I muscle fibers. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 24, n. 7, p. 782–788, 1992.
- COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 23, p. 25–63, 1995.
- CRAIB, M. W. et al. The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n. 6, p. 737–743, 1996.
- CREER, A. R. et al. Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint-interval training in trained cyclists. **International journal of sports medicine**, v. 25, n. 02, p. 92–98, 2004.
- DALLEAU, G. et al. The spring-mass model and the energy cost of treadmill running. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 77, n. 3, p. 257–263, 1998.
- DAMASCENO, M. et al. Estratégia adotada em provas de natação estilo crawl: uma análise das distâncias de 800 e 1500m. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**, v. 15, n. 3, p. 361–370, 2013.
- DAMASCENO, M. V. **Influência do treinamento de força sobre a estratégia de prova e o desempenho de corredores de longa distância em um teste contrarrelógio de 10 km** Universidade de São Paulo, , 2015.
- DAMASCENO, M. V et al. Static stretching alters neuromuscular function and pacing strategy, but not performance during a 3-km running time-trial. **PloS one**, v. 9, n. 6, p. e99238, 2014.
- DAMASCENO, M. V et al. Effects of resistance training on neuromuscular characteristics and pacing during 10-km running time trial. **European journal of applied physiology**, v. 115, n. 7, p. 1513–1522, 2015.
- DANIELS, J. **Daniels' running formula**. [s.l.] Human Kinetics, 2013.

DE KONING, J. J. et al. Regulation of pacing strategy during athletic competition. **PloS one**, v. 6, n. 1, p. e15863, 2011.

DELP, M. D.; LAUGHLIN, M. H. Regulation of skeletal muscle perfusion during exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 162, n. 3, p. 411–419, 1998.

DENADAI, B. S. et al. Explosive training and heavy weight training are effective for improving running economy in endurance athletes: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 3, p. 545–554, 2017.

DUDLEY, G. A. Metabolic consequences of resistive-type exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 20, n. 5 Suppl, p. S158-61, 1988.

EDWARDS, A. M.; CLARK, N.; MACFADYEN, A. M. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. **Journal of sports science & medicine**, v. 2, n. 1, p. 23, 2003.

ELFERINK-GEMSER, M. T.; HETTINGA, F. J. Pacing and Self-regulation: Important Skills for Talent Development in Endurance Sports. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 6, p. 831–835, 2017.

ENOMOTO, Y.; AE, M. **A biomechanical comparison of Kenyan and Japanese elite long distance runner's techniques**. Book of Abstract, XXth Congress of the International Society of Biomechanics. **Anais...2005**

FAJARDO, J. T. **Nuevas tendencias en fuerza y musculación**. [s.l.] Julio Tous Fajardo, 1999.

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate threshold concepts. **Sports medicine**, v. 39, n. 6, p. 469–490, 2009.

FAUL, F. et al. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior research methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FAULKNER, J.; PARFITT, G.; ESTON, R. The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. **Psychophysiology**, v. 45, n. 6, p. 977–985, 2008.

FERRAUTI, A.; BERGERMANN, M.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J. Effects of a concurrent strength and endurance training on running performance and running economy in recreational marathon runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2770–2778, 2010.

FESTA, L. et al. Effects of Flywheel Strength Training on the Running Economy of Recreational Endurance Runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 3, p. 684–690, 2019.

FLETCHER, J. R.; ESAU, S. P.; MACINTOSH, B. R. Economy of running: beyond the measurement of oxygen uptake. **Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 6, p. 1918–1922, 2009.

FLETCHER, J. R.; ESAU, S. P.; MACINTOSH, B. R. Changes in tendon stiffness and running economy in highly trained distance runners. **European journal of applied physiology**, v. 110, n. 5, p. 1037–1046, 2010.

FLETCHER, J. R.; MACINTOSH, B. R. Running economy from a muscle energetics perspective. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 433, 2017.

FOSTER, C. et al. Physiological responses during simulated competition. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 25, n. 7, p. 877–882, 1993.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. v. 15, n. 1, fev. 2001.

FOSTER, C. et al. Pattern of developing the performance template. **British journal of sports medicine**, v. 43, n. 10, p. 765–769, 2009.

FOSTER, C.; LUCIA, A. Running economy. **Sports medicine**, v. 37, n. 4–5, p. 316–319, 2007.

FRANCH, J. et al. Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 8, p. 1250–1256, 1998.

FREDERICSON, M.; MISRA, A. K. Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. **Sports Medicine**, v. 37, n. 4–5, p. 437–439, 2007.

FUDGE, B. W. et al. Evidence of negative energy balance using doubly labelled water in elite Kenyan endurance runners prior to competition. **British Journal of Nutrition**, v. 95, n. 1, p. 59–66, 2006.

GABRIEL, D. A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133–149, 2006.

GIBSON, A. S. C.; NOAKES, T. D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British journal of sports medicine**, v. 38, n. 6, p. 797–806, 2004.

GIOVANELLI, N. et al. Effects of strength, explosive and plyometric training on energy cost of running in ultra-endurance athletes. **European Journal of Sport Science**, v. 17, n. 7, p. 805–813, 2017.

GLEIM, G. W.; STACHENFELD, N. S.; NICHOLAS, J. A. The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. **Journal of orthopaedic research**, v. 8, n. 6, p. 814–823, 1990.

GOREHAM, C. et al. High-resistance training and muscle metabolism during prolonged exercise. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism**, v. 276, n. 3, p. E489–E496, 1999.

GREEN, H. J.; PATLA, A. E. Maximal aerobic power: neuromuscular and metabolic considerations. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 1, p. 38–46, 1992.

GUGLIELMO, L. G. A.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Effects of strength training on running economy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 01, p. 27–32, 2009.

