



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITO AGUDO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
AQUECIMENTO NO DESEMPENHO DAS CORRIDAS DE  
MÉDIA E LONGA DISTÂNCIA

Micael Deivison de Jesus Alves

São Cristóvão-SE  
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITO AGUDO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE  
AQUECIMENTO NO DESEMPENHO DAS CORRIDAS DE  
MÉDIA E LONGA DISTÂNCIA

Micael Deivison de Jesus Alves

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Fabrício de Souza  
Coorientador: Prof. Dr. João Henrique Gomes

São Cristóvão-SE  
2023

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

A474e Alves, Micael Deivison de Jesus  
Efeito agudo de diferentes estratégias de aquecimento no desempenho das corridas de média e longa distância / Micael Deivison de Jesus Alves ; orientador Raphael Fabrício de Souza. – São Cristóvão, SE, 2023.  
102 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Educação física. 2. Corridas (Atletismo). 3. Exercícios de aquecimento. 4. Atletas - Performance. I. Souza, Raphael Fabrício de, orient. II. Título.

CDU 796.422.14/.16

Dedico este trabalho à minha vó (*in memoriam* - Jovita Maria de Jesus), minha mãe e minha noiva. Vocês são minha base.

## AGRADECIMENTOS

Iniciarei pelo final, pois a linha de chegada para obtenção do título de mestre foi extremamente desgastante, mas fundamental para consolidação da minha trajetória no mestrado.

Para isso, contei com a ajuda de Deus, me abençoando todos os dias com saúde para alcançar meus objetivos.

À Ele agradeço por colocar um anjo em formato de ser humano na terra, também conhecida como minha noiva. Day, obrigado por ser minha fonte inesgotável dos melhores sentimentos, os quais me substanciaram nesse processo. Sou capaz de construir uma dissertação de agradecimentos de tudo que vivemos nesse período, mas por hora, o mais singelo muito obrigado por tudo, como forma de gratidão por você ser a melhor companheira de vida.

À minha mãe, que viu metade desse percurso de perto. Minha rainha, a senhora, é minha fonte de inspiração e sou grato por tudo que fez e faz por mim.

Ao meu orientador muito obrigado por ser um profissional/humano, que um dia eu quero me tornar. Saiba professor, que o senhor é exemplo de vida para muita gente, e sou grato por receber direcionamentos de alguém tão gigante da educação física.

À minha família, família da minha noiva e amigos, os quais sempre estiveram do meu lado e felizes com as minhas conquistas.

Agradeço a minha dupla de mestrado, o colega de alto nível, e necessário para uma trajetória de sucesso dentro de um programa de mestrado.

Ao meu grupo de pesquisa Clube de Corrida UFS, vocês foram essenciais para esse produto final.

Aos corredores que participaram do estudo, sem vocês nada disso seria possível.

Por fim, mas não menos importante, ao corpo docente do programa (PPGEF), sempre me orgulho em falar em todos os lugares que sou egresso da UFS, visto que, a qualidade dos professores do departamento de educação física é admirável.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES), pelo auxílio financeiro durante o primeiro ano.

**“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda.”**

(Mario Sergio Cortella)

## RESUMO

**Introdução:** A influência do aquecimento como estratégia ergogênica tem sido amplamente estudada. No entanto, os efeitos da intensidade e dos diferentes protocolos aplicados em corredores de média e longa distância ainda permanecem inconclusivos. **Objetivo:** Verificar o efeito agudo do aquecimento ativo no desempenho das corridas de média e longa distância. **Métodos:** O estudo foi realizado com duas investigações: **1)** A Revisão sistemática foi realizada nas bases de dados PubMed, SPORTDiscus, Scopus e Web of Science. Foram incluídos, estudos que investigaram possíveis efeitos agudos do aquecimento no desempenho do teste de exaustão (TE) ou contrarrelógio (CR) em corredores de média e longa distância. **2)** Estudo cruzado randomizado com a participação de treze corredores de média e longa distância ( $34 \pm 10$  anos,  $62 \pm 6$  kg, distância no Teste de Cooper  $3311 \pm 245$  metros). Os atletas realizaram duas corridas CR de 5000 m, precedido por duas condições de aquecimento, separadas por 72 horas de recuperação. Um aquecimento padrão composto por uma corrida contínua de 500 m (70% do Teste de Cooper), seguido pelos protocolos de aquecimento: alta intensidade:  $3 \times 250$  m (100% do Teste de Cooper) ou baixa intensidade:  $3 \times 250$  m (70% do Teste de Cooper). Foram aplicados os testes de Countermovement Jump (CMJ), percepção de esforço (PE), concentração de lactato sanguíneo (LAC), e quantificado o desempenho no CR de 5000 m. O Teste T para amostras dependentes foi utilizado para comparar o tempo final no CR, PE e carga interna da sessão (CIS). Em seguida, a análise de medidas repetidas de duas vias (ANOVA), foi realizada para verificar o efeito do tempo e da condição, seguido do post hoc de Bonferroni. **Resultados: 1)** A revisão sistemática contou com 31 estudos incluídos. Em 42% dos estudos houve melhora e em 12% efeitos prejudiciais no desempenho. Os protocolos efetivos no desempenho, foram caracterizados por combinar corridas contínuas e/ou *sprints* de moderada a alta intensidade, e adicionarem *drop jump*, exercícios de mobilidade, alongamento estático ou respiração, coletes com peso ou de resfriamento ou pacote para coxa de resfriamento. Por outro lado, os protocolos isolados de alongamento estático foram os mais prejudiciais ao rendimento. As corridas  $\geq 3200$  m foram melhoradas entre 1-5,7%, distâncias inferiores tiveram melhorias entre 1-5,9% e no TE a melhora ocorreu entre 2,9-15,4%. Por outro lado, efeitos prejudiciais no desempenho ocorreu entre 3,3-24,5%. Além disso, o período de transição  $\geq 15$  minutos esteve presente nos protocolos efetivos. **2)** No estudo original, foi observado melhor desempenho no CR 5000 m após aquecimento de alta intensidade quando comparado ao de baixa intensidade ( $1141,4 \pm 110,4$  s vs.  $1147,8 \pm 111,0$  s;  $p = 0,03$ ;  $g$  de Hedges = 0,66). O CMJ apresentou aumento significativo sob o aquecimento de alta intensidade (pré vs. pós aquecimento) ( $p = 0,008$ ). A LAC pós-aquecimento foi maior na condição experimental ( $3,5 \pm 1,0$  vs.  $2,3 \pm 1,0$  mmol/l;  $p = 0,02$ ), resultados semelhantes para PE ( $p = 0,002$ ) e CIS ( $p = 0,03$ ). **Conclusão:** Corridas contínuas e/ou *sprints* de moderada a alta intensidade isoladas ou combinadas com outras estratégias ergogênicas promovem melhora em corridas de média e longa distância. Além disso, o desempenho no CR 5000 m melhorou após um aquecimento estruturado por *sprints* de alta intensidade. O período de transição  $\geq 15$  min apresentou maior efetividade na recuperação e potencialização do rendimento.

**Palavras-chave:** corrida; exercício de aquecimento; performance atlética.

## ABSTRACT

**Introduction:** The influence of warm-up as an ergogenic strategy has been widely studied. However, the effects of intensity and different protocols applied in medium and long-distance runners still remain inconclusive. **Purpose:** To verify the acute effect of active warm-up on middle and long-distance running performance. **Methods:** This study used two investigations: **1)** The systematic review was conducted in PubMed, SPORTDiscus, Scopus and Web of Science databases. Studies were included that investigated possible acute effects of warm-up on exhaustion test (TTE) or time trial (TT) performance in middle- and long-distance runners. **2)** Randomized crossover study with the participation of thirteen long-distance runners ( $34 \pm 10$  years,  $62 \pm 6$  kg, distance in Cooper Test  $3311 \pm 245$  meters). The athletes performed two 5000 m time trials, preceded by two warm-up conditions, separated by 72 hours of recovery. A standard warm-up of 500 m continuous run (70% of the Cooper Test), followed by two warm-up protocols: high intensity:  $3 \times 250$  m (100% of the Cooper Test) or low intensity:  $3 \times 250$  m (70% of the Cooper Test). Countermovement Jump (CMJ), rating of perceived exertion (RPE), blood lactate concentration (BLa) tests were applied, and running performance in the 5000 m TT was quantified. The T-test for dependent samples was used to compare the final time in TT, RPE, and internal session load (ILS). Then, two-way repeated measures analysis (ANOVA), was performed to check the effect of time and condition, followed by Bonferroni post hoc. **Results: 1)** The systematic review included 31 studies. In 42% of the studies there was improvement and in 12% detrimental effects on performance. The protocols effective on performance were characterized by combining continuous running and/or moderate to high intensity sprints, and adding drop jump, mobility exercises, static stretching or breathing, weighted or cooling vests, or thigh cooling packs. On the other hand, isolated static stretching protocols were the most detrimental to performance. Running distances  $\geq 3200$  m was improved between 1-5.7%, shorter distances had improvements between 1-5.9%, and in TE the improvement was between 2.9-15.4%. However, detrimental effects on performance occurred between 3.3-24.5%. Furthermore, transition period  $\geq 15$  min was present in the effective protocols. **2)** In the original study, better performance was observed in the 5000 m CR after high intensity warm-up when compared to low intensity warm-up ( $1141.4 \pm 110.4$  s vs.  $1147.8 \pm 111.0$  s;  $p = 0.03$ ; Hedges'  $g = 0.66$ ). CMJ was improved after the high intensity warm-up (pre vs. post warm-up) ( $p = 0.008$ ). Post-warm-up BLa was higher in the experimental condition ( $3.5 \pm 1.0$  vs.  $2.3 \pm 1.0$  mmol/l;  $p = 0.02$ ), similar results for RPE ( $p = 0.002$ ) and ILS ( $p = 0.03$ ). **Conclusion:** Continuous running and/or sprints of moderate to high intensity alone or combined with other ergogenic strategies promote improvement in middle- and long-distance running. We evidenced that performance in the 5000 m TT improved after a warm-up structured by high-intensity sprints. The transition period  $\geq 15$  min showed greater effectiveness in recovery and performance enhancement.

**Keywords:** athletic performance; running; warm-up exercise.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
Referências .....	17
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1 Objetivo geral .....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
<b>3 CAPÍTULO (ESTUDO) I.....</b>	<b>24</b>
Resumo.....	25
Introdução .....	26
Métodos .....	27
Resultados .....	29
Discussão .....	44
Conclusão .....	51
Referências.....	52
<b>4 CAPÍTULO (ESTUDO) II.....</b>	<b>58</b>
Abstract.....	59
Introduction .....	60
Methods .....	61
Results .....	65
Discussion.....	70
Conclusion .....	73
References.....	75
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>80</b>
5.1 Limitações .....	82
5.2 Implicações práticas e sugestões.....	83
Referências .....	84
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>86</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>87</b>
Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	88
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>
Anexo 1: Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO (ESTUDO) I

<b>Figura 1.</b> Processo de triagem para seleção dos estudos.....	30
<b>Figura 2.</b> Julgamentos sobre cada item de risco de viés para cada estudo incluído. .....	43
<b>Figura 3.</b> Risco de viés apresentado como porcentagem em todos os estudos incluídos. A cor verde indica baixo risco, a cor branca indica risco pouco claro e a cor vermelha indica alto risco. ....	44

### CAPÍTULO (ESTUDO) II

<b>Figure 1.</b> Study design. <b>A)</b> Experimental design. <b>B)</b> Experimental design of the time trial .....	63
<b>Figure 2. A)</b> time trial (mean $\pm$ standard deviation) in HIWU and LIWU conditions.. <b>B)</b> Average time per subject for completion of the time trial (seconds). ....	66
<b>Figure 3. A)</b> Average running speed (km/h) in the 13 partials (mean $\pm$ standard deviation). <b>B)</b> Delta of the average times in seconds in the 13 split times (HIWU vs. LIWU) .....	67
<b>Figure 4.</b> Values in mean $\pm$ standard deviation of the performance in the CMJ, in the moments: pre, post warm-up and post time trial of 5000 m in the two conditions: HIWU and LIWU.....	68
<b>Figure 5.</b> Comparisons of changes in blood lactate accumulation between the two conditions (HIWU and LIWU), at the times: post warm-up and post time trial .....	69
<b>Figure 6. A)</b> Rating of perceived exertion at post-warm-up. <b>B)</b> Rating of perceived exertion at post 1000 m, 2200 m, 3000 m, 4200 m and 5000 m. <b>C)</b> Internal load of the session in the post-warm-up moment. <b>D)</b> Internal load of the session at the moment post time trial. A.U. = Arbitrary Unit; * $p < 0.05$ vs. LIWU. ....	70

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO (ESTUDO) I

<b>Tabela 1.</b> Características dos resultados, participantes e das estratégias de aquecimento e preparação dos estudos que investigaram o efeito agudo das estratégias de aquecimento no desempenho em corredores de média e longa distância. ....	32
<b>Tabela 2.</b> Direção das estratégias de aquecimento ou preparação utilizadas no desempenho dos estudos incluídos. ....	40

### CAPÍTULO (ESTUDO) II

<b>Table 1.</b> Sample characterization.....	65
--	----

**LISTA DE SIGLAS**

<b>5RM</b>	5 Repetições máximas
<b>AA</b>	Alongamento Ativo
<b>AD</b>	Alongamento Dinâmico
<b>AE</b>	Alongamento Estático
<b>AR</b>	<i>Active Recovery</i>
<b>ATP</b>	Adenosina Trifosfato
<b>LAC</b>	Concentração de Lactato Sanguíneo
<b>CA</b>	Caminhada
<b>CAL</b>	Caminhada Lenta
<b>CC</b>	Corrida Contínua
<b>CMJ</b>	<i>Counter Movement Jump</i>
<b>CP</b>	Colete Pesado
<b>CR</b>	Contrarrelógio
<b>CRe</b>	Colete de resfriamento
<b>DeJ</b>	<i>Depth Jump</i>
<b>DJ</b>	<i>Drop Jumps</i>
<b>EA</b>	Exercício de Alongamento
<b>EC</b>	Educativos de Corrida
<b>EFP</b>	Exercícios de Força e Pliometria
<b>EM</b>	Exercícios de Mobilidade
<b>EMR</b>	Exercício Muscular Respiratório
<b>HIWU</b>	<i>High-Intensity Warm Up</i>
<b>IE</b>	Intervenção Experimental
<b>ILS</b>	<i>Internal Load of the Session</i>
<b>LIWU</b>	<i>Low-Intensity Warm Up</i>
<b>LL</b>	Limiar de Lactato
<b>MRE</b>	Massagem com Rolo de Espuma
<b>MV</b>	Máxima Velocidade
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio

<b>OBLA</b>	<i>Onset of Blood Lactate Accumulation</i>
<b>PACE</b>	<i>Running Pace</i>
<b>PC</b>	Peso Corporal
<b>PCI</b>	Pré-Condicionamento Isquêmico
<b>PCR</b>	Pacotes para Coxa de Resfriamento
<b>PE</b>	Percepção de esforço
<b>PPA</b>	Potencial Pós-Ativação
<b>PR</b>	<i>Passive Recovery</i>
<b>PR</b>	Próprio Ritmo
<b>PT</b>	Período de transição
<b>RP</b>	Ritmo de Prova
<b>RPE</b>	<i>Rating of Perceived Exertion</i>
<b>SC</b>	Sem Carga
<b>SP</b>	<i>Sprints</i>
<b>SQ</b>	Sentados e Quietos
<b>TE</b>	Teste de Exaustão
<b>TT</b>	<i>Time Trial</i>
<b>VO<sub>2</sub></b>	Consumo de Oxigênio
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Consumo Máximo de Oxigênio

## 1 INTRODUÇÃO

A Ciência dos Esportes categoriza as estratégias para o desenvolvimento de performance pelos agentes ergogênicos nutricionais (1), farmacológicos (2), psicológicos (3–5) e fisiológicos (6,7). O aquecimento por exemplo, é caracterizado por exercícios preparatórios realizados previamente à sessão de treinamento ou competição, podendo apresentar respostas fisiológicas significativas capazes de influenciar o desempenho no treino ou competição (8–10)

O aquecimento pode ser dividido em duas categorias: ativo e passivo (11–15). O aquecimento passivo é caracterizado principalmente por envolver um aumento ou manutenção da temperatura central ou periférica, sendo realizado por meio externo, como imersão em água quente, saunas, diatermia, vestimenta de aquecimento externo, jaquetas de sobrevivência a nevasca, entre outros (12,16). As estratégias de aquecimento se caracterizam por manter os benefícios relacionados com a elevação da temperatura corporal. Por outro lado, o aquecimento ativo envolve a mudança do estado de repouso relativo ao estado de trabalho, através de exercícios preparatórios desenvolvidos para aumentar a temperatura muscular, desencadeando aumento no fluxo sanguíneo e, por conseguinte, respostas metabólicas melhorada, como renovação do trifosfato de adenosina, na taxa de ciclagem da ponte cruzada do músculo e na cinética de consumo de oxigênio (13,17). Além disso, o aquecimento ativo está relacionado com a melhora da função muscular e ao maior consumo de oxigênio e estratégia potencial pós-ativação (PPA) (14).

No contexto das corridas, o aquecimento ativo é componente fundamental da preparação dos corredores independentemente da sua prova, seja ela de velocidade (100-400 m), média (800-1500 m) ou longa distância ( $\geq 5000$  m). McGowan *et al.* (17) verificaram os efeitos de diversos protocolos de aquecimento no desempenho em *sprints* curtos (20-60 m) e uma prova de média distância (800 m). Nessa revisão, foram identificados dez artigos envolvendo a temática, destes, oito apontaram melhora na performance após realização do aquecimento. Após análises dos efeitos potenciais através das estruturas dos

aquecimentos, os autores elaboraram os principais pontos chave na elaboração dos aquecimentos para corredores das provas de velocidade.

O estudo de Watterdal (18) demonstrou que um aquecimento estruturado por 5x40 m de intensidade alta (90-95%  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) pode melhorar a fase final da corrida de 60 m (50-60 m), em comparação com a condição controle (1x40 m). Avaliando uma distância superior. Enquanto, Ingham *et al.* (19) demonstraram melhora na performance dos 800 m, após adotarem um *sprint* de 200 m ao final do aquecimento em ritmo de prova (RP) (800 m), em comparação ao protocolo que apenas utilizou *sprints* com a mesma distância. Esses resultados, sugerem uma relação dose-dependente entre o protocolo de aquecimento e o desempenho, visto que o desempenho foi melhorado após intervenções com maior carga (20). Neste contexto, Paris *et al.* (21) demonstraram que a melhora da performance dos 1600 m, após aquecimentos em diferentes intensidades e protocolos envolvendo *sprints* ou corrida contínua em RP (1600 m) esteve correlacionado com níveis de concentração de lactato sanguíneo (LAC) 2,0-4,9 mmol/L. Esses resultados sugerem que o aumento da LAC provocados pelos aquecimentos de alta intensidade, pode beneficiar a melhora da perfusão muscular e, por conseguinte, maior aporte de oxigênio ( $O_2$ ) para musculatura (12).

Nesta perspectiva, a cinética do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) pode desempenhar papel importante na melhora da performance (22). Ao realizar o aquecimento de alta e moderada intensidade o atleta pode se beneficiar na atividade subsequente, com aumento do volume de  $O_2$  e redução do componente lento do  $VO_2$  (8,23).

O componente lento do  $VO_2$  é apontado como desencadeador da deficiência muscular, o que pode ocorrer pelo acúmulo de metabólitos e catecolaminas e, por conseguinte, aumento na fadiga muscular (24). No entanto, atividades previamente ao desempenho de alta intensidade podem diminuir ou retardar a manifestação do componente lento do  $VO_2$  (25). Esses fatores podem favorecer a sustentação do pico do esforço físico por maior período de tempo (22), característica inerente as corridas de média e longa distância.

Entretanto, a aplicação de um aquecimento de alta ou moderada intensidade pode desencadear desarranjos metabólicos prejudiciais para musculatura exercitada (22,26). Desta forma, faz-se necessário o monitoramento das cargas empregadas durante o aquecimento. Dentre as estratégias para aplicação e monitoramento das intensidades prescritas nos aquecimentos de corredores de média e longa distância, os estudos adotam os níveis de consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ máx) (27), LAC (21), RP (19) e a percepção de esforço (PE) (28,29).

Outra variável intimamente ligada a carga do aquecimento, é o período de transição (PT), isto é, tempo entre o final do aquecimento e o início da atividade principal. O objetivo principal está em preservar os efeitos do exercício prévio na cinética do  $VO_2$  e fornecer tempo suficiente para a uma recuperação ótima. Estudos recentes indicam a utilização de  $PT \geq 15$  min para corredores de média e longa distância, quando submetidos a protocolos de alta e moderada intensidade envolvendo corridas contínuas (60% a 90% do  $VO_2$ máx) e/ou *sprints* em RP (800-1600 m), por tempo (6-30 s), distância (50-200 m) e repetições de 2-6x, obtiveram melhora na performance entre 1-9,5% (19,21,27). Além disso, outros protocolos combinando a estrutura supracitada com roupa de resfriamento (30) ou colete pesado (20% do peso corporal) (31) promoveram melhora na performance de 1,1 e 2,9%, respectivamente. Em contraste, a maioria dos estudos que adotaram o  $PT < 15$  min, tiveram resultados triviais ou deletérios na performance (28,32–39).

Adicionalmente, diversos estudos investigaram a utilização de exercícios balísticos precedendo a avaliação da performance nas corridas de média e longa distância (40). Recentemente, estudos comprovaram a efetividade dessa estratégia em CR de 1000 m e 5000 m, melhorando o desempenho em 1,8% (29) e 3,6% (41), respectivamente. Esses resultados apoiaram-se no aumento da produção da força muscular e na taxa de desenvolvimento de força oriundos de poder contrátil da musculatura (42,43).

Ademais, outras formas de intervenções experimentais envolvendo exercício de respiração ou roupa de resfriamento combinado com protocolos de aquecimentos tradicionais (corrida contínua + *sprints* + exercícios de mobilidade

e alongamento) provocaram melhora no desempenho dos corredores média e longa distância. Barnes e Ludge (44) evidenciaram melhora no rendimento dos corredores em 3,4%, quando adotaram técnicas de respiração durante o aquecimento. Os autores apoiaram-se em mecanismos relacionados a redução da dispneia e, por conseguinte melhora na tolerância da corrida. O estudo de Randall *et al.* (45) demonstrou melhor eficiência (5,7%) na corrida 5000 m, em ambiente quente e úmido ( $32,2 \pm 0,8^\circ \text{C}$ ;  $48,6 \pm 6,7\%$  de umidade relativa) após pré-resfriamento na coxa, esse resultado pode ser sustentado pelo efeito protetor do resfriamento frente a uma hipertermia desencadeada pelo exercício de aquecimento e a temperatura externa (22).

Estabelecido que o aquecimento provoca melhora nas corridas de média e longa distância, apoiando-se nos principais mecanismos envolvidos, como lactato, função neuromuscular e cinética do  $\text{VO}_2$ , algumas lacunas precisam ser elucidadas. Resumidamente, as análises de intervenções experimentais envolvendo combinações de corridas contínuas e/ou *sprints* de alta intensidade no desempenho de provas com distâncias  $>1600$  m são ainda necessárias. Além disso, melhor entendimento acerca das características dos protocolos de aquecimento, como tipo, composição, intensidade e volume. Para além disso, compreensão sobre o adequado PT.

