

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A termorregulação é um mecanismo fisiológico essencial para a manutenção da temperatura corporal dentro de limites estreitos, mesmo diante de variações ambientais. Durante o exercício físico, especialmente em corridas de longa duração, a produção de calor metabólico aumenta significativamente devido ao trabalho muscular intenso. Compreender como esses processos termorregulatórios atuam durante o esforço prolongado é fundamental para garantir a segurança dos atletas, otimizar o desempenho esportivo e prevenir complicações associadas ao estresse térmico. **OBJETIVO:** Analisar as respostas fisiológicas, metabólicas e perceptuais durante e após uma corrida contínua de 6 horas, com ênfase na termorregulação e foco específico na dinâmica da temperatura da pele ao longo do esforço prolongado. **METODOLOGIA:** A tese foi estruturada em formato de três artigos. Artigo 1: Correlação entre a distância percorrida, temperatura corporal e esforço percebido durante uma corrida de longa duração. Objetivos: (1) avaliar longitudinalmente a dinâmica da temperatura da pele do corpo e da coxa e (2) avaliar suas correlações temporais com a distância percorrida e a percepção do esforço antes e após 2h, 4h e 6h de corrida. Artigo 2: Análise das respostas cardiovasculares, metabólicas e perceptuais antes, durante e após uma corrida de longa duração. Objetivo: analisar as respostas cardiovasculares, metabólicas e perceptuais em corredores masculinos treinados antes, durante e depois de uma corrida contínua de seis horas. Trinta e nove soldados de elite do sexo masculino (idade:  $31,4 \pm 5,7$  anos) participaram de uma corrida contínua de 6 horas realizada em uma pista de 400 metros. Os participantes foram categorizados retrospectivamente em três grupos, de acordo com a distância total percorrida: submaratonistas ( $<40$  km), maratonistas (40–44 km) e ultramaratonistas ( $>44$  km). As variáveis avaliadas incluíram indicadores fisiológicos (temperatura da pele, frequência cardíaca, pressão arterial e massa corporal), marcadores metabólicos (análise urinária) e respostas perceptuais (dor, sede, sensação térmica, umidade da pele, conforto térmico e percepção de esforço). As coletas de dados foram realizadas em oito momentos distintos: 24 horas e 1 hora antes da corrida (PRE24h e PRE1h), durante o esforço (2h e 4h), e após o término da prova (6h, POST1h, POST24h e POST48h). **RESULTADOS:** Artigo 1: Todos os grupos apresentaram aumento da temperatura no POST6h em comparação ao PRE [1,9 (0,1; 3,7) °C;  $p=0,037$ ] e no POST2h [2,3 (0,7; 4,0) °C;  $p=0,002$ ]. Para a região anterior da coxa, houve diferença significativa entre o PRE e o POST2h em comparação ao POST4h e o POST6h ( $p \leq 0,001$  para todas as comparações). A distância total apresentou correlação positiva com a temperatura da coxa direita e esquerda no POST6h ( $p \leq 0,036$  para todas as

comparações) e a percepção do esforço no POST4h e no POST6h ( $p \leq 0,008$  para todas as comparações). A temperatura corporal (Body Surface Temperature - BST) no POST4h apresentou correlação inversa com a distância total ( $p \leq 0,001$ ). Artigo 2: Ultramaratonistas apresentaram maiores reduções na massa corporal, respostas mais elevadas da frequência cardíaca e aumento do desconforto em múltiplas respostas perceptuais. Diversas variáveis permaneceram significativamente alteradas mesmo 48 horas após o exercício, particularmente no grupo da ultramaratona. A análise de medidas repetidas revelou efeitos temporais significativos ( $p < 0,001$ ) para a maioria das variáveis e efeitos de interação indicando diferenças no nível de desempenho nos perfis de recuperação. **CONCLUSÕES:** A percepção de esforço (RPE) no POST4h e no pós-corrida, bem como a temperatura da coxa no POST4h, emergiram como preditores significativos da distância percorrida. O monitoramento dessas variáveis pode auxiliar atletas e treinadores na definição de estratégias de ritmo mais eficazes e na elaboração de protocolos de hidratação que evitem elevações excessivas da temperatura corporal. Distâncias maiores foram associadas a um esforço fisiológico e perceptual mais intenso e prolongado, reforçando a importância de estratégias de recuperação individualizadas após esforços de ultra endurance. A integração de marcadores cardiovasculares, metabólicos e perceptuais fornece uma visão abrangente sobre possíveis mecanismos de fadiga e recuperação, com implicações práticas relevantes para o treinamento de endurance e a gestão do desempenho esportivo.