HAKKINEN, K. Neuromuscular adaptation during strength training, ageing, detraining, and immobilization. **Critical Reviews in Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 14, p. 161–198, 1994.

HÄKKINEN, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 29, n. 1, p. 9–26, 1989.

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.

HAMILTON, R. J.; PATON, C. D.; HOPKINS, W. G. Effect of high-intensity resistance training on performance of competitive distance runners. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n. 1, p. 40–49, 2006.

HANSEN, E. A. et al. Muscle fibre type, efficiency, and mechanical optima affect freely chosen pedal rate during cycling. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 176, n. 3, p. 185–194, 2002.

HARMER, A. R. et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. **Journal of applied physiology**, v. 89, n. 5, p. 1793–1803, 2000.

HARMS, C. A. et al. Respiratory muscle work compromises leg blood flow during maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 5, p. 1573–1583, 1997.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081, 2007.

HAWLEY, J. A. Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 34, n. 3, p. 355–361, 2009.

HAYES, P. R.; BOWEN, S. J.; DAVIES, E. J. The relationships between local muscular endurance and kinematic changes during a run to exhaustion at  $v_{VO2max}$ .

**The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 898–903, 2004.

HETTINGA, F. J. et al. Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 8, p. 1484–1491, 2006.

HETTINGA, F. J. et al. Effect of pacing strategy on energy expenditure during a 1500-m cycling time trial. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 12, p. 2212–2218, 2007.

HETTINGA, F. J.; KONINGS, M. J.; PEPPING, G.-J. The science of racing against opponents: Affordance competition and the regulation of exercise intensity in head-to-head competition. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 2017.

HEWETT, T. E. et al. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. **The American journal of sports medicine**, v. 24, n. 6, p. 765–773, 1996.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 45, n. 2–3, p. 255–263, 1980.

HILL, A. V; LUPTON, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. **QJM: Quarterly Journal of Medicine**, n. 62, p. 135–171, 1923.

HOFF, J. Maximal strength training enhances running economy and aerobic endurance performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 5, p. S270, 2001.

HOFF, J.; GRAN, A.; HELGERUD, J. Maximal strength training improves aerobic endurance performance. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 12, n. 5, p. 288–295, 2002.

HOROWITZ, J. F.; SIDOSSIS, L. S.; COYLE, E. F. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. **International journal of sports medicine**, v. 15, n. 03, p. 152–157, 1994.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292–1301, 1995.

HUNT, K. D. Mechanical implications of chimpanzee positional behavior. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 86, n. 4, p. 521–536, 1991.

HUNTER, G.; DEMMENT, R.; MILLER, D. Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 27, n. 3, p. 269–275, 1987.

HURLEY, B. F. et al. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular



function. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 16, n. 5, p. 483–488, 1984.

IAIA, F. M. et al. Reduced volume but increased training intensity elevates muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump  $\alpha$ 1-subunit and NHE1 expression as well as short-term work capacity in humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 294, n. 3, p. R966–R974, 2008.

ISBELL, L. A. et al. Locomotor activity differences between sympatric patas monkeys (*Erythrocebus patas*) and vervet monkeys (*Cercopithecus aethiops*): implications for the evolution of long hindlimb length in Homo. **American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists**, v. 105, n. 2, p. 199–207, 1998.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JOHNSTON, R. E. et al. Strength training in female distance runners: impact on running economy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 11, n. 4, p. 224–229, 1997.

JONES, A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports medicine**, v. 29, n. 6, p. 373–386, 2000.

JOSEPH, T. et al. Perception of fatigue during simulated competition. **Medicine+ Science in Sports+ Exercise**, v. 40, n. 2, p. 381, 2008.

JOYNER, M. J.; RUIZ, J. R.; LUCIA, A. The two-hour marathon: who and when? **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 1, p. 275–277, 2011.

JUNG, A. P. The impact of resistance training on distance running performance. **Sports Medicine**, v. 33, n. 7, p. 539–552, 2003.

JUNIOR, H. BDO Treinamento Desportivo. **Rio de Janeiro: Sprint**, 2002.

KARP, J. Strength training and distance running: A scientific perspective. **MODERN ATHLETE AND COACH**, v. 44, n. 4, p. 20, 2006.

KELLY, C. M.; BURNETT, A. F.; NEWTON, M. J. The effect of strength training on three-kilometer performance in recreational women endurance runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 396–403, 2008.

KNECHTLE, B. et al. Upper arm circumference is associated with race performance in ultra-endurance runners. **British journal of sports medicine**, v. 42, n. 4, p. 295–299, 2008.

KONG, P. W.; DE HEER, H. Anthropometric, gait and strength characteristics of Kenyan distance runners. **Journal of sports science & medicine**, v. 7, n. 4, p. 499, 2008.

KONINGS, M. J.; HETTINGA, F. J. Pacing Decision Making in Sport and the Effects of Interpersonal Competition: A Critical Review. **Sports Medicine**, p. 1–15, 2018.

KOURY, J. C.; TRUGO, N. M. F.; TORRES, A. G. Phase angle and bioelectrical impedance vectors in adolescent and adult male athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 5, p. 798–804, 2014.

KRAEMER, W. J. et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **Journal of applied physiology**, v. 78, n. 3, p. 976–989, 1995.

KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J.; EVANS, W. J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 24, p. 363–397, 1996.

KUNIMASA, Y. et al. Specific muscle–tendon architecture in elite Kenyan distance runners. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 4, p. e269–e274, 2014.

LARSEN, H. B. Kenyan dominance in distance running. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 136, n. 1, p. 161–170, 2003.