## Referências

1. López-Torres O, Rodríguez-Longobardo C, Capel-Escoriza R, Fernández-Elías VE. Ergogenic Aids to Improve Physical Performance in Female Athletes: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Nutrients* [Internet]. 2022 Dec 24;15(1):81. <https://doi.org/10.3390/nu15010081> PMID: 36615738
2. Imperatrice M, Cuijpers I, Troost FJ, Sthijns MMJPE. Hesperidin Functions as an Ergogenic Aid by Increasing Endothelial Function and Decreasing Exercise-Induced Oxidative Stress and Inflammation, Thereby Contributing to Improved Exercise Performance. *Nutrients* [Internet]. 2022 Jul 19;14(14):2955. <https://doi.org/10.3390/nu14142955> PMID: 35889917
3. Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sport Med* [Internet]. 2017 Aug 2;47(8):1569–88. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0>
4. Terry PC, Karageorghis CI, Curran ML, Martin O V., Parsons-Smith RL. Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review. *Psychol Bull* [Internet]. 2020 Feb;146(2):91–117. <https://doi.org/10.1037/bul0000216>
5. Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, Obeid-Freitas T, Ferreira TN, Succi JE, Silva AC, et al. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does Not Surpass Placebo. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(1):124–32. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001088> PMID: 27580156
6. Richard P, Billaut F. Combining Chronic Ischemic Preconditioning and Inspiratory Muscle Warm-Up to Enhance On-Ice Time-Trial Performance in Elite Speed Skaters. *Front Physiol* [Internet]. 2018 Jul 31;9(July):1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01036>
7. Kons RL, Orssatto LBR, Ache-Dias J, De Pauw K, Meeusen R, Trajano GS, et al. Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. *Sport Med - Open* [Internet]. 2023 Jan 10;9(1):4. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00550-8>
8. Sousa A, Ribeiro J, Sousa M, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Influence of

- Prior Exercise on VO<sub>2</sub> Kinetics Subsequent Exhaustive Rowing Performance. Lucia A, editor. PLoS One [Internet]. 2014 Jan 3;9(1):e84208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084208> PMID: 24404156
9. Cuenca-Fernández F, Boullosa D, López-Belmonte Ó, Gay A, Ruiz-Navarro JJ, Arellano R. Swimming Warm-Up and Beyond: Dryland Protocols and Their Related Mechanisms—A Scoping Review. *Sport Med - Open* [Internet]. 2022 Dec 24;8(1):120. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00514-y>
  10. García-Pinillos F, Lago-Fuentes C, Latorre-Román PA, Pantoja-Vallejo A, Ramirez-Campillo R. Jump-Rope Training: Improved 3-km Time-Trial Performance in Endurance Runners via Enhanced Lower-Limb Reactivity and Foot-Arch Stiffness. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2020 Aug 1;15(7):927–33. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2019-0529>
  11. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Raglin JS, Osborne M, Rattray B. Elite sprint swimming performance is enhanced by completion of additional warm-up activities. *J Sports Sci* [Internet]. 2017 Aug 3;35(15):1493–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1223329> PMID: 27631544
  12. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med*. 2003;33(6):439–54. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005> PMID: 12744717
  13. Bishop D. Warm Up II. *Sport Med* [Internet]. 2003;33(7):483–98. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
  14. Silva LM, Neiva HP, Marques MC, Izquierdo M, Marinho DA. Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. *Sport Med* [Internet]. 2018 Oct 2;48(10):2285–99. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0958-5> PMID: 29968230
  15. Hedrick A. EXERCISE PHYSIOLOGY: Physiological Responses to Warm-Up. *Strength Cond J* [Internet]. 1992;14(5).
  16. Cowper G, Goodall S, Hicks K, Burnie L, Briggs M. The impact of passive heat maintenance strategies between an active warm-up and performance:

- a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2022 Aug 13;14(1):154. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00546-7>
17. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sport Med*. 2015;45(11):1523–46. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x> PMID: 26400696
  18. Watterdal Ø. The impact of warm up intensity and duration on sprint performance. 2013.
  19. Ingham SA, Fudge BW, Pringle JS, Jones AM. Improvement of 800-m running performance with prior high-intensity exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(1):77–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.77> PMID: 22868404
  20. Keesling R, Kavazis AN, Wax B, Miller MW, Vickers B. A Comparison of Three Different Warm-Ups on 800-Meter Running Performance in Elite Division I Track Athletes - A Pilot Study. *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2021;14(6):1400–7. PMID: 35514742
  21. Paris HL, Sinai EC, Leist MA, Crain CM, Keller AM, Malysa W, et al. Warm up intensity influences running performance despite prolonged recovery. *Int J Sports Sci Coach* [Internet]. 2021 Oct 7;16(5):1196–203. <https://doi.org/10.1177/17479541211004248>
  22. Burnley M, Jones AM. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2007 Jun;7(2):63–79. <https://doi.org/10.1080/17461390701456148>
  23. Burnley M, Davison G, Baker JR. Effects of priming exercise on  $\dot{V}O_2$  kinetics and the power-duration relationship. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(11):2171–9. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ff26d> PMID: 21552161
  24. Caritá RAC, Pessôa Filho DM, Barbosa LF, Greco CC. Componente lento da cinética do  $VO_2$ : determinantes fisiológicos e implicações para o desempenho em exercícios aeróbios. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum* [Internet]. 2014 Jan 29;16(2):233–46.

- <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n2p233>
25. Jones AM, Burnley M. Oxygen Uptake Kinetics: An Underappreciated Determinant of Exercise Performance. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2009 Dec;4(4):524–32. <https://doi.org/10.1123/ijsp.4.4.524> PMID: 20029103
  26. Bailey SJ, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Dimenna FJ, Jones AM. Optimizing the “priming” effect: Influence of prior exercise intensity and recovery duration on O<sub>2</sub> uptake kinetics and severe-intensity exercise tolerance. *J Appl Physiol*. 2009;107(6):1743–56. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00810.2009> PMID: 19797685
  27. González-Mohíno F, Martín R, Santos-García D, Fidel P, de Asis Fernandez F, Yustres I, et al. Effects of High-intensity Warm-ups on Running Performance. *Int J Sports Med* [Internet]. 2018 Jun 21;39(06):426–32. <https://doi.org/10.1055/s-0044-102132>
  28. Faelli E, Panasci M, Ferrando V, Bisio A, Filipas L, Ruggeri P, et al. The Effect of Static and Dynamic Stretching during Warm-Up on Running Economy and Perception of Effort in Recreational Endurance Runners. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Aug 8;18(16):8386. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168386> PMID: 34444136
  29. Boullosa D, Abad CCC, Reis VP, Fernandes V, Castilho C, Candido L, et al. Effects of Drop Jumps on 1000-m Performance Time and Pacing in Elite Male and Female Endurance Runners. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2020 Aug 1;15(7):1043–6. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0585>
  30. Arngrímsson SÁ, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* [Internet]. 2004 May;96(5):1867–74. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00979.2003> PMID: 14698992
  31. Barnes KR, Hopkins WG, McGuigan MR, Kilding AE. Warm-up with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2015 Jan;18(1):103–8. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.005> PMID: 24462560

32. Billat VL, Bocquet V, Slawinski J, Laffite L, Demarle A, Chassaing P, et al. Effect of a prior intermittent run at  $v\text{VO}_2\text{max}$  on oxygen kinetics during an all-out severe run in humans. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2000 Sep;40(3):185–94. PMID: 11125760
33. Blagrove RC, Holding KM, Patterson SD, Howatson G, Hayes PR. Efficacy of depth jumps to elicit a post-activation performance enhancement in junior endurance runners. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2019 Feb;22(2):239–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.023> PMID: 30107984
34. Draper SB, Wood DM, Corbett J, James DVB, Potter CR. The Effect of Prior Moderate- and Heavy-Intensity Running on the  $\text{VO}_2$  Response to Exhaustive Severe-Intensity Running. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2006 Dec;1(4):361–74. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.4.361> PMID: 19124893
35. O’Neal EK, Albino RT, Swain JC, Sharp DW, Boy T V., Killen LG. Warm-Up Striding Under Load Does Not Improve 5-Km Time Trial Performance in Collegiate Cross-Country Runners. *Montenegrin J Sport Sci Med* [Internet]. 2020 Mar 1;9(1):73–8. <https://doi.org/10.26773/mjssm.200310>
36. Wittekind AL, Beneke R. Effect of warm-up on run time to exhaustion. *J Sci Med Sport*. 2009;12(4):480–4. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.12.009> PMID: 18550433
37. Takizawa K, Yamaguchi T, Shibata K. Warm-up exercises may not be so important for enhancing submaximal running performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018 May;32(5):1383–90. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001970> PMID: 28475548
38. Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K, Tomabechi N, Samukawa M, Yamanaka M. Effect of General Warm-Up Plus Dynamic Stretching on Endurance Running Performance in Well-Trained Male Runners. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 2019;90(4):527–33. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1630700> PMID: 31393820
39. Zourdos MC, Bazylar CD, Jo E, Khamoui A V., Park BS, Lee SR, et al. Impact of a Submaximal Warm-Up on Endurance Performance in Highly Trained and Competitive Male Runners. *Res Q Exerc Sport*.

- 2017;88(1):114–9. <https://doi.org/10.1080/02701367.2016.1224294> PMID: 27636554
40. Boullosa D, Del Rosso S, Behm DG, Foster C. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2018 May 28;18(5):595–610. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>
41. Low JL, Ahmadi H, Kelly LP, Willardson J, Boullosa D, Behm DG. Prior Band-Resisted Squat Jumps Improves Running and Neuromuscular Performance in Middle-Distance Runners. *J Sports Sci Med* [Internet]. 2019 Jun;18(2):301–15. PMID: 31191101
42. Boullosa D, Del Rosso S, Behm DG, Foster C. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2018 May 28;18(5):595–610. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519> PMID: 29490594
43. Borba D de A, Ferreira-Júnior JB, dos Santos LA, do Carmo MC, Coelho LGM. Efeito da potencialização pós-ativação no Atletismo: Uma revisão sistemática. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2017;19(1):128–38. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2017v19n1p128>
44. Barnes KR, Ludge AR. Inspiratory Muscle Warm-up Improves 3,200-m Running Performance in Distance Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019 Jan 10; Publish Ah(00):1–9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002974>
45. Randall CA, Ross EZ, Maxwell NS. Effect of Practical Precooling on Neuromuscular Function and 5-km Time-Trial Performance in Hot, Humid Conditions Among Well-Trained Male Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015 Jul;29(7):1925–36. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000840>

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Verificar o efeito agudo do aquecimento ativo no desempenho das corridas de média e longa distância.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Analisar e sintetizar os potenciais efeitos das estratégias de aquecimento no desempenho (teste de exaustão (TE) e contrarrelógio (CR)) em corredores de média e longa distâncias (estudo 1)
2. Verificar o efeito agudo do aquecimento de alta intensidade no desempenho do CMJ e 5000 m em corredores treinados (estudo 2).
3. Verificar o efeito agudo do aquecimento de alta intensidade na LAC em corredores treinados (estudo 2).
4. Verificar o efeito agudo do aquecimento de alta intensidade na percepção de esforço em corredores treinados (estudo 2).

### 3 CAPÍTULO (ESTUDO) I

---

*Efeitos das estratégias de aquecimento ou preparação no desempenho em corredores de média e longa distância: uma revisão sistemática*

Manuscrito não submetido

---

## Resumo

**Introdução:** Um fator determinante para o desempenho na corrida é o aquecimento. Este é comumente adotado por corredores de média e longa distância, e estruturado por diferentes estratégias. Entretanto, as estratégias efetivas e suas características sobre composição, intensidade, volume e período de transição permanecem incertas. **Objetivo:** Analisar e sintetizar os potenciais efeitos das estratégias de aquecimento no desempenho (teste de exaustão (TE) e contrarrelógio (CR)) em corredores de média e longa distância. **Métodos:** A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, SPORTDiscus, Scopus e Web of Science. Foram incluídos, estudos que investigaram possíveis efeitos agudos do aquecimento no desempenho do TE ou CR em corredores de média e longa distância, e a ferramenta Cochrane foi utilizada para avaliar o risco de enviesamento. **Resultado:** Um total de 31 estudos incluídos. Em 42% dos estudos houve melhora e em 12% efeitos prejudiciais no desempenho. Os protocolos efetivos no desempenho, foram caracterizados por combinar corridas contínuas e/ou *sprints* de moderada a alta intensidade, e adicionarem *drop jump*, exercícios de mobilidade, alongamento estático ou respiração, coletes com peso ou de resfriamento ou pacote para coxa de resfriamento. Por outro lado, os protocolos isolados de alongamento estático foram os mais prejudiciais ao rendimento. As corridas  $\geq 3200$  m foram melhoradas entre 1-5,7%, distâncias inferiores tiveram melhorias entre 1-5,9% e no TE a melhora ocorreu entre 2,9-15,4%. Por outro lado, efeitos prejudiciais no desempenho ocorreu entre 3,3-24,5%. Além disso, o período de transição  $\geq 15$  min minutos esteve presente nos protocolos efetivos. **Conclusão:** Corridas contínuas e/ou *sprints* de moderada a alta intensidade isoladas ou combinadas com outras estratégias ergogênicas promovem melhora em corridas de média e longa distância. Além disso, o período de transição  $\geq 15$  min apresentou maior efetividade na recuperação e potencialização do rendimento.

**Palavras-chave:** atletismo; performance atlética; exercício de aquecimento.

## Introdução

Estudos recentes indicam que o aquecimento apresenta efeitos positivos no desempenho de corredores (1–3). Essa melhora, pode ser explicada por mudanças fisiológicas, como elevação da temperatura corporal, frequência cardíaca e no fluxo sanguíneo, desencadeando aumento no aporte de oxigênio para musculatura periférica (4) e, por conseguinte, uma melhora na função muscular durante a corrida. Além disso, o aquecimento tem influência positiva no estado de preparação psicológica dos atletas, corroborando para melhora na performance (5).

De modo geral, os protocolos de aquecimento ainda são caracterizados pela sua forma empírica, baseando-se em experiências individuais dos atletas e treinadores (6). Assim, maioria dos corredores adotam exercício de alongamento estático, seguido por corridas contínuas e/ou *sprints* de leve intensidade (7). Em contrapartida, a literatura tem explorado novas estratégias de aquecimento, centradas nos mecanismos potencializadores da eficiência muscular (5).

Neste sentido, os protocolos tradicionais são constantemente comparados a novas estratégias de aquecimento de corridas de média e longa distância. Ingham *et al.* (8) realizaram uma comparação entre o aquecimento tradicional a outro modelo com incremento de intensidade, esses autores identificaram melhora no desempenho de corredores de média distância, bem treinados. Outras intervenções experimentais efetivas para essa população, com diferentes níveis de treinamento (competitivo, recreacionais, treinados, moderadamente treinados), adotaram corridas contínua (1) ou *sprints* de alta intensidade (9), corridas contínuas combinadas e/ou *sprints* combinados com pliometria (2), uso de colete pesado (10), exercícios de respiração (3) ou roupas de resfriamento (11,12).

Adicionalmente, o efeito ergogênico de estratégias isoladas também foram testadas em corredores de média e longa distância, identificado melhora no desempenho de corridas de média e longa distância, após aplicação de pré-condicionamento isquêmico (PCI) (13), alongamento dinâmico (14), ioga e gritos motivacionais (15). Nesta perspectiva, o acervo de estratégias de aquecimento ou preparação assertivas, tem sido ampliada.

Além disso, outro fator importante na construção das estratégias de aquecimento ou preparação, é o período de transição (PT) (16), que consiste no tempo entre o final do aquecimento e o início da atividade principal. Essa variável se torna importante por regular os mecanismos de melhoria do desempenho, como lactato, função neuromuscular e  $VO_2$  (1,4,9).

A identificação de protocolos de aquecimento eficazes e o conhecimento das variáveis críticas inerentes as intervenções dentre as quais estão a composição, intensidade, volume e PT são fundamentais para a aplicação prática no desempenho de corredores de média e longa distância. O presente estudo teve como objetivo sintetizar e analisar os potenciais efeitos das estratégias de aquecimento no desempenho (teste de exaustão (TE) e contrarrelógio (CR)) em corredores de média e longa distância.

## **Métodos**

### *Estratégia de busca*

A presente revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes "Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-analyses" (PRISMA) (17). Inicialmente, foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed, SPORTDiscus, Scopus e Web of Science visando identificar estudos que investigaram possíveis melhoramentos no desempenho de corredores de média e longa distância após estratégias de aquecimento ou preparação. Foram utilizados operadores booleanos (AND/OR) para combinação das estratégias de busca usando os termos: "warm-up", "warm up", "warmup", "exercise warm-up", "priming exercise", "activation", "post-activation potentiation", "PAP" "prior exercise", "performance", "running performance", "running economy", "energy cost", "oxygen uptake", "run", "runners", "running". Não foi atribuída limitação temporal.

### *Crítérios de elegibilidade*

Os artigos foram incluídos ou excluídos adotando os critérios definidos na estratégia PICOS (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design*) (18). As buscas foram limitadas aos estudos originais que envolviam

corridas em ambiente de pista, rua, esteira ou *cross country*. Não houve restrições de idioma e ano de publicação dos artigos. Os critérios de elegibilidade estão apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Critérios de inclusão/exclusão baseados na PICOS.

PICO	Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
População	Corredores de média e longa distância	Praticantes de outras modalidades
Intervenção	Estratégia aquecimento ou preparação	Sem avaliação de performance (TE ou CR)
Comparação	Desempenho após uso de aquecimento ou preparação vs. controle/estrutura tradicional	Ingestão de drogas, suplementos ou bebidas que maximizassem o desempenho
Resultado	Performance na corrida (TE ou CR)	PT >30 minutos
Tipo de estudo	Ensaio clínico experimental controlado, de crossover, contrabalanceado, randomizado e não-randomizado	Desempenho em corridas modificadas (com peso)
		Revisões, teses, dissertações e resumos de conferências

Note. TE: teste de exaustão; CR: teste de contrarrelógio; PT: período de transição

### *Extração de dados*

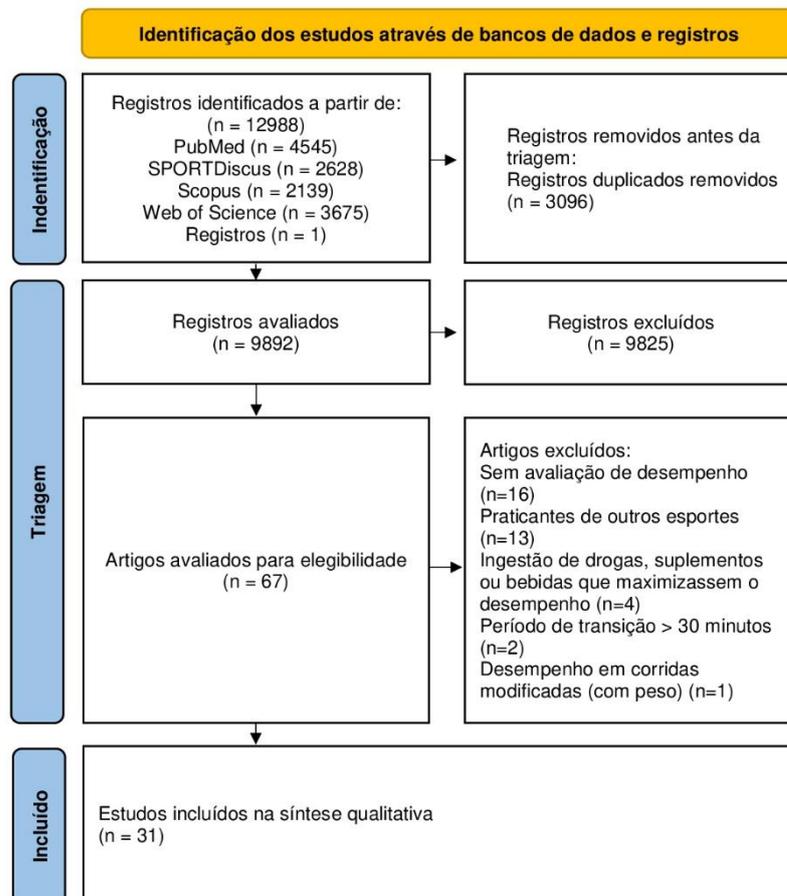
Os resultados da pesquisa foram exportados para o software de gestão bibliográfica on-line Rayyan TM. Após a exclusão das duplicatas, todos os títulos e resumos foram revisados por dois pesquisadores independentes (MD e DS) para determinar a elegibilidade do estudo e possível inclusão na revisão, em caso de discordância um terceiro autor foi consultado para estabelecer consenso (RF). Após essas etapas iniciais, os textos completos foram avaliados e os dados extraídos de forma independente em uma planilha do Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA), que incluiu autor, ano de publicação, título, objetivo, amostra, (n), idade, nível, VO<sub>2</sub>máx, intervenção, volume, intensidade, PT e desfecho.

### *Avaliação do risco de viés*

Foram seguidas as recomendações da Cochrane sobre avaliação do risco de enviesamento. O processo foi realizado por dois autores (MS e LV), e um terceiro autor foi consultado para resolver possíveis diferenças (MD) (19). Os procedimentos foram realizados através do software Review Manager (RevMan5.3), desenvolvido para revisão sistemática, que está disponível para download gratuito (<https://training.cochrane.org/online-learning/core-software-cochrane-reviews/revman/revman-5-download>).

### **Resultados**

Na busca inicial foram encontrados 12.987 artigos e excluídos 3.096 artigos duplicados. Após leitura de título e resumo dos 9.891 artigos restantes, 9.824 foram excluídos por não atenderem os critérios de elegibilidades. Sessenta e sete artigos potencialmente elegíveis foram avaliados. Destes, 30 preencheram os critérios e foram incluídos no presente estudo. Além disso, um artigo foi incluído do registro pessoal do autor. Sendo assim, 31 artigos compuseram a amostra final (**Figura 1**).



**Figura 1.** Processo de triagem para seleção dos estudos.

### Interesse sobre a temática

Estabelecendo uma linha do tempo sobre o interesse de pesquisadores pela temática, foram 17 estudos realizados nos últimos 5 anos(1,2,25–31,3,9,13,20–24). Já o primeiro estudo foi realizado no ano de 2000 (32) (**tabela 1**).

### Características dos corredores

#### *Tipo de corredores*

Dezessete estudos recrutaram exclusivamente corredores de longa distância. Por outro lado, três estudos avaliaram apenas corredores de média distância (3,8,28). Corredores com expertise nas duas corridas foram incluídos

em sete estudos (2,12–15,29,33,34). Por fim, seis estudos classificaram apenas como corredores de *endurance* e o seu nível (**tabela 1**).

#### *Nível dos corredores*

Corredores treinados foram os mais recrutados em grande parte dos estudos incluídos, sendo caracterizados em: altamente treinados (30), bem treinados (8–11,14,26,31), moderadamente treinados (3,31) e treinados (25,27,29,32,34–38). Corredores recreacionais estiveram presentes em cinco estudos (1,21–23,25). Outras classificações foram empregadas aos corredores, como: competitivos (2,9,12), universitários (33) e escolares do ensino médio (15) (**Tabela 1**).

#### *Sexo*

Entre os 469 corredores, um total de 343 foram do sexo masculino. Somente o artigo de Mojock *et al.* (38), contou com uma amostra composta apenas por mulheres, enquanto o estudo de Boullosa *et al.* (2), apresentou os resultados diferentes entre os sexos. Em 19 artigos a amostra foi composta exclusivamente por homens e 11 foram realizados com ambos os sexos (**Tabela 1**).

#### *Idade e nível de VO<sub>2</sub>max*

Os corredores recrutados para os estudos tinham média de idade de 25 anos. Dois estudos apresentaram as médias de idade de 36 anos (22,37), já os corredores mais jovens tiveram médias de idade de 16 (15) e 18 anos (28). A média de idade das mulheres foi de 24 anos, sendo 19 e 30 anos representaram as mais jovens e as mais velhas. Os homens tiveram média de idade de 26 anos, com 18 e 36 anos entre os jovens e mais velhos. Em relação VO<sub>2</sub>máx, os corredores tinham média de 61,6 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, quando estratificados pelo sexo, as médias foram de 64,3 e 54,5 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, com valores máximos 73,3 e 60,8 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> e mínimos 50.1 e 48.4 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, entre os homens e as mulheres, respectivamente (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Características dos resultados, participantes e das estratégias de aquecimento e preparação dos estudos que investigaram o efeito agudo das estratégias de aquecimento no desempenho em corredores de média e longa distância.

