

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

Ingrid Ludimila Bastos Lôbo

**EFEITOS DE DOIS MÉTODOS DE RESFRIAMENTO CORPORAL SOBRE  
VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS DE INDIVÍDUOS COM TETRAPLEGIA  
SUBMETIDOS A UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO AERÓBIO EM AMBIENTE  
QUENTE**

Belo Horizonte  
2023

Ingrid Ludimila Bastos Lôbo

**EFEITOS DE DOIS MÉTODOS DE RESFRIAMENTO CORPORAL SOBRE  
VARIÁVEIS PSICOFISIOLÓGICAS DE INDIVÍDUOS COM TETRAPLEGIA  
SUBMETIDOS A UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO AERÓBIO EM AMBIENTE  
QUENTE**

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra Andressa da Silva de Mello  
Coorientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Belo Horizonte  
2023

L732d Lôbo, Ingrid Ludimila Bastos  
2020 Efeitos de dois métodos de resfriamento corporal sobre variáveis psicofisiológicas de indivíduos com tetraplegia submetidos a uma sessão de exercício aeróbico em ambiente quente. [manuscrito] / Ingrid Ludimila Bastos Lôbo – 2023.  
114 f.: il.

Orientador: Andressa da Silva de Mello

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 93-104

1. Exercícios físicos – aspectos fisiológicos – Teses. 2. Regulação corporal – Teses. 3. Rugby – Teses. 4. Coluna vertebral – ferimentos e lesões – Teses. 5. Esporte para deficientes – Teses. I. Mello, Andressa da Silva de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.333

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132 da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



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

### ATA DE DEFESA DE TESE

#### INGRID LUDIMILA BASTOS LÔBO

Às **14:00 horas** do dia **10 de agosto de 2023**, a comissão examinadora de tese, indicada pelo Colegiado do Programa Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE), reuniu-se, em banca em formato híbrido, para julgar, em exame final, o trabalho de **Ingrid Ludimila Bastos Lôbo**, intitulado **“Efeitos de dois Métodos de Resfriamento Corporal sobre Variáveis Psicofisiológicas de Indivíduos com Tetraplegia Submetidos a uma Sessão de Exercício Aeróbio em Ambiente Quente”**. Abrindo a sessão, a presidente da comissão, Profa. Dra. Andressa da Silva de Mello (UFMG), orientadora, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para a candidata, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andressa da Silva de Mello (Orientadora) – EEEFTO/UFMG

Prof. Dr. Samuel Penna Wanner (Coorientador) – EEEFTO/UFMG

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Aline Alvim Scianni – EEEFTO/UFMG

Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva – UFPA

Prof. Dr. Luciano Sales Prado - EEEFTO/UFMG

Prof. Dr. Washington Pires - UFOP

Após as indicações, a candidata foi considerada: **APROVADO**

O resultado foi comunicado publicamente para a candidata pela presidente da comissão examinadora. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

**Belo Horizonte, 11 de agosto de 2023.**



Documento assinado eletronicamente por **Anselmo de Athayde Costa e Silva**, Usuário Externo, em 11/08/2023, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andressa da Silva de Mello, Chefe de departamento**, em 11/08/2023, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel Penna Wanner, Professor do Magistério Superior**, em 11/08/2023, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aline Alvim Scianni, Professora do Magistério Superior**, em 11/08/2023, às 16:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Washington Pires, Usuário Externo**, em 16/08/2023, às 13:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Sales Prado, Membro de comissão**, em 24/08/2023, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2542481** e o código CRC **2071BDBE**.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que contribuíram com a realização deste trabalho de tese de doutorado e que caminharam ao meu lado para o alcance deste sonho.

Primeiramente, agradeço à Deus, pela presença constante em minha vida e por todas as bênçãos que me são concedidas diariamente.

À minha orientadora, Profa. Dra. Andressa Silva, por todo o apoio, incentivo, inspiração, paciência e amizade, que foram fundamentais para minha formação acadêmica e para o meu crescimento pessoal.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Samuel Wanner, cujos conhecimentos especializados e excelência acadêmica foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Muito obrigada por todo o tempo dedicado, pela gentileza nas orientações e pelas valiosas contribuições.

Aos membros da banca examinadora, por dedicarem seu tempo e expertise para avaliar e enriquecer este trabalho.

A todos os membros do Centro de Estudos em Psicobiologia do Exercício Físico, em especial, ao Prof. Dr. Marco Túlio de Mello e ao amigo, Renato Guerreiro, pelas contribuições, conversas, sugestões construtivas e pela amizade nesses cinco anos de convivência.

Aos bolsistas de iniciação científica, Bruno Coelho, Felipe Coimbra, Maria Eduarda Martins e Larissa Duarte. A dedicação, o entusiasmo e o comprometimento de vocês foram primordiais para o sucesso deste trabalho.

Aos voluntários que participaram deste estudo, pois sem a colaboração e dedicação de vocês nada disso seria possível. Agradeço pelo tempo, pela energia, alegria e disposição. A participação de vocês possibilitou conquistas inestimáveis para o avanço do conhecimento e da ciência.

Ao Departamento de Ciências do Movimento Humano (DCMH) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG/Ibirité) pelo apoio e incentivo para a conclusão desta tese de doutorado.

Ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE/EEFFTO/UFMG) e ao Centro de Treinamento Esportivo (CTE/UFMG) pelo acolhimento, cessão de espaços, materiais e recursos, e por todo o apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos órgãos de fomento FAPEMIG, CNPQ e PRPQ/UFMG pelo apoio financeiro e reconhecimento da importância da pesquisa científica.

À população brasileira, que através dos impostos pagos, possibilitou que eu estudasse em uma Universidade pública e de excelência, ao longo da minha graduação e mestrado, e, agora, no doutorado. Poucos de nós têm essa oportunidade e me sinto privilegiada dentre os mais de 200 milhões de cidadãos desse país. Espero retribuir à sociedade de maneira adequada, através do exercício da minha profissão.

Por fim, gostaria de expressar meu carinho e agradecimento aos meus familiares e amigos, em especial, ao meu esposo, João Roberto Ventura, e ao meu filho, Miguel Lorenzo. Obrigada pelo amor incondicional, apoio, companheirismo e por entenderem os momentos de ausência e sacrifício durante os períodos intensos de estudo e pesquisa. Além disso, agradeço por trazerem alegria e equilíbrio à minha vida. Essa conquista é nossa!

## RESUMO

Pessoas com tetraplegia decorrente de lesão medular espinhal (LME) apresentam disfunção do sistema nervoso simpático, incluindo as respostas termorregulatórias. Assim, em ambientes quentes ou durante o exercício físico ocorre anidrose e regulação inadequada do fluxo sanguíneo da pele, prejudicando a manutenção da homeostase térmica. Devido a isso, diferentes estratégias de resfriamento têm sido avaliadas para atenuar a elevação da temperatura corporal e diminuir o desconforto térmico em tetraplégicos. Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal nas respostas fisiológicas (temperaturas corporais e frequência cardíaca), percepção subjetiva do esforço e percepção térmica (conforto e sensação térmica) durante uma sessão de exercício aeróbico e no pós-exercício em ambiente quente. Participaram nove sujeitos do sexo masculino ( $37,7 \pm 6,5$  anos), com LME entre os segmentos C5 e T1, classificados como tetraplégicos. Os voluntários realizaram 30 minutos de exercício em cicloergômetro de braço (intensidade submáxima de 65% da potência aeróbia) e 30 minutos de recuperação em três condições experimentais distintas: controle (CON), colete de resfriamento (CLT) e pulverização de água sobre a pele (PUL). Os experimentos foram realizados em câmara ambiental com temperatura de 32°C e umidade relativa do ar entre 50-60%. A temperatura central (TC) foi mensurada por pílula de telemetria ingerível e a temperatura periférica (TP) foi medida por termômetro digital infravermelho. Foram medidas também a frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva do esforço (PSE), conforto térmico (CT) e sensação térmica (ST). Para as análises inferenciais, utilizou-se a ANOVA *two-way* (condições experimentais vs. tempo de exercício ou recuperação) com medidas repetidas e *post hoc* de Tukey. Não foram demonstrados efeitos das condições CLT e PUL na redução da TC durante o exercício, cujas médias de temperatura foram 37.39°C e 37.45°C, respectivamente. De forma similar, no pós-exercício não foram verificados efeitos das condições CLT e PUL na TC, cujos valores foram 37.86 °C e 37.75°C. Entretanto, a PUL foi eficaz para reduzir a TP em ambas as fases, em comparação com as condições CON e CLT, sendo os valores no exercício 34.81°C (CON); 34.16 °C (CLT) e 32.25 °C (PUL) e no pós-exercício 35.74°C, 35.33°C e 32.98 °C, respectivamente. Em relação à FC, foram verificados valores mais baixos na PUL no pós-exercício (77 bpm), em comparação com as condições CON (84 bpm) e CLT (81 bpm). Ambas as condições de resfriamento apresentaram efeitos na PSE, cujos valores foram mais baixos em comparação com a condição CON. A respeito do CT e ST, tanto no exercício quanto no pós-exercício, foram observadas diferenças significativas das condições PUL e CLT, indicando melhor percepção térmica em ambas. Os resultados deste estudo indicam que CLT e PUL possuem efeitos benéficos na PSE, CT e ST durante o exercício aeróbio e recuperação. A condição PUL demonstrou-se eficaz em mitigar a elevação da TP durante o exercício e na recuperação, indicando que essa estratégia favorece o resfriamento evaporativo a partir da pele dos indivíduos com LME. Estima-se que ambas as condições possam prolongar o tempo de tolerância ao exercício físico em ambientes quentes.

**Palavras-chave:** Termorregulação; lesão medular espinhal; tetraplegia; resfriamento corporal; rugby em cadeira de rodas; esporte paralímpico.

## ABSTRACT

Individuals with tetraplegia due to spinal cord injury (SCI) have dysfunction of the sympathetic nervous system, including thermoregulatory responses. Thus, in hot environments or during physical exercise, anhidrosis and inadequate regulation of skin blood flow occur, impairing the maintenance of thermal homeostasis. Because of this, different cooling strategies have been evaluated to attenuate the rise in body temperature and reduce thermal discomfort in quadriplegics. This study aimed to analyze the effects of two methods of body cooling on physiological responses (body temperatures and heart rate), subjective perception of exertion, and thermal perception (comfort and thermal sensation) during an aerobic exercise session in a hot environment. Nine male subjects ( $37.7 \pm 6.5$  years) with SCI between segments C5 and T1, classified as quadriplegic, voluntarily participated in this investigation. Volunteers performed 30 minutes of exercise on an arm cycle ergometer (submaximal intensity of 65% of aerobic power) and 30 minutes of recovery in three different experimental conditions: control (CON), cooling vest (CLT), and spraying water on the skin (PUL). The experiments were carried out in an environmental chamber with a temperature of 32°C and relative humidity between 50-60%. Core temperature (TC) was measured using an ingestible telemetry pill and peripheral temperature (TP) was measured using an infrared digital thermometer (chest, arm, thigh, and leg). Heart rate (HR), perceived exertion (PSE), thermal comfort (CT), and thermal sensation (ST) were also measured. Two-way ANOVA (experimental conditions vs. exercise or recovery time) with repeated measures and Tukey's post hoc were used for inferential analyses. Effects of CLT and PUL conditions on the reduction of TC during exercise were not demonstrated, whose temperature averages were 37.39 °C and 37.45 °C, respectively. Similarly, in the post-exercise period, no effects of CLT and PUL conditions were verified on CT, whose values were 37.86°C and 37.75°C. However, PUL was effective in reducing PT in both phases, compared to CON and CLT conditions, with exercise values being 34.81 °C (CON); 34.16 °C (CLT), and 32.25 °C (PUL) and post-exercise, 35.74 °C, 35.33 °C and 32.98 °C, respectively. About the HR, lower values were verified in the PUL in the post-exercise (77 bpm), in comparison with the conditions WITH (84 bpm) and CLT (81 bpm). Both cooling conditions had effects on PSE, whose values were lower compared to the CON condition. Regarding CT and ST, both in exercise and post-exercise, significant differences were observed in PUL and CLT conditions, indicating better thermal perception in both. The results of this study indicate that CLT and PUL have beneficial effects on RPE, CT, and ST during aerobic exercise and recovery. The PUL condition proved to be effective in mitigating the increase in PT during exercise and recovery, indicating that this strategy favors evaporative cooling from the skin of individuals with SCI. It is estimated that both conditions can prolong the time of tolerance to physical exercise in hot environments.

**Keywords:** Thermoregulation; spinal cord injury; tetraplegia, body cooling; wheelchair rugby; paralympic sport.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação das vias de troca de calor .....	26
Figura 2 - Diagrama simplificado das respostas termorregulatórias .....	35
Figura 3 - Normas internacionais para classificação neurológica da LME .....	40
Figura 4 - Distribuição das fibras eferentes sudoríparas e vasomotoras na medula espinal .....	43
Figura 5 - Participante em exame de eletrocardiograma.....	57
Figura 6 - Medida de massa corporal em balança para usuário de cadeira de roda.....	58
Figura 7 - Teste incremental de esforço máximo.....	59
Figura 8 - Aparelho Fitmate Pro Cosmed .....	60
Figura 9 - Desenho experimental da Fase 1 .....	60
Figura 10 - Condições experimentais .....	61
Figura 11 - Colete de resfriamento.....	62
Figura 12 - Borrifador usado para a pulverização de água sobre a pele .....	63
Figura 13 - Desenho experimental da Fase 2.....	64
Figura 14 - Representação da pílula de telemetria.....	65
Figura 15 - Fluke 561.....	66
Figura 16 - Monitor cardíaco.....	66
Figura 17 - Escala de Percepção Subjetiva do Esforço.....	67
Figura 18 - Escala de conforto térmico.....	68
Figura 19 - Escala de sensação térmica.....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características gerais dos sistemas nervoso simpático e parassimpático .....	32
Tabela 2 - Respostas termorregulatórias em diferentes situações de resfriamento corporal .....	53
Tabela 3 - Características da amostra.....	56
Tabela 4 - Medicamentos, histórico de doenças crônicas e exercícios físicos.....	70
Tabela 5 - Medidas antropométricas, $VO_{2máx}$ e carga utilizada no exercício submáximo .....	71
Tabela 6 - Variáveis fisiológicas medidas em repouso.....	72
Tabela 7 – Variáveis psicofisiológicas nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Inervação dos SNS e SNP e principais órgãos efetores .....	33
Quadro 2 – Classificação da LME conforme AIS .....	41

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Temperatura central e frequência cardíaca nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.....74
- Gráfico 2 – Temperatura periférica, temperatura do peito e temperatura da coxa nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.....77
- Gráfico 3 – Escalas de conforto térmico, sensação térmica e percepção subjetiva do esforço nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.....79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APO	Área Pré-óptica do Hipotálamo
AIS	<i>American Spinal Injury Association</i>
AVE	Acidente Vascular Encefálico
bpm	Batimentos por Minuto
CLT	Condição Colete de Resfriamento
CON	Condição Controle
CT	Conforto Térmico
CTE/UFMG Minas Gerais	Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais
DC	Débito Cardíaco
DUR	Resfriamento durante o Exercício
FC	Frequência Cardíaca
ISNCSC	<i>International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury</i>
LAFISE/EEFFTO/UFMG Minas Gerais	Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais
LME	Lesão Medular Espinhal
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
NSQ	Núcleo Supraquiasmático
OMS	Organização Mundial da Saúde
OTG	Órgão Tendinoso de Golgi
PA	Pressão Arterial
PRE	Pré-resfriamento
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço
PUL	Pulverização de Água sobre a Pele
rpm	Rotações por Minuto
RTX	Dispositivo de Resfriamento dos Pés
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	Sistema Nervoso Central
SNE	Sistema Nervoso Entérico

SNP	Sistema Nervoso Parassimpático
SNS	Sistema Nervoso Simpático
SpO <sub>2</sub>	Saturação de Oxigênio
ST	Sensação Térmica
TC	Temperatura Central
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TP	Temperatura Periférica
VO <sub>2máx</sub>	Consumo Máximo de Oxigênio
WS	Water Spray

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	21
2.1 Objetivo Geral .....	21
2.2 Objetivos Específicos .....	21
<b>3 HIPÓTESES</b> .....	22
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
4.1 A temperatura corporal e as vias de troca de calor .....	23
4.2 Regulação da temperatura corporal .....	27
4.2.1 Medula Espinhal .....	27
4.2.2 Sistema Nervoso Autônomo .....	30
4.2.3 Respostas termorregulatórias .....	34
4.3 Termorregulação da pessoa com Lesão Medular Espinhal.....	38
4.3.1 Lesão Medular Espinhal.....	38
4.3.2 Respostas termorregulatórias em pessoas com tetraplegia.....	42
4.4 Estratégias de resfriamento corporal em pessoas com tetraplegia.....	49
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	55
5.1 Cuidados Éticos .....	55
5.2 Participantes.....	55
5.3 Procedimentos .....	56
5.3.1 Procedimentos da Fase 1 .....	57
5.3.2 Procedimentos da Fase 2.....	61
5.4 Instrumentos de Avaliação .....	64
5.4.1 Temperatura Central .....	64
5.4.2 Temperatura Periférica.....	65

5.4.3 Frequência Cardíaca .....	66
5.4.4 Percepção Subjetiva do Esforço.....	67
5.4.5 Conforto Térmico e Sensação Térmica .....	67
5.5 Análise dos Dados.....	69
<b>6 RESULTADOS.....</b>	<b>70</b>
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>8 CONCLUSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE 2 - Questionário Sociodemográfico.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO 1 - Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa .....</b>	<b>111</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A termorregulação representa a capacidade de manutenção da temperatura corporal central relativamente constante para garantir a preservação e o funcionamento adequado das funções orgânicas (Mneimneha *et al.*, 2018; Romanovsky, 2018). O sistema termorregulatório é um dos componentes mais importantes para a homeostase fisiológica, pois, entre outros aspectos, possibilita que pessoas aclimatadas e saudáveis consigam tolerar o estresse térmico ambiental (Sessler, 2009; Sawka *et al.*, 2011).