LARSEN, H. B. et al. Body dimensions, exercise capacity and physical activity level of adolescent Nandi boys in western Kenya. **Annals of Human Biology**, v. 31, n. 2, p. 159–173, 2004.

LEVERITT, M. et al. Concurrent strength and endurance training. **Sports medicine**, v. 28, n. 6, p. 413–427, 1999.

LICHTWARK, G. A.; WILSON, A. M. Is Achilles tendon compliance optimised for maximum muscle efficiency during locomotion? **Journal of biomechanics**, v. 40, n. 8, p. 1768–1775, 2007.

LICHTWARK, G. A.; WILSON, A. M. Optimal muscle fascicle length and tendon stiffness for maximising gastrocnemius efficiency during human walking and running. **Journal of theoretical biology**, v. 252, n. 4, p. 662–673, 2008.

LIMA-SILVA, A. E. et al. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. **European journal of applied physiology**, v. 108, n. 5, p. 1045–1053, 2010.

LONDEREE, B. R. **Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis.**, 1997.

LORTIE, G. et al. Responses of maximal aerobic power and capacity to aerobic training. **Int J Sports Med**, v. 5, n. 5, p. 232–236, 1984.

LUCIA, A. et al. Physiological characteristics of the best Eritrean runners—



exceptional running economy. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 31, n. 5, p. 530–540, 2006.

MALDONADO, S.; MUJICA, I.; PADILLA, S. Influence of body mass and height on the energy cost of running in highly trained middle-and long-distance runners. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n. 04, p. 268–272, 2002.

MALISOUX, L. et al. Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 771–779, 2006.

MANDELBAUM, B. R. et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. **The American journal of sports medicine**, v. 33, n. 7, p. 1003–1010, 2005.

MARC, A. et al. Marathon progress: demography, morphology and environment. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 6, p. 524–532, 2014.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of applied physiology**, v. 106, n. 3, p. 857–864, 2009.

MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. **Sports medicine**, v. 40, n. 10, p. 859–895, 2010.

MARTIN, D. E. et al. Physiological changes in elite male distance runners training for Olympic competition. **The Physician and sportsmedicine**, v. 14, n. 1, p. 152–206, 1986.

MCLAUGHLIN, J. E. et al. Test of the classic model for predicting endurance running performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 42, n. 5, p. 991–997, 2010.

MEDICINE, A. C. OF S. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. [s.l.] Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

MEYER, T.; LUCIA, A.; EARNEST, C. P. Submaximal Parameters±Theory and Application. **Int J Sports Med**, v. 26, p. 1–11, 2005.

MICHELI, M. L. et al. Bioimpedance and impedance vector patterns as predictors of league level in male soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 3, p. 532–539, 2014.

MIKKOLA, J. et al. Concurrent endurance and explosive type strength training improves neuromuscular and anaerobic characteristics in young distance runners. **International journal of sports medicine**, v. 28, n. 07, p. 602–611, 2007a.

MIKKOLA, J. et al. Effect of resistance training regimens on treadmill running and neuromuscular performance in recreational endurance runners. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 13, p. 1359–1371, 2011.

MIKKOLA, J. S. et al. Concurrent endurance and explosive type strength training increases activation and fast force production of leg extensor muscles in endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 613, 2007b.

MILLET, G. P. et al. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO<sub>2</sub> kinetics. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 8, p. 1351–1359, 2002.

MOGENSEN, M. et al. Cycling efficiency in humans is related to low UCP3 content and to type I fibres but not to mitochondrial efficiency. **The Journal of physiology**, v. 571, n. 3, p. 669–681, 2006.

MOORE, I. S. Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. **Sports Medicine**, v. 46, n. 6, p. 793–807, 2016.

MOOSES, M. et al. Anthropometric and physiological determinants of running performance in middle-and long-distance runners. **Kinesiology**, v. 45, n. 2, p. 154–162, 2013.

MOOSES, M. et al. Dissociation between running economy and running performance in elite Kenyan distance runners. **Journal of sports sciences**, v. 33, n. 2, p. 136–144, 2015.

MOOSES, M.; HACKNEY, A. C. Anthropometrics and body composition in East African runners: potential impact on performance. **International journal of sports physiology and performance**, v. 12, n. 4, p. 422–430, 2017.

MORGAN, D. W. et al. Ten kilometer performance and predicted velocity at VO<sub>2</sub>max among well-trained male runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 21, n. 1, p. 78–83, 1989.

MORIN, J.-B. et al. A simple method for measuring stiffness during running. **Journal of applied biomechanics**, v. 21, n. 2, p. 167–180, 2005.

MOURA, N. A. Recomendações básicas para a seleção da altura de queda no treinamento pliométrico. **Boletim IAAF-Centro Regional de Desarrollo-Santa Fé**, v. 12, p. 6–10, 1994.

MOURA, N. A. Treinamento pliométrico: Introdução as bases fisiológicas, metodológicas e efeitos do treinamento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 2, n. 1, p. 30–40, 2008.

MOURA, N. A. **Pliometria, saltando longe com treinamento pliométrico: Um guia**

**prático**. 1. ed. Londrina: Sport Training, 2018.

MYKLEBUST, G. et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. **Clinical journal of sport medicine**, v. 13, n. 2, p. 71–78, 2003.

NADER, G. A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 11, p. 1965, 2006.

NELSON, A. G. et al. Chronic stretching and running economy. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 11, n. 5, p. 260–265, 2001.

NIELSEN, H. B. Arterial desaturation during exercise in man: implication for O<sub>2</sub> uptake and work capacity. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 13, n. 6, p. 339–358, 2003.

NOAKES, T. **Lore of Running: Discover the Science and Spirit of Running**. Champaign, IL Leisure Press, , 1991.

NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 4, p. 319–330, 1988.