**Palavras-chave:** Termorregulação; Termografia Infravermelha; Temperatura da Pele; Percepção; Corrida.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Thermoregulation is an essential physiological mechanism responsible for maintaining core body temperature within safe limits, even under varying environmental conditions. During physical exercise, particularly in long-distance running, heat production increases significantly due to muscular work. Understanding how these thermoregulatory processes function during prolonged exertion is crucial to ensuring athlete safety, optimizing sports performance, and preventing complications related to thermal stress. **OBJECTIVE:** To analyze the physiological, metabolic and perceptual responses during and after a 6-hour running, with an emphasis on thermoregulation and specific focus on the dynamics of skin temperature throughout prolonged exertion. **METHODS:** This thesis was structured in three scientific articles. Article 1: Correlation between distance covered, body temperature and perceived exertion during a long-term endurance running. Objectives: (1) to longitudinally assess body and thigh temperature dynamics and (2) to evaluate their temporal correlations with the distance covered and perceived exertion before and after 2, 4, and 6 hours of running. Article 2: Analysis of cardiovascular, metabolic, and perceptual responses before, during, and after a long-term endurance running. Objective: To analyze cardiovascular, metabolic, and perceptual responses in trained male runners before, during, and after six-hour long-term endurance running, with emphasis on performance-based differences and recovery dynamics up to 48 hours post-running. Thirty-nine male elite soldiers (age:  $31.4 \pm 5.7$  years) participated in a six-hour long-term endurance running on a 400-m track. Participants were retrospectively categorized into three groups according to the total distance covered: submarathoners ( $<40$  km), marathoners ( $40\text{--}44$  km), and ultramarathoners ( $>44$  km). The variables evaluated included physiological indicators (skin temperature, heart rate, blood pressure, and body mass), metabolic markers (urinary analysis), and perceptual responses (pain, thirst, thermal sensation, skin moisture, thermal comfort, and perceived exertion). Data collection was performed at eight distinct time points: 24 h and 1 h before the race (PRE<sub>24h</sub> and PRE<sub>1h</sub>), during the effort (2h, 4h and 6h), and after the end of the race (POST<sub>1h</sub>, POST<sub>24h</sub>, and POST<sub>48h</sub>). **RESULTS:** Article 1: All groups showed an increased temperature at POST<sub>6h</sub> vs. PRE [1.9 (0.1; 3.7) °C;  $p=0.037$ ] and POST<sub>2h</sub> [2.3 (0.7; 4.0) °C;  $p=0.002$ ]. For anterior thigh there was a significant difference between PRE and POST<sub>2h</sub> vs. POST<sub>4h</sub> and POST<sub>6h</sub> ( $p\leq0.001$  for all comparison). Total distance showed positive correlation between with the temperature of the right and left thigh POST<sub>6h</sub> ( $p\leq0.036$  for all comparison) and RPE at POST<sub>4h</sub> and POST<sub>6h</sub> ( $p\leq0.008$  for all comparison). Body surface temperature (BST) at POST<sub>4h</sub> showed inverse correlation with

total distance ( $p \leq 0.001$ ). Article 2: Ultrarunners showed greater reductions in body mass, higher heart rate responses, and increased discomfort across multiple perceptual domains. Several variables remained significantly altered even 48 hours post-exercise, particularly in the ultramarathon group. Repeated-measures analysis revealed significant time effects ( $p < 0.001$ ) for most variables, and interaction effects indicating performance-level differences in recovery profiles. **CONCLUSIONS:** Perceived exertion (RPE) at POST4h and post-race, as well as thigh temperature at POST4h, emerged as significant predictors of the total distance covered. Monitoring these variables can assist athletes and coaches in developing more effective pacing strategies and hydration protocols aimed at preventing excessive increases in core temperature. Greater distances were associated with more intense and prolonged physiological and perceptual strain, highlighting the importance of individualized recovery strategies following ultra-endurance efforts. The integration of cardiovascular, metabolic, and perceptual markers provides a comprehensive understanding of fatigue and recovery mechanisms, with practical implications for endurance training and performance management.

**Keywords:** Thermoregulation; Infrared Thermography; Skin Temperature; Perception; Running.