Em relação aos valores da temperatura corporal, o corpo humano pode ser dividido conceitualmente em, pelo menos, dois compartimentos térmicos: central e periférico, sendo que a temperatura apresenta variações conforme o local do corpo onde é mensurada (Guyton; Hall, 2017; Parson, 2003). Contudo, considera-se que a temperatura corporal em seres humanos varia entre 36.5°C e 37°C, quando medida por via oral (Sessler, 2009; Guyton; Hall, 2017). Além disso, a temperatura central (TC) apresenta ritmo circadiano e é regulada pelo sistema nervoso simpático (SNS). Este, por sua vez, é recrutado pelo centro termorregulador do hipotálamo em resposta às informações térmicas aferentes provenientes dos termorreceptores periféricos localizados na pele e nos órgãos internos, e que são conduzidas pela medula espinhal (Hammel, 1968; Widmaier; Raff; Strang, 2006; Roque *et al.*, 2013; Round *et al.*, 2016).

Em situações de elevação da TC e/ou da temperatura periférica (TP), tanto em função da exposição ao ambiente quente ou pela realização de exercício físico, são acionadas as respostas reflexas de vasodilatação periférica e de aumento da sudorese para dissipação convectiva e evaporativa do calor corporal (Garstang; Miller-Smith, 2007; Minson; Brunt, 2016; Romanovsky, 2018). Por outro lado, em situações de diminuição da TC e/ou TP, são ativadas respostas reflexas de piloereção e de vasoconstrição periférica para a conservação de calor, incluindo o redirecionamento da circulação sanguínea para os órgãos centrais, além da ativação do tremor involuntário e da termogênese não induzida pelo tremor para produção de calor (Minson; Brunt, 2016; Sessler, 2009; Romanovsky, 2018).

No que diz respeito à ativação das respostas termorregulatórias, é fundamental destacar a função da medula espinhal que atua como meio de comunicação bidirecional, transportando as informações do cérebro para os músculos e órgãos e conduzindo o *feedback* sensorial dessas estruturas ao cérebro (Tweedy; Diaper, 2010;

Kirshblum *et al.*, 2011). Ademais, os feixes nervosos que percorrem a medula espinhal desempenham funções motoras voluntárias (contração dos músculos esqueléticos), funções sensoriais (sensação tátil, propriocepção e percepção de pressão profunda) e funções autonômicas (regulação da pressão sanguínea, respiração, digestão, excreção e termorregulação) (Guttmann; Silver; Wyndham, 1958; Tweedy; Diaper, 2010).

A ocorrência de Lesão da Medula Espinhal (LME) por trauma, doença ou malformação ocasiona a interrupção do fluxo de informações entre o cérebro, os órgãos e os músculos (Figoni; Kiratli; Sasaki, 2004), resultando em disfunções sensoriais, motoras e autonômicas (Kirshblum *et al.*, 2011; Roque *et al.*, 2013). Para determinar como e quais funções são afetadas, avalia-se a completude e a topologia da LME (Tweedy; Diaper, 2010; Round *et al.*, 2016). Na LME incompleta algumas funções são preservadas abaixo do nível neurológico lesionado, sendo que os perfis funcionais dos indivíduos nessa condição são variáveis (Tweedy; Diaper, 2010; Roque *et al.*, 2013). Em contrapartida, na LME completa ocorre a perda das funções sensoriais, motoras e autonômicas abaixo do nível da lesão (Kirshblum *et al.*, 2011).

Em relação a topografia da LME, os indivíduos são classificados em paraplegia ou tetraplegia. A paraplegia é caracterizada pela LME no nível do segmento espinhal T2 ou abaixo deste (Tweedy; Diaper, 2010; Kirshblum *et al.*, 2011). Já a tetraplegia ocorre por meio da LME no nível do segmento espinhal T1 ou acima deste, causando comprometimento de funções motoras, sensoriais e autonômicas nos quatro membros: tronco, pernas e órgãos pélvicos (Tweedy; Diaper, 2010; Kirshblum *et al.*, 2011). Adicionalmente, parte do controle do sistema nervoso parassimpático (SNP) é preservada em tetraplégicos, mas ocorre o comprometimento do controle do SNS nas lesões completas (Guttmann; Silver; Windham, 1958; Garstang; Miller-Smith, 2007; Krassioukov, 2009). Portanto, tetraplégicos podem apresentar a perda das funções simpáticas, dentre as quais estão incluídas as repostas termorregulatórias (Minson; Brunt, 2016; Walter; Krassioukov, 2018).

Devido à limitação (LME incompleta) ou à ausência de sudorese (LME completa), atrelada ao prejuízo na capacidade de aumentar o fluxo sanguíneo da pele (vasodilatação) diante da exposição ao ambiente quente, pessoas com LME (acima de T6), em especial tetraplégicos, experimentam a elevação da TC muito mais rápida em comparação com homólogos sem deficiência (Guttmann; Silver; Windham, 1958; Minson; Brunt, 2016; Price; Campbell, 2003; Price, 2006). Sobretudo, durante a

realização de exercício físico, a dissipação do calor metabólico produzido torna-se um desafio relevante para a regulação da temperatura em tetraplégicos (Guttmann; Silver; Windham, 1958; Minson; Brunt, 2016; Price, 2006; Walter; Krassioukov, 2018).

Nesse sentido, diferentes estratégias de resfriamento corporal adotadas antes ou durante o exercício físico têm sido avaliadas quanto à sua eficácia para atenuar a elevação da temperatura corporal e do desconforto térmico de pessoas com LME (Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015; Trbovich *et al.*, 2014; Trbovich, 2019). Alguns mecanismos utilizados para o resfriamento corporal são: a refrigeração das mãos, pés, cabeça e pescoço por meio de bandagens ou imersão em água gelada (Goosey-Tolfrey *et al.*, 2008; Hagobian *et al.*, 2004); dispositivos de pulverização de água sobre a pele (Pritchett *et al.*, 2010; Griggs *et al.*, 2017a; Trbovich; Koek; Ortega, 2019); e coletes de resfriamento (Griggs *et al.*, 2017a; Trbovich *et al.*, 2014; Trbovich, 2019; Webborn *et al.*, 2005, 2010).

Sobre essas estratégias, ainda existem inconsistências acerca de sua eficácia no controle da elevação da temperatura corporal em tetraplégicos. Além disso, alguns estudos foram realizados em ambientes com temperatura termoneutra (Trbovich *et al.*, 2014; Trbovich; Koek; Ortega, 2019), sendo necessário evidenciar se resultados semelhantes podem ser alcançados em ambientes quentes, onde o estresse térmico ambiental interfere, de forma marcante, nas respostas psicofisiológicas induzidas pelo exercício físico. É importante destacar também que os estudos realizados anteriormente foram conduzidos por dois grupos de pesquisa: um pertencente aos EUA (*University of Texas Health Science Center at San Antonio*), e o outro à Inglaterra (*Loughborough University*). Feitas essas observações, seria interessante que novas pesquisas fossem realizadas mesmo que tenham aspectos semelhantes umas com as outras, mas que acontecessem em outros contextos ambientais, culturais e de classes sociais, visando ampliar a compreensão dos efeitos das intervenções de resfriamento corporal em sujeitos com tetraplegia.

De forma complementar, a prática de exercícios físicos e esportes é importante na reabilitação e na inclusão social de pessoas com LME (Pritchett *et al.*, 2010). No entanto, a presença de disfunções termorregulatórias acarreta desequilíbrio térmico nesta população. Este desequilíbrio é potencializado quando a realização de exercícios físicos ocorre por longos períodos, em ambientes quentes e com alta intensidade, causando a elevação das TC e TP, que não são devidamente ajustadas pelo sistema termorregulatório. Devido a isso, pessoas com LME apresentam maior

risco de sofrer com a exposição ao estresse térmico ambiental, com a diminuição potencial do desempenho físico e com outros comprometimentos causados pela limitação ou pela ausência da capacidade de dissipação evaporativa do calor metabólico produzido durante o exercício físico (Griggs *et al.*, 2015, 2017b; Price, 2006; Price; Campbell, 2003; Schlader *et al.*, 2011; Trbovich, 2019; Webborn *et al.*, 2005). Nesse sentido, torna-se necessário investigar a eficácia de mecanismos externos de resfriamento corporal para mitigar a elevação da temperatura e reduzir os riscos da sobrecarga térmica sobre o desempenho e a saúde de tetraplégicos durante a prática de exercícios físicos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral:

Comparar os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal sobre variáveis psicofisiológicas de tetraplégicos durante e após uma sessão de exercício aeróbio em ambiente quente.

### 2.2 Objetivos Específicos:

- Analisar os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal nas respostas fisiológicas (temperaturas corporais e frequência cardíaca) durante e após a realização de uma sessão de exercício aeróbio em ambiente quente;
- Analisar os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal na percepção subjetiva do esforço durante uma sessão de exercício aeróbico em ambiente quente;
- Analisar os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal na percepção térmica (conforto e sensação térmica) durante e após uma sessão de exercício aeróbico em ambiente quente.

### 3 HIPÓTESES

H<sub>0</sub>: O uso de colete de resfriamento e a pulverização de água sobre a pele não causam efeitos no resfriamento corporal e nas variáveis perceptivas de indivíduos com tetraplegia.

H<sub>1</sub>: O uso do colete de resfriamento durante o protocolo de exercício aeróbico causará menor elevação das temperaturas central e periférica em indivíduos com tetraplegia.

H<sub>2</sub>: A pulverização de água durante a realização do exercício causará menor elevação das temperaturas central e periférica em indivíduos com tetraplegia.

H<sub>3</sub>: As estratégias de resfriamento corporal provocarão menor percepção de estresse térmico e menor percepção subjetiva do esforço em indivíduos com tetraplegia.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 A temperatura corporal e as vias de troca de calor

Os seres humanos são classificados como homeotérmicos, visto que a temperatura corporal é regulada dentro de uma faixa relativamente estreita e com variação normal entre 35.5°C e 37.7°C (Weinert, 2010; Silverthorn, 2017). A regulação da temperatura corporal é um processo fundamental para a manutenção e a preservação das funções orgânicas, tais como as atividades enzimáticas e a estabilidade celular (Mneimneha *et al.*, 2018). Entretanto, os valores da temperatura corporal podem variar conforme a área do corpo em que são mensurados. A temperatura quando é medida via oral apresenta valores entre 36.5°C e 37°C (Sessler, 2009; Guyton; Hall, 2017; Silverthorn, 2017). Já a temperatura medida em tecidos profundos (tórax, vísceras abdominais e/ou cérebro), denominada de temperatura central (TC), é aproximadamente 0.6°C mais alta do que a temperatura oral (Guyton; Hall, 2017; Romanovsky, 2018). E a temperatura periférica (TP), medida na pele, exhibe maior alteração, pois sofre forte interferência da temperatura ambiental (Widmaier; Raff; Strang, 2006; Guyton; Hall, 2017).

Adicionalmente, a temperatura corporal também se modifica ao longo do dia, em função dos ritmos circadianos, sendo mais baixa no início da manhã (valor médio de 36.5°C) e mais alta no início da noite (valor médio de 37.4°C) (Refinetti; Menaker, 1992; Silverthorn, 2017). As mudanças circadianas na TC decorrem da estimulação rítmica do Núcleo Supraquiasmático (NSQ) sobre os centros reguladores do hipotálamo (HAMMEL, 1968), que modulam o *set point* (ponto de ajuste), alterando os limiares para a vasodilatação cutânea e sudorese (Refinetti; Menaker, 1992).

É importante destacar que, a Área Pré-óptica do Hipotálamo (APO) é fundamental na regulação da temperatura corporal, pois atua como um sensor térmico que detecta as alterações de temperatura locais e recebe as informações térmicas de várias regiões do corpo por meio dos receptores periféricos (Bicego; Barros; Branco, 2007). Há ainda uma diferenciação em relação às regiões pré-óptica anterior e posterior do hipotálamo, sendo que a primeira controla as respostas para a dissipação de calor e a segunda está envolvida com a conservação de calor (Parson, 2003).

Para a manutenção da temperatura corporal é necessário que haja um equilíbrio entre a geração de calor dentro do corpo (produção) e a transferência de

calor do corpo (perda) (Houdas; Ring, 1982; Guyton; Hall, 2017). Assim, quando ocorre um ganho líquido de calor, o armazenamento será positivo e a temperatura corporal será elevada. E quando houver a perda líquida de calor, o armazenamento será negativo e a temperatura corporal diminuirá (Parson, 2003). Essas situações de alteração da homeostase térmica estão relacionadas com o estresse térmico, que é definido como o aumento ou a diminuição da temperatura central acima do seu estado termoneutro ( $36.8^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) associado ao desequilíbrio de armazenamento de calor corporal com a condição ambiental circundante (Mneimneha *et al.*, 2019).

É interessante salientar que, a temperatura do corpo humano pode ser afetada pelos fluidos ou sólidos ao seu redor, através das vias de transferência de calor (perda) do corpo para o ambiente e vice-versa. Adicionalmente, ressalta-se que o corpo humano produz calor constantemente como um subproduto do metabolismo e está em permanente troca de calor com o meio ambiente (Gagnon; Crandall, 2018). As quatro vias de troca de calor entre o corpo e o ambiente são denominadas de condução, convecção, radiação e evaporação (Figura 1) (Parson, 2003; Silverthorn, 2017).

A condução ocorre pela transferência direta de calor entre o corpo e as superfícies, a água (imersão total ou parcial) ou outros fluidos (Parson, 2003; SILVERTHOR, 2016). Isto é, o contato direto com superfícies mais quentes ou mais frias faz com que o corpo perca ou ganhe calor (Widmaier; Raff; Strang, 2006). Neste processo o fluxo de calor é proporcional à diferença entre as temperaturas do corpo e da superfície (gradiente de temperatura) (Romanovsky, 2018).