NOAKES, T. D.; MYBURGH, K. H.; SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO<sub>2</sub> max test predicts running performance. **Journal of sports sciences**, v. 8, n. 1, p. 35–45, 1990.

NORMAN, K. et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. **The American journal of clinical nutrition**, v. 92, n. 3, p. 612–619, 2010.

NUMMELA, A.; KERÄNEN, T.; MIKKELSSON, L. O. Factors related to top running speed and economy. **International journal of sports medicine**, v. 28, n. 08, p. 655–661, 2007.

NUMMELA, A. T. et al. Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. **European journal of applied physiology**, v. 97, n. 1, p. 1, 2006.

ONYWERA, V. O. et al. Demographic characteristics of elite Kenyan endurance runners. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 4, p. 415–422, 2006.

PAAVOLAINEN, L. et al. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. **Journal of applied physiology**, v. 86, n. 5, p. 1527–1533, 1999.

PAAVOLAINEN, L.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Muscle power factors and VO<sub>2</sub>max as determinants of horizontal and uphill running performance. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 10, n. 5, p. 286–291, 2000.

PATE, R. R.; BRANCH, J. D. Training for endurance sport. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 9 Suppl, p. S340-3, 1992.

PATON, C. D.; HOPKINS, W. G. Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 826–830, 2005.

PELLEGRINO, J.; RUBY, B. C.; DUMKE, C. L. Effect of plyometrics on the energy cost of running and MHC and titin isoforms. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 1, p. 49–56, 2016.

PIACENTINI, M. F. et al. Concurrent strength and endurance training effects on running economy in master endurance runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2295–2303, 2013.

POSTHUMUS, M.; SCHWELLNUS, M. P.; COLLINS, M. The COL5A1 gene: a novel marker of endurance running performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 4, p. 584–589, 2011.

POWERS, S. K. et al. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. [s.l.: s.n.].

RABADÁN\*, M. et al. Physiological determinants of speciality of elite middle-and long-distance runners. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 9, p. 975–982, 2011.

RABITA, S. B. G. B. J.; BLONDEL, N.; GERBEAUX, G. L.-C. M. Validity of the Université de Montreal Track Test to assess the velocity associated with peak oxygen uptake for adolescents. 1999.

RAICHLIN, D. A.; ARMSTRONG, H.; LIEBERMAN, D. E. Calcaneus length determines running economy: implications for endurance running performance in modern humans and Neandertals. **Journal of Human Evolution**, v. 60, n. 3, p. 299–308, 2011.

RAMÍREZ-CAMPILLO, R. et al. Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle-and long-distance runners. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 97–104, 2014.

RAMSBOTTOM, R.; NUTE, M. G.; WILLIAMS, C. Determinants of five kilometre running performance in active men and women. **British journal of sports medicine**, v. 21, n. 2, p. 9–13, 1987.

RICHARDSON, R. S. et al. Evidence of O<sub>2</sub> supply-dependent V<sub>o2</sub> max in the exercise-trained human quadriceps. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 3, p. 1048–1053, 1999.

ROBERTS, T. J. The integrated function of muscles and tendons during locomotion. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 133, n. 4, p. 1087–1099, 2002.

ROBERTS, T. J.; AZIZI, E. Flexible mechanisms: the diverse roles of biological springs in vertebrate movement. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 3, p. 353–361, 2011.

ROBINSON, S.; EDWARDS, H. T.; DILL, D. B. New records in human power. **Science**, 1937.

ROELANDS, B. et al. Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 301–311, 2013.

ROSSI, L. P.; BRANDALIZE, M. Pliometria aplicada à reabilitação de atletas. **Revista Salus**, v. 1, n. 1, 2007.

RUIZ, J. R. et al. Is there an optimum endurance polygenic profile? **The Journal of physiology**, v. 587, n. 7, p. 1527–1534, 2009.

SALE, D. G. &1988) Neural adaptation to resistance training. **Med SciSports Exerc**, v. 20, p. S135S145, [s.d.].

SALTIN, B. et al. Morphology, enzyme activities and buffer capacity in leg muscles of Kenyan and Scandinavian runners. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 5, n. 4, p. 222–230, 1995.

SANDFORD, G. N. et al. Tactical Behaviors in Men's 800-m Olympic and World-Championship Medalists: A Changing of the Guard. **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, n. 2, p. 246–249, 2017.

SAUNDERS, P. U. et al. Reliability and variability of running economy in elite distance runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 11, p. 1972–1976, 2004.

SAUNDERS, P. U. et al. Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 947, 2006.

SCHOLZ, M. N. et al. Running biomechanics: shorter heels, better economy. **Journal of Experimental Biology**, v. 211, n. 20, p. 3266–3271, 2008.

SCHUMANN, M. et al. Effects of endurance training only versus same-session combined endurance and strength training on physical performance and serum hormone concentrations in recreational endurance runners. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 1, p. 28–36, 2014.

SCHUMANN, M. et al. Neuromuscular adaptations to same-session combined endurance and strength training in recreational endurance runners. **International journal of sports medicine**, v. 37, n. 14, p. 1136–1143, 2016.

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P. D.; BINSTED, G. A comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. **The Journal of Strength &**

**Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2588–2591, 2009.

SCOTT, R. A. et al. Mitochondrial haplogroups associated with elite Kenyan athlete status. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 1, p. 123–128, 2009.

SHAW, A. J.; INGHAM, S. A.; FOLLAND, J. P. The valid measurement of running economy in runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 10, p. 1968–1973, 2014.

SHELLOCK, F. G.; PRENTICE, W. E. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. **Sports medicine**, v. 2, n. 4, p. 267–278, 1985.

SILLANPÄÄ, E. et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 5, p. 950–958, 2008.