<b>Autores</b>	<b>n</b>	<b>Características dos corredores</b>	<b>Idade (anos) / VO<sub>2</sub>máx (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>Intervenções</b>	<b>Período de transição</b>	<b>Principal resultado</b>
Boullosa <i>et al.</i> (2)	20 (10 H e 10 M)	Média e longa distância / C	H: 28 ± 7 / - M: 26 ± 5 / -	IE: 10 min de CC (11-12 PE) + AA + 5 DJ CON: 10 min de CC (11-12 PE) + AA IE <sub>1</sub> : ~9 min - SP de 4x400 m (~85% RP 1600 m)	6 min <sup>a</sup>	↑ CR 1000 m (vs. CON) somente para os homens
Paris <i>et al.</i> (1)	14 (7 H e 7 M)	R	22 ± 1 / 50.3 ± 2.5	IE <sub>2</sub> : ~7 min - CC de 1600 m (~85% RP 1600 m) CON: 5 min de SQ IE <sub>1</sub> : 20 min (gritos motivacionais)	20 min	↑ CR 1600 m (IE <sub>2</sub> vs. CON)
Donohue <i>et al.</i> (15)	90 (49 H e 41 M)	Longa distância / EEM	16 ± 1 / -	IE <sub>2</sub> : 20 min (11 posições básicas de ioga) CON: 20 min (aquecimento típico) IE: ~30 min de EM + 20 min de CC (PR) + ~4 min de 30 × EMR (50% índice próprio) + ~6 min de SP de 6x80 m (RP 1500 m)	Imediatamente <sup>b</sup>	↑ CR 1 milha (IE <sub>1</sub> vs. IE <sub>2</sub> e CON) e (IE <sub>2</sub> vs. CON)
Barnes e Ludge (3)	17 (10 H e 7 M)	Média distância / MT	H: 20 ± 1 / - M: 20 ± 1 / -	<i>Sham</i> : ~30 min de EM + 20 min de CC (PR) + ~4 min de 30 × Sham (3 cmH <sub>2</sub> O) + ~6 min de SP de 6x80 m (RP 1500 m) IE: 4x5 RM Agachamentos com saltos (banda elástica de resistência) CON: 5 min de CA + 8 min de SQ	Imediatamente <sup>c</sup>	↑ CR 3200 m (vs. <i>Sham</i> )
Low <i>et al.</i> (27)	12 H	Longa distância / T	28 ± 1 / 58.0 ± 6.4	CON: 5 min de CA + 8 min de SQ	8 min e Imediatamente <sup>d</sup>	↑ CR 5x1 km (vs. CON)
Randall <i>et al.</i> (11)	8 H	Longa distância / BT	35 ± 4 / 65.5 ± 3.9	IE <sub>1</sub> : 5 min de CC + 10 min de AE + 10 min de CC + 4 SP de 4x30 s – usando CRe (~30 min)	Imediatamente	↑ CR 5000 m (IE <sub>2</sub> vs. CON)

Arngrímsson <i>et al.</i> (12)	17 (9 H e 8 M)	Média e longa distância / C	H: $24 \pm 4 / 66.7 \pm 5.9$ M: $22 \pm 2 / 58.0 \pm 3.2$	IE <sub>2</sub> : 5 min de CC + 10 min de AE + 10 min de CC + 4 SP de 4x30 s - usando PPR (~30 min) CON: 5 min de CC + 10 min de AE + 10 min de CC + 4 SP de 4x30 s (~30 min) IE: 10 min de CC + 10 min de AE + 10 min de CC + SP de 4x20 a 30 s, usando CRe (38 min) CON: 10 min de CC + 10 min de AE + 10 min de CC + 4x20 a 30 s, usando camiseta (38 min)	20 min	↑ CR 5000 m (vs. CON)
Ingham <i>et al.</i> (8)	11 (7 H e 4 M)	Média distância / BT	H: $24 \pm 4 / 70.8 \pm 5.4$ M: $26 \pm 5 / 60.8 \pm 4.3$	IE: SP de 2x50 m + SP de 200 m (RP 800 m) CON: SP de 6x50 m (RP 800 m)	20 min + 5 min <sup>e</sup>	↑ CR 800 m (vs. CON)
Barnes <i>et al.</i> (10)	11 H	Longa distância / BT	$30 \pm 4 / 62.3 \pm 6.1$	IE: SP de 6x10 s, usando CP (20% de PC) CON: SP de 6x10 s	15 min <sup>f</sup>	↑ TE – Velocidade máxima (vs. CON)
Sabino-Carvalho <i>et al.</i> (13)	18 (14 H e 4 M)	Média e longa distância	H: $22 \pm 1 / 66.4 \pm 1.2$ M: $24 \pm 2 / 56.7 \pm 1.8$	IE <sub>1</sub> : PCI (220 mmHg) por 40 min IE <sub>2</sub> : <i>Sham</i> por 40 min CON: posição supina por 40 min	Imediatamente	↑ TE (IE <sub>1</sub> e IE <sub>2</sub> vs. CON)
González-Mohíno <i>et al.</i> (9)	11 H	Longa distância / BT	$25 \pm 4 / 68.1 \pm 4.8$	IE <sub>1</sub> : SP de 9x20 s (105% VO <sub>2</sub> máx; 1% inclinação) IE <sub>2</sub> : SP de 6x6 s (105 % VO <sub>2</sub> máx; 5 % inclinação) CON: 7 min de CC (60% VO <sub>2</sub> máx; 1% inclinação)	18 min <sup>g</sup>	↑ TE (IE <sub>2</sub> vs. CON)
Yamaguchi <i>et al.</i> (14)	7 H	Média e longa distância / BT	$21 \pm 2 / 72.3 \pm 3.7$	IE: ~4 min de AD (MV) CON: 5 min de SQ	Imediatamente	↑ TE (vs. CON)

Lowery <i>et al.</i> (35)	10 H	Longa distância / T	24 ± 5 / 64.9 ± 6.5	IE: 4 min de CC (4.8 km·h <sup>-1</sup> ) com 5% de inclinação + 8 min de AE + 1 min de CC (11.3 km·h <sup>-1</sup> ) com 5% de inclinação CON: 4 min de CC (4.8 km·h <sup>-1</sup> ) 5% incline + 8 min de SQ + 1 min de CC (11.3 km·h <sup>-1</sup> ) com 5% de inclinação	2 min	↓ CR 1 milha (vs. CON)
Wilson <i>et al.</i> (33)	10 H	Média e longa distância / U	25 ± 7 / 63.8 ± 2.8	IE: 16 min de AE (5 exercícios) CON: 16 min de SQ	~2 min <sup>h</sup>	↓ CR 30 min (vs. CON)
Yamaguchi <i>et al.</i> (26)	8 H	Longa distância / BT	20 ± 1 / 71.2 ± 3.3	IE: 15 min de CC (70% VO <sub>2</sub> máx) + ~4 min de AD (MV) CON: 15 min de CC (70% VO <sub>2</sub> máx)	Imediatamente e 5 min	↓ TE (vs. CON)
Billat <i>et al.</i> (32)	8 H	Longa distância / T	34 ± 6 / 59.8 ± 5.4	IE: 20 min de CC (30 s (100% VO <sub>2</sub> máx) e 30 s (50% VO <sub>2</sub> máx)) CON: 20 min de CC (50% VO <sub>2</sub> máx)	15 min e 5 min	↓ TE (vs. CON)
Stannard <i>et al.</i> (39)	8 H	Longa distância	34 ± 7 / 61.5 ± 5.8	IE: 10 min de CC + 10 min de EA + 10 min de CC – usando CRe (30 min) CON: 10 min de CC + 10 min de EA + 10 min de CC – usando camiseta (30 min)	Imediatamente	↔ CR 10000 m
Alves <i>et al.</i> (23)	18 H	Longa distância / R	28 ± 6 / -	IE <sub>1</sub> : 10 min de EC (4 RPE) IE <sub>2</sub> : 10 min de EFP (3 RPE) CON: 10 min de SQ	5 min	↔ CR 20 min
Montoye <i>et al.</i> (25)	12 (7 H e 5 M)	R / T	G: 20 ± 4 / 51.6 ± 4.7 H: 22 ± 6 / 55.4 ± 4.2 M: 19 ± 1 / 48.8 ± 2.8	IE <sub>1</sub> : PCI na coxa (220 mmHg) (30 min) IE <sub>2</sub> : Sham (20 mmHg) (30 min) CON: posição supina (30 min)	5 min <sup>i</sup>	↔ CR 2400 m

Zourdos <i>et al.</i> (30)	16 H	Longa distância / AT	$21 \pm 2 / 69.3 \pm 5.1$	IE: 5 min de SQ + 6 min de CC (2 min: 45%, 55% e 65%) + 2 min de CAL (13 min) CON: 13 min SQ	Imediatamente	↔ CR 30 min
Mojock <i>et al.</i> (38)	12 M	T	$30 \pm 9 / 48.4 \pm 5.1$	IE: 5 min de CA (5.5 km·h <sup>-1</sup> ) e AE (18 min) CON: 15 min de SQ	Imediatamente <sup>j</sup>	↔ CR 30 min
Zourdos <i>et al.</i> (36)	14 H	Longa distância / T	$23 \pm 4 / 63.1 \pm 8.3$	IE: 5 min de CA (3 mph) + AD (15 min) CON: 5 min de CA (3 mph) + 8 min de SQ (15 min)	Imediatamente <sup>k</sup>	↔ CR 30 min
Hunter <i>et al.</i> (21)	14 (11 H e 3 M)	Longa distância / R	$23 \pm 5 / 60.4 \pm 5.7$	IE: 10 min de aquecimento livre + 12.5-min de MRE CON: 10 min de aquecimento livre + 12.5 min de SQ	Imediatamente	↔ CR 30 min (Velocidade de corrida)
Damasce no <i>et al.</i> (37)	11 H	Longa distância / T	$36 \pm 6 / 51.0 \pm 3.0$	IE: 20 min de AE + 10 min de CC (8 km·h <sup>-1</sup> ) CON: 10 min de CC (8 km·h <sup>-1</sup> )	Imediatamente <sup>l</sup>	↔ CR 3000 m
O'Neal <i>et al.</i> (24)	10 H	Longa distância / U	$20 \pm 3 / 61.2 \pm 3.3$	IE: CC de 3,22 km + EM + SP de 4x80 m (usando CP (10% de PC)) CON: CC de 3,22 km + EM + SP de 4x80 m (usando camiseta (SC))	10 min <sup>m</sup>	↔ CR 5000 m
Seeger <i>et al.</i> (31)	12 (2 H e 10 M)	MT a BTA	$31 \pm 6 / -$	IE <sub>1</sub> : PCI (220 mmHg) – previamente a corrida IE <sub>2</sub> : PCI (220 mmHg) – 1h antes da corrida IE <sub>3</sub> : PCI (220 mmHg) – 24h antes da corrida IE <sub>4</sub> : Sham (20 mmHg)	15 min <sup>n</sup>	↔ CR 5000 m
Blagrove <i>et al.</i> (28)	17 H	Média distância	$18 \pm 1 / 70.7 \pm 5.2$	IE: CC de 60% VO <sub>2</sub> máx + 5 min de CC (20%Δ abaixo do LL) + 6 DeJ	10 min	↔ TE

Takizawa <i>et al.</i> (29)	7 H	Média e longa distância / T	21 ± 2 / 73.3 ± 5.4	CON: CC de 60% VO <sub>2</sub> máx + 5 min de CC (20%Δ abaixo do LL) + 6 agachamentos IE <sub>1</sub> : 15 min de CC (60% VO <sub>2</sub> máx) IE <sub>2</sub> : 15 min de CC (70% VO <sub>2</sub> máx) IE <sub>3</sub> : 15 min de CC (80% VO <sub>2</sub> máx) CON: 15 min de SQ	5 min	↔ TE
Wittekind e Beneke (40)	9 H	Longa distância	27 ± 7 / 61.9 ± 3.4	IE <sub>1</sub> : CC e SP (60% e 105% VO <sub>2</sub> máx) IE <sub>2</sub> : CC de (60% VO <sub>2</sub> máx) CON: sem aquecimento	5 min	↔ TE
Faelli <i>et al.</i> (22)	8 H	R	36 ± 11 / 50.1 ± 5.1	IE <sub>1</sub> : 10 min de CC (60–70% VO <sub>2</sub> máx) + 5 min de AE IE <sub>2</sub> : 10 min de CC (60–70% VO <sub>2</sub> máx) + 5 min de AD CON: 15 min de CC (60–70% VO <sub>2</sub> máx) IE: 6 min de CC (90% VO <sub>2</sub> máx) + 6 min recuperação (12 min)	5 min	↔ TE
Draper <i>et al.</i> (34)	10 H	Média e longa distância / T	24 ± 4 / 62.4 ± 5.4	CON: 6 min de CC (50% VO <sub>2</sub> máx) + 6 min recuperação (12 min)	Imediatamente	↔ TE

**Note.** ↑: Melhora significativa; ↓: Diminuição significativa; ↔: Nenhuma mudança significativa; 5RM: 5 Repetições máximas; AA: alongamento ativo; ABT: amador bem treinado; AD: alongamento dinâmico; AE: alongamento estático; AT: altamente treinado; BT: bem treinado; C: Competitivo; CA: caminhada; CAL: caminhada lenta; CC: corrida contínua; CP: colete pesado; CRe: colete de resfriamento; CR: contrarrelógio; DeJ: *depth jump*; DJ: *drop jumps*; EA: exercício de alongamento; EC: educativos de corrida; EEM: estudantes do ensino médio; EFP: exercícios de força e pliometria; EM: exercícios de mobilidade; EMR: exercício muscular respiratório; G: geral; H: homens; IE: intervenção experimental; LL: limiar de lactato; M: mulheres; MT: moderadamente treinado; MRE: massagem com rolo de espuma; MV: máxima velocidade; PC: peso corporal; PCI: pré-condicionalmente isquêmico; PE: percepção de esforço; PCR: pacotes para coxa de resfriamento; PR: próprio ritmo; R: recreacionais; RP: ritmo de prova; SC: sem carga; SP: *sprints*; SQ: sentados e quietos; T: treinado; TE: teste de exaustão; U: universitários. a: após 3 minutos realizaram o teste CMJ e recuperaram por mais 3 minutos; b: os sujeitos ficaram sentados por 5 minutos, seguido por realização de um aquecimento de 5 minutos e finalizado por 5 minutos para alongar a musculatura como preferir; c: realizaram o teste de função muscular inspiratória; d: foi permitido sentar ou caminhar; e: completaram SP de 2x50m; f: completaram uma série de saltos e 5 minutos de corrida submáxima; g: completaram 5 minutos de corrida submáxima (60% de VO<sub>2</sub>máx); h: completaram o teste de sentar e alcançar e a corrida de 60 minutos foi fracionada em uma pré-carga (durante 30 minutos a 65% de seu VO<sub>2</sub>máx) e corrida de desempenho (CR de 30 minutos). Entre a pré-carga e a corrida de desempenho, os participantes foram autorizados a beber água por até 2 minutos; i: completaram 5 minutos de aquecimento livre, o que poderia incluir alongamento, caminhada ou corrida leve; j: completaram o teste de sentar e alcançar, seguido por uma corrida submáxima de 30 minutos (65% VO<sub>2</sub>máx), e descansaram 10 minutos; k: completaram de sentar e alcançar; l: completaram um teste de sentar e alcançar e um salto de queda; m: caminharam ~200 m e

descansaram por 10 minutos antes de seus testes de tempo; n: os sujeitos ficaram sentados por 5 minutos. Posteriormente, os sujeitos realizaram um aquecimento de 5 minutos seguido por outros 5 minutos para alongar alongamento livre.

## **Estratégias de aquecimento e preparação**

### *Exercícios de alongamento*

Os exercícios de alongamento foram os mais utilizados como principal estratégia previamente ao desempenho de corrida. No total, nove estudos utilizaram alongamentos como estratégia de aquecimento, sendo quatro utilizando o alongamento estático (33,35,37,38), três avaliando o alongamento dinâmico (14,26,36) e um avaliando ambos os protocolos (22). Do total, apenas o protocolo utilizado por Yamaguchi *et al.* (14), apresentou melhora no desempenho do CR, enquanto três estudos tiveram impacto negativo no rendimento dos CR de 30 min e 1 milha (33,35) e do TE (26), os demais estudos não tiveram mudanças significantes nos desfechos avaliados (**Tabela 2**).

### *Corridas contínuas*

As corridas contínuas foram a segunda intervenção mais utilizada pelos estudos durante o aquecimento. Do total, seis estudos adotaram tal estratégia (1,29,30,32,34,40). Destes, dois foram capazes de apresentar melhora na performance do TE (32) e o CR de 1600 m (1) (**Tabela 2**).

### *Sprints*

Quatro estudos avaliaram *sprints* como principal intervenção no aquecimento (1,8,9,40). Deste total, dois artigos apresentaram desfechos positivos para o rendimento do TE (9) e CR de 800 m (8), ambos realizados com corredores de média distância (**Tabela 2**).

### *Exercícios de força e pliometria*

Quatro estudos que aplicaram protocolos de aquecimento com exercícios de força e/ou pliometria (2,23,27,28). Destes, Low *et al.* (27) evidenciaram que a combinação dessas duas estratégias acarretou em melhora na performance do CR de 5x1 km e Boulosa *et al.* (2) avaliando somente o uso da pliometria, demonstraram melhora nos resultados do CR de 1000 m (somente entre os homens) (**Tabela 2**).

### *Pré-condicionamento isquêmico (PCI)*

Três estudos adotaram o PCI como estratégia principal na preparação dos corredores (13,25,31). Somente Sabino-Carvalho *et al.* (13) encontraram melhoria do TE, após o uso do PCI e da intervenção simulada (*Sham*) (**Tabela 2**).

### *Roupas com resfriamento*

Roupas de resfriamento usadas durante o aquecimento, estiveram presentes em três estudos (11,12,39). Destes, dois demonstraram melhora do CR de 5000 m, sendo uma intervenção de 30 minutos de aquecimento usando pacotes de resfriamento na coxa (11) e outra com 38 de aquecimento usando colete de resfriamento (12). Enquanto, que a performance do CR de 1000 m não foi afetada, após aquecimento de 30 minutos usando colete de resfriamento (39) (**Tabela 2**).

### *Outras intervenções menos utilizadas*

Seis estudos adotaram diferentes estratégias como principal intervenção durante o aquecimento, incluindo: uso de colete com carga (10,24), massagem com rolo de espuma (21), exercícios de respiração (3), ioga e preparação motivacional (15). Ao analisar a performance após estas intervenções, Barnes e Ludge (3) evidenciaram melhora do CR de 3200 m, após aquecimento com incremento do exercício de respiração, Barnes *et al.*(10) demonstraram maior velocidade máxima do TE, após adotarem a estratégia do colete pesado no aquecimento e Donohue (15) usando exercícios de ioga ou gritos motivacionais, evidenciou melhora do CR de 1 milha (**Tabela 2**).

### **Período de transição**

Os PT foram distintos em grande parte dos estudos incluídos, variando algumas vezes dentro do mesmo estudo, devido ao tipo de estratégia (intensidade e volume) e avaliações realizadas após o protocolo de intervenção. Durante o PT, 13 estudos identificaram que os corredores foram submetidos a testes de sentar e alcançar, função muscular inspiratória, potência de membros inferiores e/ou séries de saltos, corridas submáximas, *sprints* ou caminhada de ~200 m.

Ademais, foi verificado que em 14 estudos não foi realizado o PT (3,11,36–39,13–15,21,26,27,30,34). Desse total, cinco estudos observaram melhora na

performance (3,11,13–15), e apenas Yamaguchi *et al.* (26) demonstraram queda no rendimento (**tabela 1**).

Os PT mais curtos (2-10 minutos) foram observados em 14 estudos. Dois estudos que optaram por PT de 2 minutos, tiveram quedas no rendimento (33,35). Oito estudos executaram PT de 5 minutos, deste total, três estudos aplicaram o PT na condição controle (8,26,32), e a melhora na performance foi evidenciada nos estudos de Billat *et al.* (32) e Yamaguchi *et al.* (26). Os demais estudos aplicaram o mesmo PT para todas as condições, entretanto, não foi observada alteração significativa no rendimento. Os PT de 6 e 8 minutos foram aplicados por dois estudos, com melhora em ambos (2,27). Em dois estudos utilizando PT de 10 minutos, não foram verificadas mudanças significantes no desempenho (24,28) (**Tabela 1**).

PT mais longos (15-20 minutos) foram adotados em sete estudos e em proporção (5/7) foram os mais nas intervenções exitosas na melhora da corrida, sendo PT de 15 minutos realizado por três estudos (10,31,32), evidenciando efeitos benéfico (10) trivial (31) e deletério (32) no desempenho. Por fim, estudos que adotaram PT de 18 minutos (9) (n=1) e de 20 minutos (n=3) (1,8,12), em todos verificou-se melhora na performance (**Tabela 1**).

**Tabela 2.** Direção das estratégias de aquecimento ou preparação utilizadas no desempenho dos estudos incluídos.

<b>Autores</b>	<b>Características dos corredores</b>	<b>Principal aquecimento ou preparação</b>	<b>Resultado</b>
Lowery <i>et al.</i> (35)	Longa distância / T	Alongamento estático	↓ CR 1 milha
Wilson <i>et al.</i> (33)	Média e longa distância / U	Alongamento estático	↓ CR 30 min
Damasceno <i>et al.</i> (37)	Longa distância / T	Alongamento estático	↔ CR 3000 m
Mojock <i>et al.</i> (38)	T	Alongamento estático	↔ CR 30 min
Faelli <i>et al.</i> (22)	R	Alongamento estático ou	↔ TE

		alongamento dinâmico	
Yamaguchi <i>et al.</i> (14)	Média e longa distância / BT	Alongamento dinâmico	↑ TE
Yamaguchi <i>et al.</i> (26)	Longa distância / BT	Alongamento dinâmico	↓ TE
Zourdos <i>et al.</i> (36)	Longa distância / T	Alongamento dinâmico	↔ CR 30 min
Zourdos <i>et al.</i> (30)	Longa distância / AT	Corrida contínua	↔ CR 30 min
Takizawa <i>et al.</i> (29)	Média e longa distância / T	Corrida contínua	↔ TE
Draper <i>et al.</i> (34)	Média e longa distância / T	Corrida contínua	↔ TE
Billat <i>et al.</i> (32)	Longa distância / T	Corrida contínua	↑ TE
Paris <i>et al.</i> (1)	R	Corrida contínua ou <i>sprints</i>	↑ 1600 m CR
Wittekind e Beneke (40)	Longa distância	Corrida contínua ou <i>sprints</i>	↔ TE
Ingham <i>et al.</i> (8)	Média distância / BT	<i>Sprints</i>	↑ CR 800 m
González-Mohíno <i>et al.</i> (9)	Longa distância / BT	<i>Sprints</i>	↑ TE
Low <i>et al.</i> (27)	Longa distância / T	Exercício de força e pliometria	↑ CR 5x1 km
Alves <i>et al.</i> (23)	Longa distância / R	Exercício de força e pliometria ou educativos de corrida	↔ CR 20 min
Blagrove <i>et al.</i> (28)	Média distância	Exercício de força ou pliometria	↔ TE
Boullosa <i>et al.</i> (2)	Média e longa distância / C	Pliometria	↑ CR 1000 m (somente para os homens)
Montoye <i>et al.</i> (25)	R / T	Pré-condicionamento Isquêmico	↔ CR 2400 m
Seeger <i>et al.</i> (31)	MT a BTA	Pré-condicionamento Isquêmico	↔ CR 5000 m

Sabino- Carvalho <i>et al.</i> (13)	Média e longa distância	Pré-condicionamento Isquêmico	↑ TE
Arngrímsson <i>et al.</i> (12)	Média e longa distância / C	Colete de resfriamento	↑ CR 5000 m
Stannard <i>et al.</i> (39)	Longa distância	Colete de resfriamento	↔ CR 10000 m
Randall <i>et al.</i> (11)	Longa distância / BT	Colete ou pacotes para coxa de resfriamento	↑ CR 5000 m
Barnes <i>et al.</i> (10)	Longa distância / BT	Colete pesado	↑ Velocidade máxima - TE
O'Neal <i>et al.</i> (24)	Longa distância / U	Colete pesado	↔ CR 5000 m
Barnes e Ludge (3)	Média distância / MT	Exercício de respiração	↑ CR 3200 m
Donohue <i>et al.</i> (15)	Longa distância / EEM	Gritos motivacionais ou ioga	↑ CR 1 milha
Hunter <i>et al.</i> (21)	Longa distância / R	Massagem com rolo de espuma	↔ 30 min CR - velocidade

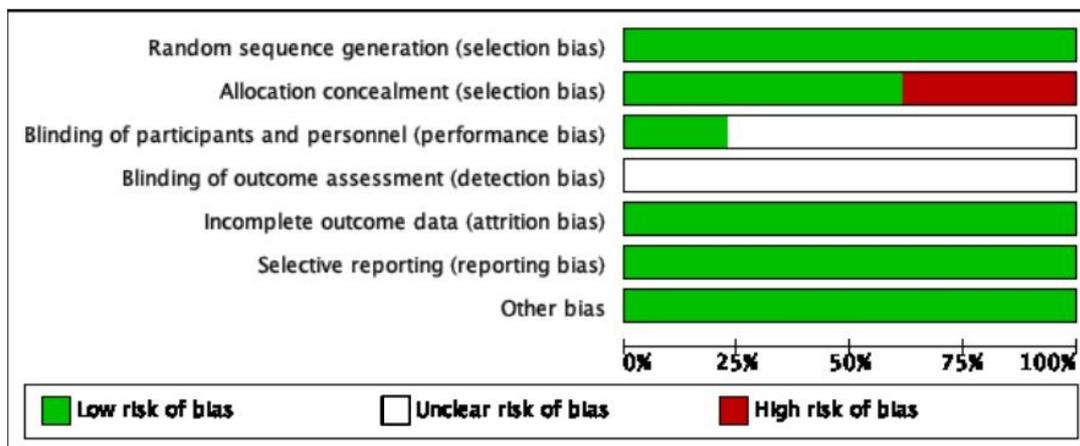
**Note.** ↑: melhora significativa; ↓: diminuição significativa; ↔: nenhuma mudança significativa ABT: amador bem treinado; AT: altamente treinado; BT: bem treinado; C: Competitivo, CR: contrarrelógio; EEM: estudantes do ensino médio; MT: moderadamente treinado; R: recreacionais; T: treinado; TE: teste de exaustão; U: universitários.