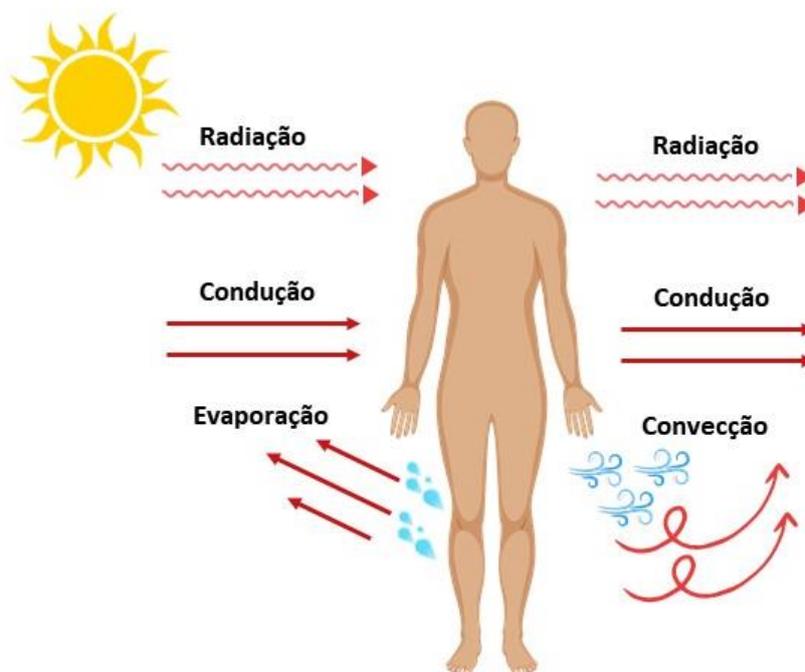
A convecção ocorre pela troca de calor entre o corpo e o ambiente mediante a movimentação do ar ou da água perante um gradiente de temperatura (Widmaier; Raff; Strang, 2006). O calor pode ser transferido não apenas pelo contato entre as moléculas (condução), mas também por seu deslocamento (Houdas; Ring, 1982). Desse modo, o calor da pele é conduzido primeiro pelo ar e depois é removido pela convecção das correntes de ar (Guyton; Hall, 2017). A convecção intensifica a troca de calor entre o corpo e o meio ambiente, podendo ser também denominada de condução facilitada, pois quando o corpo é exposto ao frio, ele esfria mais rápido na presença de convecção, e, de forma similar, quando o corpo é exposto ao calor, o aquecimento também será mais rápido em função da convecção (Romanovsky, 2018).

A radiação está presente em todos os objetos que emitem e absorvem continuamente energia na forma de ondas eletromagnéticas (Romanovsky, 2018) e

se refere à transferência de calor por essas ondas entre o corpo e o ambiente, sendo que a taxa de emissão das ondas é determinada pela temperatura da superfície radiante (Widmaier; Raff; Strang, 2006). Neste contexto, o ganho de calor ocorre quando os objetos circundantes têm temperaturas de superfície mais altas do que a temperatura da superfície do corpo. Além disso, considera-se a existência de diferença entre a energia térmica emitida e a energia térmica absorvida, bem como a área de superfície exposta e as condições ambientais, tais como a cobertura de nuvens e a hora do dia (Houdas; Ring, 1982; Cheung, 2010; Sawka, 2011). Por exemplo, devido à radiação do sol, uma pessoa se sente mais aquecida em uma área aberta do que na sombra, embora ambas as áreas possam ter a mesma temperatura do ar (Romanovsky, 2018).

A evaporação é a principal forma de dissipação de calor, sendo uma via de troca de calor úmida, na qual a perda de calor ocorre pela difusão contínua de moléculas de água através da pele e das superfícies respiratórias, e é intensificada pela sudorese (Sawka, 2011; Guyton; Hall, 2017; Romanovsky, 2018). Isto é, o vapor de água que se forma na superfície impulsiona a evaporação e causa o resfriamento da pele (Widmaier; Raff; Strang, 2006). Além disso, a conversão da água do estado líquido para o gasoso requer a entrada de uma quantidade substancial de energia térmica e a evaporação da água possibilita a perda de calor (Silverthorn, 2017). É importante destacar que, o nível da evaporação é inversamente proporcional à umidade do ar, ou seja, quanto maior a umidade absoluta, menor o índice de evaporação (Houdas; Ring, 1982).

FIGURA 1 - Representação das vias de troca de calor



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Silverthorn (2017, p. 721).

Considerando as quatro vias de troca de calor supracitadas, destaca-se ainda que sempre que a temperatura da pele for superior à temperatura do ambiente, o calor pode ser eliminado por radiação, convecção ou condução, ou ainda, por todas ao mesmo tempo. Entretanto, quando a temperatura do ambiente está mais elevada que a temperatura da pele, ao invés de perder calor, o corpo armazena calor, tanto por radiação, quanto por condução e convecção. Nessas circunstâncias, o único meio de dissipação de calor é pela evaporação (Guyton; Hall, 2017).

Diante do exposto, compreende-se que, para a conservação da temperatura corporal em uma faixa constante, é necessário que ocorra um equilíbrio entre a produção e a perda de calor perante diferentes condições ambientais, sendo que, em parte dessas condições, não é preciso acionar respostas termorregulatórias. Porém, quando o corpo humano é exposto a situações de estresse térmico, que causam alterações na homeostase da temperatura corporal em função do ambiente ou da produção de calor metabólico durante o exercício físico, é necessária a ativação dos mecanismos fisiológicos responsáveis pela termorregulação, que serão discutidos nos tópicos a seguir.

## 4.2 Regulação da temperatura corporal

### 4.2.1. Medula Espinhal

O sistema nervoso central (SNC) é constituído pelo encéfalo (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) e pela medula espinhal que, embora estejam fortemente relacionados, apresentam independência funcional (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Martin; Forner, 2016). Já o sistema nervoso periférico, refere-se a todas as demais partes do sistema nervoso que não estão contidas no encéfalo e na medula espinhal, sendo dividido em sistema nervoso somático e sistema nervoso autônomo (SNA) (Bear; Connor; Paradiso, 2017).

Do ponto de vista anatômico, a medula espinhal é uma longa extensão cilíndrica do SNC, que está localizada no interior do canal da coluna vertebral (KHAN; LUI, 2021) e estende-se do forame magno do crânio até a borda superior das vértebras lombares L1 ou L2 (Martin; Forner, 2016). O calibre da medula espinhal não é uniforme e apresenta duas dilatações conhecidas por intumescências cervical e lombar. Essas intumescências correspondem às áreas de conexão das raízes nervosas que formam os plexos braquial e lombossacral e que são destinadas à inervação dos membros superiores e inferiores (Machado; Haertel, 2014). Ademais, a partir do canal vertebral abaixo de L2, denominado de cone medular, a medula é preenchida por um feixe de nervos espinhais designados de cauda equina, formado por axônios com raízes longas que vão do término da medula até a saída da coluna vertebral lombossacral (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Martin; Forner, 2016). Além disso, assim como o cérebro, a medula espinhal é protegida por ossos (vértebras), meninges e líquido cefalorraquidiano (Marieb; Hoehn, 2019).

A medula espinhal é composta por aproximadamente 1 bilhão de neurônios (Kirshblum *et al.*, 2011) e o seu comprimento é cerca de 45 cm em homens e 43 cm em mulheres (Bican; Minagar; Pruitt, 2013). Adicionalmente, a medula é formada por 31 pares de nervos espinhais, sendo 8 cervicais, 12 torácicos, 5 lombares, 5 sacrais e 1 coccígeo (Bican; Minagar; Pruitt, 2013; Kirshblum *et al.*, 2011; Marieb; Hoehn, 2010). Segundo Machado e Haertel (2014, p. 95), os nervos são “cordões esbranquiçados constituídos por feixes de fibras nervosas, reforçados por tecido conjuntivo, que unem o SNC aos órgãos periféricos”. Em outras palavras, a medula

espinhal conduz os impulsos por meio dos nervos espinhais que compõem parte do Sistema Nervoso Periférico (Bear; Connor; Paradiso, 2017).

Ao analisar a medula espinhal a partir de uma secção transversal, observam-se os tratos longitudinais, conhecidos como substância branca, e os tratos que circundam as áreas centrais, conhecidos como substância cinzenta. A matéria branca permite a comunicação entre a medula espinhal e o cérebro por meio das vias ascendentes e descendentes (Marieb; Hoehn, 2019). Já na parte cinzenta, existem duas projeções denominadas de raízes dorsal (posterior) e ventral (anterior). Os nervos espinhais partem da medula através do forame intervertebral e se estendem ao longo de todo o comprimento da medula, sendo que cada par de nervos se associa à medula espinhal por meio de uma raiz dorsal e uma raiz ventral, exceto o primeiro segmento cervical, que tem apenas uma raiz ventral. A nomenclatura dos pares de nervos espinhais corresponde à vértebra pela qual emergem (Bican; Minagar; Pruitt, 2013; Marieb; Hoehn, 2019; Martin; Forner, 2016). Entretanto, em relação aos nervos cervicais há uma diferença, pois o primeiro nervo cervical (C1) emerge do canal vertebral entre os ossos occipital e atlas, e o oitavo nervo cervical (C8) emerge abaixo do sétimo nervo cervical (C7) e acima da primeira vértebra torácica (T1) (Bican; Minagar; Pruitt, 2013).

Salienta-se que as raízes dorsais contêm as fibras sensoriais que são ascendentes (aférentes) (Marieb; Hoehn, 2019) e estão localizadas em áreas da pele denominadas de dermatômos (Kirshblum *et al.*, 2011). E, ainda, as raízes dorsais consistem em vários tipos de fibras aferentes com diferenças em relação ao diâmetro e a velocidade de condução do potencial de ação dos impulsos nervosos (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Bican; Minagar; Pruitt, 2013). Essas fibras são classificadas em  $A\alpha$ ,  $A\beta$ ,  $A\delta$  e C. As fibras  $A\alpha$  e  $A\beta$  são altamente mielinizadas, com maior calibre e velocidade de condução e estão presentes principalmente na superfície da pele e das mucosas (Bican; Minagar; Pruitt, 2013). As fibras  $A\delta$  possuem diâmetro e velocidade de condução intermediários e as fibras C, que são amielínicas, apresentam menor diâmetro e velocidade de condução. As fibras  $A\delta$  e C representam os receptores térmicos e nociceptores cutâneos (sensação de dor, temperatura e prurido) e são ativadas por estímulos nocivos, sendo que as informações são transmitidas com velocidades diferentes (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Bican; Minagar; Pruitt, 2013; Martin; Forner, 2016). De forma geral, compreende-se então que as raízes dorsais

correspondem ao âmagos sensorial, pois recebem e transmitem informações sensoriais de receptores periféricos para o cérebro (Martin; Forner, 2016).

Já as raízes ventrais contêm as fibras motoras que são descendentes (eferentes) e se estendem e inervam os músculos esqueléticos, controlando os movimentos voluntários (Guyton; Hall, 2017; Marieb; Hoehn, 2019). Essas raízes são formadas por axônios de neurônios motores alfa e gama, que suprem os fusos musculares estriados e os Órgãos Tendinosos de Golgi (OTG), sendo que as áreas inervadas pelos axônios motores são denominadas de miótomos (Kirshblum *et al.*, 2011). Além disso, estão presentes nas raízes ventrais as fibras nervosas autonômicas pré-ganglionares (Khan; Lui, 2021). Dessa forma, é também função das raízes ventrais parte do controle do SNA por meio das fibras pré-ganglionares simpáticas que emergem do corno lateral ventral entre os segmentos espinhas T1 e L2 e das fibras pré-ganglionares parassimpáticas que se originam nos segmentos sacrais S2, S3 e S4 (Bican; Minagar; Pruitt, 2013). Então, sumariza-se que as raízes ventrais contêm as fibras eferentes somáticas (motoras) e as autonômicas, que correspondem aos sistemas nervoso periférico somático e autônomo, respectivamente (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Marieb; Hoehn, 2019) e emitem os impulsos nervosos para os órgãos efetores periféricos (Martin; Forner, 2016).

É importante destacar a função das fibras aferentes e eferentes na condução dos impulsos nervosos. As aferentes transportam os impulsos nervosos das regiões periféricas do corpo (receptores somatossensoriais) até o cérebro (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Machado; Haertel, 2014; Marieb; Hoehn, 2019). Os axônios aferentes têm seus neurônios primários nos gânglios da raiz dorsal e conduzem informações referentes às sensações de vibração e de propriocepção (Bican; Minagar; Pruitt, 2013). Já as fibras eferentes transmitem os impulsos nervosos do cérebro para a musculatura esquelética, órgãos e glândulas, possibilitando o controle das ações motoras e da regulação autonômica de funções como Pressão Arterial (PA) e temperatura corporal (Machado; Haertel, 2014; Martin; Forner, 2016).

De forma geral, a medula espinhal tem como função atuar como uma via de comunicação entre o sistema nervoso periférico e central (Bear; Connor; Paradiso, 2017) mediante um canal bidirecional de controle e integração, através do qual são transmitidas as informações autonômicas, sensoriais e motoras entre o cérebro e os órgãos, os músculos e as glândulas (Kirshblum *et al.*, 2011; Marieb; Hoehn, 2019).

#### 4.2.2 Sistema Nervoso Autônomo

O SNA é a porção do SNC responsável pela regulação dos órgãos internos, das glândulas e da vasculatura para a manutenção da homeostase. O SNA é ativado, principalmente, por centros localizados na medula espinhal, no tronco encefálico e no hipotálamo (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Guyton; Hall, 2017). Assim, o SNA controla a maioria das funções viscerais, tais como PA, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória, micção, motilidade intestinal e excitação sexual, sudorese e temperatura corporal (Walter; Krassioukov, 2018).

Para a regulação das funções autonômicas do corpo, os sinais autônomos eferentes conduzem o impulso nervoso ao órgão, ao músculo ou à glândula, determinando uma contração ou uma secreção. Os neurônios eferentes que inervam os músculos lisos, os músculos cardíacos ou as glândulas têm suas inserções fora do SNC, em estruturas que são os gânglios viscerais, sendo que estes neurônios são denominados de pós-ganglionares (Machado; Haertel, 2014). Os neurônios pós-ganglionares são controlados por neurônios pré-ganglionares, cujos corpos celulares situam-se na medula espinhal e no tronco encefálico (Bear; Connor; Paradiso, 2017).

Os sinais autônomos eferentes, transmitidos aos diferentes órgãos e glândulas, ocorrem por meio de duas subdivisões morfológicas designadas de sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNP) (Guyton; Hall, 2017; Krassioukov *et al.*, 2012). Adicionalmente, também é considerado como parte do SNA o sistema nervoso entérico (SNE), que é responsável pelos reflexos digestivos. É um sistema neural único, situado no revestimento do esôfago, do estômago, dos intestinos, do pâncreas e da vesícula biliar (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Flórez, 2014).

Para a compreensão das funções do SNA relacionadas à regulação da temperatura corporal, serão discutidos ao longo deste tópico os papéis desempenhados pelos SNS e SNP. Embora esses sistemas operem em conjunto, há diferenças quanto às suas estruturas e aos seus neurotransmissores (Bear; Connor; Paradiso, 2017). Em relação às estruturas, as raízes eferentes ou neurônios pré-ganglionares simpáticos situam-se no corno lateral da medula espinhal e emergem entre os segmentos torácico (T1) e lombar (L2), conectando-se com as células dos gânglios simpáticos (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Flórez, 2014; Krassioukov *et al.*, 2012; Walter; Krassioukov, 2018). Em contrapartida, no SNP os neurônios pré-

ganglionares são originados em quatro pares de nervos cranianos no tronco encefálico (CN III, VII, IX e X) e nos segmentos inferiores espinhais sacrais (S2, S3 e S4) (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Krassioukov *et al.*, 2012).

Destaca-se ainda que no SNS a fibra pré-ganglionar é curta e a pós-ganglionar é alongada. Já no SNP, os axônios pré-ganglionares dirigem-se para pontos bem mais distantes do que os axônios simpáticos, e, por esta razão, as fibras pré-ganglionares parassimpáticas são longas e as pós-ganglionares são curtas (Guyton; Hall, 2017; Machado; Haertel, 2014). Assim, as longas fibras pré-ganglionares parassimpáticas terminam em centros ganglionares localizados nas proximidades das paredes dos órgãos, que são inervados por fibras pós-ganglionares (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Flórez, 2014; Walter; Krassioukov, 2018).