SILVA, L.; CARUSO, L.; MARTINI, L. A. Aplicação do ângulo de fase em situações clínicas. **Rev Bras Nutr Clin**, v. 22, n. 4, p. 317–321, 2007.

SIRI, W. E. Body volume measurement by gas dilution. **Techniques of measuring body composition**. Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council, p. 108–117, 1961.

SKINNER, J. S.; MCLELLAN, T. H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 51, n. 1, p. 234–248, 1980.

SKOVGAARD, C. et al. Concurrent speed endurance and resistance training improves performance, running economy, and muscle NHE1 in moderately trained runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 10, p. 1097–1109, 2014.

SMITH, C. A. The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 19, n. 1, p. 12–17, 1994.

SMITS, B. L. M.; PEPPING, G.-J.; HETTINGA, F. J. Pacing and decision making in sport and exercise: the roles of perception and action in the regulation of exercise intensity. **Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 763–775, 2014.

SPURRS, R. W.; MURPHY, A. J.; WATSFORD, M. L. The effect of plyometric training on distance running performance. **European journal of applied physiology**, v. 89, n. 1, p. 1–7, 2003.

ST CLAIR GIBSON, A.; SWART, J.; TUCKER, R. The interaction of psychological and physiological homeostatic drives and role of general control principles in the regulation of physiological systems, exercise and the fatigue process—The Integrative Governor theory. **European journal of sport science**, v. 18, n. 1, p. 25–36, 2018.

ST GIBSON, A. C. et al. The role of information processing between the brain and



peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports medicine**, v. 36, n. 8, p. 705–722, 2006.

STAINSBY, W. N.; LAMBERT, C. R. Determinants of oxygen uptake in skeletal muscle. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 7, n. 1, p. 125–152, 1979.

STØREN, Ø. et al. Maximal strength training improves running economy in distance runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 6, p. 1087–1092, 2008.

SVEDENHAG, J. Maximal and submaximal oxygen uptake during running: how should body mass be accounted for? **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 5, n. 4, p. 175–180, 1995.

SVEDENHAG, J.; SJODIN, B. Physiological characteristics of elite male runners in and off-season. **Can J Appl Sport Sci**, v. 10, n. 3, p. 127–133, 1985.

TAIPALE, R. S. et al. Strength training in endurance runners. **International journal of sports medicine**, v. 31, n. 07, p. 468–476, 2010.

TAM, E. et al. Energetics of running in top-level marathon runners from Kenya. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 11, p. 3797–3806, 2012.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. **Sports medicine**, v. 25, n. 3, p. 191–200, 1998.

TANAKA, K. et al. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance-running performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 16, n. 3, p. 278–282, 1984.

TANAKA, K.; MATSUURA, Y. Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 57, n. 3, p. 640–643, 1984.

TESCH, P. A.; KOMI, P. V.; HÄKKINEN, K. Enzymatic adaptations consequent to long-term strength training. **International journal of sports medicine**, v. 8, n. S 1, p. S66–S69, 1987.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. [s.l.] Artmed Editora, 2009.

TOMAZINI, F. et al. Head-to-head running race simulation alters pacing strategy, performance, and mood state. **Physiology & behavior**, v. 149, p. 39–44, 2015.

TORRES, A. G. et al. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 67, n. OCE8, 2008.

TRICOLI, V. et al. Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. **The Journal of Strength &**

**Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 433–437, 2005.

TUBINO, M. J. G. **Metodologia científica do treinamento desportivo**. [s.l.: s.n.].

TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 6, p. 392–400, 2009.

TUCKER, R.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **International journal of sports physiology and performance**, v. 1, n. 3, p. 233–245, 2006.

TURNER, A. M.; OWINGS, M.; SCHWANE, J. A. Improvement in running economy after 6 weeks of plyometric training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 60–67, 2003.

UGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Universite de Montreal track test. **Can. J. Appl. Sport. Sci**, v. 5, p. 77–84, 1980.

ULMER, H.-V. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 52, n. 5, p. 416–420, 1996.

VANDERJAGT, D. J. et al. Phase angle correlates with n-3 fatty acids and cholesterol in red cells of Nigerian children with sickle cell disease. **Lipids in health and disease**, v. 2, n. 1, p. 2, 2003.

VIKMOEN, O. et al. Effects of heavy strength training on running performance and determinants of running performance in female endurance athletes. **PloS one**, v. 11, n. 3, p. e0150799, 2016.

VIKMOEN, O. et al. Heavy strength training improves running and cycling performance following prolonged submaximal work in well-trained female athletes. **Physiological reports**, v. 5, n. 5, 2017.

WAGNER, P. D. New ideas on limitations to VO<sub>2</sub>max. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 28, n. 1, p. 10–14, 2000.

WANG, L. et al. Resistance exercise enhances the molecular signaling of mitochondrial biogenesis induced by endurance exercise in human skeletal muscle. **Journal of applied physiology**, v. 111, n. 5, p. 1335–1344, 2011.

WELLS, K. F.; DILLON, E. K. The sit and reach—a test of back and leg flexibility. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 23, n. 1, p. 115–118, 1952.

WENGER, H. A.; BELL, G. J. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports medicine**, v. 3, n. 5, p. 346–356, 1986.



WERNSTEDT, P. et al. Adaptation of cardiac morphology and function to endurance and strength training: A comparative study using MR imaging and echocardiography in males and females. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 12, n. 1, p. 17–25, 2002.

WESTON, A. R.; MBAMBO, Z.; MYBURGH, K. H. Running economy of African and Caucasian distance runners. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 6, p. 1130–1134, 2000.

WILLIAMS, K. R.; CAVANAGH, P. R. Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 63, n. 3, p. 1236–1245, 1987.

WILSON, J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2293–2307, 2012.