### Risco de enviesamento nos artigos incluídos

Todos os estudos tinham um “baixo risco” de enviesamento nas categorias: geração de sequência aleatória, dados de resultados incompletos, relatórios seletivos e outros enviesamentos. Doze estudos identificaram um alto risco de enviesamento na ocultação de alocações. Vinte e quatro estudos tiveram um risco pouco claro para cegamento dos participantes. Todos os estudos mostraram risco pouco claro na avaliação dos resultados cegos (**Figuras 2 e 3**).

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Alves et al.(25)	+	+			+	+	+
Arngrímsson et al.(17)	+	+			+	+	+
Barnes and Ludge,(3)	+	+	+		+	+	+
Barnes et al.(13)	+	+			+	+	+
Billat et al.(32)	+	+			+	+	+
Blagrove et al.(28)	+	+	+		+	+	+
Boukosa et al.(2)	+	+			+	+	+
Damasceno et al.(37)	+	+			+	+	+
Donohue et al.(20)	+	+			+	+	+
Draper et al.(34)	+	+			+	+	+
Faelli et al.(24)	+	+	+		+	+	+
GonzálezMohino et al.(10)	+	+			+	+	+
Hunter et al.(14)	+	+			+	+	+
Ingham et al.(8)	+	+			+	+	+
Lowery et al.(35)	+	+			+	+	+
Low et al.(11)	+	+	+		+	+	+
Mojock et al.(38)	+	+			+	+	+
Montoyo et al.(26)	+	+	+		+	+	+
O'Neal et al.(12)	+	+			+	+	+
Paris et al.(1)	+	+			+	+	+
Randall et al.(15)	+	+			+	+	+
Sabino C al.(18)	+	+			+	+	+
Seeger et al.(30)	+	+	+		+	+	+
Stannard et al.(16)	+	+			+	+	+
Takbzawa et al.(9)	+	+	+		+	+	+
Wilson et al.(33)	+	+			+	+	+
Wittekind-Beneke, 2009	+	+			+	+	+
Yamaguchi et al.(19)	+	+			+	+	+
Yamaguchi et al.(27)	+	+			+	+	+
Zourdos et al.(29)	+	+			+	+	+
Zourdos et al.(36)	+	+			+	+	+

Figura 2. Julgamentos sobre cada ítem de risco de viés para cada estudio incluido.



**Figura 3.** Risco de viés apresentado como porcentagem em todos os estudos incluídos. A cor verde indica baixo risco, a cor branca indica risco pouco claro e a cor vermelha indica alto risco.

## Discussão

A presente revisão sistemática teve como objetivo identificar estudos que analisaram o uso de estratégia de aquecimento e/ou preparação sobre o desempenho em corredores de média e longa distância. Como resultados principais, foi observado melhorias significativas na performance em 42% dos estudos, avaliando diversas intervenções (alongamentos dinâmicos, corridas contínuas, *sprints*, ioga, gritos motivacionais, exercícios de respiração, exercício de força combinado com pliometria, pliometria, roupas de resfriamento, colete pesado, PCI e *Sham*). Por outro lado, 12% dos estudos identificaram redução na performance após intervenções com exercícios de alongamento estático e dinâmico isolados ou combinados com corridas contínuas. Menos da metade dos estudos tiveram resultados semelhantes no rendimento, entre fazer ou não alguma estratégia de aquecimento ou preparação antes da corrida.

Os protocolos que apresentaram melhora no desempenho caracterizados por variarem entre 4 e 60 minutos. A maioria composto por corridas contínuas e/ou *sprints* em RP ou VO<sub>2</sub>máx. Alguns destes protocolos adicionaram 5 *drop jump*, 10 minutos de exercícios de mobilidade ou alongamento estático, colete ou pacote para perna com resfriamento, exercícios de respiração ou colete com 20% do peso corporal, bem como, intervenções isoladas como 40 minutos de PCI ou *Sham* e 20 minutos de exercícios de ioga ou gritos motivacionais.

Os PT foram heterogêneos. Aproximadamente 41% dos estudos não utilizaram PT (3,11,37–39,13–15,21,26,30,34,36) e dos 59% dos estudos que fizeram uso (1,2,25,27–29,31–33,35,40,41,8,42,43,9,10,12,20,22–24), verificou-se uma variação de 6 a 20 minutos na duração. De modo geral, os PT foram estruturados com duas finalidades: proporcionar uma recuperação ótima, estando intimamente ligada a intensidade realizada na parte final do aquecimento (2,9), e com objetivo de aproximação do ambiente competitivo, isto é, o tempo que o corredor leva entre o final do protocolo até a largada da prova(1,8).

Todas essas características resultaram em melhora no desempenho da corrida. Mais especificamente, a melhora no rendimento foi observada em CR de 800 m (8), 1000 m (2), 1600 m (1,15), 3200 m (3) e 5000 m (11,12,27) e TE (9,10,13,14). Mais especificamente, as intervenções que adotaram PT entre 15 e 20 minutos após a realização de corridas contínuas (60% a 90% do  $\text{VO}_2\text{máx}$ ) e/ou *sprints* em RP (800 m e 1500 m), segundos (6 a 30 s) ou distância (50 a 200 m) e volumes 2 a 6x, obtiveram melhora na performance (1,8–10,12,26). Entretanto, quando o PT foi inferior a 15 minutos os resultados foram deletérios ou não obtiveram significância na performance (22,24,26,28–30,32,34,40). Apenas *sprints* estruturados em 6x80 m (RP 1500 m) (3) ou 4x30 s (11) e sem o uso de PT conseguiram melhorias na performance.

### *Corridas de longa distância*

Ao analisarmos os resultados pela distância dos CR, foi identificado que os estudos que obtiveram melhora nos CR de distância  $\geq 3000$  m, tiveram como característica a duração total das sessões variando entre ~15 a ~60 minutos. Em relação aos tipos de atividades, iniciaram com corridas contínuas, seguido por exercícios de mobilidade, e finalizando com *sprints* em alta intensidade. Pacotes inseridos na coxa e colete de resfriamento ou exercícios de respiração foram adicionados à estrutura supracitada, e promoveram melhora de 1,1% (12), 5,7% (11) e 2,8% (3), respectivamente.

Apenas Low *et al.* (27) adotaram uma estrutura de aquecimento diferente dos estudos acima. Os autores apontaram uma melhora na performance de 3,7% no CR de 5000 m, os mesmos aplicaram o aquecimento utilizando apenas exercícios de força, mais especificamente, aplicaram séries de agachamento com

salto usando banda elástica de resistência (4x5RM) vs. condição controle composta por 5 minutos de caminhada, seguido de 8 minutos de repouso. Adicionalmente, este resultado, sugere a aplicação de um protocolo alternativo com maior validade ecológica, visto que não utilizam equipamentos tradicionais da academia. Para além disso, isso demonstra que o protocolo controle de baixa intensidade – comumente realizado pelos corredores de longa distância (7) – é ineficaz para melhora no rendimento. Esses resultados corroboram aos diversos estudos, os quais apontam que o protocolo de atividade prévia apropriado para melhorar o desempenho, necessita promover um aumento da frequência cardíaca, temperatura e absorção de oxigênio, estando intimamente dependente a intensidade do aquecimento (5,44).

#### *Corridas de média distância*

Em distâncias entre 800 m e 1600 m, os protocolos se assimilaram principalmente no tempo de duração  $\leq 20$  minutos e por adotarem em sua estrutura apenas um tipo de estratégia. Entretanto, seus resultados foram restritos para amostras específicas, Donohue *et al.* (15) avaliando adolescentes, evidenciaram que 20 minutos de exercícios de ioga ou gritos motivacionais são capazes de melhorar a performance em 5,9% e 3,3%, respectivamente, quando comparado a 20 minutos do aquecimento tradicional. Corredores recreacionais foram beneficiados em 2,9% no rendimento na corrida, após protocolo de aquecimento usando corrida contínua de 1600 m (RP 1600 m (~85%)), em comparação ao protocolo controle que utilizou apenas repouso por 5 minutos (1). Ademais, Ingham *et al.* (8) e Boullosa *et al.* (2), avaliando corredores competitivos, comprovaram melhora 1% e 1,8%, respectivamente, o primeiro grupo de pesquisa adotou *sprints* (RP 800 m) de alta intensidade vs. baixa intensidade, já o segundo grupo, aplicou corrida contínua (11-12 PE) combinado com exercício pliométrico vs. somente a corrida contínua. Esses achados, evidenciaram que os aquecimentos tradicionais, podem ser reestruturados aplicando maior intensidade e a inclusão da pliometria, quando o objetivo for melhorar o desempenho na corrida.

### *Corredores de média e longa distância submetidos a TE*

As intervenções efetivas previamente aos TE, foram de duração curta (4–10 minutos) e em apenas um estudo o protocolo teve duração de 40 minutos. Além disso, dois estudos adotaram *sprints* de 6×6 s em alta intensidade (105% VO<sub>2</sub>max) (9) ou 6×10 s com incremento de colete com peso (20% do peso corporal) (10), essas intervenções promoveram melhora na performance de 9,5% e 2,9%, respectivamente, quando comparado aos grupos controles constituídos por apenas corrida contínua ou *sprints* sem o uso do colete. As estratégias isoladas com alongamento dinâmico (14), PCI ou *Sham* (13), melhoraram a performance no TE em 15,4%, 12,9% e 12,4%, respectivamente, em relação aos grupos controles (que não realizaram nenhuma atividade). Porém, os resultados com PCI e *Sham* devem ser interpretados com cuidado, pois os resultados entre os PCI e *Sham* foram semelhantes, refutando o efeito ergogênico do protocolo, sugerindo que os impactos positivos na performance, que podem ter ocorrido através de mecanismos neurais (13).

### *Intervenções experimentais prejudiciais ao desempenho*

As intervenções experimentais que foram prejudiciais ao desempenho, tiveram duração entre 13 a 20 minutos. Em três delas a CC foi usada como parte do aquecimento em todas condições avaliadas, com intensidades variadas (4.8 km·h<sup>-1</sup>, 11.3 km·h<sup>-1</sup>, 50% VO<sub>2</sub>max, 70% VO<sub>2</sub>max e/ou 100% VO<sub>2</sub>max), em outras duas intervenções foram adicionados o alongamento estático em sessões de 8 (35) e 16 minutos (33), enquanto as demais intervenções foram compostas por corrida contínua (30 s (100% VO<sub>2</sub>max) e 30 s (50% VO<sub>2</sub>máx)) (32) e a outra com adição de alongamento dinâmico (4 minutos de alongamento dinâmico) (26). Essas intervenções ocorreram previamente a TE (26,32) e nos CR de 30 minutos (33) e 1 milha (35).

Essas intervenções experimentais foram confrontadas por diferentes grupos controles. No estudo de Billat *et al.* (32), o grupo controle, constituído por 20 minutos de corrida contínua (50% VO<sub>2</sub>max), foi capaz de melhorar o rendimento em 24,5% no TE, em detrimento da intervenção experimental composta por 20 minutos de corrida contínua variada, sendo 30 s a 100% VO<sub>2</sub>máx e 30 s a 50% VO<sub>2</sub>máx. Yamaguchi *et al.* (26) encontraram 15,8% de melhora no TE, comparando 15

minutos de corrida contínua a 50%  $VO_{2m\acute{a}x}$  (grupo controle) vs. 15 minutos de corrida contínua a 50%  $VO_{2m\acute{a}x}$  combinada com 4 minutos de alongamento dinâmico (grupo experimental). Esses estudos adotaram intervenções ativas na condição controle, sugerindo que a melhor estratégia a ser seguida pelo os corredores de longa distância. Além disso, esses resultados apontam para duas possibilidades de estratégias mais curtas ou em menor intensidade.

Ademais, dois estudos avaliando os CR de 1 milha e 30 minutos, evidenciaram melhora no rendimento em 7,5% (35) e 3,3% (33), após a realização das condições controle em comparação aos grupos de intervenção, os protocolos foram compostos pela inserção de 8 e 16 minutos de alongamento estático. Esses resultados, sugerem uma possível relação entre a prática desses exercícios durante o aquecimento e a queda do rendimento. Desta forma, se o objetivo da atividade de preparação for o aumento no desempenho na corrida o alongamento estático deve ser evitado (45).

A economia de corrida (EC) também foi avaliada pelos estudos incluídos nesta revisão, essa variável resume alguns dos mecanismos (por exemplo, consumo de oxigênio, ventilação por minuto, gasto de energia, taxa de troca respiratória) aeróbicos para o desempenho de resistência. Um total de 14 estudos avaliaram EC após realização de intervenções de aquecimento ou preparação (3,9,34,36,38,40,10,13,14,22,26,28,29,33). Em quatro estudos foram observados efeitos positivos na EC após protocolos de aquecimento compostos por *sprints* 6x10 s usando colete com 20% do peso corporal (10), 9x20 s (105%  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) ou 6x6 s (105%  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) com 5% de inclinação (9), além disso, a combinação da corrida contínua mais 6 *depth jump* (28) ou 5 minutos de alongamento estático ou dinâmico (22), essas combinações também impactaram positivamente EC. Por outro lado, quando foi usada a combinação da caminhada mais 15 minutos de alongamento dinâmico (36) ou somente o uso isolado do alongamento estático por 16 minutos (33), os efeitos foram negativos na EC.

Ainda que o número de estudos tenha crescido nesses últimos cinco anos, foi verificada algumas limitações entre os estudos desta revisão. Até o presente momento, não se chegou em um consenso sobre uma estratégia ou protocolo ideal para aplicar em corredores de média e longa distância. Devido aos diversos grupos controles (repouso, caminhada, corrida contínua) ou por variarem acerca do volume

e intensidade, o que dificulta a comparação direta e a extensão do efeito entre as estratégias de intervenções. Adicionalmente, a falta de cegamento da alocação dos corredores, se torna uma falha metodológica capaz de enviesar os desfechos, isto é, alguns resultados enveredarem somente por vias neurais (13). Além disso, alguns resultados foram exclusivos para uma população específica e com estrutura única, sem repetições em outros níveis de corredores ou distâncias.

As limitações supracitadas revelam que existem diversos métodos presentes no ambiente de treinamento e competição dos corredores de média e longa distância, variando entre as expertises dos treinadores e novos estudos sobre a temática. No entanto, essas limitações não impossibilitaram alguns agrupamentos e sugestões de protocolos positivos para melhorar o desempenho. Assim como, algumas características presentes em intervenções prejudiciais e triviais na performance, possibilitando agrupamento das principais variáveis inerentes as intervenções como: tipo, composição, intensidade, volume e PT e seu principal impacto no desempenho.

Neste sentido, os próximos estudos podem ser realizados com estrutura semelhantes às dos protocolos exitosos, mas com outras amostras (mulheres e diferentes níveis de corredores), com outros tipos de teste de desempenho. Além disso, readequação dos experimentos que não foram exitosos, buscando modificações nas possíveis variáveis que podem ter impactado negativamente o desempenho, principalmente no uso adequado do PT. Ademais, protocolos com maior validade ecológica, a fim de maior transferência para o ambiente de competição. Por último, inclusão de protocolos de aquecimento ativo mais curtos (<30 minutos) para CR de >3200 m, bem como a padronização do grupo controle.

## **Implicações práticas**

### *Corridas de longa distância*

Corredores de provas de longa distância podem se beneficiar por meio de sessões de aquecimento com duração ~15 a ~60 minutos, composta por corridas contínuas, seguido por exercícios de mobilidade, e finalizadas com *sprints* de alta intensidade. Além disso, os protocolos podem envolver o uso de roupas de resfriamento ou exercícios de respiração, visto que pode reduzir o tempo para

conclusão das corridas entre em 13-85 s. Outro protocolo mais curto (~13 minutos) composto por exercícios de força e pliométrico, pode reduzir até 48 s da corrida.

#### *Corridas de média distância*

Para os corredores de corridas média distância, protocolos de duração  $\leq 20$  minutos e intervenções isolados (vinte minutos de ioga ou gritos motivacionais), visto que podem melhorar o desempenho entre 12,6 a 22,8 s. Além disso, ~7 minutos de corrida contínua (~85% RP 1600 m) pode reduzir até 10,8 s, assim como, *sprints* 2x50 m e 1x200 m (RP 800 m) reduz até 1,2 s. Finalmente, uma corrida contínua (11-12 PE) combinada com exercício pliométrico, pode melhorar o desempenho de corredores do sexo masculino em até 2,9 s.

#### *Corredores de média e longa distância submetidos a TE*

Para o desempenho no TE, os aquecimentos podem ser desenvolvidos entre 4-10 minutos de duração, adotando *sprints* combinado com o uso do colete pesado (20% do peso corporal) visto que pode melhorar a velocidade máxima em 0,6 km/h (2,9%), *sprints* (105% do  $VO_2$ máx) pode produzir melhora de 15,18 s na sustentação do esforço. Além disso, alongamento dinâmico por ~4 minutos, 40 minutos de PCI ou *Sham* melhora o rendimento durante a corrida em 143,3 s, 21,36 s e 20,4 s, respectivamente.

#### *Estratégias que devem ser evitadas*

Algumas intervenções experimentais podem ser evitadas, por impactar negativamente no rendimento dos corredores de média e longa distância. Corridas contínuas em intensidade de 50% a 100% do  $VO_2$ máx, pode provocar queda de 120,6 s no desempenho durante a corrida. Adicionalmente, corridas contínuas (70% do  $VO_2$ máx) com incremento de ~4 minutos de alongamentos dinâmicos pode impactar negativamente o rendimento em 120 s. Por fim, o uso isolado do exercício do alongamento estático por 16 ou 8 minutos combinado com corridas contínuas, podem impactar negativamente a performance. Desta forma, se o objetivo for a melhora no rendimento, o alongamento estático deve ser evitado (45).

## Conclusão

Os protocolos exitosos para melhora de corridas de média e longa distância foram caracterizados por variarem entre curtos, médios e longos, pela combinação de corridas contínuas e/ou *sprints* de intensidades auto selecionada, 60% a 105% do  $VO_2$ máx, RP 800 m a 1600 m ou PE (10-12). Além disso, podem ser combinados com 5 *drop jump*, 10 minutos de exercícios de mobilidade ou alongamento estático, coletes com 20% do peso corporal ou com resfriamento, pacote para coxa com resfriamento, exercícios de respiração. Ademais, estratégias isoladas de preparação previamente a corrida como 20 minutos de exercícios de ioga ou gritos motivacionais ou PCI ou *Sham* por 40 minutos também foram eficazes para melhora da corrida de média e longa distância. Por fim, o uso dos PT  $\geq$  15 minutos são os mais indicados, em detrimento de uma recuperação ótima.

## Referências

1. Paris HL, Sinai EC, Leist MA, Crain CM, Keller AM, Malysa W, et al. Warm up intensity influences running performance despite prolonged recovery. *Int J Sports Sci Coach* [Internet]. 2021 Oct 7;16(5):1196–203. <https://doi.org/10.1177/17479541211004248>
2. Boullosa D, Abad CCC, Reis VP, Fernandes V, Castilho C, Candido L, et al. Effects of Drop Jumps on 1000-m Performance Time and Pacing in Elite Male and Female Endurance Runners. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2020 Aug 1;15(7):1043–6. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2019-0585>
3. Barnes KR, Ludge AR. Inspiratory Muscle Warm-up Improves 3,200-m Running Performance in Distance Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2019 Jan 10; Publish Ah(00):1–9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002974>
4. Burnley M, Jones AM. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2007 Jun;7(2):63–79. <https://doi.org/10.1080/17461390701456148>
5. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sport Med*. 2015;45(11):1523–46. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x> PMID: 26400696
6. Bishop D. Warm Up II. *Sport Med* [Internet]. 2003;33(7):483–98. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
7. García-Pinillos F, Ramírez-Campillo R, Roche-Seruendo LE, Soto-Hermoso VM, Latorre-Román PÁ. How do recreational endurance runners warm-up and cool-down? A descriptive study on the use of continuous runs. *Int J Perform Anal Sport* [Internet]. 2019 Jan 2;19(1):102–9. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1566846>
8. Ingham SA, Fudge BW, Pringle JS, Jones AM. Improvement of 800-m running performance with prior high-intensity exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(1):77–83. <https://doi.org/10.1123/ijssp.8.1.77> PMID: 22868404
9. González-Mohíno F, Martín R, Santos-García D, Fidel P, de Asis Fernandez F, Yustres I, et al. Effects of High-intensity Warm-ups on Running Performance. *Int J Sports Med* [Internet]. 2018 Jun 21;39(06):426–32.