Sobre os tipos de neurotransmissores, as fibras pré-ganglionares simpáticas e parassimpáticas têm a acetilcolina como neurotransmissor específico ou primário (Flórez, 2014) e são chamadas de colinérgicas (Bear; Connor; Paradiso, 2017). De modo similar, as fibras pós-ganglionares parassimpáticas também são colinérgicas, bem como uma porção das fibras pós-ganglionares simpáticas responsáveis pela inervação das glândulas sudoríparas e dos músculos lisos piloerectores (Bear; Connor; Paradiso, 2017; Walter; Krassioukov, 2018). Contudo, a maioria dos neurônios pós-ganglionares simpáticos tem como neurotransmissor a noradrenalina, sendo denominados de adrenérgicos (Flórez, 2014; Guyton; Hall, 2017). Portanto, a acetilcolina é chamada de neurotransmissor parassimpático e a noradrenalina de neurotransmissor simpático (Bear; Connor; Paradiso, 2017). A Tabela 1 a seguir apresenta, de forma sintética, características dos sistemas nervoso simpático e parassimpático, considerando as posições dos neurônios pré e pós-ganglionares, o tamanho das fibras pré e pós-ganglionares e seus respectivos neurotransmissores.

TABELA 1

Características gerais dos sistemas nervoso simpático e parassimpático

<b>Característica</b>	<b>SNS</b>	<b>SNP</b>
Posição do neurônio pré-ganglionar	T1 a L2	Tronco encefálico S2-S4
Posição do neurônio pós-ganglionar	Longe do órgão efector	Próximo ao órgão efector
Tamanho das fibras pré-ganglionares	Curta	Longa
Tamanho das fibras pós-ganglionares	Longa	Curta
Farmacologia das fibras pós-ganglionares	Adrenérgicas (a maioria) Liberam noradrenalina	Colinérgicas Liberam acetilcolina

Fonte: Elaborada pela autora, baseado em Machado e Haertel (2014, p. 128).

Ademais, considera-se que as divisões dos SNS e SNP possuem áreas neuronais interpostas entre o SNC e os órgãos-alvo, sendo que o mesmo órgão ou grupo de células recebe dupla inervação, colinérgica e adrenérgica (Flórez, 2014). Deste modo, é possível sistematizar que, os axônios dos neurônios pré-ganglionares conduzem as sinapses até os neurônios pós-ganglionares que, por sua vez, enviam os impulsos nervosos, por meio dos nervos periféricos, aos órgãos-alvo, tais como coração, vasos sanguíneos, trato respiratório, órgãos sexuais, intestino, trato urinário e glândulas sudoríparas, possibilitando a regulação autônoma de suas respectivas funções (Flórez, 2014; Krassioukov *et al.*, 2012). No Quadro 1 a seguir estão apresentadas as divisões das funções dos SNS e SNP, considerando a localização da inervação (medula espinhal ou nervo vago) e os principais órgãos efetores.

QUADRO 1  
Inervação dos SNS e SNP e principais órgãos efetores

ÓRGÃO EFETOR	SIMPÁTICO	PARASSIMPÁTICO
	ORIGEM DA INERVAÇÃO	
<b>Coração</b>	T1-T5	Nervo vago
<b>Tônus Vasomotor</b>	T1-T5 (MMSS/tronco) T5-L2 (MMII)	
<b>Glândulas salivares e gastrointestinais Tecido genital erétil</b>		Nervo Vago S2-S4
<b>Sistema Respiratório</b>	T1-T5	Nervo Vago
<b>Glândulas sudoríparas</b>	T1-T4 (Rosto) T3-T7 (MMSS) T4-T12 (Tronco) T10-L2 (MMII)	
<b>Folículo do músculo liso da pele (piloereção)</b>	T1-T5	
<b>Trato gastrointestinal</b>		
<i>Do esôfago à flexura esplênica</i>	T1-L2	Nervo Vago
<i>Da flexura esplênica ao esfíncter anal interno</i>	T1-L2	S2-S4
<i>Esfíncter anal externo</i>	T10-L2	
<b>Trato urinário</b>	T10-L2 (m. destrutor) T10-L2 (colo da bexiga) T10-L2 (esfíncter uretral)	S2-S4

Legenda MMSS (membros superiores) e MMII (membros Inferiores).

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Krassioukov *et al.* (2012, p. 203).

Como pode ser observado no Quadro 1, a origem da inervação autonômica responsável pelo controle do tônus vasomotor e da secreção das glândulas sudoríparas é formada por fibras pós-ganglionares simpáticas que emergem entre os segmentos medulares T1 e L2 (Walter; Krassioukov, 2018). Desse modo, pode-se afirmar que é papel do SNS coordenar e acionar as respostas termorregulatórias de vasodilatação e de vasoconstrição periféricas e de sudorese, perante situações de estresse térmico (Krassioukov *et al.*, 2012).

#### 4.2.3 Respostas termorregulatórias

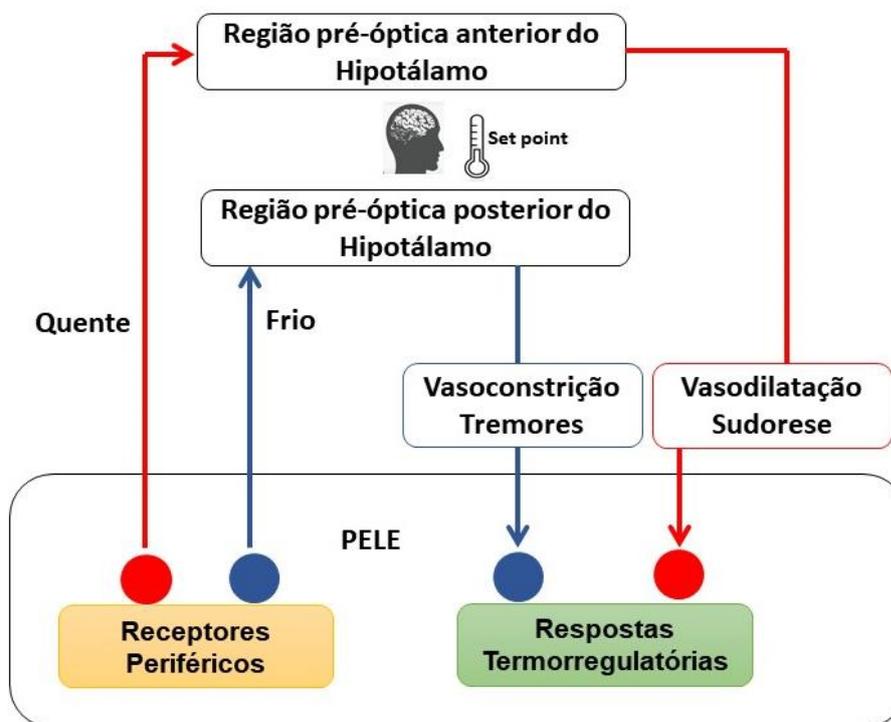
Diante de condições de estresse térmico de origem exógena (variação da temperatura ambiente) e/ou endógena (geração de calor metabólico pelos músculos esqueléticos durante o exercício físico), o corpo humano recorre a ações voluntárias e reflexas para a manutenção da homeostase térmica (Johnson; Minson; Kellogg, 2014). Desse modo, considera-se que a regulação da temperatura corporal ocorre por dois processos colaborativos, que são o comportamento e as respostas fisiológicas. A regulação da temperatura mediante alterações conscientes no comportamento apresenta grande eficiência e ocorre por meio de modificações nos níveis de atividade, no tipo de roupa utilizada e na busca por sombra ou abrigo (Parson, 2003; Sawka *et al.*, 2011; Sessler, 2009). Já a regulação fisiológica é ativada a partir da detecção de alterações nas temperaturas central e/ou periférica, desencadeando respostas independentes do comportamento voluntário, sendo estas: (a) a produção de calor por tremores (termogênese) (DE WITTE; Sessler, 2002); (b) a redistribuição do fluxo sanguíneo de órgãos para a pele (vasoconstrição e vasodilatação periférica) e (c) a sudorese (Sawka *et al.*, 2011; Sessler, 2009).

É importante salientar que as respostas termorregulatórias são controladas mediante mecanismos de feedback neurais via SNS, por meio da coordenação dos neurônios termicamente sensíveis localizados no APO, medula espinhal e termorreceptores periféricos da pele (Widmaier; Raff; Strang, 2006; Roque *et al.*, 2013; Round *et al.*, 2016). Os termorreceptores periféricos são neurônios sensíveis à temperatura, devido a mecanismos específicos de sua membrana, sendo capazes de detectar frio e calor (Machado; Haertel, 2014). Os termorreceptores cutâneos fornecem a entrada primária para a sensação térmica e são conectados ao APO via medula espinhal (Taylor, 2014). O APO, por sua vez, funciona como um termostato, que detecta as variações de temperatura e ativa os mecanismos de perda ou de conservação do calor que são necessários a manutenção da temperatura (Machado; Haertel, 2014; Sawka *et al.*, 2011).

A eficiência desses mecanismos de feedback neurais depende da magnitude da detecção de alterações da temperatura (Guyton; Hall, 2017; Parson, 2003), sendo que quanto mais a média da temperatura corporal se desvia do *set point*, maiores serão as respostas ativadas para a dissipação de calor ou conservação de calor (Figura 2) (Minson; Brunt, 2016). Assim, a coordenação dessas respostas ocorre por

meio de impulsos eferentes que controlam o tônus vasomotor (vasoconstrição ou vasodilatação), a sudorese, a piloereção e os tremores (Garstang; Miller-Smith, 2007).

FIGURA 2 - Diagrama simplificado das respostas termorregulatórias



Fonte: Elaborado pela autora baseado em Parson (2003, p.34). O *set point* (ponto de ajuste) localizado no hipotálamo funciona como um termostato, que induz a vasodilatação e sudorese em condições de elevação da temperatura corporal ou a vasoconstrição e tremores em condições de diminuição da temperatura corporal. Existem ainda conexões inibitórias cruzadas entre as áreas pré-óptica anterior e posterior do hipotálamo.

Neste sentido, quando a temperatura ambiente está abaixo de condições de termoneutralidade, causando diminuição das temperaturas central e/ou periférica, são acionadas as respostas fisiológicas para o aumento do tônus vasomotor (vasoconstrição), piloereção e para a termogênese (tremores) (Stocks *et al.*, 2004). Em contrapartida, quando a temperatura ambiente está acima das condições de termoneutralidade ou em situações de produção de calor metabólico (por exemplo, durante a prática de exercícios físicos) ocorre a elevação nas TC e TP, sendo acionadas as respostas autonômicas simpáticas, mediante os sinais eferentes que são enviados da região pré-óptica anterior do hipotálamo para provocar a diminuição do tônus vasomotor (vasodilatação) e para a sudorese (Taylor, 2014).

A vasodilatação cutânea é a primeira resposta autonômica em situações de elevação da temperatura corporal (Houdas; Ring, 1982). Conforme a TC se eleva, a atividade vasoconstritora das arteríolas cutâneas é reduzida, causando a vasodilatação para induzir o aumento do fluxo sanguíneo na pele para a dissipação do calor do sangue venoso (Parson, 2003). Isto é, o aumento do fluxo sanguíneo periférico eleva a temperatura da pele e possibilita a troca de calor por convecção dos tecidos profundos do corpo para a pele (Sawka *et al.*, 2011). Por esta razão, a pele desempenha um papel fundamental na homeostase térmica e configura-se como um sistema eficiente de “radiador de calor”, no qual o fluxo de sangue para a pele é um mecanismo de transferência de calor da área central do corpo para a periférica e da área periférica para o ambiente (Guyton; Hall, 2017; Johnson; Minson; Kellogg, 2014). Porém, esse mecanismo só é efetivo quando a temperatura da pele é menor do que a temperatura central (Taylor, 2014).

Outra resposta para a dissipação do calor é a sudorese, que possibilita a transferência de calor da região profunda do corpo (órgãos e cérebro) para a pele de forma convectiva e o resfriamento por evaporação (Houdas; Ring, 1982). É interessante diferenciar que existem dois tipos de glândulas sudoríparas, sendo denominadas de apócrinas e écrinas (Parson, 2003). As apócrinas são associadas aos folículos capilares e estão contidas em áreas específicas da pele como a axila e as regiões púbicas (Gagnon; Crandall, 2018) e sua secreção é espessa e odorífera (Guyton; Hall, 2017). Este tipo de glândula sudorípara não participa da regulação da temperatura corporal (Gagnon; Crandall, 2018; Parson, 2003). Por outro lado, as glândulas écrinas, embora não estejam associadas aos folículos pilosos, estão distribuídas sobre a maior parte da superfície corporal, secretando água e eletrólitos. A principal função dessas glândulas é a termorregulação (Gagnon; Crandall, 2018; Parson, 2003).

Destaca-se ainda que há cerca de 2 milhões de glândulas écrinas distribuídas pelo corpo (Taylor; Machado-Moreira, 2013). Estas glândulas são controladas pela inervação simpática, por meio da integração de sinais aferentes dos termorreceptores centrais e periféricos que resultam em sinais eferentes dirigidos à atividade neural para a produção de suor (Gagnon; Crandall, 2018; Guyton; Hall, 2017). Além disso, à medida que a taxa de suor aumenta, a resposta inicial é aumentar o número de glândulas sudoríparas que são recrutadas e, posteriormente, aumentar a secreção de suor por glândula (Sawka *et al.*, 2011).

Contudo, a eficiência da sudorese depende da umidade relativa e da velocidade de movimentação do ar. Assim, quando o ambiente apresenta baixa umidade e alta velocidade de movimentação do ar, o gradiente de pressão de vapor de água entre a superfície da pele e o ar circundante maximiza a evaporação do suor. Em contrapartida, quando a umidade é alta e a velocidade de movimentação do ar é baixa, ocorre um menor gradiente entre a pressão de vapor de água e a superfície da pele, limitando a eficácia da evaporação (Gagnon; Crandall, 2018).

É interessante apontar que além das respostas termorregulatórias para dissipação de calor supracitadas, acontece também a perda de calor pelas vias respiratórias, mediante a transferência de calor por convecção. O ar inspirado é umedecido pelos pulmões e, quando exalado, possibilita a transferência de massa (calor) do centro do corpo para o exterior (Parson, 2003). Adicionalmente, deve-se considerar também a superfície corporal, que tem um efeito importante na troca de calor por convecção, radiação e evaporação, visto que uma menor área de superfície corporal representa uma capacidade relativamente limitada de dissipação de calor, prejudicando o equilíbrio térmico (Cramer; Jay, 2016). De forma suplementar, considera-se, ainda, a composição corporal (variação de tecido magro, gordura e ossos) que também interfere na capacidade térmica, com base nas propriedades térmicas de cada tipo de tecido. Percentuais mais altos de tecido adiposo resultam em menor dissipação de calor em pessoas sem LME (Cramer; Jay, 2016), no entanto, o percentual de gordura explica apenas 2,3% da variabilidade total na mudança da TC (Cramer; Jay, 2015).

Diante do exposto, evidencia-se o papel do Sistema Nervoso Simpático na ordenação das respostas termorregulatórias que são necessárias para a manutenção da homeostase térmica. Assim, na ausência ou limitação da condução dos impulsos nervosos simpáticos, haverá prejuízos significativos na regulação da temperatura corporal e estes serão descritos nos próximos tópicos.

### 4.3 Termorregulação da pessoa com Lesão Medular Espinhal

#### 4.3.1 Lesão Medular Espinhal

A LME corresponde a um dano na medula espinhal que acarreta insuficiência (parcial ou total) na condução dos impulsos nervosos abaixo do nível da lesão, causando alterações nas funções motoras, sensitivas e autonômicas (Brasil, 2013; Kirshblum *et al.*, 2011). Uma análise sistemática sobre o *Global Burden of Disease Study 2016* (Estudo da Incidência Global de Doenças de 2016) indicou que existem cerca de 27 milhões de pessoas com LME em todo o mundo, sendo a incidência global de 950 mil casos por ano (James *et al.*, 2019). No Brasil, a LME não é uma condição de notificação obrigatória e faltam dados exatos (Bittar; Cliquet Júnior, 2011). Contudo, estima-se que existam 500 mil pessoas com LME no país, sendo a incidência de 18 mil casos por ano (James *et al.*, 2019). Adicionalmente, destaca-se que 80% dos novos casos de LME acometem homens, especialmente na faixa etária de 15 a 30 anos (Brasil, 2013; Lee *et al.*, 2013; Patek; Stewart, 2020; Rabinstein, 2018; Singh *et al.*, 2014).