WILSON, J. M.; FLANAGAN, E. P. The role of elastic energy in activities with high force and power requirements: a brief review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1705–1715, 2008.

WINTER, E. M.; HAMLEY, E. J. Sub maximal oxygen uptake related to fat free mass and lean leg volume in trained runners. **British journal of sports medicine**, v. 10, n. 4, p. 223–225, 1976.

YAMAMOTO, L. M. et al. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 2036–2044, 2008.

YOSHIDA, T. et al. Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 56, n. 1, p. 7–11, 1987.

YOSHIDA, T.; SUDA, Y.; TAKEUCHI, N. Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic threshold. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 49, n. 2, p. 223–230, 1982.

YOUNG, W. B. Transfer of strength and power training to sports performance. **International journal of sports physiology and performance**, v. 1, n. 2, p. 74–83, 2006.

ZANON, S. Plyometrics: past and present. **New Studies In Athletics**, v. 4, p. 7–17, 1989.

ZHOU, B. et al. Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1849–1854, 2001.

## ANEXOS

Anexo 1 – Efeitos principais e interações entre grupo e momento

	Longa-distância x Combinado			Pré x Pós			Interação		
	F	p	T.E.	F	p	T.E.	F	p	T.E.
	<b>Massa Corporal (kg)</b>	0,468	0,501	0,022	0,033	0,858	0,002	0,199	0,660
<b>Somatório 7DC (<math>\Sigma</math>)</b>	0,261	0,615	0,012	0,363	0,553	0,017	0,000	0,989	0,000
<b>Gordura Corp. (%)</b>	0,693	0,414	0,032	0,366	0,551	0,017	0,022	0,884	0,001
<b>Massa Magra Corp. (%)</b>	0,128	0,724	0,006	0,522	0,478	0,024	0,153	0,700	0,007
<b>Circ. Quadril (cm)</b>	0,050	0,827	0,002	2,170	0,156	0,094	0,990	0,331	0,045
<b>Circ. Coxa (cm)</b>	0,057	0,814	0,003	2,707	0,115	0,114	1,514	0,232	0,067
<b>Circ. Tríceps Sural (cm)</b>	0,224	0,641	0,011	0,461	0,505	0,021	0,079	0,782	0,004
<b>Flex. Wells (cm)</b>	1,230	0,280	0,055	4,295	0,051	0,170	0,232	0,635	0,011
<b>Ext. Tornozelo (°)</b>	2,146	0,158	0,093	0,761	0,393	0,035	1,822	0,191	0,080
<b>Flex. Tornozelo (°)</b>	3,890	0,062	0,156	4,036	0,058	0,161	1,046	0,318	0,047
<b>Ângulo de Fase (°)</b>	0,338	0,568	0,017	18,750	0,000	0,497	0,021	0,887	0,001
<b>CMJ Altura (cm)</b>	0,384	0,542	0,018	25,417	0,000	0,548	1,383	0,253	0,062
<b>CMJ Pot. Rel. (w.kg<sup>-1</sup>)</b>	0,679	0,419	0,031	13,325	0,001	0,388	0,178	0,677	0,008
<b>SJ Altura (cm)</b>	1,608	0,219	0,071	9,600	0,005	0,314	0,177	0,678	0,008
<b>SJ Pot. Rel. (w.kg<sup>-1</sup>)</b>	1,669	0,210	0,074	3,327	0,082	0,137	0,706	0,410	0,033
<b>DJ30cm T. Cont. (ms<sup>-1</sup>)</b>	4,292	0,051	0,170	5,830	0,025	0,217	0,708	0,410	0,033
<b>DJ30cm Altura (cm)</b>	3,403	0,079	0,139	9,281	0,006	0,306	0,757	0,394	0,035
<b>DJ40cm T. Cont. (ms<sup>-1</sup>)</b>	1,180	0,290	0,053	5,694	0,027	0,213	1,094	0,307	0,050
<b>DJ40cm Altura (cm)</b>	4,268	0,051	0,169	5,639	0,027	0,212	0,040	0,843	0,002
<b>DJ50cm T. Cont. (ms<sup>-1</sup>)</b>	0,014	0,909	0,001	4,599	0,044	0,180	0,194	0,664	0,009
<b>DJ50cm Altura (cm)</b>	5,747	0,026	0,215	5,604	0,028	0,211	0,425	0,522	0,020
<b>DJmáx Salto (cm)</b>	3,253	0,086	0,134	1,891	0,184	0,083	0,163	0,691	0,008
<b>DJmáx Caixote (cm)</b>	0,004	0,950	0,000	0,118	0,735	0,006	0,763	0,392	0,035
<b>EJ Saltos (n)</b>	1,582	0,223	0,073	0,516	0,481	0,025	0,000	0,995	0,000
<b>EJ T. Cont. (ms<sup>-1</sup>)</b>	3,212	0,088	0,138	0,164	0,690	0,008	0,022	0,884	0,001
<b>EJ Altura (cm)</b>	0,427	0,521	0,021	2,760	0,112	0,121	0,076	0,785	0,004
<b>EJ Pot. Rel. (w.kg<sup>-1</sup>)</b>	0,646	0,431	0,031	0,296	0,592	0,015	0,083	0,777	0,004
<b>EJ Freq. Saltos (n.s<sup>-1</sup>)</b>	2,863	0,106	0,125	0,000	0,998	0,000	0,001	0,972	0,000
<b>EJ Vel. Média (m.s<sup>-1</sup>)</b>	0,809	0,379	0,039	1,653	0,213	0,076	0,260	0,615	0,013
<b>T. Cont. 10-km (s)</b>	1,260	0,276	0,062	8,995	0,007	0,321	2,101	0,164	0,100
<b>T. Cont. 12-km (s)</b>	2,001	0,173	0,095	15,202	0,001	0,444	0,351	0,560	0,018
<b>T. Cont. 14-km (s)</b>	0,822	0,376	0,041	13,468	0,002	0,415	9,220	0,007	0,327