- <https://doi.org/10.1055/s-0044-102132>
10. Barnes KR, Hopkins WG, McGuigan MR, Kilding AE. Warm-up with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2015 Jan;18(1):103–8. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.005> PMID: 24462560
  11. Randall CA, Ross EZ, Maxwell NS. Effect of Practical Precooling on Neuromuscular Function and 5-km Time-Trial Performance in Hot, Humid Conditions Among Well-Trained Male Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015 Jul;29(7):1925–36. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000840>
  12. Arngrímsson SÁ, Pettitt DS, Stueck MG, Jorgensen DK, Cureton KJ. Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. *J Appl Physiol* [Internet]. 2004 May;96(5):1867–74. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00979.2003> PMID: 14698992
  13. Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, Obeid-Freitas T, Ferreira TN, Succi JE, Silva AC, et al. Effect of Ischemic Preconditioning on Endurance Performance Does Not Surpass Placebo. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(1):124–32. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001088> PMID: 27580156
  14. Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K. Acute Effect of Dynamic Stretching on Endurance Running Performance in Well-Trained Male Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015 Nov;29(11):3045–52. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000969>
  15. Donohue B, Miller A, Beisecker M, Houser D, Valdez R, Tiller S, et al. Effects of brief yoga exercises and motivational preparatory interventions in distance runners: results of a controlled trial. *Br J Sports Med* [Internet]. 2006 Jan 1;40(1):60–3; discussion 60-3. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020024> PMID: 16371493
  16. Silva LM, Neiva HP, Marques MC, Izquierdo M, Marinho DA. Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. *Sport Med* [Internet]. 2018 Oct 2;48(10):2285–99. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0958-5> PMID: 29968230
  17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et

- al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2021 Sep;74(9):790–9. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
18. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Serv Res* [Internet]. 2014 Dec 21;14(1):579. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0> PMID: 25413154
  19. Higgins JPT, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* [Internet]. 2011 Oct 18;343(oct18 2):d5928–d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928> PMID: 22008217
  20. Marcello RT, Greer BK, Greer AE. Acute Effects of Plyometric and Resistance Training on Running Economy in Trained Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2017 Sep;31(9):2432–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001705>
  21. Hunter JG, Garcia GL, Ranadive SM, Shim JK, Miller RH. Roller Massage Prior to Running Does Not Affect Gait Mechanics in Well-Trained Runners. *J Sport Rehabil*. 2021;30(8):1178–86. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0055> PMID: 34525452
  22. Faelli E, Panasci M, Ferrando V, Bisio A, Filipas L, Ruggeri P, et al. The Effect of Static and Dynamic Stretching during Warm-Up on Running Economy and Perception of Effort in Recreational Endurance Runners. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Aug 8;18(16):8386. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168386> PMID: 34444136
  23. Alves MD de J, Mendes RR, Santos DFC, De Souza RF, Rica RL, Pereira PE, et al. Diferentes tipos de aquecimento promovem mudanças no desempenho de corredores amadores? *Rev Bras Fisiol do Exercício* [Internet]. 2019 Dec 2;18(3):162–8. <https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i3.3250>
  24. O'Neal EK, Albino RT, Swain JC, Sharp DW, Boy T V., Killen LG. Warm-Up Striding Under Load Does Not Improve 5-Km Time Trial Performance in Collegiate Cross-Country Runners. *Montenegrin J Sport Sci Med* [Internet]. 2020 Mar 1;9(1):73–8. <https://doi.org/10.26773/mjssm.200310>

25. Montoye AHK, Mitchinson CJ, Townsend OR, Nemmers CH, Serkaian CN, Rider BC. Ischemic Preconditioning Does Not Improve Time Trial Performance in Recreational Runners. *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2020;13(6):1402–17. PMID: 33042381
26. Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K, Tomabechi N, Samukawa M, Yamanaka M. Effect of General Warm-Up Plus Dynamic Stretching on Endurance Running Performance in Well-Trained Male Runners. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 2019;90(4):527–33. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1630700> PMID: 31393820
27. Low JL, Ahmadi H, Kelly LP, Willardson J, Boullosa D, Behm DG. Prior Band-Resisted Squat Jumps Improves Running and Neuromuscular Performance in Middle-Distance Runners. *J Sports Sci Med* [Internet]. 2019 Jun;18(2):301–15. PMID: 31191101
28. Blagrove RC, Holding KM, Patterson SD, Howatson G, Hayes PR. Efficacy of depth jumps to elicit a post-activation performance enhancement in junior endurance runners. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2019 Feb;22(2):239–44. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.023> PMID: 30107984
29. Takizawa K, Yamaguchi T, Shibata K. Warm-up exercises may not be so important for enhancing submaximal running performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018 May;32(5):1383–90. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001970> PMID: 28475548
30. Zourdos MC, Bazyler CD, Jo E, Khamoui A V., Park BS, Lee SR, et al. Impact of a Submaximal Warm-Up on Endurance Performance in Highly Trained and Competitive Male Runners. *Res Q Exerc Sport*. 2017;88(1):114–9. <https://doi.org/10.1080/02701367.2016.1224294> PMID: 27636554
31. Seeger JPH, Timmers S, Ploegmakers DJM, Cable NT, Hopman MTE, Thijssen DHJ. Is delayed ischemic preconditioning as effective on running performance during a 5 km time trial as acute IPC? *J Sci Med Sport* [Internet]. 2017;20(2):208–12. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.03.010> PMID: 27260003
32. Billat VL, Bocquet V, Slawinski J, Laffite L, Demarle A, Chassaing P, et al. Effect of a prior intermittent run at  $v\text{VO}_2\text{max}$  on oxygen kinetics during an all-out severe run in humans. *J Sports Med Phys Fitness* [Internet]. 2000

- Sep;40(3):185–94. PMID: 11125760
33. Wilson JM, Hornbuckle LM, Kim J-S, Ugrinowitsch C, Lee S-R, Zourdos MC, et al. Effects of Static Stretching on Energy Cost and Running Endurance Performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 Sep;24(9):2274–9. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b22ad6>
  34. Draper SB, Wood DM, Corbett J, James DVB, Potter CR. The Effect of Prior Moderate- and Heavy-Intensity Running on the VO<sub>2</sub> Response to Exhaustive Severe-Intensity Running. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2006 Dec;1(4):361–74. <https://doi.org/10.1123/ijssp.1.4.361> PMID: 19124893
  35. Lowery RP, Joy JM, Brown LE, Oliveira de Souza E, Wistocki DR, Davis GS, et al. Effects of Static Stretching on 1-Mile Uphill Run Performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2014 Jan;28(1):161–7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182956461>
  36. Zourdos MC, Wilson JM, Sommer BA, Lee S-R, Park Y-M, Henning PC, et al. Effects of Dynamic Stretching on Energy Cost and Running Endurance Performance in Trained Male Runners. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2012 Feb;26(2):335–41. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318225bbae>
  37. Damasceno M V., Duarte M, Pasqua LA, Lima-Silva AE, MacIntosh BR, Bertuzzi R. Static Stretching Alters Neuromuscular Function and Pacing Strategy, but Not Performance during a 3-Km Running Time-Trial. Hug F, editor. *PLoS One* [Internet]. 2014 Jun 6;9(6):e99238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099238> PMID: 24905918
  38. Mojock CD, Kim J-S, Eccles DW, Panton LB. The Effects of Static Stretching on Running Economy and Endurance Performance in Female Distance Runners During Treadmill Running. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2011 Aug;25(8):2170–6. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e859db>
  39. Stannard AB, Brandenburg JP, Pitney WA, Lukaszuk JM. Effects of Wearing a Cooling Vest During the Warm-Up on 10-km Run Performance. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2011 Jul;25(7):2018–24. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e07585>
  40. Wittekind AL, Beneke R. Effect of warm-up on run time to exhaustion. *J Sci Med Sport*. 2009;12(4):480–4. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.12.009> PMID: 18550433

41. Allison SJ, Bailey DM, Folland JP. Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function. *J Sports Sci* [Internet]. 2008 Dec 15;26(14):1489–95. <https://doi.org/10.1080/02640410802392715> PMID: 18972248
42. Folland J, Rowlands D, Thorp R, Walmsley A. Leg Heating and Cooling Influences Running Stride Parameters but not Running Economy. *Int J Sports Med* [Internet]. 2006 Oct;27(10):771–9. <https://doi.org/10.1055/s-2005-872963> PMID: 16586333
43. Hayes PR, Walker A. Pre-Exercise Stretching Does Not Impact Upon Running Economy. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2007;21(4):1227. <https://doi.org/10.1519/R-19545.1>
44. Keesling R, Kavazis AN, Wax B, Miller MW, Vickers B. A Comparison of Three Different Warm-Ups on 800-Meter Running Performance in Elite Division I Track Athletes - A Pilot Study. *Int J Exerc Sci* [Internet]. 2021;14(6):1400–7. PMID: 35514742
45. Konrad A, Močnik R, Nakamura M, Sudi K, Tilp M. The Impact of a Single Stretching Session on Running Performance and Running Economy: A Scoping Review. *Front Physiol* [Internet]. 2021 Jan 20;11(January):1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.630282>

## 4 CAPÍTULO (ESTUDO) II

---

### ***Effects of high-intensity warm-up on 5000-meter performance time in trained long-distance runners***

Micael Deivison de Jesus Alves<sup>1,2,5</sup>, Beat Knechtle<sup>6</sup>, Devisson dos Santos Silva<sup>1,2,5</sup>, Matheus Santos de Sousa Fernandes<sup>3</sup>, João Henrique Gomes<sup>1</sup>, Mabliny Thuany<sup>4</sup>, Felipe J. Aidar<sup>1,2,5</sup>, Katja Weiss<sup>6</sup>, Raphael Fabricio de Souza<sup>1,2,5</sup>

1 - Department of Physical Education, Federal University of Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brazil.

2 - Graduate Program in Physical Education, Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brazil.

3 - Graduate Program, Postgraduate Program in Neuropsychiatry and Behavioral Sciences, Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, Brazil

4 - Centre of Research, Education, Innovation and Intervention in Sport (CIFI2D), Faculty of Sports, University of Porto, 4200-450 Porto, Portugal

5 - Group of Studies and Research of Performance, Sport, Health and Paralympic Sports-GEPEPS, Federal University of Sergipe, UFS, Sergipe, Brazil

6 - Institute of Primary Care, University of Zurich, 8091 Zurich, Switzerland

---

**Manuscrito submetido**

## Abstract

Warm-up protocols with high intensities before continuous running indicated potential benefits for middle-distance runners. Nevertheless, the effect of high-intensity warm-ups on long-distance runners remains unclear. The purpose of this study was to verify the effect of a high-intensity warm-up protocol on 5000 m performance in trained runners. Thirteen male runners ( $34 \pm 10$  years,  $62 \pm 6$  kg,  $62.7 \pm 5.5$  ml/kg/min) performed two 5000 m time trials, preceded by two different warm-ups. One high-intensity warm up (HIWU: 1x 500 m (70% of the running intensity) + 3x 250 m (100% of the running intensity)) and one low-intensity warm up (LIWU: 1x 500 m (70% of the running intensity) + 3x 250 m – (70% of the running intensity)), where the running intensities were calculated using the results obtained in the Cooper test. Physiological and metabolic responses, and endurance running performance parameters, were evaluated by the Counter Movement Jump (CMJ), running rating of perceived exertion (RPE), blood lactate concentration (BLa), and performance running. Total time for the 5000 m was lower using HIWU when compared to LIWU ( $1141.4 \pm 110.4$  s vs  $1147.8 \pm 111.0$  s;  $p = 0.03$ ; Hedges'  $g = 0.66$ ). The HIWU warm-up led to an improvement in the pacing strategy during the time trial. After warm-up protocols, the performance in the CMJ was improved only when applying HIWU ( $p = 0.008$ ). Post-warm-up BLa was significant higher for HIWU vs LIWU ( $3.5 \pm 1.0$  mmol. L<sup>-1</sup> vs  $2.3 \pm 1.0$  mmol. L<sup>-1</sup>;  $p = 0.02$ ), similar behavior in RPE ( $p = 0.002$ ), internal load of the session ( $p = 0.03$ ). The study showed that a high-intensity warm-up protocol can improve the performance in the 5000 m in trained endurance runners.

**Key words:** running; warm-up exercise; athletic performance; exercise tolerance; endurance exercise.

## Introduction

The warm-up is considered an essential part of training sessions and sports competitions (Silva et al., 2018). It impacts the articular, muscular and psychological preparedness of athletes (McGowan et al., 2015; Emery et al., 2022). Furthermore, warm-ups contribute to improving sports performance by promoting the acceleration of metabolic reactions, increasing muscle temperature, heart rate, blood flow and oxygen transport to peripheral muscles, post-activation potentiation, nerve conduction rates, and joint lubrication (Bishop, 2003; García-Pinillos et al., 2020).

For long-distance running, traditional warm-up routines use a general or a specific approach, in short periods and with low intensity (Van Den Tillaar et al., 2017; García-Pinillos et al., 2019). Different warm-up protocols with high intensities before continuous running may provide more significant benefits. Increased performance in 800 m (Ingham et al., 2013) and 1600 m (Paris et al., 2021) runs and increased total time during the exhaustion test (González-Mohino et al., 2018) was observed. In addition, researchers adopted a long transition period (the period between the conclusion of the warm-up and the beginning of the run), which lasted 18 to 20 minutes, aiming at ecological validity and optimal recovery of runners (Ingham et al., 2013; González-Mohino et al., 2018; Paris et al., 2021).

High-intensity warm-ups are associated with modifications in the hemostasis processes (e.g., the release of oxygen to the active musculature and removal of carbon dioxide) and metabolic reactions (e.g., a degree of lactic acidosis ( $\leq 3$  mmol. L<sup>-1</sup>) and adenosine triphosphate turnover). The reduction of the slow component (responsible for lower muscle efficiency (Caritá et al., 2014)), a higher basal bioavailability of oxygen (O<sub>2</sub>) (Burnley et al., 2011; Sousa et al., 2014), an increase in muscle glycogen availability, and increased strength rate development were highlighted (Bishop, 2003; McGowan et al., 2015). These mechanisms can positively influence the performance in medium (from 800-3000 m) and long-distance running ( $\geq 5000$  m), especially in the final stages of the course (where higher speeds are commonly employed) (Abbiss and Laursen, 2008).

Some running events in athletics are characterized by periods of sustained high-intensity bouts longer than two minutes (e.g., 1500 m, 3000 m, 5000 m, among other races) executed through pacing strategies. During major 1500 m races, a parabolic J-shaped pacing profile was predominantly observed (Abbiss and

Laursen, 2008; Cuk et al., 2019). After analyzing the results of 5000 m world finalists, U-paced profiles with faster beginning and ending 1000 m segments have been observed (Abbiss and Laursen, 2008; Cuk et al., 2019). Thus, the runner increase the running speed to complete the distance (Casado et al., 2021a; Menting et al., 2022). Specifically for athletes competing in 5000 m races, characterized by their prerequisite of aerobic capacity and significant contribution of anaerobic capacity (Tharp et al., 1997; Baumann et al., 2012), runners tended to adopt a U-shaped pacing strategy, employing a greater running speed in the initial and final kilometers of the race (Girard et al., 2013).

Although low-intensity warm-up did not show any potentiating effects on running performance (Bishop et al., 2001; Van Den Tillaar et al., 2017; Zourdos et al., 2017; Alves et al., 2019), warm-up protocols for 5000 m runners do not include high-intensity loads for fear of the early onset of voluntary motor fatigue, promoting a decrease in performance (García-Pinillos et al., 2019). In contrast, maximal (at an estimated 800 m race pace) and supramaximal loads (105% of maximal  $O_2$  consumption ( $VO_{2max}$ )) have been related to an improvement in performance in middle-distance running (Ingham et al., 2013; González-Mohíno et al., 2018; Paris et al., 2021).

The purpose of this study was to verify the effect of a high-intensity warm-up protocol on 5000 m performance in trained runners. We hypothesize that the running performance will improve with a high-intensity warm-up compared to a low-intensity warm-up.

## **Methods**

### **Design and participants**

This is a randomized crossover intervention study that recruited male runners from the city of Aracaju, Sergipe – Brazil. The recruitment of the runners occurred through invitations sent by coaches and sports consultants. Eligibility criteria included: (1) age  $\geq$  18 years; (2) pace  $\leq$  4:28 min/km in the 5000 m; (3) weekly frequency of three to five running sessions; (4) absence of osteoarticular and muscular lesions in the last six months that prevented running; (5) not being in another exercise program during the study; and (6) a minimum of one year of experience in running 5000 m.

Initially, 19 runners met the criteria for participation, therefore six participants were excluded from data analysis by the following criteria: injury during the familiarization session (n=1), the manifestation of upper respiratory tract infection during the evaluation period (n=1), absence on a collection day (n=3) and starting another sport activity during collection (n=1). Thus, the final sample comprised 13 male runners aged 19-52.

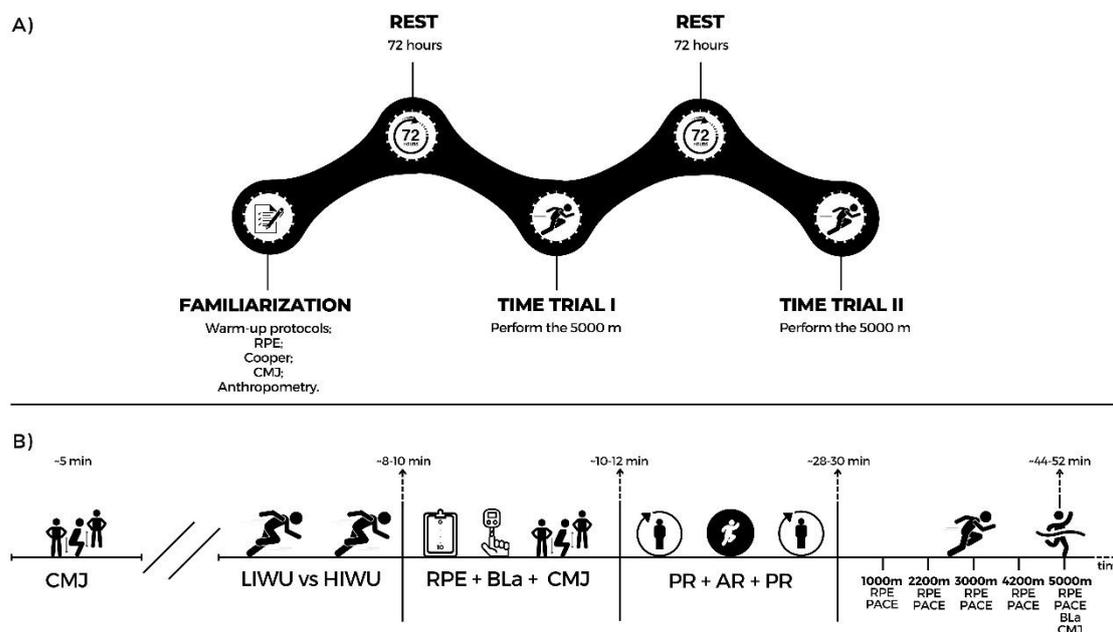
After receiving detailed information about the objectives and procedures of the study, each participant signed an informed consent form (**APÊNDICE A**). This study complied with the Helsinki Declaration and was approved by the Ethics Committee on Human Research of the Federal University of Sergipe (CAAE 43328921.3.0000.5546 / Opinion Number: 4.788.788) (**ANEXO 1**).

### **Experimental Design**

The participants visited the Department of Physical Education - Federal University of Sergipe (DEF-UFS) three times, separated by 72 hours of rest and no physical exercise. The first visit included anthropometric evaluations (body mass and height), estimation of  $VO_2\text{max}$  (Cooper test) (Cooper, 1968), measurement of explosive strength capacity via Counter Movement Jump (CMJ) (Blagrove et al., 2019), and familiarization with the warm-up protocols. The two following visits were made to randomly execute one of the warm-up protocols (high-intensity or low-intensity) and perform the 5000 m time trial (**Figure 1A**).

Randomization was performed using Excel 2019 software, randomly allocating participants to two warm-up protocols, high-intensity (HIWU) and low-intensity (LIWU), both lasting between 8-10 minutes, followed by an 18 min transition period. The transition period consisted of 10 min of passive recovery (PR) (standing and silent), followed by 5 min of active recovery (AR) composed of 5 running drills (Azevedo et al., 2015; Alves et al., 2019) (low skipping, high skipping, single-leg hop, anfersen, and kicks) performed in two cycles of 15 s intersected with 15 s of rest, and finalized with 3 min of PR. After these steps, the 5000 m time trial was started. During the protocol, the following variables were collected: the rating of perceived exertion (RPE) was recorded at the post-warm-up, at four splits of the time trial (1000 m, 2200 m, 3000 m, 4200 m), and immediately after the time trial. The blood lactate concentration (BLa) was collected immediately after the warm-up

and time trial. CMJ was measured 5 minutes before starting the warm-up protocols, after the warm-up and immediately after the trial. The average running pace (PACE) was recorded during the entire time trial run (**Figure 1B**).



**Figure 2.** Study design. **A)** Experimental design. **B)** Experimental design of the time trial. LIWU = Low-Intensity Warm-Up; HIWU = High-Intensity Warm-Up; RPE = Rating of Perception Effort; BLa = Blood Lactate Concentration; CMJ = Counter Movement Jump; PR = Passive Recovery; AR = Active Recovery; PACE = distance/time.

### Warm-up protocols

The warm-up protocols were composed of four runs, as follows: AIWU - 1x of 500 m (70% of the intensity obtained from the Cooper test) and 3x of 250 m (100% of the intensity obtained from the Cooper test); LIWU - 1x of 500 m (70% of the intensity obtained from the Cooper test) and 3x of 250 m (70% of the intensity obtained from the Cooper test). In both protocols, the runs were followed by two min of PR. The running intensities were calculated using the results obtained in the Cooper test (Cooper, 1968) with the equations described below:

#### 500 m:

$$(1) 70\% (\text{min: s}) = 12 \times 500 / \text{Distance obtained in the Cooper test (m)} / 0.7$$

#### 250 m:

**(2) 70% (min: s) = 12 x 250 / Distance obtained in the Cooper test (m) / 0.7**

**(3) 100% (min: s) = 12 x 250 / Distance obtained in the Cooper test (m)**

#### *Continuous running test - 5000 m time trial*

Immediately after the transition period, the 5000 m time trial was performed individually on the official athletic track of DEF-UFS. During the time trial, the participants were encouraged through clapping and words of encouragement. The participants were informed about the number of laps, but were blinded about splits and final time. The splits (P1 = 200 m, P2 = 600 m, P3 = 1000 m, P4 = 1400 m, P5 = 1800 m, P6 = 2200 m, P7 = 2600 m, P8 = 3000 m, P9 = 3400 m, P10 = 3800 m, P11 = 4200 m, P12 = 4600 m, and P13 = 5000 m) and total time were monitored with a digital chronometer (Vollo Sports, model VL515, São Paulo, Brazil).

#### *Blood lactate concentration*

The BLA was collected by puncturing the index finger of the right hand with a generic automatic lancet (GTECH, Barueri, São Paulo, Brazil), a drop of blood of sufficient size to fill the space on the reagent strip of the Accutrend "Accutrend Plus" lactate analyzer (Boehringer Mannheim, Indianapolis, IN).

#### *Evaluation of the explosive strength capacity of lower limbs*

For the counter movement jump (CMJ) evaluation, the participant started in a standing and erect position, with the feet on a mat, shoulder-width apart with the hands on the hips, then performed a downward movement flexing the knees approximately and hips, additionally, jumped vertically performing an extension of these joints (Blagrove et al., 2019). The test was performed using the Chronojump-Bosco (Barcelona, Spain) jumping platform connected to computer software. For data analysis, the best result obtained was considered.

#### *Rating of perceived exertion and internal load of the training session*

The CR-10 (Borg, 2000) perceived exertion scale was used to assess RPE. To calculate the internal load of the session (ILS), the proposal by Foster (Foster, 1998) was used (value of RPE obtained after the stress test and warm-up x total time of the session in minutes).

### *Anthropometric evaluation*

The body mass and height of the volunteers were evaluated for sample characterization. Body mass and height were measured using a Toledo® analog scale with an attached stadiometer with a 0.1 kg and 0.1 cm precision scale, respectively.

### **Statistical analysis**

Continuous variables were described as mean  $\pm$  standard deviation. Normality and homogeneity of variances were checked by Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. T-test was used for dependent samples to compare the final time in the time trial, RPE, and ILC in the post-warm-up. Two-way repeated measures analysis (ANOVA) was used to identify the effect of time and condition on average speeds by partials, CMJ, BLa, and RPE, followed by Bonferroni post hoc comparisons. The Hedges' *g* was verified as a measure of effect size for each pairwise comparison and interpreted as trivial (<0.20), small (0.20–0.49), moderate (0.50–0.79), and large > 0.80 (Cohen, 1992). Statistical analyses were performed in SPSS software version 25.0 (IBM Corp., Chicago, IL, USA) with statistical significance established at *p*-value < 0.05. Graphical representations were performed in GraphPad Prism software version 9.0 (GRAPH PAD Software Inc, California, USA).