A causa mais comum de LME é em decorrência de traumas (Patek; Stewart, 2020) que se caracterizam por forças diretas ou indiretas aplicadas à coluna vertebral (Lee *et al.*, 2013) em consequência de acidentes automobilísticos, ferimentos por armas de fogo, esportes, mergulhos em águas rasas, atividades recreativas, entre outras (Brasil, 2013; Rabinstein, 2018). A LME, resultante de um dos exemplos citados, pode ocorrer mediante quatro formas distintas de lesão mecânica primária: (a) Impacto da medula por compressão persistente (fraturas por deslocamento ou ruptura aguda do disco medular, nas quais um ou mais fragmentos de osso comprimem a medula); (b) Impacto da medula por compressão transitória (presença de alguma doença prévia que causa a lesão por hiperextensão); (c) Lesão por hiperextensão (alongamento forçado da coluna que ocorre por cisalhamento ou estiramento da medula espinhal e/ou do seu suprimento sanguíneo); (d) Laceração direta ou transecção da medula (deslocamento severo ou feridas penetrantes, levando à secção parcial ou total da medula) (Patek; Stewart, 2020).

Depois da ocorrência da lesão mecânica primária, inicia-se a lesão secundária. Esta sequência de ações é conhecida como choque medular, e desencadeia vários processos locais e sistêmicos, incluindo hipotensão, hipoxemia, hemorragia e edema

da medula espinhal. Esses mecanismos prejudicam a perfusão sanguínea e o fornecimento de oxigênio para medula que já está danificada (Patek; Stewart, 2020). Aditivamente, ocorre uma zona hemorrágica de necrose localizada na substância cinzenta da medula (Profyris *et al.*, 2004), que expande o volume do tecido neural destruído e aumenta a área lesionada (Gerzanich *et al.*, 2009). Após a recuperação desta fase, torna-se possível avaliar com maior segurança os prognósticos e a extensão dos comprometimentos decorrentes da LME (Chay; Kirshblum, 2020).

Vale salientar que, embora muito menos comum, a LME pode ocorrer também via etiologias não traumáticas e progressivas, tais como hematomas, estenose, tumores, inflamação e infecção (por exemplo, abscesso epidural) (Price; Trbovich, 2018). Ressalta-se, ainda, que, independentemente da etiologia traumática ou não traumática da LME, os déficits motores, sensitivos e autonômicos, são determinados pela localização anatômica ou pelo nível do segmento medular em que ocorre lesão (principalmente no plano transversal), e pela sua completude (Goosey-Tolfrey; Paulson; Graham-Paulson, 2015; Kirshblum *et al.*, 2011; Patek; Stewart, 2020).

O nível do segmento medular lesionado define a classificação dos indivíduos em paraplegia ou tetraplegia (Patek; Stewart, 2020; Kirshblum *et al.*, 2011). A LME quando ocorre abaixo do segmento torácico T1 é classificada como paraplegia, e caracteriza-se pela perda ou comprometimento das funções motoras e/ou sensoriais na região torácica, lombar ou segmentos sacrais (Walter; Krassioukov, 2018). Nesse caso, a funcionalidade de membros superiores e diafragma é preservada (Marino *et al.*, 2003; Kirshblum *et al.*, 2011). Por outro lado, quando a LME ocorre no nível do segmento T1 ou nos segmentos cervicais (C1 a C8) é classificada como tetraplegia (Walter; Krassioukov, 2018), e retrata a perda ou o comprometimento das funções motoras e/ou sensoriais dos membros superiores, bem como do tronco, dos membros inferiores e órgãos pélvicos (Marino *et al.*, 2003; Kirshblum *et al.*, 2011).

Após determinar a área de ocorrência da LME (paraplegia ou tetraplegia), é necessário avaliar a sua completude. A escala de comprometimento da Associação Americana de Lesão Medular Espinhal, em inglês *American Spinal Injury Association* (AIS), é um instrumento amplamente utilizado, que possibilita a mensuração das funções motoras e sensoriais remanescentes e a classificação da LME em incompleta ou completa (ASIA, 2019). A avaliação é realizada em 28 dermatômos, em ambos os lados do corpo, para mensurar a presença de alguma função sensitiva (Figura 3) e em 10 músculos-chave para identificar o grau de contração voluntária (flexores de

cotovelo, extensores de pulso, extensores de cotovelo, flexores dos dedos [falange distal do dedo médio], abdutores dos dedos, flexores do quadril, extensores do joelho, dorsiflexores do tornozelo, extensores de dedos longos e flexor plantar do tornozelo) (ASIA, 2019).

FIGURA 3 - Normas Internacionais para classificação neurológica de LME

**ASIA** INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI) **ISCSOS**

Patient Name \_\_\_\_\_ Date/Time of Exam \_\_\_\_\_  
 Examiner Name \_\_\_\_\_ Signature \_\_\_\_\_

**RIGHT MOTOR KEY MUSCLES** Light Touch (LTR) Pin Prick (PPR)

**RIGHT SENSORY KEY SENSORY POINTS** Light Touch (LTR) Pin Prick (PPR)

**LEFT MOTOR KEY MUSCLES** UEL (Upper Extremity Left) UEL

**LEFT SENSORY KEY SENSORY POINTS** Light Touch (LTL) Pin Prick (PPL)

**NEUROLOGICAL LEVELS**

1. SENSORY (Steps 1-6 for classification as on reverse) R L

2. MOTOR R L

3. NEUROLOGICAL LEVEL OF INJURY (NLI) \_\_\_\_\_

4. COMPLETE OR INCOMPLETE? (In injuries with absent motor (M) sensory function in S4-5 only) Incomplete = Key sensory or motor function in S4-5

5. ASIA IMPAIRMENT SCALE (AIS) \_\_\_\_\_

6. ZONE OF PARTIAL PRESERVATION (Most caudal levels with any preservation) R L

SENSORY MOTOR

Page 12 This form may be copied freely but should not be altered without permission from the American Spinal Injury Association. REV 04/10

Fonte: ASIA (2019).

A LME completa é classificada pela como ASIA A e a LME incompleta é classificada em ASIA B, C ou D (ASIA, 2019). No Quadro 2 abaixo estão representadas, de forma sumarizada, as principais características motoras e sensitivas após a LME, conforme a classificação da AIS.

**QUADRO 2**  
Classificação da LME conforme a AIS

<b>ASIA</b>	<b>Características</b>
A	Completa: nenhuma função sensorial ou motora é preservada nos segmentos sacrais S4-S5.
B	Sensorial incompleta: a função sensorial está preservada abaixo do nível neurológico e inclui os segmentos sacrais S4-S5 (toque leve ou picada de alfinete em S4-S5 ou pressão anal profunda). Nenhuma função motora está preservada mais de três níveis abaixo do nível motor em qualquer lado do corpo.
C	Motora Incompleta: a função motora está preservada nos segmentos sacrais mais caudais para contração anal voluntária ou o sujeito atende aos critérios para status sensorial incompleto (função sensorial preservada nos segmentos sacrais mais caudais S4-S5) e tem alguma preservação da função motora mais de três níveis abaixo do nível motor ipsilateral em ambos os lados do corpo.
D	Motora Incompleta: preservação da função motora conforme definido acima, com pelo menos metade dos segmentos apresenta grau motor igual ou superior a 3.
E	Normal: funções sensoriais e motoras classificadas como normais em todos os segmentos.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nas Normas Internacionais para a classificação neurológica de lesão na medula espinhal, em inglês *International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury* (ISNCSC) (ASIA, 2019).

Dessa forma, as alterações motoras e sensitivas se manifestam pela paralisia dos membros, alteração de tônus muscular, alteração dos reflexos superficiais e profundos, alteração ou perda da sensibilidade (tátil, dolorosa, de pressão, vibratória e proprioceptiva), entre outras (Brasil, 2013). Além desses comprometimentos, a ocorrência da LME também causa disfunções no SNA, o qual, conforme exposto anteriormente, é responsável pelo controle de várias funções do organismo, tais como PA, FC, frequência respiratória, micção, motilidade intestinal e excitação sexual, e regulação da temperatura corporal (limitação ou ausência de sudorese, tremores e controle vasomotor) (Walter; Krassioukov, 2018).

Para mensurar o grau de disfunção autonômica pós LME, considera-se também o nível da lesão. Em relação às respostas termorregulatórias, foco principal deste estudo, considera-se que paraplégicos com lesões no segmento medular T6 e/ou abaixo apresentam maior capacidade de sudorese, redistribuição do fluxo sanguíneo e controle da elevação da TC, quando comparados aos tetraplégicos (Price; Campbell, 2003; Price, 2006). Em contrapartida, tetraplégicos são mais vulneráveis ao estresse

térmico ambiental em função da ausência da capacidade de sudorese abaixo do nível da lesão, piloereção, tremor e controle vasomotor (Guttmann; Silver; Windham, 1958; Price; Campbell, 2003; Price, 2006). Dando continuidade à discussão, a seguir serão apresentadas as respostas da termorregulação em tetraplégicos e suas implicações durante a prática de exercícios físicos.

#### 4.3.2 Respostas termorregulatórias em pessoas com tetraplegia

A ocorrência de LME, especialmente em nível cervical, ocasiona diversas disfunções autonômicas em razão da interrupção ou da redução do fluxo dos impulsos nervosos simpáticos aferentes (Krassioukov *et al.*, 2012; Price; Trbovich, 2018; Walter; Krassioukov, 2018). No que tange à regulação da temperatura corporal, as fibras eferentes vasomotoras (controle da vasodilatação e vasoconstrição) e as fibras sudomotoras descendentes são reguladas pelo SNS e estão localizadas entre os segmentos T1 e L2 (Figura 5), sendo, respectivamente: segmentos T1-T4 (para o rosto); T3-T7 (extremidade superior do tronco); T4-T12 (extremidade inferior do tronco); e T10-L2 (membros inferiores) (Krassioukov *et al.* 2012; Kirshblum, 2011). É importante esclarecer ainda que, pessoas com LME incompleta podem manter algum controle autonômico via SNS. Contudo, a perda completa da inervação autonômica simpática pode ocorrer mesmo quando a inervação sensorial é parcialmente preservada, como acontece nos casos das classificações de ASIA B ou C (Minson; Brunt, 2016).

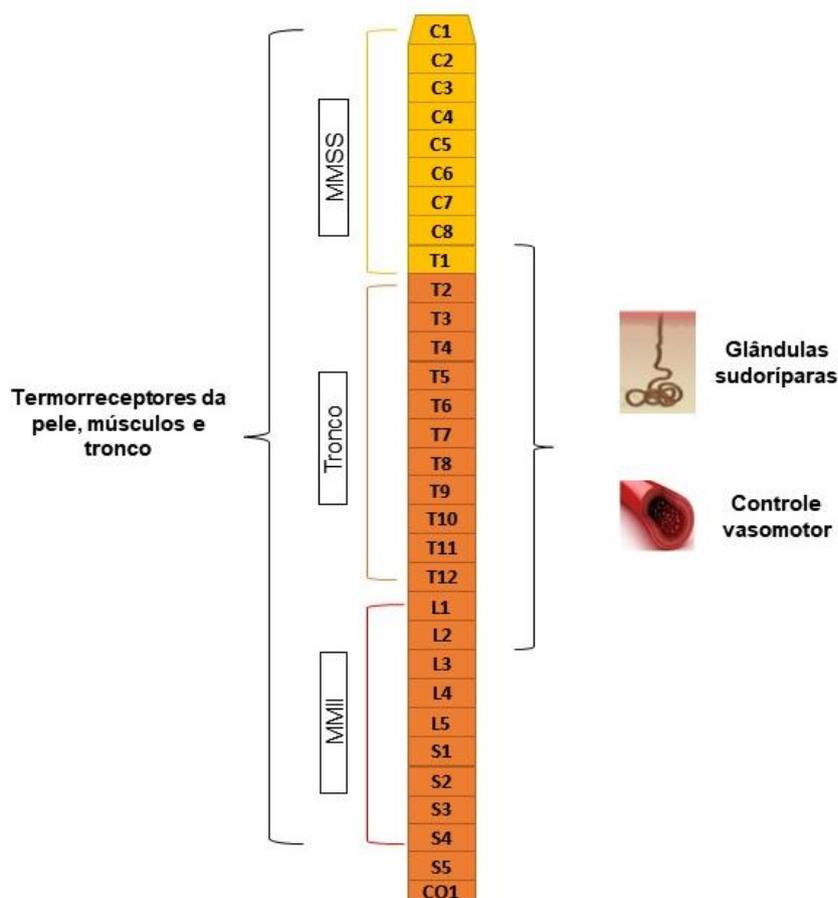


FIGURA 4 - Distribuição das fibras eferentes sudoríparas e vasomotoras na medula espinhal.

MMSS (membros superiores) e MMII (membros inferiores).

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Minson e Brunt (2016, p. 137).

Diante disso, tetraplégicos apresentam maior comprometimento em relação à capacidade de conservação da temperatura corporal em homeostase térmica (Mneimneh *et al.*, 2019b) e são mais vulneráveis ao estresse térmico, que pode causar a hipertermia ( $TC \geq 38^\circ C$ ) ou a hipotermia ( $TC \leq 35^\circ C$ ) (Sessler, 2009) em decorrência das flutuações na temperatura corporal, tanto em repouso, quanto durante o exercício físico (MERCIER; Taylor, 2016; Mneimneha *et al.*, 2018).

Outro aspecto que importa ressaltar é que tetraplégicos podem apresentar um quadro de anidrose (ausência de sudorese) devido à descentralização simpática (Handrakis *et al.*, 2017), bem como à diminuição da densidade das glândulas sudoríparas e à redução da produção de suor por glândula (Minson; Brunt, 2016). As taxas de sudorese são reduzidas em até 76% em pessoas com LME quando comparadas com pessoas sem LME, evidenciando grande prejuízo à termorregulação (Mneimneh *et al.*, 2019b). Mesmo em indivíduos que mantiveram alguma inervação

sensorial (por exemplo, ASIA B ou C), os neurônios autônomos ainda podem estar danificados, não havendo respostas de sudorese abaixo do nível da lesão em frente à elevação da temperatura corporal (Petrofsky, 1992).

Um dos primeiros estudos que avaliou essas alterações em pessoas com LME foi conduzido por Guttman, Silver e Wyndham (1958), no qual sujeitos com tetraplegia foram expostos, durante uma hora, a ambientes com diferentes temperaturas. Os resultados encontrados indicaram que, no ambiente quente (temperatura entre 36°C e 37°C), observou-se o aumento contínuo da TC, que atingiu valores médios de 38.5°C em uma hora. Já no ambiente frio (temperatura entre 18°C e 20°C), houve a redução contínua da TC, que alcançou valores médios de 35.5°C em uma hora. Os autores concluíram que tetraplégicos são incapazes de regular a temperatura corporal em ambientes quentes ou frios devido à disfunção simpática para a dissipação ou conservação de calor.

Em outro estudo, Handrakis *et al.* (2017) avaliaram as respostas termorregulatórias de voluntários tetraplégicos. No primeiro caso, foi avaliado um homem de 39 anos, com LME no segmento C6 e classificação ASIA B (sensibilidade incompleta), que foi exposto por 30 minutos a um ambiente externo com temperatura de 37.8°C. Durante os 30 minutos de registro, a TC (medida via oral) elevou-se de 36.1°C para 37.7°C (aumento de 1.6°C). O voluntário relatou fadiga e sensação térmica de muito calor. Contudo, apesar da pele do rosto apresentar eritema, estava anidrótica.

No segundo caso, o homem avaliado tinha 32 anos, com LME no segmento C7 e ASIA B, e participou de uma competição de tiro com arco para cadeira de rodas por aproximadamente 10 horas. Ao final do evento, a TC foi de 40.1°C (medida via oral), sendo necessário aplicar bolsas de gelo na cabeça e no pescoço, além da ingestão de água fria para reduzir a temperatura. É interessante destacar que, apesar da alta temperatura apresentada, o voluntário relatou, subjetivamente, um estado de desconforto térmico menor, mas apresentou anidrose e pressão arterial elevada. Diante disso, Guttman, Silver e Wyndham (1958) concluíram que a percepção da sensação térmica também é alterada em pessoas com tetraplegia.