(continuação Tabela Anexo 1)

<b>T. Cont. 16-km (s)</b>	0,064	0,803	0,003	5,760	0,027	0,233	1,126	0,302	0,056
<b>T. Cont. 18-km (s)</b>	0,008	0,929	0,000	12,876	0,002	0,404	1,300	0,268	0,064
<b>T. Voo 10-km (s)</b>	1,715	0,206	0,083	3,222	0,089	0,145	1,917	0,182	0,092
<b>T. Voo 12-km (s)</b>	1,927	0,181	0,092	0,787	0,386	0,040	0,225	0,641	0,012
<b>T. Voo 14-km (s)</b>	0,603	0,447	0,031	0,137	0,715	0,007	2,688	0,118	0,124
<b>T. Voo 16-km (s)</b>	0,049	0,828	0,003	0,057	0,813	0,003	0,806	0,380	0,041
<b>T. Voo 18-km (s)</b>	0,005	0,944	0,000	1,186	0,290	0,059	0,277	0,605	0,014
<b>Freq. passada 10-km (Hz)</b>	0,562	0,463	0,029	4,193	0,055	0,181	0,001	0,978	0,000
<b>Freq. passada 12-km (Hz)</b>	0,091	0,766	0,005	7,884	0,011	0,293	0,008	0,928	0,000
<b>Freq. passada 14-km (Hz)</b>	0,001	0,976	0,000	4,351	0,051	0,186	0,198	0,661	0,010
<b>Freq. passada 16-km (Hz)</b>	0,015	0,904	0,001	5,204	0,034	0,215	0,055	0,818	0,003
<b>Freq. passada 18-km (Hz)</b>	0,001	0,973	0,000	14,212	0,001	0,428	0,136	0,717	0,007
<b>Oscil. vertical 10-km (m)</b>	1,402	0,251	0,069	0,036	0,852	0,002	0,427	0,521	0,022
<b>Oscil. vertical 12-km (m)</b>	0,704	0,412	0,036	3,565	0,074	0,158	0,006	0,939	0,000
<b>Oscil. vertical 14-km (m)</b>	0,086	0,773	0,004	3,674	0,070	0,162	0,042	0,841	0,002
<b>Oscil. vertical 16-km (m)</b>	0,000	0,987	0,000	3,479	0,078	0,155	0,022	0,884	0,001
<b>Oscil. vertical 18-km (m)</b>	0,000	0,983	0,000	13,696	0,002	0,419	0,195	0,664	0,010
<b>Força máx. rel. 10-km (BW)</b>	1,824	0,193	0,088	3,723	0,069	0,164	2,276	0,148	0,107
<b>Força máx. rel. 12-km (BW)</b>	2,173	0,157	0,103	2,861	0,107	0,131	0,720	0,407	0,036
<b>Força máx. rel. 14-km (BW)</b>	0,814	0,378	0,041	2,357	0,141	0,110	5,171	0,035	0,214
<b>Força máx. rel. 16-km (BW)</b>	0,102	0,753	0,005	0,628	0,438	0,032	1,896	0,185	0,091
<b>Força máx. rel. 18-km (BW)</b>	0,023	0,882	0,001	0,476	0,499	0,024	1,046	0,319	0,052
<b>Rigidez 10-km (kN.n<sup>-1</sup>)</b>	0,922	0,349	0,046	6,754	0,018	0,262	2,997	0,100	0,136
<b>Rigidez 12-km (kN.n<sup>-1</sup>)</b>	1,593	0,222	0,077	12,263	0,002	0,392	1,548	0,229	0,075
<b>Rigidez 14-km (kN.n<sup>-1</sup>)</b>	0,827	0,375	0,042	9,276	0,007	0,328	5,533	0,030	0,226
<b>Rigidez 16-km (kN.n<sup>-1</sup>)</b>	0,228	0,638	0,012	4,696	0,043	0,198	2,458	0,133	0,115
<b>Rigidez 18-km kN.n<sup>-1</sup>)</b>	0,041	0,843	0,002	8,758	0,008	0,316	1,869	0,188	0,090
<b>ECO (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>	0,071	0,793	0,003	34,055	0,000	0,619	1,676	0,210	0,074
<b>ECO VO2 (L.min<sup>-1</sup>)</b>	0,944	0,342	0,043	41,738	0,000	0,665	1,722	0,204	0,076
<b>ECO FC (bpm)</b>	0,593	0,450	0,027	5,984	0,023	0,222	1,583	0,222	0,070
<b>PCR (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>	0,234	0,633	0,011	53,805	0,000	0,719	0,483	0,495	0,022
<b>PCR (L.min<sup>-1</sup>)</b>	0,371	0,549	0,017	55,383	0,000	0,725	0,196	0,663	0,009
<b>PCR FC (bpm)</b>	1,230	0,280	0,055	8,910	0,007	0,298	0,770	0,390	0,035
<b>TPM VO2max (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>	0,009	0,925	0,000	0,001	0,982	0,000	1,213	0,283	0,055
<b>TPM VO2max (L.min<sup>-1</sup>)</b>	0,436	0,516	0,020	0,019	0,892	0,001	1,186	0,288	0,053
<b>TPM FC (bpm)</b>	0,890	0,356	0,041	0,023	0,881	0,001	1,354	0,258	0,061
<b>10-km inicial (km.h<sup>-1</sup>)</b>	0,031	0,862	0,001	12,609	0,000	0,375	1,245	0,298	0,056
<b>10-km medial (km.h<sup>-1</sup>)</b>	0,000	0,997	0,000	1,908	0,182	0,083	1,197	0,286	0,054