### **Results**

Table 1 shows the sample characterization. The participants presented a mean age of  $34 \pm 10$  years, approximately 9 years of practice in middle-long distance running, and a mean distance of 3311 m in the Cooper test.

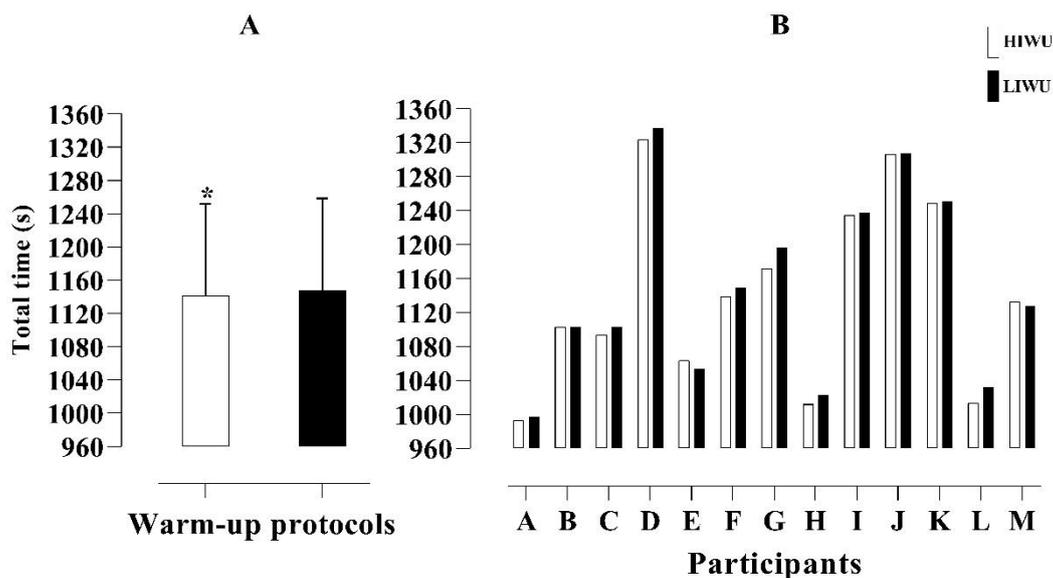
**Table 1.** Sample characterization.

Participants	Age (years)	Body height (cm)	Body weight (kg)	Cooper test (m)	VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	Practice time (years)	Warm-up running and sprint time (s)	
							250 m (70%)	250 m (100%)
A	27	173	60	3675	70.9	13	70	49
B	49	169	58	3360	63.8	15	77	54
C	40	168	62	3345	63.5	10	77	54
D	27	170	65	2948	54.6	8	87	61
E	32	165	52	3364	63.9	10	76	54
F	52	165	59	3175	59.7	23	81	57

G	36	167	67	3161	59.4	10	81	57
H	19	167	58	3638	70.0	1.5	72	49
I	23	170	63	3150	59.1	6	82	57
J	32	180	72	3147	59.1	5	82	57
K	35	173	67	3055	57.0	10	84	59
L	27	161	50	3741	72.3	5	69	48
M	39	170	67	3289	62.2	7	78	55
<b>Mean</b>	<b>34</b>	<b>169</b>	<b>62</b>	<b>3311</b>	<b>62.7</b>	<b>9.5</b>	<b>78.2</b>	<b>54.7</b>
<b>SD</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>245</b>	<b>5.5</b>	<b>5.4</b>	<b>5.4</b>	<b>4.0</b>

**Note.** Values expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

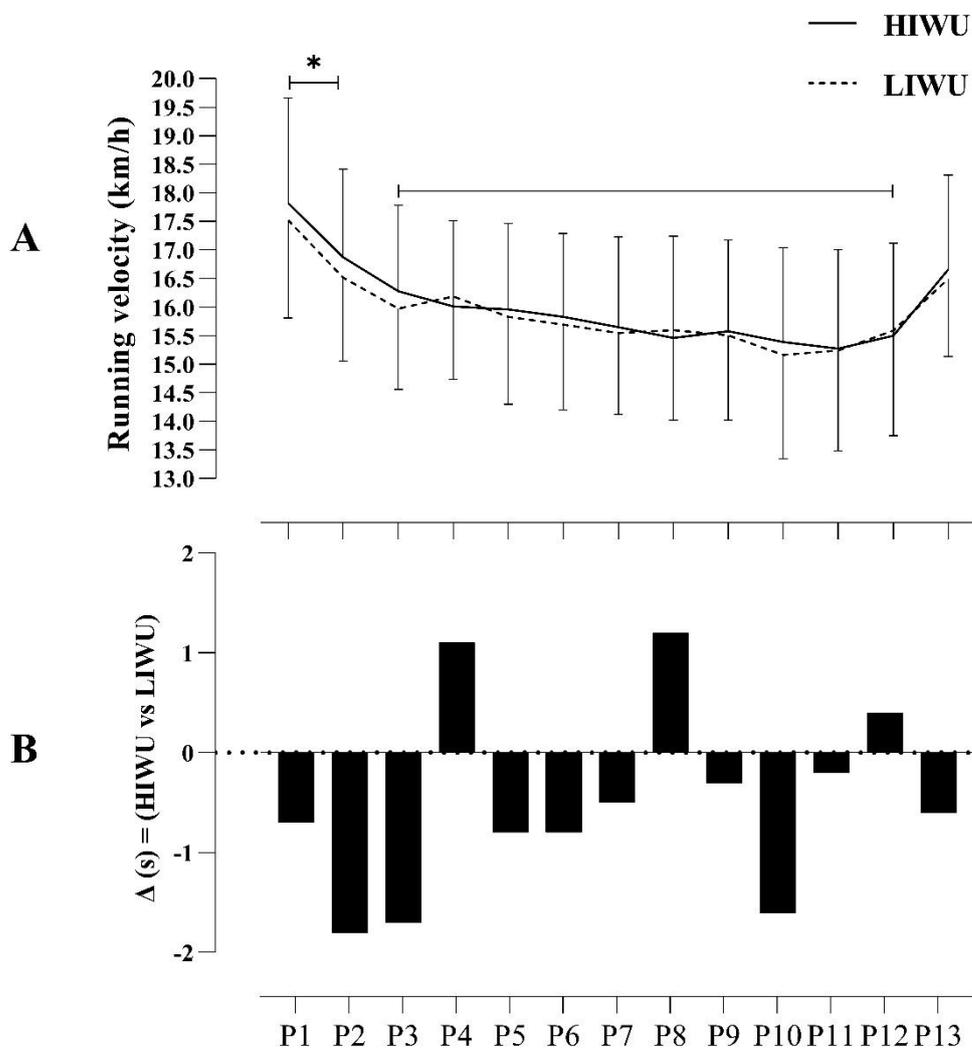
Performance in the 5000 m time trial was statistically superior in the HIWU condition compared to LIWU ( $1141.4 \pm 110.4$  s vs.  $1147.8 \pm 111.0$  s;  $p=0.03$ ; Hedges'  $g = 0.66$ ) (**Figure 2A**). Individual analysis indicated better performance in the HIWU condition in 10 of the 13 participants (**Figure 2B**)



**Figure 3. A)** time trial (mean  $\pm$  standard deviation) in HIWU and LIWU conditions.  $*p<0.05$ . **B)** Average time per subject for completion of the time trial (seconds).

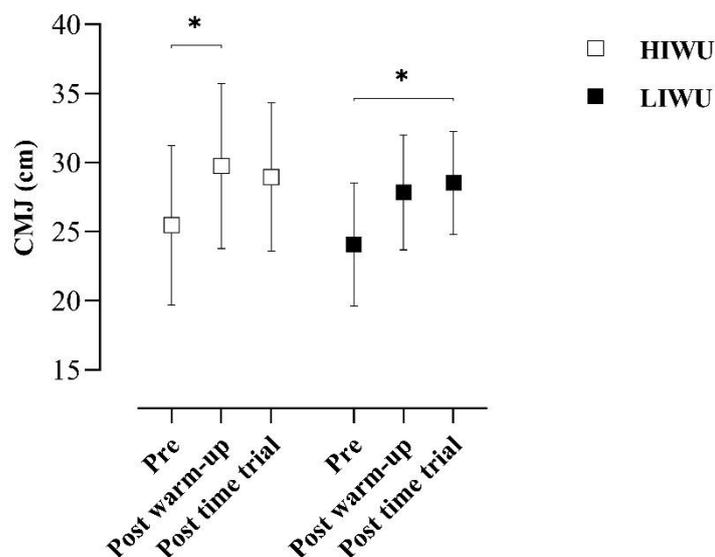
Mean running speeds over the 13 splits indicated that runners to be faster under the HIWU condition relative to LIWU in 10 of the 13 splits (**Figure 3A**), specifically in splits P2, P3, and P10, with reductions in time of 1.8 s, 1.7 s, and 1.6 s respectively (**Figure 3B**). The results for the pacing strategy indicated that the

HIWU condition showed statistically superior initial average running speed in P1 to P2 (up to 600 m) compared to the P3 to P12 interval (1000-4600m) of the 5000 m.



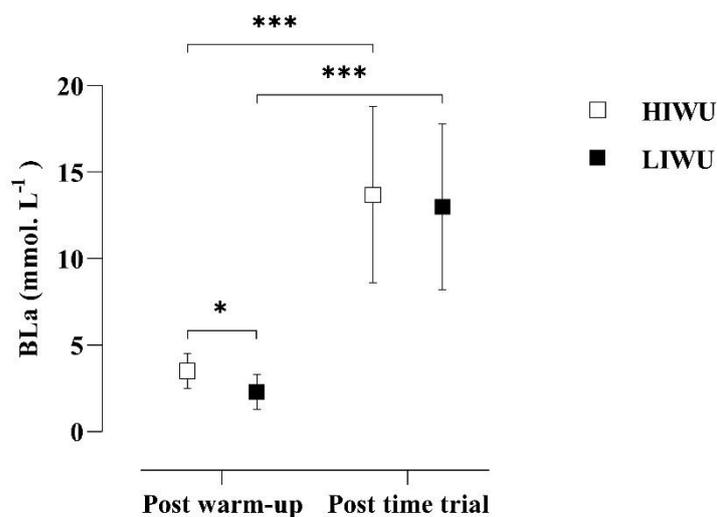
**Figure 4.** A) Average running speed (km/h) in the 13 partials (mean  $\pm$  standard deviation). B) Delta of the average times in seconds in the 13 split times (HIWU vs. LIWU). P1 = 200 m, P2 = 600 m, P3 = 1000 m, P4 = 1400 m, P5 = 1800 m, P6 = 2200 m, P7 = 2600 m, P8 = 3000 m, P9 = 3400 m, P10 = 3800 m, P11 = 4200 m, P12 = 4600 m and P13 = 5000 m. \* $p < 0.05$  (P1 e P2 vs. the interval P3-P12).

We observed an increase in CMJ height after warm-up only in the HIWU condition ( $p = 0.008$ ) compared to the moment. In the LIWU condition, only in the post-time trial moment when compared to the initial moment ( $p = 0.01$ ) (**Figure 4**).



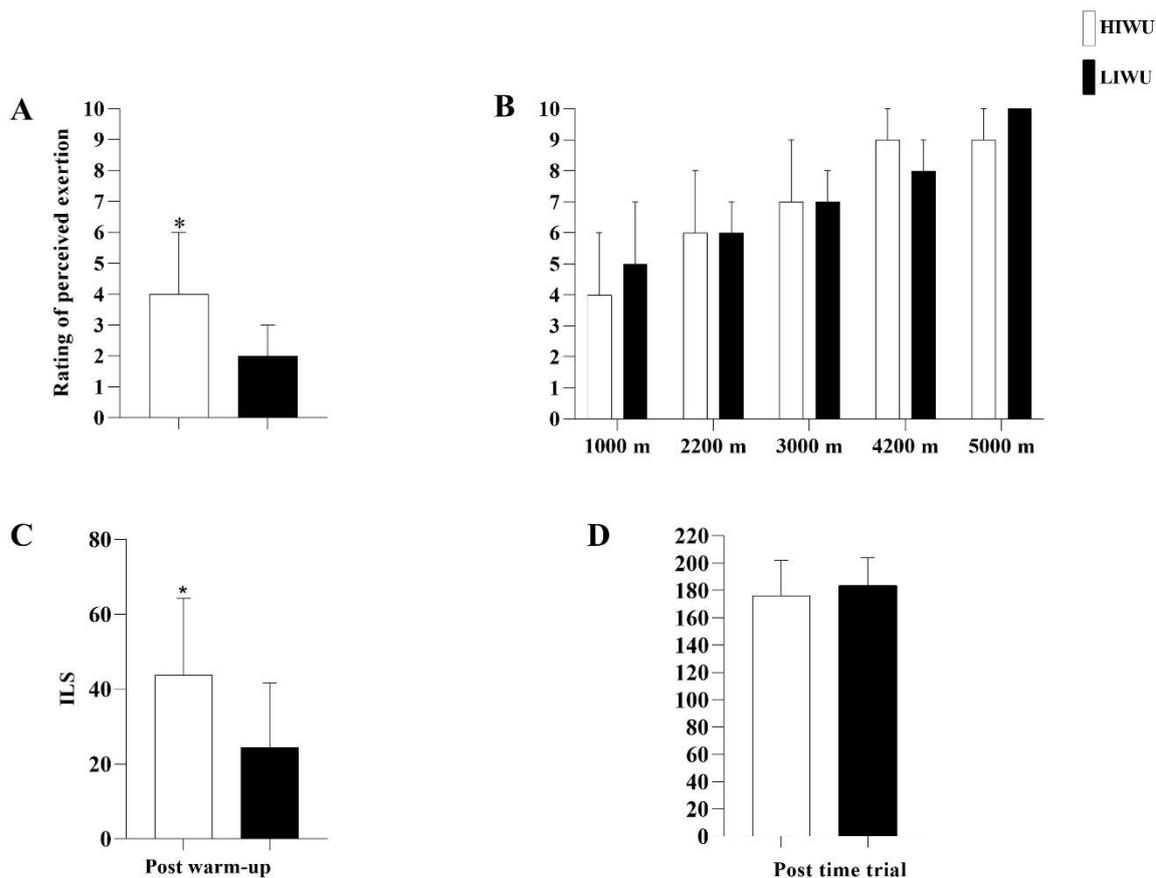
**Figure 5.** Values in mean  $\pm$  standard deviation of the performance in the CMJ, in the moments: pre, post warm-up and post time trial of 5000 m in the two conditions: HIWU and LIWU. \* $p < 0.05$ .

For BLa, a significant increase was found when comparing the post-warm-up vs. post 5000 m time trial (HIWU:  $3.5 \pm 1.0$  mmol.  $L^{-1}$  vs.  $13.7 \pm 5.1$  mmol.  $L^{-1}$ ;  $p < 0.001$ ; LIWU:  $2.3 \pm 1.0$  mmol.  $L^{-1}$  vs.  $13.0 \pm 4.8$  mmol.  $L^{-1}$ ;  $p < 0.001$ ). When comparing the two conditions, we identified a significant difference only in the post-warm-up comparison ( $p = 0.02$ ) (**Figure 5**).



**Figure 6.** Comparisons of changes in blood lactate accumulation between the two conditions (HIWU and LIWU), at the times: post warm-up and post time trial. \* $p < 0.05$  vs. LIWU. \*\*\* $p < 0.001$  vs. post-warm-up.

In addition, in the post-warm-up, a significant difference was found in RPE ( $p = 0.002$ ) (**Figure 6A**) and IL for the HIWU condition compared to LIWU ( $p = 0.03$ ) (**Figure 6C**). However, at time 5000 m no significant differences were found between the conditions in perceived exertion (**Figure 6B**) and internal load of the session (**Figure 6D**).



**Figure 7.** **A)** Rating of perceived exertion at post-warm-up. **B)** Rating of perceived exertion at post 1000 m, 2200 m, 3000 m, 4200 m and 5000 m. **C)** Internal load of the session in the post-warm-up moment. **D)** Internal load of the session at the moment post time trial. A.U. = Arbitrary Unit; \* $p < 0.05$  vs. LIWU.

## Discussion

The present study aimed to verify the effect of high-intensity warm-up on the performance of trained endurance runners with the hypothesis that running performance is improved by high-intensity warm-up compared to low-intensity warm-up. The main finding of this study was that the high-intensity warm-up improved the performance of the 5000 m runners by 6.4 s (0.5%) compared to the low-intensity warm-up. Therefore, our hypothesis was confirmed. Regarding individual responses, 10 out of 13 participants performed better under the HIWU condition. These results have clear implications for the warm-up structures of long-distance runners, who commonly perform warm-up at a low-intensity (García-Pinillos et al., 2019), diverging from the benefits obtained by our high-intensity protocol.

Positive effects of high-intensity warm-up on performance in 800-1600 m races and fatigue tests have been recorded previously (Ingham et al., 2013; Barnes et al., 2015; González-Mohíno et al., 2018; Paris et al., 2021). Our main results confirm this effect for longer distances. To our knowledge, this is the first study demonstrating improved performance in long-distance runners who had undergone a warm-up involving high-intensity running prior to a 5000 m time trial.

One of the factors associated with the performance of long-distance runners is the pacing strategy. Among the different possible strategies, the U pattern is more dominant in the 5000 m race, which is characterized by the greater speed at the beginning and end of the run (Tucker et al., 2006; Girard et al., 2013; Casado et al., 2021b). Corroborating this evidence, in our study, when analyzing pacing throughout the 13 legs, only HIWU showed a significantly higher average running speed until the second leg (600 m) to the interval from the third to the twelfth leg (1000-4600 m). This suggests that using HIWU before long-distance running may promote the renewal of adenosine triphosphate and myosin cross-bridge cycling rate, enhancing muscle function (Bishop, 2003; McGowan et al., 2015), which may explain the improvements in performance in the initial phase of the run.

Additionally, we measured an improvement in the explosive strength of the lower limbs after the high-intensity warm-up compared to the initial moment. This finding points to better performance in the first two partials for HIWU compared to LIWU. In this scenario, the runner will perform pacing within a scenario favorable to performance through high-intensity stimuli, favoring greater speed in the initial phase of the run (Hudgins et al., 2013).

These characteristics are directly linked to the anaerobic metabolic pathway activity, responsible only 10-20% of the total volume of ATP (Joyner and Coyle, 2008). It is known that the predominance of the 5000m run is aerobic (Tharp et al., 1997; Baumann et al., 2012; Blagrove et al., 2018). Aerobic performance is affected by  $\text{VO}_2$  kinetics. HIWU promotes the increase in the kinetics of  $\text{VO}_2$ , favoring gas exchange and metabolic reactions, such as the reduction of the slow component of  $\text{VO}_2\text{max}$ , and therefore a better efficiency in the use of  $\text{O}_2$  (Burnley et al., 2011; Ingham et al., 2013; Sousa et al., 2014; González-Mohíno et al., 2018).

To check the post-warm-up metabolic condition, we measured blood lactate concentration (BLa), which showed values of 3.5 and 2.3 mmol.  $\text{L}^{-1}$  in HIWU and

LIWU conditions, respectively. Our results corroborate the findings of Paris et al. (2021), who identified levels of BL<sub>a</sub> after different warm-up protocols, between 2.0-4.9 mmol. L<sup>-1</sup> in the shortest times for completion of the 1600 m time trial and when BL<sub>a</sub> ≥ 5.0 mmol. L<sup>-1</sup>, the time was higher. In this regard, the two warm-up protocols used in our study pointed out that, regardless of intensity, the protocols maintained controlled conditions for Onset of Blood Lactate Accumulation (OBLA). However, our data showed the best performance after the warm-up protocol with higher BL<sub>a</sub>. Similar results were found by González-Mohíno et al. (2018) and Ingham et al. (2013).

Another important characteristic in the modulation of warm-up protocols for better performance is the transition period. Studies with protocols analogous to those used in our study applied transitions between 18 and 20 min (Ingham et al., 2013; González-Mohíno et al., 2018; Paris et al., 2021). This structure was also adopted in the present study because it is similar to the competitive environment of runners who, after positioning themselves at the start, are unable to perform trots and short bursts. Thus, we adopted 18 min of recovery, consisting of a protocol of running drills performed three minutes before the trial to increase both body temperature and heart rate, components involved in the state of readiness for exercise (Andzel, 1982; Bishop, 2003; McGowan et al., 2015; Silva et al., 2018). When warm-up protocols similar to ours were associated and no transition time between 18-20 min was adopted, performance improvements were not observed (Zourdos et al., 2017; Takizawa et al., 2018).

Alterations caused by the warm-up protocols were observed in RPE and ILS. We identified a higher perceived exertion immediately after the HIWU (~17 km/h) compared to the LIWU (~12 km/h). Furthermore, the total distance of the protocol was 1250 m (25% of the volume performed in the time trial), suggesting an association between the volume and intensity of the warm-up with the increase in perceived exertion (Alsamir Tibana et al., 2019). However, even HIWU with higher RPE and CIS did not negatively influence performance during the time trial. We emphasize that the Borg Scale (Borg, 2000) and Foster (Foster, 1998) should be applied after the warm-up since they are efficient, low-cost methods for controlling the inherent components of running periodization: volume and intensity (Faelli et al.,

2021). Since controlling these variables may prevent overtraining and injuries (Boullosa et al., 2020).

The present findings and previous evidence (Ingham et al., 2013; Barnes et al., 2015; González-Mohíno et al., 2018; Paris et al., 2021) suggest that a high-intensity warm-up is associated with short-term performance improvements. However, caution should be taken when extrapolating our results to recreational runners, as the reproduction of vigorous protocols goes against recreational practices. Furthermore, future studies with long-distance runners and other warm-up intensities are needed to identify the possible maintenance of the benefits found in this study, expanding the levels of intensity that may be adopted during warm-up sessions. Studies should explore different samples, including women and elite runners, with methodologies directed towards biomechanical (stride frequency, amplitude, cadence, among others) and physiological mechanisms, aiming to deepen the understanding of more components linked to the best performance associated with high-intensity warm-up protocols.

The study's main limitation is the estimation of warm-up intensity through the results obtained in the Cooper test (Cooper, 1968). Also, expired gas parameters were not available to the researchers. On the other hand, although it is an estimated measure of maximal oxygen consumption, it has been widely used as a practical method (Mayorga-Vega et al., 2016) and can be more easily replicated by teams and coaches. Furthermore, BLa levels and RPE after the warm-up protocols sustained the intensities according to what was prescribed and executed.

## **Conclusion**

The study showed that a high-intensity warm-up protocol can improve the performance of trained endurance runners in a 5000 m run. Furthermore, the high-intensity exercise during the warm-up promotes lower limb power and pacing improvement throughout the endurance race. Additionally, control of perceived exertion during warm-up is necessary. In light of these observations, we encourage coaches to develop warm-up protocols that promote performance improvements based on mechanistic and biological parameters.

## **Acknowledgments**

We would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES, Finance Code 001 and CAPES/PROCAD-2013), the Coordination of the Graduation Program of Physical Education, Federal University of Sergipe (UFS), the members of the Group of Studies and Research of Performance, Sport, Health and Paralympic Sports (GEPEPS), and the members of the Running Club of UFS. The experiments complied with the current laws of the country in which they were performed. The authors have no conflicts of interest to declare. The datasets generated and analyzed during the current study are not publicly available, but are available from the corresponding author who was an organizer of the study.