Petrofsky (1992) mensurou a resposta da temperatura central (mensurada via canal auditivo) em tetraplégicos e sujeitos sem LME expostos a uma câmara aclimatada com temperaturas de 35°C e 40°C durante 30 minutos. Os resultados indicaram que tetraplégicos apresentaram médias de temperatura significativamente

mais altas quando comparados com os sujeitos sem LME. De forma similar, no estudo de Webborn *et al.* (2005) foram avaliadas as respostas da TC (medida via pílula de telemetria) e TP em tetraplégicos durante 80 minutos de repouso passivo em condições de calor. A TC elevou-se de 36.8°C para 37.3°C e a temperatura média da pele aumentou de 32.0°C para 34.8°C. A esse respeito, Mneimneh *et al.* (2019b) sugerem que a TC de tetraplégicos apresenta flutuações em condições ambientais extremas e o conforto térmico limita-se a uma faixa estreita (23°C a 27°C) e umidade relativa de 50%.

Dessa forma, a capacidade prejudicada de suar - aumentar ou diminuir o fluxo sanguíneo da pele e provocar tremores - produz a elevação ou a diminuição mais rápida da TC em indivíduos com LME, em comparação com seus homólogos sem deficiência (Minson; Brunt, 2016). Além disso, a ausência de controle vasomotor, que é necessária para a variação do fluxo sanguíneo entre o núcleo e a pele, reduz a possibilidade de liberação do calor para o ambiente, caso ocorra a elevação da TC (Mneimneh *et al.*, 2019b; Price; Campbell, 1997). Como resultado geral, o fluxo sanguíneo fornecido para a pele é insuficiente para atender às demandas termorregulatórias (Minson; Brunt, 2016). Destaca-se, ainda, que a redução das informações sensoriais (aférentes) afeta as respostas para a regulação da temperatura e para a percepção da sensação térmica, levando em conta a menor área de pele sensível em tetraplégicos (Price; Trbovich, 2018).

Além disso, durante o exercício físico, no qual ocorre o aumento da produção de calor metabólico, torna ainda mais evidente a disfunção na regulação da temperatura corporal em tetraplégicos (Minson; Brunt, 2016). Price e Campbell (1997) compararam a resposta da TC entre indivíduos sem LME, paraplégicos e tetraplégicos durante 60 minutos de exercício de manivela de braço, com intensidade moderada e temperatura ambiente de 21.5°C. Os resultados demonstraram que tetraplégicos experimentaram um aumento contínuo na TC, em contraste com o platô alcançado por pessoas sem LME e paraplégicos. Embora os tetraplégicos não tenham atingido valores de TC considerados altos, o aumento contínuo da TC demonstrou que o equilíbrio térmico não foi alcançado.

Em outro estudo, Price e Campbell (2003) compararam as respostas da TC (medida via auricular) e TP (medida na pele) de tetraplégicos, paraplégicos com LME alta (T1-T6) e paraplégicos com LME baixa (T7 ou abaixo), durante 60 minutos de exercício aeróbio em esteira para cadeira de rodas em uma câmara aclimatada com

temperatura de  $31.5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 1.7^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa de  $42,9\%$  ( $\pm 8,0\%$ ). Os resultados demonstraram que em repouso as TC de tetraplégicos e paraplégicos (LME alta e baixa) eram semelhantes, sendo  $36.2^{\circ}\text{C}$ ;  $36.4^{\circ}\text{C}$  e  $36.4^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Após 60 minutos de exercício, a TC em tetraplégicos foi de  $38.3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ), em paraplégicos com LME alta foi  $37.5^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ) e  $37.7^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) em paraplégicos com LME baixa. Além disso, após 30 minutos de recuperação, a TC continuou elevada em tetraplégicos. Em relação a TP, não foram observadas diferenças em paraplégicos (LME alta e baixa), mas a temperatura da pele do braço e do tronco foi significativamente maior em tetraplégicos durante o exercício e após os 30 minutos de recuperação. Os autores concluíram que durante o exercício houve o aumento da TC para os três grupos, sendo este aumento consideravelmente maior para o grupo de tetraplégicos.

No estudo de Griggs *et al.* (2015) foram comparadas as respostas termorreguladoras de atletas com tetraplegia e paraplegia durante exercícios intermitentes de sprints em cadeira de rodas e a recuperação em condições frias. Foi demonstrado que a TC foi semelhante entre os grupos no início do exercício, sendo  $37.0^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ) para tetraplégicos e  $37.1^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ) para paraplégicos. Porém, ao final do exercício, tetraplégicos apresentaram valores de TC significativamente maiores que paraplégicos, sendo  $38.2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ) e  $37.6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ). Na recuperação o resultado foi semelhante. Em relação a TP, os tetraplégicos experimentaram aumento na temperatura da pele durante o exercício. Foi calculado também o armazenamento de calor, que foi maior em tetraplégicos ( $2,8 \pm 1,2 \text{ J / g}$ ) do que em paraplégicos ( $1,0 \pm 1,0 \text{ J / g}$ ) durante o exercício e ao final de recuperação. Os autores concluíram que, durante o exercício e a recuperação pós-exercício, o armazenamento de calor e a temperatura interna apresentaram valores elevados em tetraplégicos, confirmando a menor capacidade de dissipar o calor produzido durante o exercício.

Griggs *et al.* (2017b) compararam as respostas termorregulatórias entre tetraplégicos e pessoas sem LME durante uma partida simulada de rugby em cadeira de rodas. Os resultados demonstraram que tetraplégicos experimentaram maior tensão térmica, com aumento médio da TC de  $1.6^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ) em comparação com as pessoas sem LME ( $0.7^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ), devido à ausência da capacidade de sudorese associada à menor velocidade de impulsão da cadeira de rodas, que causou menor dissipação de calor por convecção e evaporação. Além disso, a elevação das TC e TP não foram percebidas pelos tetraplégicos, concluindo que a sensação térmica e a

Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) podem não apresentar uma relação causal com o aumento da temperatura nesta população. Em contrapartida, Schlader *et al.* (2011) apontam que, em pessoas sem LM, a percepção da sensação térmica é amplamente ditada pela temperatura da pele, o que também foi verificado no estudo de Handrakis *et al.* (2017). Schlader *et al.* (2011) ainda sugerem que, quando a sensação térmica não reflete as mudanças na temperatura da pele, é necessário que a equipe de profissionais que acompanha atletas com LME avalie quando o jogador deve ser removido da quadra e utilize estratégias de resfriamento corporal.

Diante dos estudos apresentados até aqui, compreende-se que pessoas com tetraplegia demonstram aumentos na TC que não são acompanhados pela percepção subjetiva de aumento de temperatura (tensão térmica) (Goosey-Tolfrey *et al.*, 2008; Trbovich *et al.*, 2014). Desse modo, quando o aumento da TC não é percebido durante a exposição ao estresse térmico, pode ocorrer a hipertermia, que resulta em riscos à saúde de pessoas com LME. Além disso, o aumento da TC induzido pelo exercício, especialmente em temperaturas ambientes quentes (30°C a 38°C) e com alta umidade relativa (40% a 80%), impacta negativamente na resistência e no desempenho desses indivíduos durante o exercício (Price, 2015).

É importante destacar, ainda, que as alterações nas respostas termorregulatórias em tetraplégicos também são influenciadas por modificações na FC, no Débito Cardíaco (DC) e na perfusão da pele (Hostettler *et al.*, 2012; Price; Campbell, 2003; Price; Trbovich, 2018). Em tetraplégicos, o sistema cardiovascular não é capaz de acompanhar as demandas de fluxo sanguíneo para a manutenção da termorregulação durante a prática de exercícios físicos (Minson; Brunt, 2016), porque parte dos nervos aceleradores cardíacos são controlados pelo SNS e emergem dos segmentos medulares T1 a T5 (Price; Trbovich, 2018; Walter; Krassioukov, 2018). Devido a isso, tetraplégicos apresentam uma capacidade prejudicada de aumentar a FC e aumentar ativamente a contratilidade, sendo que as frequências cardíacas máximas são limitadas durante o exercício em torno de 100 a 120 Batimentos por Minuto (bpm) (Figoni, 1993; Price; Campbell, 2003). Adicionalmente, o DC (produto do volume sistólico e da FC) também é limitado em tetraplégicos (Hostettler *et al.*, 2012; Walter; Krassioukov, 2018). A redução do volume sistólico e do DC ocorre igualmente pela perda de atividade do SNS, abaixo do nível da lesão, que limita o redirecionamento do sangue de forma eficaz para as áreas não exercitadas (Goosey-Tolfrey; Price, 2010).

Em relação à perfusão sanguínea, é reconhecido que a velocidade do fluxo sanguíneo no plexo venoso da pele possibilita que o calor seja conduzido do centro do corpo para a pele com grande eficiência (Guyton; Hall, 2017). Porém, a ausência do controle vasomotor faz com que a perfusão sanguínea permaneça constante em todas as porções insensíveis da pele (Minson; Brunt, 2016). Em outras palavras, não há vasodilatação ou vasoconstrição dos sanguíneos abaixo do nível da LME em resposta às alterações da TC e TP (Krassioukov *et al.*, 2012; Price; Trbovich, 2018; Walter; Krassioukov, 2018). Assim, em condições de calor e durante o exercício físico, a capacidade de resposta de circulação sanguínea é reduzida e contribui para o armazenamento de calor (Price; Campbell, 1997). Observam-se também modificações na estrutura dos vasos sanguíneos, causando a diminuição dos seus diâmetros abaixo do nível da lesão (Mneimneh *et al.*, 2019b). Em um estudo conduzido por Groot *et al.* (2006), que comparou o diâmetro da artéria femoral entre pessoas com e sem LM, verificou-se que pessoas com LME apresentaram uma redução de 23% no diâmetro arterial. Essa alteração corrobora com a limitação da resposta vasomotora (Muraki *et al.*, 1996) e afeta a transferência de calor entre o núcleo e a pele em condições ambientais quentes e frias (Mneimneh *et al.*, 2019b).

É importante destacar que, tetraplégicos apresentam maior risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Phillips *et al.* 2012) e de acidente vascular encefálico (AVE) (Cragg *et al.* 2013) devido à disfunção autonômica, associada à inatividade física (Mercier; Taylor, 2016). Neste sentido, é recomendada a prática regular de exercícios físicos para auxiliar em adaptações cardíacas e reduzir os déficits funcionais e estruturais após a LME (Gibbons *et al.*, 2016; Jacobs; Nash, 2004). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que pessoas com LME pratiquem exercícios físicos aeróbio e de resistência de força para a melhoria da condição cardiorrespiratória, da funcionalidade e dos aspectos psicológicos (WHO, 2013).

Contudo, durante a realização de exercícios físicos, sujeitos com LME, em especial tetraplégicos, apresentam maior risco de experimentar sintomas causados pela elevação das temperaturas central e periférica (Griggs *et al.*, 2015, 2017a; Price; Campbell, 1997, 2003; Webborn *et al.*, 2005) em função da limitação da capacidade de termorregulação, sendo uma ameaça significativa à saúde (Handrakis *et al.*, 2017) e também um fator limitante na manutenção da intensidade e da duração do exercício (Jacobs; Nash, 2004). Sendo assim, é imprescindível investigar as estratégias ou os

recursos que podem ser implementados para mitigar o desequilíbrio térmico nesta população.

#### 4.4 Estratégias de resfriamento corporal em pessoas com tetraplegia

As estratégias de resfriamento corporal utilizadas para a prática de exercícios físicos e esportes, especialmente em ambientes quentes, têm sido estudadas por pesquisadores há algumas décadas, sobretudo em pessoas sem LME (Bongers *et al.*, 2015; Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015). Essas estratégias apontam resultados positivos acerca da redução da tensão térmica e do menor armazenamento de calor, favorecendo melhorias no desempenho físico e na capacidade de manutenção do esforço. Além disso, o resfriamento durante o exercício também pode atenuar a elevação da TC (Bongers *et al.*, 2015; Bongers; Hopman; Eijsvogels, 2017).

Na atualização da meta-análise realizada por Bongers, Korte e Eijsvogels (2020) foram identificados 45 estudos que utilizaram técnicas de pré-resfriamento e 26 estudos com estratégias de resfriamento aplicadas durante o exercício. A imersão em água fria foi apontada como a técnica mais eficaz, porém este método nem sempre é viável de ser executado. Além do mais, foi verificado que as duas técnicas com maior eficácia durante o exercício foram o uso de colete de resfriamento, que melhorou o desempenho em 11,9%, e a pulverização de água, que evidenciou melhorias de até 8,2%. Desse modo, os autores recomendam a utilização dessas estratégias de resfriamento visando a redução de riscos à saúde e a manutenção do melhor desempenho.

Entretanto, considerando as condições específicas das pessoas com LME e as suas respostas termorregulatórias durante o exercício físico, ainda existem incongruências e lacunas em relação à eficácia das estratégias de resfriamento corporal (Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015). Na revisão sistemática publicada acerca dessas estratégias (Grossmann *et al.*, 2021) foram identificados 10 estudos, sendo que desses apenas oito avaliaram participantes com tetraplegia. Os protocolos de exercícios selecionados foram contínuos ou intermitentes, com duração entre 28 e 90 minutos. Os métodos de resfriamento avaliados foram: (a) coletes de resfriamento (Armstrong *et al.*, 1995; Webborn *et al.*, 2005, 2010; Trbovich *et al.*, 2014; Griggs *et al.*, 2017a; Trbovich, 2019), (b) pulverização de água (Griggs *et al.*, 2017a; Trbovich, 2019; Trbovich, Koek; Ortega, 2019), (c) resfriamento dos pés (Hagobian *et al.*, 2004)

e (d) ingestão de *ice slurry* (pasta de gelo) (Trbovich, 2019). Sobre o tema, a seguir, serão apresentados os principais resultados dos estudos que estimaram a eficácia de diferentes estratégias de resfriamento corporal em tetraplégicos.

O uso de coletes de resfriamento consiste em reduzir a temperatura interna e da pele por condução, podendo ser utilizado antes do início do exercício, Pré-resfriamento (PRE), ou durante, Resfriamento durante o Exercício (DUR). Estima-se que o contato da pele com o material frio do colete aumenta a margem de produção de calor metabólico e a tolerância ao estresse térmico (Bongers *et al.*, 2016). Webborn *et al.* (2005) avaliaram os efeitos do uso do colete de resfriamento em pessoas com tetraplegia em um ambiente com temperatura de 32°C e 50%UR. Foram medidas as respostas da TC (medida por pílula de telemetria) e TP nas condições PRE e DUR. Na condição PRE houve a diminuição significativa na TC e na PSE, em comparação com valores alcançados na condição sem resfriamento. Na condição DUR, foi observada a diminuição na TC e um maior tempo de atividade até a exaustão. Foram alcançados também menores valores de TP nas duas condições de uso do colete. A partir dos resultados, os autores recomendam que tetraplégicos utilizem coletes de resfriamento antes ou durante o exercício intermitente para atenuar o aumento nas temperaturas central e periférica.

Em outro estudo, Webborn *et al.* (2010) investigaram a eficácia do uso de colete de resfriamento nas condições PRE e DUR, em um protocolo intermitente até a exaustão (duração máxima de 60 minutos) em um ambiente com temperatura de 32°C e 50%UR. Os resultados apontaram menor TC mediante o uso de colete na condição PRE e menor ganho de calor na condição DUR, quando comparadas com a medida da temperatura sem resfriamento. Em relação à TP, não foram verificados efeitos na condição PRE, porém na condição DUR, a TP foi significativamente menor. Nas condições PRE e DUR, verificou-se a maior duração na capacidade de manutenção do protocolo. Os autores concluíram que as estratégias de PRE e DUR melhoraram a capacidade total de exercício, sendo que a técnica DUR pode ser mais apropriada para exercícios com duração prolongada. E, ainda, Webborn *et al.* (2010) recomendam que tetraplégicos utilizem o pré-resfriamento em exercícios de maior intensidade e o resfriamento durante o exercício que exigir maior tempo de duração.