**(continuação Tabela Anexo 1)**

<b>10-km final (km.h<sup>-1</sup>)</b>	0,000	0,996	0,000	1,349	0,259	0,060	3,904	0,061	0,157
<b>Pico vel. 10-km (km.h<sup>-1</sup>)</b>	0,357	0,557	0,017	5,159	0,034	0,197	0,142	0,711	0,007
<b>T. Final 10-km (s)</b>	0,009	0,926	0,000	3,141	0,091	0,130	1,663	0,211	0,073
<b>PSE 10-km inicial (u.a)</b>	0,053	0,820	0,003	2,285	0,146	0,098	0,012	0,912	0,001
<b>PSE 10-km medial (u.a)</b>	1,166	0,292	0,053	0,136	0,716	0,006	0,656	0,427	0,030
<b>PSE 10-km final (u.a)</b>	0,956	0,339	0,044	0,215	0,648	0,010	0,012	0,915	0,001

---

## Anexo 2 – Aprovação no comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Paraná

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Efeitos do treinamento pliométrico e de longa-distância sobre variáveis de desempenho em corredores

**Pesquisador:** Raul Osiecki

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 02487418.8.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.110.652

**Apresentação do Projeto:**

trata-se de resposta as pendências do projeto intitulado "Efeitos do treinamento pliométrico e de longa-distância sobre variáveis de desempenho em corredores", encaminhado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física, sob a coordenação do professor Raul Osiecki tendo como colaborador Danilo Leonel Alves.

**Objetivo da Pesquisa:**

Investigar o efeito concorrente do treinamento pliométrico e de longa-distância em variáveis determinantes do desempenho de corredores fundistas.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Segundo os pesquisadores:

Riscos:

Os riscos para os participantes da amostra previstos são mínimos, tendo em vista que dentre os critérios de inclusão para o estudo, destacam-se a experiência prévia de 6 meses na prática de corrida, a participação em treinamento regular de 3 sessões semanais e não possuir lesões prévias ao início do estudo. Sendo assim, as atividades propostas já são de conhecimento dos participantes e integram suas rotinas de treinamento. Além disso, as coletas serão realizadas pelos responsáveis da pesquisa e analisadas em equipamento específico, permitindo o controle das respostas de cada indivíduo. Em contraponto, a participação no estudo é voluntária e os

participantes têm o direito de interrompê-la a qualquer momento sem quaisquer prejuízos. Adicionalmente, a identidade, os dados pessoais e as informações coletadas serão utilizadas apenas e exclusivamente para os fins deste estudo e não serão

revelados em qualquer hipótese. A posse das informações obtidas na pesquisa, durante toda a sua execução, será de inteira responsabilidade dos pesquisadores responsáveis pelo projeto. Por fim, o projeto não apresenta grandes riscos à amostra, e para tanto não se é necessária à apresentação de planejamentos de indenizações.

Benefícios: Os benefícios encontrados para este estudo serão o estabelecimento das variáveis determinantes do desempenho de corredores de 10-km, bem como o efeito concorrente do treinamento pliométrico e de longa-distância ao longo das semanas de treinamento. Tais resultados permitirão o maior conhecimento das variáveis e sua relação com o desempenho, apresentando novas direções para corredores de longa-distância. Desta forma, o estudo deverá contribuir com a literatura por meio da compilação e elucidação de uma série de variáveis, ampliação as discussões e as propostas ao redor do tema de pesquisa.



UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ -



**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Todas as pendências foram atendidas

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados

**Recomendações:**

não há

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

- É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

\*Em caso de projetos com Coparticipantes que possuam Comitês de Ética, seu TCLE somente será liberado após aprovação destas instituições.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011CONEP/CNS).

Favor agendar a retirada do TCLE pelo telefone 41-3360-7259 ou por e-mail [cometica.saude@ufpr.br](mailto:cometica.saude@ufpr.br), necessário informar o CAAE.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

Emenda – ver modelo de carta em nossa página: [www.cometica.ufpr.br](http://www.cometica.ufpr.br) (obrigatório envio)

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1240247.pdf	05/12/2018 17:56:16		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Check_List_Documental_2018.docx	05/12/2018 17:50:55	Raul Osiecki	Aceito
Parecer Anterior	Cartasimples.docx	05/12/2018 17:47:33	Raul Osiecki	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoConsentimentoLivreEsclarecidoTCLEcorrigido.docx	05/12/2018 17:47:13	Raul Osiecki	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto.pdf	05/12/2018 16:22:19	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TornarPublicoResultados.docx	07/11/2018 16:04:48	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoConfidencialidade.docx	07/11/2018 16:04:17	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TermoCompromissolnicioPesquisa.docx	07/11/2018 16:04:10	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	ResponsabilidadeProjeto.docx	07/11/2018 16:04:01	Raul Osiecki	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_pesquisa.docx	07/11/2018 16:03:55	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	OficioPesquisadorCEP.pdf	07/11/2018 16:03:28	Raul Osiecki	Aceito

Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoUsoEspecifico.docx	07/11/2018 16:03:17	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	TermoGuardaMaterialBiologico.docx	07/11/2018 16:03:04	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ConcordanciaServicosEnvolvidos.docx	07/11/2018 16:02:44	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	AprovacaoProjeto.pdf	07/11/2018 16:02:17	Raul Osiecki	Aceito
Declaração de Pesquisadores	AnaliseMeritoCientifico.docx	07/11/2018 16:01:10	Raul Osiecki	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 10 de Janeiro de 2019

---

**Assinado por:**  
**IDA CRISTINA GUBERT**  
**(Coordenador(a))**