## References

- Abbiss, C.R. and Laursen, P.B. (2008) Describing and Understanding Pacing Strategies during Athletic Competition. *Sports Medicine* **38**, 239–252. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838030-00004>
- Alsamir Tibana, R., Manuel Frade de Sousa, N., Prestes, J., da Cunha Nascimento, D., Ernesto, C., Falk Neto, J.H., et al. (2019) Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness? *Sports (Basel, Switzerland)* **7**, 161. <https://doi.org/10.3390/sports7070161>
- Alves, M.D. de J., Mendes, R.R., Santos, D.F.C., Souza, R.F. de, Rica, R.L., Pereira, P.E., et al. (2019) Diferentes tipos de aquecimento promovem mudanças no desempenho de corredores amadores? *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* **18**, 162–168. <https://doi.org/10.33233/rbfe.v18i3.3250>
- Andzel, W.D. (1982) One mile run performance as a function of prior exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness* **22**, 80–4.
- Azevedo, A.P.S., Mezêncio, B., Valvassori, R., Anjos, F.O.M., Barbanti, V.J., Amadio, A.C., et al. (2015) Usage of Running Drills in an Interval Training Program: Implications Related to Biomechanical Parameters of Running. *Journal of Strength and Conditioning Research* **29**, 1796–1802. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000831>
- Barnes, K.R., Hopkins, W.G., McGuigan, M.R. and Kilding, A.E. (2015) Warm-up with a weighted vest improves running performance via leg stiffness and running economy. *Journal of Science and Medicine in Sport* **18**, 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.12.005>
- Baumann, C.W., Rupp, J.C., Ingalls, C.P. and Doyle, J.A. (2012) Anaerobic work capacity's contribution to 5-km-race performance in female runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **7**, 170–174. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.2.170>
- Bishop, D. (2003) Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* **33**, 483–498. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00002>
- Bishop, D., Bonetti, D. and Dawson, B. (2001) The effect of three different warm-up intensities on kayak ergometer performance. *Medicine and Science in Sports*

- and Exercise* **33**, 1026–1032. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106000-00023>
- Blagrove, R.C., Howatson, G. and Hayes, P.R. (2018) Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine* **48**, 1117–1149. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0835-7>
- Blagrove, R.C., Howatson, G. and Hayes, P.R. (2019) Use of Loaded Conditioning Activities to Potentiate Middle- and Long-Distance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* **33**, 2288–2297. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002456>
- Borg, G. (2000) *Escalas de Borg Para a Dor Eo Esforço: Percebido*. Manole.
- Boullosa, D., Esteve-Lanao, J., Casado, A., Peyré-Tartaruga, L.A., Gomes da Rosa, R. and Del Coso, J. (2020) Factors Affecting Training and Physical Performance in Recreational Endurance Runners. *Sports* **8**, 35. <https://doi.org/10.3390/sports8030035>
- Burnley, M., Davison, G. and Baker, J.R. (2011) Effects of priming exercise on  $\dot{V}O_2$  kinetics and the power-duration relationship. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **43**, 2171–2179. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ff26d>
- Caritá, R.A.C., Pessôa Filho, D.M., Barbosa, L.F. and Greco, C.C. (2014) Componente lento da cinética do  $\dot{V}O_2$ : determinantes fisiológicos e implicações para o desempenho em exercícios aeróbios. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano* **16**, 233–246. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n2p233>
- Casado, A., González-Mohíno, F., González-Ravé, J.M. and Boullosa, D. (2021a) Pacing profiles of middle-distance running world records in men and women. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**, 12589. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312589>
- Casado, A., Hanley, B., Jiménez-Reyes, P. and Renfree, A. (2021b) Pacing profiles and tactical behaviors of elite runners. *Journal of Sport and Health Science* **10**, 537–549. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.011>
- Cohen, J. (1992) Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science* **1**, 98–101.
- Cooper, K.H. (1968) A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *Jama* **203**, 201.

- Cuk, I., Nikolaidis, P.T., Markovic, S. and Knechtle, B. (2019) Age differences in pacing in endurance running: Comparison between marathon and half-marathon Men and Women. *Medicina (Lithuania)* **55**, 479. <https://doi.org/10.3390/medicina55080479>
- Emery, C.A., Owoeye, O.B.A., Räisänen, A.M., Befus, K., Hubkarao, T., Palacios-Derflinger, L., et al. (2022) The “SHRed Injuries Basketball” Neuromuscular Training Warm-up Program Reduces Ankle and Knee Injury Rates by 36% in Youth Basketball. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* **52**, 40–48. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10959>
- Faelli, E., Panascì, M., Ferrando, V., Bisio, A., Filipas, L., Ruggeri, P., et al. (2021) The effect of static and dynamic stretching during warm-up on running economy and perception of effort in recreational endurance runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18**, 8386. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168386>
- Foster, C. (1998) Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **30**, 1164–1168. <https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>
- García-Pinillos, F., Lago-Fuentes, C., Latorre-Román, P.A., Pantoja-Vallejo, A. and Ramirez-Campillo, R. (2020) Jump-rope training: Improved 3-km time-trial performance in endurance runners via enhanced lower-limb reactivity and foot-arch stiffness. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **15**, 927–933. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0529>
- García-Pinillos, F., Ramírez-Campillo, R., Roche-Seruendo, L.E., Soto-Hermoso, V.M. and Latorre-Román, P.Á. (2019) How do recreational endurance runners warm-up and cool-down? A descriptive study on the use of continuous runs. *International Journal of Performance Analysis in Sport* **19**, 102–109. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1566846>
- Girard, O., Millet, G.P., Slawinski, J., Racinais, S. and Micallef, J.P. (2013) Changes in running mechanics and spring-mass behaviour during a 5-km time trial. *International Journal of Sports Medicine* **34**, 832–840. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329958>
- González-Mohíno, F., Martín, R., Santos-García, D., Fidel, P., de Asis Fernandez, F., Yustres, I., et al. (2018) Effects of High-intensity Warm-ups on Running

- Performance. *International Journal of Sports Medicine* **39**, 426–432. <https://doi.org/10.1055/s-0044-102132>
- Hudgins, B., Scharfenberg, J., Triplett, N.T. and McBride, J.M. (2013) Relationship Between Jumping Ability and Running Performance in Events of Varying Distance. *Journal of Strength and Conditioning Research* **27**, 563–567. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827e136f>
- Ingham, S.A., Fudge, B.W., Pringle, J.S. and Jones, A.M. (2013) Improvement of 800-m running performance with prior high-intensity exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **8**, 77–83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.77>
- Joyner, M.J. and Coyle, E.F. (2008) Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology* **586**, 35–44. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.143834>
- Mayorga-Vega, D., Bocanegra-Parrilla, R., Ornelas, M. and Viciano, J. (2016) Criterion-related validity of the distance- and time-based walk/run field tests for estimating cardiorespiratory fitness: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* **11**, 1–24. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151671>
- McGowan, C.J., Pyne, D.B., Thompson, K.G. and Rattray, B. (2015) Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine* **45**, 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- Menting, S.G.P., Hanley, B., Elferink-Gemser, M.T. and Hettinga, F.J. (2022) Pacing behaviour of middle-long distance running & race-walking athletes at the IAAF U18 and U20 World Championship finals. *European Journal of Sport Science* **22**, 780–789. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1893828>
- Paris, H.L., Sinai, E.C., Leist, M.A., Crain, C.M., Keller, A.M., Malysa, W., et al. (2021) Warm up intensity influences running performance despite prolonged recovery. *International Journal of Sports Science & Coaching* **16**, 1196–1203. <https://doi.org/10.1177/17479541211004248>
- Silva, L.M., Neiva, H.P., Marques, M.C., Izquierdo, M. and Marinho, D.A. (2018) Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine* **48**, 2285–2299. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0958-5>
- Sousa, A., Ribeiro, J., Sousa, M., Vilas-Boas, J.P. and Fernandes, R.J. (2014)

- Influence of prior exercise on VO<sub>2</sub> kinetics subsequent exhaustive rowing performance. *PLoS ONE* **9**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084208>
- Takizawa, K., Yamaguchi, T. and Shibata, K. (2018) Warm-Up Exercises May Not Be So Important for Enhancing Submaximal Running Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research* **32**, 1383–1390. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001970>
- Tharp, L., Berg, K., Latin, R.W. and Stuberg, W. (1997) The relationship of aerobic and anaerobic power to distance running performance. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation* **7**, 215–225. <https://doi.org/10.1080/15438629709512084>
- Van Den Tillaar, R., Vatten, T. and Von Heimburg, E. (2017) Effects of short or long warm-up on intermediate running performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* **31**, 37–44. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001489>
- Tucker, R., Lambert, M.I. and Noakes, T.D. (2006) An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International journal of sports physiology and performance* **1**, 233–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.3.233>
- Zourdos, M.C., Bazylar, C.D., Jo, E., Khamoui, A. V., Park, B.S., Lee, S.R., et al. (2017) Impact of a Submaximal Warm-Up on Endurance Performance in Highly Trained and Competitive Male Runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **88**, 114–119. <https://doi.org/10.1080/02701367.2016.1224294>

### Key points

- Continuous running at high intensities (~17 km/h) during warm-up promotes improvement (6.4 s) in the 5000 m time trial performance of trained runners
- The high-intensity warm-up protocol increased lower limb power in the counter movement jump, and therefore improved pacing strategy during the 5000 m.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dois artigos foram elaborados sobre a perspectiva de elucidar algumas lacunas sobre o efeito agudo do aquecimento ativo no desempenho das corridas de média e longa distância. O estudo original, realizou uma investigação sobre o efeito agudo do aquecimento de alta intensidade no desempenho de 5000 m. Essa distância foi escolhida, por ser um exercício de sustentação de esforço máximo, bem como, a popularidade da prova entre os corredores (1). Além disso, a estrutura principal do aquecimento foi centrada em na combinação de uma corrida contínua seguida por *sprints* (somando 25% do volume da prova), pois as rotinas de aquecimento dos corredores perpassam por essa estrutura. No entanto os corredores adotam intensidades leves (2), divergindo dos estudos que sugerem benefícios pelo incremento da intensidade (3–5).

Para tanto, objetivou-se verificar o efeito agudo de um protocolo de aquecimento de alta intensidade composto por uma corrida contínua e três sprints (250 m; RP ~17 km/h). Por meio dessa intervenção, observou-se redução no tempo de 6,4 s no tempo do CR de 5000 m, diferença de 0,5% na performance que no nível da nossa amostra, o que pode decidir entre um possível pódio em competições. Além desse desfecho, foi observado melhora na potência de membros inferiores, avaliada através do CMJ, corroborando a melhor eficiência do jogo de ritmo executado durante a corrida. Outra variável importante no monitoramento da carga do aquecimento, é a LAC. Os valores foram de LAC 3,5 e 2,3 mmol/L para condição experimental e controle, respectivamente. Esses resultados sugerem que ambos os protocolos foram eficazes em provocar mudanças metabólicas favoráveis para o melhor rendimento na corrida (5).

Ademais, o instrumento adotado para complemento do monitoramento das cargas do aquecimento foi a percepção de esforço (PE). Foi identificada eficiência na mensuração do que foi programado ao que foi executado pelos corredores, reforçando a praticidade de adotar uma ferramenta de fácil acesso e de baixo custo durante o acompanhamento dos corredores (6). A PE se mostrou importante, visto que volume do aquecimento representou 25% da prova. Gerando impacto na carga interna da sessão de aquecimento.

Após a realização do primeiro estudo, surgiu a necessidade de compilar os componentes relacionados ao aquecimento, como tipo, composição, intensidade, volume e PT entre os corredores de média e longa distância, que nos levaram a desenvolver o uma revisão de sistemática. Pois, já é sabido sobre o aquecimento e corridas de velocidade (7), bem como a influência dos exercícios de alongamento (8), treinamento de força (9), e uma gama de estratégias crônicas e agudas (10) no desempenho de corredores e/ou economia de corrida.

Neste sentido, foi realizado o estudo de revisão, a fim de identificar o efeito positivo do aquecimento nas corridas de longa distância, que nos permitiu caracterizar resumidamente as intervenções, pela sua duração ~15 a ~60 minutos, envolvendo corridas contínuas, seguido por exercícios de mobilidade, e finalizadas com *sprints* de alta intensidade, além disso, os protocolos contaram com o incremento pacotes para coxa e colete de resfriamento ou exercícios de respiração. E apenas uma intervenção exitosa divergiu, com ~13 minutos de duração e adotando apenas a combinação da pliometria com exercício de força.

Para as corridas de média distância, os benefícios foram observados após a realização de protocolos estruturados com duração  $\leq 20$  minutos e intervenções isoladas: 20 minutos de ioga e gritos motivacionais; ~7 minutos de corrida contínua (~85% RP 1600 m); *sprints* 2x50 m e 1x200 m (RP 800 m) e corrida contínua (11-12 PE) combinado com exercício pliométrico.

O TE também foi melhorado após protocolos de aquecimento. As intervenções duraram de 4 a 10 minutos, com intervenções de *sprints* combinado com o uso do colete pesado (20% do peso corporal), *sprints* realizado a 105% do  $VO_2\text{max}$ . O alongamento dinâmico por ~4 minutos e 40 minutos de PCI e *sham* também melhoraram o rendimento no TE.

Por fim, o uso dos PT  $\geq 15$  minutos foram preferidos em relação PT com tempo inferior para melhorar o desempenho, em detrimento da não recuperação ótima e validade ecológica. Porém, protocolos centrados na estratégia PPA na parte final do aquecimento aplicaram PT entre 6-8 minutos.

Diante do exposto, verifica-se que as estrutura metodológica dos aquecimentos são diferentes em sua maioria, porém as variáveis estruturais dos aquecimentos (tipo, composição, intensidade, volume e PT) se aproximaram, o que possibilitou agrupar sugestões para os corredores de média e longa distância se

beneficiarem agudamente do efeito ergogênico do aquecimento. No entanto, algumas análises ainda podem ser exploradas, especialmente com a utilização grupos controles padrão, a fim de se realizar um análise da magnitude do efeito do aquecimento. Além disso, futuros estudos devem investigar o efeito dos tipos de aquecimento no público feminino, visto que maioria das amostras eram compostas por homens. Ademais, estratégias que foram eficazes usando a intensidade como parâmetro principal, podem ser replicadas com incremento ou diminuição da intensidade já estuda, a fim de evidenciar limites inferiores e superiores que podem ser benéficos para os corredores aplicarem em suas rotinas de aquecimento previamente aos treinos e competições.

### **5.1 Limitações**

Apesar de não impossibilitarem a obtenção de resultados e análise dos desfechos, algumas limitações estiveram presentes no projeto:

- Incompatibilidade das agendas dos corredores em disponibilizar três semanas focadas na participação no estudo (estudo 1).
- O período de isolamento decorrente da pandemia da COVID-19 que agravou a limitação citada acima, além disso, impactou negativamente no número de competições provocando uma diminuição no número de atletas treinando e limitou o período em que o estudo poderia ser realizado (estudo 1).
- A não verificação da temperatura, cinética do  $\text{VO}_2$ , frequência cardíaca, variáveis biomecânicas (comprimento da passada, amplitude, cadência, entre outras) dos atletas durante e após o aquecimento e CR 5000 m, pois poderia ser informações complementares para confirmar os mecanismos envolvidos na melhora de performance (estudo 1).
- Do mesmo modo, a não avaliação do LAC antes de iniciar o CR, essa informação possibilitaria compreender melhor o comportamento da regulação do lactato (estudo 1).
- Padronização dos grupos controles, o que possibilitaria a realização de uma metanálise (estudo 2).

## **5.2 Implicações práticas e sugestões**

O presente estudo traz evidências da importância da utilização de aquecimento de alta intensidade previamente ao desempenho de corrida de longa distância. Dessa forma, treinadores de corredores de média e longa distância podem utilizar esta estratégia. A PE e a potência de membros inferiores podem ser utilizadas como estratégias de monitoramento do esforço percebido e magnitude do efeito potencializador, respectivamente. Além disso, foram evidenciadas diversas combinações de aquecimento e suas principais variáveis (volume e intensidade), assim como o adequado PT, este também pode ser transferido para o ambiente de competição, visto que os corredores são alocados em funis de largada muito antes do início do horário da largada, impossibilitando que os atletas adotem estratégias, como corridas ou sprints, entre outras atividades que necessitam de espaço.

## Referências

1. Girard O, Millet GP, Slawinski J, Racinais S, Micallef JP. Changes in running mechanics and spring-mass behaviour during a 5-km time trial. *Int J Sports Med*. 2013 Sep;34(9):832–40. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1329958> PMID: 23549688
2. García-Pinillos F, Ramírez-Campillo R, Roche-Seruendo LE, Soto-Hermoso VM, Latorre-Román PÁ. How do recreational endurance runners warm-up and cool-down? A descriptive study on the use of continuous runs. *Int J Perform Anal Sport* [Internet]. 2019 Jan 2;19(1):102–9. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1566846>
3. Ingham SA, Fudge BW, Pringle JS, Jones AM. Improvement of 800-m running performance with prior high-intensity exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;8(1):77–83. <https://doi.org/10.1123/ijssp.8.1.77> PMID: 22868404
4. González-Mohíno F, Martín R, Santos-García D, Fidel P, de Asis Fernandez F, Yustres I, et al. Effects of High-intensity Warm-ups on Running Performance. *Int J Sports Med* [Internet]. 2018 Jun 21;39(06):426–32. <https://doi.org/10.1055/s-0044-102132>
5. Paris HL, Sinai EC, Leist MA, Crain CM, Keller AM, Malysa W, et al. Warm up intensity influences running performance despite prolonged recovery. *Int J Sports Sci Coach* [Internet]. 2021 Oct 7;16(5):1196–203. <https://doi.org/10.1177/17479541211004248>
6. Faelli E, Panascì M, Ferrando V, Bisio A, Filipas L, Ruggeri P, et al. The Effect of Static and Dynamic Stretching during Warm-Up on Running Economy and Perception of Effort in Recreational Endurance Runners. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021 Aug 8;18(16):8386. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168386> PMID: 34444136
7. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sport Med*. 2015;45(11):1523–46. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x> PMID: 26400696
8. Konrad A, Močnik R, Nakamura M, Sudi K, Tilp M. The Impact of a Single Stretching Session on Running Performance and Running Economy: A Scoping Review. *Front Physiol* [Internet]. 2021 Jan 20;11(January):1–12.

- <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.630282>
9. de Carvalho e Silva GI, Brandão LHA, dos Santos Silva D, de Jesus Alves MD, Aidar FJ, de Sousa Fernandes MS, et al. Acute Neuromuscular, Physiological and Performance Responses After Strength Training in Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med - Open* [Internet]. 2022 Dec 17;8(1):105. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00497-w>
  10. Barnes KR, Kilding AE. Strategies to Improve Running Economy. *Sport Med* [Internet]. 2015 Jan 28;45(1):37–56. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0246-y> PMID: 25164465

## 6 CONCLUSÕES

Em conclusão, corridas contínuas e/ou *sprints* de moderada a alta intensidade isoladas ou combinadas com outras estratégias ergogênicas promovem melhora em corridas de média e longa distância. Os benefícios de um aquecimento constituído de *sprints* de alta intensidade também melhora o desempenho (6,4 s) do CR de 5000 m. O PT  $\geq 15$  minutos se mostrou apropriado para potencializar os mecanismos relacionados ao rendimento e permitir a recuperação dos mecanismos fatigantes.

## APÊNDICES

## **Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA**

Título do projeto: **EFEITOS DO AQUECIMENTO DE ALTA INTENSIDADE NO TEMPO DE DESEMPENHO DE 5000 METROS EM CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA TREINADOS**

#### **COORDENADORES DA PESQUISA (PESQUISADORES RESPONSÁVEIS)**

Nome: Raphael Fabricio de Souza/ Micael Deivison de Jesus Alves

Telefone: (079) 99163-6001 / (079) 99950-7129

E-mail: raphaelctba20@hotmail.com / micaelufs2014@gmail.com

Departamento: Departamento de Educação Física

**Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa acima identificado. Todas as informações necessárias sobre a pesquisa encontram-se relacionadas abaixo e caso existam dúvidas, favor esclarecê-las antes da assinatura e rubrica de todas as 7 páginas do presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, ao final você terá direito a uma via deste documento.**

**Para confirmação desta pesquisa, esclarecer dúvidas, fazer reclamações ou denúncias pode-se contactar o Comitê de Ética e Pesquisa CEP-UFS:**

Endereço: Campus da Saúde Prof. João Cardoso Nascimento JR - Prédio do Centro de Pesquisas Biomédicas. Rua Cláudio Batista s/n - Bairro Sanatório - Aracaju/SE

Tel.: (79)3194-7208

E-mail: cephu@ufs.br

Atendimento externo: Das: 07h às 12h

#### **Explicitação dos objetivos da pesquisa:**

O objetivo do estudo é avaliar o efeito de diferentes atividades prévias sobre o desempenho, lactato sérico, potência muscular de membros inferiores e percepção de esforço de corredores de bem treinados. A razão que nos leva a estudar tal assunto, dá-se pela necessidade de compreender o a influência do aquecimento na performance entre os corredores. Além disso, o estudo permite a obtenção de informações relevantes para os profissionais que atuam na área do treinamento voltado à corrida de rua, de modo que as informações obtidas poderão ser utilizadas para desenvolvimento de estratégias que permitam contribuir para a melhora do rendimento dos atletas. Após esclarecido sobre o trabalho e tendo o interesse em participar, assinale ao final da descrição.

#### **Apresentação dos métodos para os avaliados:**

No presente estudo os voluntários realizarão três visitas ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe (DEF-UFS), em ocasiões separadas para familiarização e avaliações. A primeira visita será para familiarização com os protocolos de aquecimento e avaliações antropométricas. As próximas duas visitas serão divididas serão para aplicação aleatória de um dos quatro protocolos de aquecimento e realização subsequente do teste de corrida de 5000 em esforço máximo.

#### **Avaliação de desempenho físico:**

As corridas de 5000 m ocorrerão com intervalos mínimo de 48 horas e de maneira randomizada. Durante o período de avaliação, todos os indivíduos serão orientados a não realizar atividades físicas adicionais. A aplicação das sessões ocorrerá no mesmo horário

habitual de treinamento dos corredores (às 17h) e conduzidas pelos mesmos pesquisadores na pista oficial de atletismo da UFS. Estima-se que, para avaliar e aplicar os dois protocolos de aquecimento na amostragem total, serão necessárias três semanas.

Os testes serão realizados em dois treinos/testes de corrida com intuito de percorrer 5000 m de corrida em esforço máximo no menor tempo possível. Os treinos/testes serão intercalados por 48 horas de intervalo, será realizado na pista oficial de atletismo da Universidade Federal de Sergipe.

### **Procedimentos:**

#### *Protocolos de aquecimento*

Os protocolos de aquecimento foram compostos por quatro corridas, sendo: AI – 1x de 500 m (70% da intensidade obtida do teste de Cooper) e 3x de 250 m (100% da intensidade obtida do teste de Cooper); BI – 1x de 500 m (70% da intensidade obtida do teste de Cooper) e 3x de 250 m (70% da intensidade obtida do teste de Cooper).

#### *Teste de corrida contínua – Contra-relógio de 5000 m*

Imediatamente após a fase de transição será realizado o contra-relógio de 5000 m. O teste será realizado na pista oficial de atletismo do DEF-UFS. Durante os 5000 m, os participantes serão encorajados, por meio de palmas e palavras de incentivo, a percorrer a distância determinada no possível. Os participantes serão informados sobre o número de voltas, porém foram cegados sobre parciais e tempo final. O tempo gasto nas 13 parciais (P1 = 200 m, P2 = 600 m, P3 = 1000 m, P4 = 1400 m, P5 = 1800 m, P6 = 2200 m, P7 = 2600 m, P8 = 3000 m, P9 = 3400 m, P10 = 3800 m, P11 = 4200 m, P12 = 4600 m e P13 = 5000 m) será registrado por um cronômetro (Vollo Sports, modelo VL515, São Paulo, Brasil).