Em contrapartida, no estudo conduzido por Griggs *et al.* (2017a) que avaliou a condição PRE durante a realização de sprints intermitentes com duração de 60 minutos, não foram demonstrados efeitos do pré-resfriamento na TC, na sensação

térmica e no desempenho (PSE), mas foram observados menores valores de TP em comparação com a condição sem resfriamento. Já os resultados encontrados por Trbovich (2019) em um protocolo de 30 minutos, evidenciaram que o uso do colete de resfriamento durante o exercício apenas mitigou a elevação da TC. E nos estudos de Armstrong *et al.* (1995) e Trbovich *et al.* (2014), que também avaliaram as condições do uso de colete PRE e DUR durante o exercício, não foram evidenciados efeitos significativos na temperatura corporal de tetraplégicos. Especula-se que as divergências entre os resultados dos estudos que avaliaram a utilização do colete de resfriamento corporal podem ser devido às diferenças em relação ao ambiente e ao tipo de exercício (Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015; Grossmann *et al.*, 2021), reforçando a necessidade de novos estudos para a melhor compreensão dos efeitos deste método.

Outra técnica utilizada no resfriamento corporal refere-se ao uso de água borrifada sobre a superfície da pele para gerar o suor artificial e resfriamento evaporativo. Esta técnica é amplamente utilizada em esportes praticados por atletas com LME durante os intervalos de recuperação (Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015) e está descrita na literatura que versa sobre o tema como uma recomendação a ser adotada pelos treinadores durante os treinamentos e as competições (Campana *et al.*, 2011). Entretanto, poucos estudos investigaram a eficácia desse mecanismo de resfriamento em pessoas com LME, sendo que em tetraplégicos foram publicados dois estudos (Griggs *et al.*, 2017a; Trbovich, 2019).

No estudo de Griggs *et al.* (2017a) ao comparar as TC e TP entre as condições sem resfriamento e com a Pulverização de Água sobre a Pele (PUL), não foram encontradas diferenças significativas em relação à TC. Porém, foram evidenciadas alterações nas temperaturas da região do braço ( $\downarrow 1.34^{\circ}\text{C} \pm 2.26^{\circ}\text{C}$ ), tórax ( $\downarrow 1.74^{\circ}\text{C} \pm 1.85^{\circ}\text{C}$ ), antebraço ( $\downarrow 0.44^{\circ}\text{C} \pm 1.39^{\circ}\text{C}$ ), testa ( $\downarrow 3.06^{\circ}\text{C} \pm 2.57^{\circ}\text{C}$ ) e abdômen ( $\downarrow 0.03^{\circ}\text{C} \pm 2.02^{\circ}\text{C}$ ). Os autores ainda descobriram que, a combinação das técnicas de pré-resfriamento com colete e pulverização de água sobre a pele atenuaram a elevação da TC em tetraplégicos ao longo do exercício ( $1.3^{\circ}\text{C}$ ), em comparação com a condição sem resfriamento ( $1.9^{\circ}\text{C}$ ). Em um estudo piloto, Trbovich (2019) demonstrou que a PUL aplicada em toda a área de superfície corporal exposta (rosto, peito, abdômen, braços e pernas), a cada cinco minutos, foi eficaz para mitigar a elevação da TC durante 30 minutos em esteira para cadeira de rodas. A autora sugere que a PUL é

uma técnica promissora para o resfriamento corporal de tetraplégicos, mas são necessários novos estudos para ampliar a compreensão dos efeitos desse método.

Em outro estudo sobre a PUL, Trbovich, Koek e Ortega (2019) avaliaram tetraplégicos durante 90 minutos de exercícios intermitentes em cadeira de rodas, em um ginásio com temperatura ambiente entre 19°C e 22° (55-60% umidade relativa). A TC foi medida via pílula de telemetria e os jogadores ficaram com a parte superior do tronco descoberta para maximizar a área de superfície da pele disponível para resfriamento evaporativo. A PUL com água fria (~ 15°C) foi realizada nas seguintes áreas: cabeça, rosto, braços (anterior e posterior, incluindo axila), tronco anterior e posterior e extremidades inferiores anteriores e posteriores (~ 60-80% da superfície corporal total). Os resultados demonstraram que, após o início do exercício, a TC aumentou linearmente ao longo de 90 minutos e não se estabilizou, evidenciando o ganho de calor contínuo. A TC foi significativamente mais baixa em 30 minutos na condição controle em comparação com a PUL. No entanto, houve uma tendência linear ao longo do exercício, cuja TC na condição controle atingiu valores médios de 38.66°C ( $\pm 0.22^\circ\text{C}$ ), ao passo que na condição PUL, os valores médios da TC foram 37.87°C ( $\pm 0.22^\circ\text{C}$ ).

Diante dos resultados, Trbovich, Koek e Ortega (2019) sugerem que o uso da PUL sobre a pele pode atenuar a elevação da TC de tetraplégicos durante o exercício, sendo recomendado que a pulverização de água ocorra em uma área maior de superfície corporal (mínimo de 40-60%) para favorecer o resfriamento evaporativo. Além disso, os autores observaram que foram necessários pelo menos 60 minutos após o exercício para que a TC retornasse aos valores basais.

Outros dois estudos avaliaram as técnicas de ingestão de *ice slurry* e resfriamento de pés. Hagobian *et al.* (2004) investigaram a eficácia de um dispositivo de resfriamento dos pés (RTX), durante 45 minutos de exercício no cicloergômetro de braço, em ambiente com temperatura de 31.8°C (26,1% de umidade relativa). A TC foi medida no tímpano. Os resultados indicaram que o RTX atenuou a elevação da TC durante o exercício. Trbovich (2019) avaliou o efeito da ingestão de *ice slurry* durante o exercício, sendo demonstrado um aumento significativamente menor na TC em relação à condição sem resfriamento (0.3°C e 1.0°C, respectivamente). A quantidade de *ice slurry* (pasta de gele) ingerida não foi relatada e esse foi o único estudo publicado em relação à eficácia desse método em tetraplégicos. Adiante, na Tabela 2

estão sumarizados os principais resultados dos oito estudos que analisaram diferentes estratégias de resfriamento corporal em pessoas com tetraplegia:

TABELA 2

Respostas termorregulatórias em diferentes situações de resfriamento corporal

Estudo	Técnica de resfriamento	Medidas	Resultados
Armstrong <i>et al.</i> (1995)	Colete PRE Colete DUR	$T_{re}$ $T_{au}$ TP Taxa de suor	Não foram encontradas diferenças significantes
Griggs <i>et al.</i> (2017a)	Colete PRE Colete DUR PUL	$T_{gast}$ TP PUL	↓ $T_{gast}$ PRE/DUR ↓ TP PRE/DUR PUL ↓ da temperatura de algumas áreas do corpo
Hagobian <i>et al.</i> (2004)	RTX nos pés	$T_{timp}$ TP	↓ $T_{timp}$
Trbovich (2019)	PUL <i>Ice Slurry</i>	$T_{gast}$	↓ $T_{gast}$ <i>Ice Slurry</i> ↓ $T_{gast}$ WS
Trbovich <i>et al.</i> (2014)	Colete PRE Colete DUR	$T_{gast}$	Não foram encontradas diferenças significantes
Trbovich <i>et al.</i> (2019)	PUL	$T_{gast}$	↓ $T_{gast}$ PUL
Webborn <i>et al.</i> (2005)	Colete PRE Colete DUR	$T_{gast}$ TP	↓ $T_{gast}$ DUR ↓ TP PRE/DUR
Webborn <i>et al.</i> (2010)	Colete PRE Colete DUR	$T_{gast}$ TP	↓ TP DUR ↓ $T_{gast}$ PRE ↑ duração do exercício PRE/DUR

Legenda:  $T_{re}$  (temperatura retal),  $T_{au}$  (temperatura auricular),  $T_{gast}$  (temperatura gastrointestinal medida por pílula de telemetria),  $T_{timp}$  (temperatura timpânica), TP (temperatura periférica medida na pele), PRE (pré-resfriamento), DUR (resfriamento durante o exercício), PUL (pulverização de água sobre a pele), RTX (dispositivo de resfriamento nos pés).

Fonte: Elaborado pela autora, baseado nos resultados de Armstrong *et al.* (1995); Griggs *et al.* (2017a); Hagobian *et al.* (2004); Trbovich (2019); Trbovich *et al.* (2014; 2019); Webborn *et al.* (2005; 2010).

As disfunções termorregulatórias que estão presentes em pessoas com LME, sobretudo em tetraplégicos, provocam um grande desafio para o equilíbrio térmico, especialmente durante o exercício físico realizado em ambientes quentes (Price, 2006). Ressalta-se que, os tecidos centrais são mantidos dentro de uma faixa estreita de temperatura, sendo que a elevação ou a redução da TC pode causar alterações na percepção de conforto, no desempenho e na saúde das pessoas (Parson, 2003). Além do comprometimento ou ausência de respostas termorregulatórias, foi possível observar, também, prejuízos na percepção da sensação térmica, diante de elevações na TC (Handrakis *et al.*, 2017), favorecendo uma maior propensão de danos à saúde,

em razão da não interrupção do exercício em condições de temperaturas elevadas (Minson; Brunt, 2016). Nesse sentido, torna-se fundamental investigar a eficácia das estratégias de resfriamento exógeno, visando mitigar ou impedir a elevação da temperatura corporal de tetraplégicos e seus possíveis riscos à saúde e ao desempenho esportivo.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Cuidados Éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 28314020.0.0000.5149) (Anexo 1). Todos os procedimentos foram realizados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012). Após esclarecimento dos possíveis riscos e benefícios associados com a participação na pesquisa, foram entregues duas vias do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1) que foram rubricadas e assinadas pelo participante e pela pesquisadora responsável. Uma via ficou com o participante e a outra foi arquivada pela pesquisadora.

### 5.2 Participantes

Inicialmente foi realizado o cálculo amostral no software G'Power (v3.1) via simulação (a priori), considerando-se os dados de temperatura da pele da testa reportados por Griggs *et al.* (2017a). Nesse estudo, a pulverização de água causou uma redução significativa da temperatura da testa, com tamanho de efeito = 1,20, em comparação com a situação sem resfriamento. Então, fizemos o cálculo amostral utilizando esse tamanho de efeito, além de um poder = 0,90 e  $\alpha = 0,05$ . Os resultados indicaram a necessidade de uma amostra de oito sujeitos. Escolhemos a temperatura da pele pois essa é uma variável que, quando reduzida, indica a eficácia da pulverização de água em aumentar a perda evaporativa de calor, bem como, é uma região em que a água foi pulverizada no nosso estudo.

A amostra foi composta por nove indivíduos do sexo masculino praticantes de rugby em cadeira de rodas, sendo seis com LME completa entre os segmentos medulares C5 e T1 e classificados como ASIA A e três com LME incompleta entre os segmentos medulares C5 e T1, classificados como ASIA B ou C. Todos os participantes relataram anidrose abaixo do nível da lesão (ASIA, 2019; Petrofsky, 1992; Tweedy; Diaper, 2010). A idade média dos participantes foi de  $37,7 \pm 6,5$  anos e o tempo médio da ocorrência da LME foi  $183,5 \text{ meses} \pm 57,8 \text{ meses}$  (Tabela 3).

Complementarmente, foram considerados como critérios de inclusão os seguintes fatores: (a) idade entre 18 e 59 anos; (b) não fumante; (c) ter recebido as duas primeiras doses da vacina contra Covid-19, comprovadas mediante apresentação da carteira de vacinação; e (d) ser classificado como apto, perante avaliação médica.

TABELA 3  
Caracterização da amostra

Participante	Idade	Nível da lesão	ASIA	Tempo de LME (meses)	Sudorese abaixo da LME
Voluntário 1	40	C6	A	257	NÃO
Voluntário 2	33	C7	A	155	NÃO
Voluntário 3	52	C7	A	141	NÃO
Voluntário 4	41	C6	A	232	NÃO
Voluntário 5	32	C6	A	143	NÃO
Voluntário 6	38	C5	B	180	NÃO
Voluntário 7	31	C5	B	83	NÃO
Voluntário 8	35	C5	A	241	NÃO
Voluntário 9	34	C6	C	220	NÃO

O tempo de LME está apresentado em meses, calculado em dezembro de 2022.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.3 Procedimentos

Os participantes foram instruídos a manter o padrão alimentar e de sono nas noites anteriores aos procedimentos, sendo que as informações sobre a alimentação e as horas de sono foram registradas antes do início da sessão. Foi também solicitado aos participantes a abstenção do uso de bebidas alcólicas, a redução, se possível, da ingestão de cafeína no dia da sessão experimental e a não realização de exercícios físicos vigorosos durante as 24 horas anteriores às coletas de dados. E, ainda, foi pedido aos participantes que informassem à pesquisadora sobre imprevistos, tais como doenças, lesões e demais problemas, especialmente em relação à existência de sintomas relacionados à Covid-19. Os procedimentos foram divididos em duas etapas, sendo denominadas de Fase 1 e Fase 2, que serão descritas a seguir.

### 5.3.1 Procedimentos Fase 1

Na Fase 1 do experimento, o estudo foi conduzido no Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais (CTE/UFMG). Inicialmente, os voluntários preencheram o questionário sociodemográfico enviado via Google Formulários (Apêndice 3) e assinaram presencialmente o TCLE. Em seguida, foram encaminhados para a avaliação médica, que consistiu de eletrocardiograma, aferição da Pressão Arterial (PA) e Saturação de Oxigênio (SpO<sub>2</sub>) (Figura 5). Os voluntários considerados aptos foram autorizados a participar do estudo.



FIGURA 5 - Participante em exame de eletrocardiograma.  
Fonte: Arquivo pessoal, registro fotográfico realizado pela pesquisadora.

A posteriori, foram realizadas medidas antropométricas de massa corporal, estatura e percentual de gordura. A massa corporal foi aferida em balança para usuário de cadeira de rodas (Balmak®, precisão de 100 g) (Figura 6). A estatura foi medida na posição supina, por meio de fita métrica inelástica, com os voluntários deitados em uma maca (Winnick; Short, 2001).



FIGURA 6 - Medida da massa corporal em balança para usuário de cadeira de rodas.

Fonte: Arquivo pessoal, registro fotográfico realizado pela pesquisadora.

Para a medida do percentual de gordura foi utilizado adipômetro (Cescorf®), com medidas realizadas em triplicata e aplicada à equação proposta por Goosey-Tolfrey *et al.* (2016), que é recomendada para usuários de cadeira de rodas. Esta equação utiliza as dobras cutâneas das áreas bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaca, abdominal, coxa medial e panturrilha, e também a circunferência da panturrilha.

$$\%G = -3,04 + (0,41 \times \Sigma 7DC) - (0,001 \times \Sigma 7DC^2) + (0,03 \times \text{circunferência da panturrilha})$$

Em seguida, os voluntários realizaram o teste incremental de esforço máximo, em cicloergômetro computadorizado de braço (Cosmed®), para estimativa da potência aeróbia máxima e determinação da carga de trabalho para o protocolo de exercício aeróbio submáximo.

Antes de iniciar o teste, os participantes foram submetidos a um exercício preparatório de seis minutos. A carga para o “aquecimento” foi estipulada conforme as características motoras dos participantes, sendo: (1) 10 W para usuários de cadeira de rodas motorizada ou com extensão de pulso menor ou igual a 4º grau; (2) 15 W para usuários de cadeira de rodas manual; e (3) 20 W para usuários de cadeira de rodas manual, com extensão de punho maior que 5º grau e fisicamente ativos (Hol *et al.*, 2007).

Após o exercício preparatório, iniciou-se o teste incremental de esforço máximo com carga de 5 W. A carga foi aumentada em 5 W a cada minuto até o momento que os participantes atingiram a fadiga voluntária, indicada pela PSE igual a 20 ou por solicitação do voluntário ou quando não foram capazes de manter a cadência de 60 a 80 rotações por minuto (Hol *et al.*, 2007; Zepetnek *et al.*, 2016).

Durante o exercício preparatório e o teste incremental, foi mensurado o consumo de oxigênio (Figura 7) por intermédio do aparelho analisador de gases metabólicos Fitmate Pro Cosmed® (Figura 8) (Pavlidou *et al.*, 2018). A partir dos dados obtidos no teste de esforço máximo incremental, foram determinados o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e a carga de 65% da potência aeróbia máxima para a realização do protocolo de exercício aeróbio submáximo na Fase 2 do experimento (Goosey-Tolfrey; Price, 2010).