#### *A concentração de lactato sanguíneo*

O lactado sérico será coletado por meio da punção do dedo indicador da mão direita com um aparelho lancetador da marca Accu-Chek Softclix Pro® da marca Roche (Amadora, Lisboa) e será utilizada uma gota de sangue com tamanho suficiente para preencher o espaço da tira reativa do analisador de lactato “Accutrend Plus” da Accutrend (Boehringer Mannheim, Indianapolis, IN).

#### *Avaliação da potência muscular de membros inferiores - Counter Movement Jump (CMJ)*

Para a avaliação do CMJ, o participante iniciará em uma posição em pé e ereto, com os pés sobre um tapete, afastados na largura dos ombros com as mãos nos quadris, em seguida, realizará um movimento descendente flexionando os joelhos e quadris, adicionalmente, saltou verticalmente realizando uma extensão dessas articulações. O teste será realizado utilizando a plataforma de salto da Chronojump-Bosco (Barcelona, Espanha) conectada a um software de computador. Para análise dos dados, o melhor resultado será utilizado.

#### *Percepção de esforço e carga interna da sessão de treino*

A escala de percepção de esforço CR-10 será utilizada para avaliar a percepção de esforço (PE). Para o cálculo da carga interna da sessão (CIS) será utilizado a proposta de Foster (valor da percepção de esforço obtido após o teste de esforço e aquecimento x tempo total da sessão em minutos).

### *Avaliação antropométrica*

A massa corporal e estatura dos voluntários, serão avaliadas para caracterização da amostra. A massa e a estatura corporal serão aferidas em balança analógica com estadiômetro acoplado da marca Toledo® com escala de precisão de 0.1 kg e 0.1 cm, respectivamente, seguindo pela Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria.

### **Possíveis riscos:**

Os participantes também estarão submetidos a riscos trazidos nas avaliações de capacidade aeróbia. Esses podem ser minimizados com o acompanhamento de um profissional de educação física em todo o processo, além disso, apresentação do ATESTADO MÉDICO com a autorização para a prática de atividade física e a liberação para participar da pesquisa. Outro possível risco está relacionado a um eventual erro durante coletas sanguíneas, a qual pode gerar desconforto imediato em alguns participantes, porém, para minimizar ao máximo este risco um profissional de enfermagem experiente realizará todas as coletas.

Sobre o momento atual de pandemia, asseguramos que todos os procedimentos serão realizados seguindo o Protocolo de Prevenção do COVID-19 que obedecerá às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde, garantindo a todos um processo de coleta com segurança e qualidade. Entre essas ações teremos: disponibilização de máscaras descartáveis para pacientes/acompanhantes, realização da coleta por avaliadores e participantes com uso de máscaras descartáveis da sua chegada até saída, disponibilização de álcool gel 70% para participante da pesquisa e equipe higienizarem as mãos; higienização de equipamentos a cada troca de pacientes, medição da temperatura do avaliador e do participante. Caso apresente febre, reagendaremos a coleta, os agendamentos da aplicação do teste serão individuais e com intervalos de uma hora, para evitar aglomerações.

### **Benefícios ao participante:**

Após o encerramento do estudo, haverá uma palestra sobre os resultados obtidos no estudo, e uma entrega de folders sobre o estudo. Essas ações têm como objetivo a melhora do esporte envolvendo o tema do estudo, além de promover a prática do esporte e trazer informações sobre o que se sugere antes da corrida. Além disso, cada participante terá direito a seus resultados dos testes físicos e a sua avaliação antropométrica.

### **Liberdade do participante:**

É garantida ao participante a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

### **Sigilo:**

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas. Dos mecanismos adotados para a anonimização dos dados, o contato ocorrerá individualmente, solicitando a assinatura do TCLE. Depois de recrutados os participantes serão classificados como números. A lista com esses números será repassada para um assistente de pesquisa, o qual não participará da coleta de dados, este fará por meio de números aleatórios à randomização de forma independente no Microsoft Excel 2016. Fazendo com que seja preservada a identificação do participante.

**Informação acerca:****Ressarcimento**

Cada atleta será ofertado de 5 copos de água de 500ml para cada visita. Assim como, compensação material para extravio ou furto de algum objeto sob responsabilidade do grupo de avaliadores.

**Assistência gratuita**

Os pesquisadores se responsabilizam por dano associado (ou decorrente) da pesquisa o agravo imediato ou posterior, direto ou indireto, ao indivíduo ou à coletividade, decorrente da pesquisa, assim como, proporcionaremos assistência imediata e integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da mesma.

**Indenização**

Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito à indenização, por parte do pesquisador, nas diferentes fases da pesquisa.

**Direito a ter uma via do TCLE**

Os pesquisadores asseguram que ao final da leitura deste documento, mediante a assinatura e rubrica de todas as páginas, o participante receberá uma via do mesmo.

**Permissão para uso da imagem:**

Serão feitos alguns registros do processo de coleta, no entanto, não haverá exposição dos participantes, apenas divulgação dos métodos. Mas como forma de pactuação nesse processo de filmagem, a página 7-7 o TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO.

**DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE:**

Declaro que fui informado dos objetivos e dos métodos referentes ao estudo “EFEITOS DO AQUECIMENTO DE ALTA INTENSIDADE NO TEMPO DE DESEMPENHO DE 5000 METROS EM CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA TREINADOS”, de maneira clara e detalhada, e esclareci as minhas dúvidas. Estou informado de que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo, que recebi uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e em caso de dúvidas não esclarecidas de maneira adequada pelo pesquisador responsável, de discordância com procedimentos ou irregularidade de natureza ética, posso buscar auxílio junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, no seguinte endereço e contatos: Departamento de Educação Física, campus São Cristóvão - Universidade Federal de Sergipe-UFS

São Cristóvão, \_\_ de novembro de 2021.

---

Pesquisador

---

Participante da pesquisa

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO**

Venho por meio deste termo autorizar a utilização de imagens referentes à coleta de dados do projeto intitulado **EFEITOS DO AQUECIMENTO DE ALTA INTENSIDADE NO TEMPO DE DESEMPENHO DE 5000 METROS EM CORREDORES DE LONGA DISTÂNCIA TREINADOS** para fins exclusivamente acadêmicos.

São Cristóvão, \_\_ de novembro de 2021.

---

Pesquisador

---

Participante da pesquisa

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DO AQUECIMENTO NO DESEMPENHO DE CORREDORES DE RUA RECREACIONAIS

**Pesquisador:** RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 43328921.3.0000.5546

**Instituição Proponente:** FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.788.788

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo "Informações Básicas da Pesquisa" (PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_1697099.pdf) e do "Projeto Detalhado / Brochura Investigador" (ProjetoCEP.pdf), postados em 24/05/2021 e 24/05/2021, respectivamente.

Versão\_2

Introdução:

O número de praticantes de corrida de rua (CR) vem aumentando nos últimos 10 anos em todo território brasileiro, cerca de 2 a 5 milhões são adeptos da modalidade (DIAS, 2017). Atraídos pelos benefícios que são adquiridos com a prática regular da CR, como: controle do estresse, sociabilidade, estética, prazer, competitividade entre outros (CANCIAN; ALDERETE; MALACARNE, 2019). Essa crescente também está associada à acessibilidade e ao baixo custo do esporte (RASMUSSEN et al., 2013). Por conseguinte, houve o aumento do interesse por CR por parte de pesquisadores e treinadores. Muitos treinadores procuram melhorar suas prescrições com uso de estratégias suplementares (CRUZ et al., 2019; JUNIOR et al., 2019) e variáveis de treinamentos (NEVES et al., 2019), visando o aumento do desempenho dos corredores profissionais e recreacionais (BARNES; KILDING, 2015). O aquecimento ou fase de preparação para o treino principal, é uma variável trabalhada pelos profissionais da área, afim de potencializar a performance durante a corrida (McGOWAN et al.,

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº  
**Bairro:** Sanatório **CEP:** 49.060-110  
**UF:** SE **Município:** ARACAJU  
**Telefone:** (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

2015). Vaz, Mendes e Brito (2007) aplicaram uma sequência com educativos de corrida (Skipping, Anfersen, Hopserlouf entre outros) em corredores de 100m e não obtiveram melhoras nas variáveis de desempenho em relação ao grupo controle (sem nenhuma atividade prévia). Quanto a corridas com intensidades variadas, Zourdos et al., (2017) em seu estudo com 16 corredores de longa distância submetidos a dois protocolos com duração de 13 minutos, previamente ao teste de 30 minutos de corrida contínua em esforço máximo, os protocolos foram definidos como: protocolo de corrida (5 minutos sentados, seguido de 6 minutos de corridas com aumento de intensidade e 2 minutos de caminhada, já o para o protocolo controle (os corredores permaneceram sentados durante os 13 minutos). Os resultados encontrados pelos autores não apresentaram diferenças significativas sobre a performance. No entanto, observando a prática dos treinadores de CR, principalmente em clubes de corrida e assessorias esportivas, os educativos de corrida, corridas com variações de intensidades e exercícios funcionais (para os membros inferiores e musculatura estabilizadora do tronco) como preparação para o treinamento ou competição (ALVES et al., 2019). Embora, a prática seja bastante preconizada por profissionais deste esporte e realizadas por praticantes, não há na literatura estudos que saliente sobre os parâmetros de performance e marcadores bioquímicos. Sendo assim, o objetivo do presente estudo será avaliar o efeito agudo de diferentes atividades prévias sobre desempenho e dano muscular de corredores de rua recreacionais.

#### Hipótese:

Espera-se que os protocolos de aquecimento não influenciem no desempenho e apresente um maior dano muscular, quando comparado ao protocolo controle.

#### Metodologia Proposta:

A amostra do presente estudo será composta por 20 corredores de rua recreacionais do sexo masculino, com idades entre 18 a 35 anos, eutróficos (índice de massa corporal entre 18,5 e 24,99 kg/m<sup>2</sup>), não fumantes, inscritos no projeto de extensão universitária "Clube de Corrida UFS" pertencente ao departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal de Sergipe, coordenado pelo prof. Dr. Raphael Fabricio de Souza. O contato ocorrerá individualmente, solicitando a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Depois de recrutados os participantes serão classificados como números. A lista com esses números será repassada para um assistente de pesquisa, o qual não participará da coleta de dados, este fará por meio de números aleatórios a randomização de forma

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº  
**Bairro:** Sanatório **CEP:** 49.060-110  
**UF:** SE **Município:** ARACAJU  
**Telefone:** (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

independente no Microsoft Excel 2016. Todos os procedimentos experimentais a serem realizados passarão por aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos.

#### PROTOSCOLOS E EQUIPAMENTOS ADOTADOS

##### Teste de corrida de 20 minutos (T20)

Para avaliação do desempenho dos corredores recreacionais, será utilizado o teste corrida em esforço máximo constante T20 (FRAINER, OLIVEIRA e PAZIN, 2006), na pista oficial de atletismo do DEF-UFS. Antes da execução do teste de 20 minutos em esforço máximo, será feita padronização e familiarização com o teste. Durante o T20, os participantes serão encorajados a percorrer a maior distância possível. Afim de não diminuir o ritmo da corrida antes do término do teste, os participantes serão informados sobre os tempos parciais. No entanto, os participantes não serão informados sobre a distância percorrida durante e ao final, para evitar o condicionamento psicológico entre o controle e os protocolos de aquecimento. (WILSON et al., 2010).

##### Protocolos de aquecimento

Protocolo de Educativos de Corrida (E)

Protocolo de Exercícios Funcionais (F)

Protocolo de Corrida com Intensidades Variáveis (V)

Protocolo Controle (C)

##### Análises dos marcadores bioquímicos:

As coletas sanguíneas serão realizadas em repouso (base line) e em outros três momentos após o exercício: imediatamente, 24h e 48h após. As amostras de sangue (4 ml) ocorrerão por punção venosa e distribuídas em tubos anticoagulantes contendo EDTA para separação do plasma. Os tubos foram centrifugados a 3.000 rpm por 10 min e as amostras de plasma separadas em tubos tipo Eppendorf serão armazenadas a -80 °C até a análise, as quais serão realizadas em um leitor de microplaca (Synergy MX, Biotek, Winooski, USA). LDH e CK serão analisados seguindo as recomendações do kit enzimático comercial (Labtest, São Paulo, Brasil). Para avaliação do lactato sérico, será coletado por meio da punção do dedo indicador da mão direita com um aparelho lancetador da marca Softclix e obtida uma gota de sangue com tamanho suficiente para preencher o espaço da tira reativa do analisador de lactato "Accutrend lactate" da Roche.

A coleta ocorrerá em 3 momentos: em repouso, pós aquecimento e ao término de T20.

Protocolo para mensuração de potência muscular de membros inferiores Counter Movement Jump (CMJ).

Para a avaliação do CMJ, o participante começará a partir de uma posição em pé e ereto,

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

com os pés sobre um tapete, afastados aproximadamente a largura dos ombros e com as mãos nos quadris, logo após fará um movimento descendente flexionando os joelhos e quadris, em seguida, saltará verticalmente estendendo estas articulações. A análise será realizada utilizando um tapete da marca Probiotics Inc, 8502 ESSLINGER. CT, HUNTSVILLE que estará conectado a um software em um computador. A melhor pontuação de três tentativas será utilizada para análise.

#### Medida da Percepção de Esforço (PE)

Entre o término dos protocolos de aquecimento e início do T20, os participantes descansarão (em pé) e poderão se hidratar com água somente por 5 min. A percepção de esforço (PE), utilizando a escala de Foster (1998), será coletada no término dos protocolos de aquecimento, aos 10 minutos e 30 minutos após T20.

#### Critério de Inclusão:

(1) ter idade entre 18 e 38 anos, (2) ter participado de uma prova ou treino de 5 km nos últimos três meses com tempo máximo de 33 minutos para cumprir a prova, (3) assinar o TCLE, (4) não possuir histórico de lesão nos últimos três meses, que impossibilite a prática da corrida e (5) apresentação do ATESTADO MÉDICO com a autorização para a prática de atividade física e a liberação para participar da pesquisa.

#### Critério de Exclusão:

(1) apresentar qualquer dor ou lesão musculoesquelética que possa comprometer a realização do esforço máximo durante os testes, (2) ausência nos dias da aplicação dos protocolos e (3) apresentar infecção do trato respiratório superior durante o período de coleta.

#### Metodologia de Análise de Dados:

Será utilizada a estatística descritiva pelos valores médios e desvio padrão. O teste de Shapiro-Wilk será aplicado para testar a normalidade e o teste de Levene para homogeneidade. A análise de variância utilizada será ANOVA fator único. Tukey post-test para possível diferença entre as médias também será utilizado. Todos os procedimentos estatísticos serão realizados por meio do software SPSS - versão 22.0. O nível de

significância adotado será de 5%.

#### Desfecho Primário:

Desempenho (distância em metros) de corredores de rua submetidos a diferentes tipos de protocolos de aquecimento e a realização de um teste de corrida contínua em esforço máximo durante 20 minutos.

#### Desfecho Secundário:

II. Concentração de lactato sérico de corredores de rua submetidos a diferentes tipos de

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

protocolos de aquecimento e a realização de um teste de corrida contínua em esforço máximo durante 20 minutos.

III. Concentração de marcadores bioquímicos (CK e LDH) de corredores de rua submetidos a diferentes tipos de protocolos de aquecimento e a realização de um teste de corrida contínua em esforço máximo durante 20 minutos.

IV. Potência muscular de corredores de rua submetidos a diferentes tipos de protocolos de aquecimento e a realização de um teste de corrida contínua em esforço máximo durante 20 minutos.

V. Percepção de esforço de corredores de rua submetidos a diferentes tipos de protocolos de aquecimento e a realização de um teste de corrida contínua em esforço máximo durante 20 minutos.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

Avaliar o efeito de diferentes atividades prévias sobre o desempenho e dano muscular de corredores de rua recreacionais.

**Objetivo Secundário:**

Analisar e comparar o efeito de 4 protocolos (1. educativos de corrida, 2. exercícios funcionais, 3. corridas de intensidades variáveis e 4. sem nenhuma atividade) realizados previamente a um teste de 20 minutos de corrida contínua em esforço máximo sobre o desempenho de corredores de rua recreacionais;

Analisar e comparar o efeito de 4 protocolos (1. educativos de corrida, 2. exercícios funcionais, 3. corridas de intensidades variáveis e 4. sem nenhuma atividade) realizados previamente a um teste de 20 minutos de corrida contínua em esforço máximo sobre a atividade de creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) de corredores de rua recreacionais;

Analisar e comparar o efeito de 4 protocolos (1. educativos de corrida, 2. exercícios funcionais, 3. corridas de intensidades variáveis e 4. sem nenhuma atividade) realizados previamente a um teste de 20 minutos de corrida contínua em esforço máximo sobre a atividade do lactato sérico (LS) de corredores recreacionais.

Analisar e comparar o efeito de 4 protocolos (1. educativos de corrida, 2. exercícios funcionais, 3. corridas de intensidades variáveis e 4. sem nenhuma atividade) realizados previamente a um teste de 20 minutos de corrida contínua em esforço máximo na resposta da potência muscular de membros inferiores de corredores recreacionais.

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

Analisar e comparar a percepção de esforço para cada protocolo nos 10 minutos do teste de 20 minutos de corrida em esforço máximo e 30 minutos após o término do mesmo.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:**

Em relação à avaliação da composição corporal, os participantes podem ser submetidos a um leve desconforto ao contato da pinça do adipômetro e a pele do avaliado. Os participantes também estarão submetidos a riscos trazidos nas avaliações de capacidade aeróbia. Esses podem ser minimizados com o acompanhamento de um profissional de educação física em todo o processo, além disso, apresentação do ATESTADO MÉDICO com a autorização para a prática de atividade física e a liberação para participar da pesquisa. Outro possível risco está relacionado a um eventual erro durante coletas sanguíneas, a qual pode gerar desconforto imediato em alguns participantes, porém, para minimizar ao máximo este risco um profissional de enfermagem experiente realizará todas as coletas. Sobre o momento atual de pandemia, asseguramos que todos os procedimentos serão realizados seguindo o Protocolo de Prevenção do COVID-19 que obedecerá às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde, garantindo a todos um processo de coleta com segurança e qualidade. Entre essas ações teremos: disponibilização de máscaras descartáveis para pacientes/acompanhantes, realização da coleta por avaliadores e participantes com uso de máscaras descartáveis da sua chegada até saída, disponibilização de álcool gel 70% para participante da pesquisa e equipe higienizarem as mãos; higienização de equipamentos a cada troca de pacientes, medição da temperatura do avaliador e do participante. Caso apresente febre, reagendaremos a coleta, os agendamentos da aplicação do teste serão individuais e com intervalos de uma hora, para evitar aglomerações.

**Benefícios:**

Após o encerramento do estudo, haverá uma palestra sobre os resultados obtidos no estudo, e uma entrega de folders sobre o estudo. Essas ações têm como objetivo a melhora do esporte envolvendo o tema do estudo, além de promover a prática do esporte e trazer informações sobre o que se sugere antes da corrida. Além disso, cada participante terá direito a seus resultados dos testes físicos e a sua avaliação antropométrica.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

No presente estudo os voluntários realizarão quatorze visitas ao DEF-UFS, em ocasiões separadas para familiarização, avaliações e registro de imagens mediante assinatura do TERMO DE

<b>Endereço:</b> Rua Cláudio Batista s/nº	<b>CEP:</b> 49.060-110
<b>Bairro:</b> Sanatório	
<b>UF:</b> SE	<b>Município:</b> ARACAJU
<b>Telefone:</b> (79)3194-7208	<b>E-mail:</b> cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

**AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO.** A primeira e segunda visita serão para familiarização com os protocolos de aquecimento e avaliações antropométricas. As próximas doze visitas serão divididas em: quatro visitas (visitas 3, 6, 9 e 12) serão para aplicação aleatória de um dos quatro protocolos de aquecimento e realização subsequente do teste de 20 minutos decorrida em esforço máximo (T20), e para cada realização do T20 serão seguidas de coleta sanguínea pós 24h e 48h, totalizando oito visitas (visitas 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13 e 14) para coleta do sangue. Um reembolso de taxa de deslocamento de R\$ 8,00 será distribuído para cada visita. Ademais, cada atleta será ofertado de 10 copos de água de 200ml para cada visita. Assim como, compensação material para extravio ou furto de algum objeto sob responsabilidade do grupo de avaliadores. Os T20 ocorrerão com intervalos de 7 dias e de maneira randomizada. Durante o período de avaliação, todos os indivíduos serão orientados a não realizar atividades físicas adicionais. A aplicação das sessões ocorrerá no mesmo horário habitual de treinamento dos corredores (às 17h) e conduzidas pelos mesmos pesquisadores na pista oficial de atletismo da UFS. Estima-se que, para avaliar e aplicar os quatro protocolos de aquecimento na amostragem total, serão necessárias quatro semanas. Os quatro protocolos (ordem aleatorizada), sendo dois com semelhança na relação da taxa de esforço/recuperação (1:1), um com corridas com variações de intensidades e um controle (sem nenhuma atividade), todos com duração de 10 minutos de execução, serão realizados pelos mesmos voluntários em quatro dias diferentes estabelecido anteriormente pela randomização da amostra. A percepção de esforço será coletada em três momentos: pós aquecimento, na metade do T20 aos 10 minutos e 30 minutos após o T20. As coletas sanguíneas serão realizadas em repouso (coleta 1) e em outros três momentos após o exercício: imediatamente (coleta 2), 24h (coleta 3) e 48h (coleta 4), já para o lactato sérico e os saltos serão 3 momentos: antes, após o aquecimento e imediatamente após o T20.

Tamanho da Amostra no Brasil: 319

Apoio Financeiro: Financiamento Próprio. Orçamento Apresentado: R\$ 302,00

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

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Recomendações:**

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

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

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº  
**Bairro:** Sanatório **CEP:** 49.060-110  
**UF:** SE **Município:** ARACAJU  
**Telefone:** (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

Análise das respostas (arquivo: "CARTA\_RESPOSTA\_\_OK.pdf", postado na Plataforma Brasil em 24/05/2021) ao Parecer Consubstanciado emitido em 26/04/2021 não foram observados óbices éticos.

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do Protocolo de Pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O CEP informa que de acordo com a Resolução CNS nº 466/12, Diretrizes e normas XI. 1 – A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais e XI. 2 - XI.2 - Cabe ao pesquisador: a) apresentar o protocolo devidamente instruído ao CEP ou à CONEP, aguardando a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa; b) elaborar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e/ou Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, quando necessário; c) desenvolver o projeto conforme delineado; d) elaborar e apresentar os relatórios parciais e final; e) apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; f) manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa; g) encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e h) justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1697099.pdf	24/05/2021 11:48:47		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA__OK.pdf	24/05/2021 11:41:42	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Outros	TERMO_DE_AUTORIZA_O_PARA_USO_DE_PRONTUARIOS_CEP_UFS_raphael.pdf	24/05/2021 11:38:11	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COM_ADEQ.docx	24/05/2021 11:36:48	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE_COM_ADEQ.docx	24/05/2021 11:34:56	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº

**Bairro:** Sanatório

**CEP:** 49.060-110

**UF:** SE

**Município:** ARACAJU

**Telefone:** (79)3194-7208

**E-mail:** cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 4.788.788

Ausência	TCLE_COM_ADEQ.docx	24/05/2021 11:34:56	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_AUTORIZA_Lab.pdf	24/05/2021 11:31:37	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_e_confidencialidade_ufs_Raphael.pdf	12/02/2021 10:51:35	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_DE_AUTORIZA_O_E_EXIST_NCIA_DE_INFRAESTRUTURA_CEP_UFS_Ailton.pdf	12/02/2021 10:50:41	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	03/02/2021 15:17:28	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	03/02/2021 15:16:39	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Micael_folha_de_rosto.pdf	03/02/2021 14:57:35	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

ARACAJU, 17 de Junho de 2021

---

**Assinado por:**  
**FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Cláudio Batista s/nº  
**Bairro:** Sanatório **CEP:** 49.060-110  
**UF:** SE **Município:** ARACAJU  
**Telefone:** (79)3194-7208 **E-mail:** cep@academico.ufs.br