FIGURA 7 - Teste incremental de esforço máximo.  
Fonte: Arquivo pessoal, registro fotográfico realizado pela pesquisadora.



FIGURA 8 - Aparelho Fitmate Pro Cosmed.  
Fonte: COSMED<sup>1</sup>.

Na Figura 9, estão sumarizados os procedimentos que foram realizados na Fase 1 do experimento:

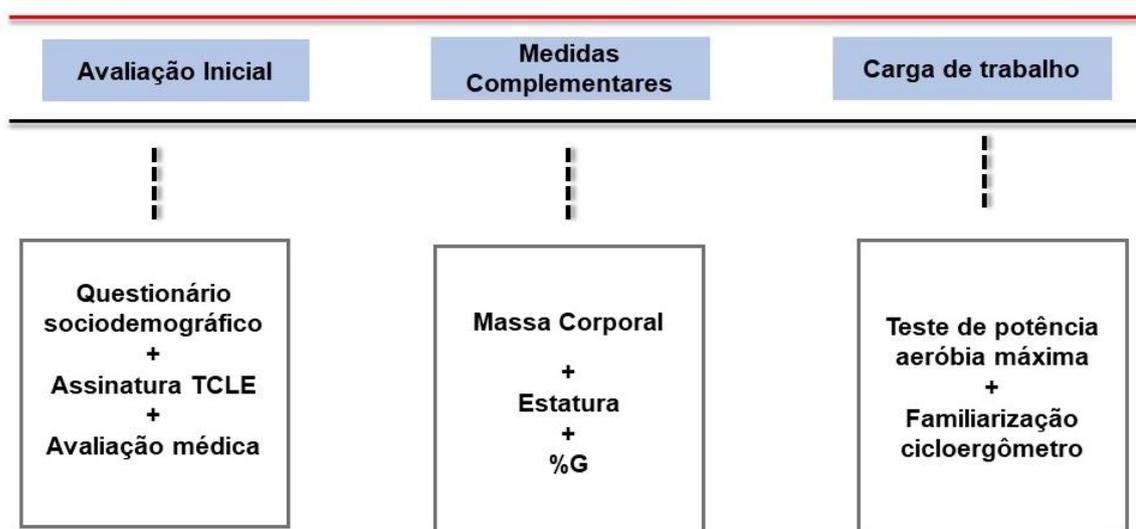


FIGURA 9 - Desenho experimental da Fase 1.

Legenda: TCLE (termo de Consentimento Livre e Esclarecido), %G (Percentual de Gordura).

Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.cardiosistemas.com/Cosmed-Fitmate-Pro-Sistema-Analizador-Gases-Metabolicos-Ergoespirometria-VO2.html>>. Acesso em maio de 2023.

### 5.3.2 Procedimentos Fase 2

A Fase 2 do experimento foi conduzida no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (LAFISE/EEFFTO/UFMG). Todas as sessões de exercício aeróbio foram realizadas no interior de uma câmara ambiental (modelo WMD 1150-5, *Russels Technical Products®*, Holland, MI, EUA), com temperatura seca de 32°C e umidade relativa do ar entre 50-60% (Trbovich, 2019).

Os participantes foram submetidos a três sessões experimentais distintas, cada uma com duração total de 60 minutos: 30 minutos de exercício aeróbio seguidos por 30 minutos de recuperação (Tolfrey; Goosey-Tolfrey; Campbell, 2001). Utilizou-se o mesmo cicloergômetro computadorizado de braço da Fase 1 (Cosmed®) e a intensidade foi 65% da carga máxima obtida no teste de potência aeróbica máxima. Antes de iniciar cada sessão de exercício aeróbio, foram registrados valores de repouso de SpO<sub>2</sub>, TC, TP e FC. Em seguida, os voluntários foram conduzidos até a câmara ambiental para a realização de um aquecimento padronizado de seis minutos. Ao final do aquecimento, o voluntário permaneceu por dois minutos em repouso. As condições experimentais nas sessões de exercício aeróbio foram: Controle (CON), Colete de Resfriamento (CLT) e Pulverização de Água sobre a Pele (PUL) (Figura 10):

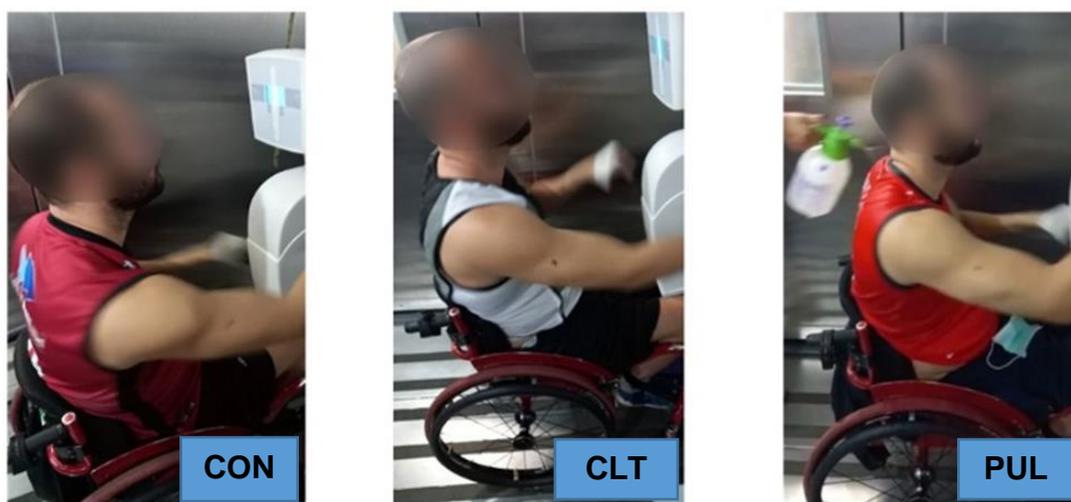


FIGURA 10 - Condições experimentais.

Fonte: Arquivo pessoal, registro fotográfico realizado pela pesquisadora.

A seguir serão apresentadas as características das três condições experimentais:

(1) CON: os voluntários realizaram a sessão de exercício aeróbio sem qualquer tipo de resfriamento corporal.

(2) CLT: os voluntários usaram o colete de resfriamento com temperatura aproximada de 10°C a 15°C durante o aquecimento, a sessão de exercício aeróbio e a recuperação.

Foi utilizado o colete de resfriamento *Cooling Ultra Sports Vest (HiperKewl TechNiche International®)* (Figura 11), que é composto por fibras de celulose e fibras poliméricas absorventes, e foi testado no estudo de Bongers *et al.* (2016). O colete possibilita o resfriamento corporal condutivo por meio do contato da pele com a superfície do colete. O peso do colete de resfriamento ativado é de aproximadamente 388 gramas:



FIGURA 11 - Colete de resfriamento.  
Fonte: TECHNICHE<sup>2</sup>.

(3) PUL durante a sessão de exercício aeróbio e de recuperação, foi borrifada água fria nas seguintes regiões: cabeça, rosto, pescoço, torso, braços e pernas (Trbovich; Koek; Ortega, 2019). A água foi borrifada a uma distância de 15 a 20 cm, a cada cinco minutos. Foi usado um pulverizador profissional de agricultura (Superagri®), disponível comercialmente e utilizado por atletas com LME em treinamentos e competições (Figura 12).

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://www.techniche-intl.com/>>. Acesso em maio de 2023.



FIGURA 12 - Borrifador usado para a pulverização de água sobre a pele.  
Fonte: SUPERAGRI<sup>3</sup>.

As três condições foram realizadas de forma randomizada, com intervalo de sete dias entre as condições. Além disso, para controlar os efeitos dos ritmos circadianos na temperatura corporal e na FC, os testes ocorreram sempre na mesma hora do dia para cada participante (Minati; Santana; Mello, 2006; Trbovich; Koek; Ortega, 2019).

Durante as condições experimentais, os participantes foram instruídos a manter a frequência de 60 a 80 rotações por minuto (rpm). Ao longo do experimento, as medidas das TC, TP e FC foram registradas a cada um minuto. As medidas de PSE, Conforto Térmico (CT) e Sensação Térmica (ST) foram registradas a cada três minutos (Bongers *et al.*, 2016) (Figura 13). Foi informado aos participantes que a sessão de exercício aeróbio seria imediatamente interrompida na ocorrência de  $TC \geq 39,5^{\circ}C$ ; por vontade do voluntário; ou se não fosse mantida a frequência mínima de 60 rpm. Vale ressaltar que, nenhuma dessas três situações ocorreram no presente estudo. Na recuperação, as variáveis foram registradas com intervalos iguais aqueles adotados durante o exercício: TC, TP, FC a cada um minuto e CT e ST a cada três minutos. É importante destacar que ingestão de água durante o exercício e o pós-exercício ocorreu sem restrições, seguindo a vontade de cada participante (*ad libitum*).

Na Figura 13 estão representados os procedimentos realizados na Fase 2 do experimento:

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://www.superagri.com.br/>>. Acesso em maio de 2023.

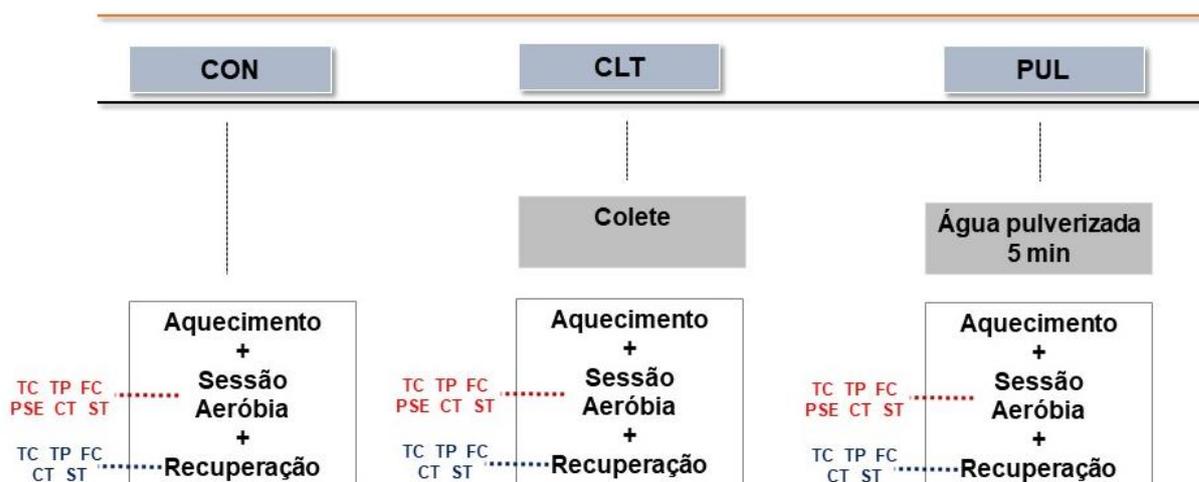


FIGURA 13 - Desenho experimental da Fase 2.

Legenda: CON = condição controle; CLT = condição com uso de colete de resfriamento durante o exercício e recuperação; PUL = condição de pulverização de água sobre a pele; TC = temperatura central; TP = temperatura periférica; FC= frequência cardíaca; PSE = percepção subjetiva do esforço; CT= conforto térmico; ST = sensação térmica.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5.4 Instrumentos de Avaliação

### 5.4.1 Temperatura Central

A TC foi mensurada via pílula de temperatura ingerível (HQI NCM 9018.19.90) que mede a temperatura da região gastrointestinal por meio de telemetria. Os participantes ingeriram a pílula no dia anterior à realização de cada sessão experimental (Figura 14) (Byrne; Lim, 2007; Silva *et al.*, 2013; Wilkinson *et al.*, 2008). O registro da TC foi realizado a cada minuto, durante os momentos de exercício e pós-exercício, por meio do gravador de dados (262K NCM).



FIGURA 14 - Representação da pílula de telemetria  
Fonte: Arquivo pessoal, registro fotográfico realizado pela pesquisadora.

#### 5.4.2 Temperatura Periférica

A TP foi medida por meio de termômetro digital infravermelho 561 Fluke® (Figura 15). Utilizou-se a equação de Ramanathan (1964), aplicada anteriormente em outros estudos com sujeitos com LME (Pritchett *et al.*, 2010; Webborn *et al.*, 2005; Griggs, 2016), para determinação da temperatura média da pele. Esta equação considera as temperaturas de quatro regiões da pele, sendo peitoral, braço, coxa e perna:

$$T_{\text{pele}} = 0.3t_{\text{peito}} + 0.3t_{\text{braço}} + 0.2t_{\text{coxa}} + 0.2t_{\text{perna}}$$

Legenda:  $T_{\text{pele}}$  (temperatura da pele),  $t_{\text{peito}}$  (temperatura da região peitoral),  $t_{\text{braço}}$  (temperatura do braço),  $t_{\text{coxa}}$  (temperatura da coxa) e  $t_{\text{perna}}$  (temperatura da perna).



FIGURA 15 - Fluke 561.  
Fonte: FLUKE<sup>4</sup>.

#### 5.4.3 Frequência Cardíaca

A FC foi medida a cada minuto, durante os momentos de exercício e pós-exercício, por meio do monitor cardíaco POLAR V800® (Figura 16).



FIGURA 16 - Monitor cardíaco.  
Fonte: POLAR<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.fluke.com/en-us/product/temperature-measurement/ir-thermometers/fluke-561>>. Acesso em: maio de 2023.

<sup>5</sup> Disponível em: [https://support.polar.com/e\\_manuals/V800/Polar\\_V800\\_user\\_manual\\_Portugues/Content/Introduction.htm](https://support.polar.com/e_manuals/V800/Polar_V800_user_manual_Portugues/Content/Introduction.htm)>. Acesso em: maio de 2023.

#### 5.4.4 Percepção Subjetiva do Esforço

A PSE foi medida a cada três minutos, durante os 30 minutos de exercício aeróbio submáximo ( $65\%VO_{2máx}$ ). A PSE foi avaliada pela escala de 15 pontos (6 a 20) proposta por Borg (1982). Nesta escala, o escore 6 representa o menor esforço durante o exercício (“muito fácil”) e 20 indica o maior esforço possível (“exaustivo”) (Figura 17):

<b>Escala de Borg</b>	
6	<b>Muito fácil</b>
7	
8	<b>Fácil</b>
9	
10	<b>Relativamente fácil</b>
11	
12	<b>Ligeiramente cansativo</b>
13	
14	
15	<b>Cansativo</b>
16	
17	<b>Muito cansativo</b>
18	
19	<b>Exaustivo</b>
20	

FIGURA 17 - Escala de Percepção Subjetiva de Esforço.  
Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Borg (1982).

#### 5.4.5 Conforto Térmico e Sensação Térmica

A percepção térmica está relacionada com o modo como as pessoas se sentem, sendo uma experiência sensorial e um fenômeno psicológico. Apesar de esse aspecto ser subjetivo, é possível correlacionar as condições físicas e as respostas fisiológicas com a percepção térmica (Parson, 2003). Desse modo, para medir a percepção térmica, foram utilizadas as escalas de conforto térmico (CT) e sensação térmica (ST) de Gagge *et al.* (1967). Ambas as escalas foram medidas a cada três minutos, durante os momentos de exercício e pós-exercício, totalizando 20 registros para cada condição experimental.

A escala de CT apresenta quatro descritores, conforme a Figura 18. Foi solicitado que os participantes respondessem à pergunta: “Como você sente em relação à sua temperatura corporal?”:

<b>4</b>	<b>Muito desconfortável (desagradável)</b>
<b>3</b>	<b>Desconfortável (levemente desagradável)</b>
<b>2</b>	<b>Levemente desconfortável (indiferente)</b>
<b>1</b>	<b>Confortável (agradável)</b>

FIGURA 18 - Escala de conforto térmico  
Fonte: Adaptado de Gagge *et al.* (1967)

A escala de ST apresenta sete descritores que indicam a percepção do ambiente térmico. Foi solicitado aos participantes que respondessem à pergunta: “Como você percebe a temperatura do seu corpo? (Figura 19).

<b>1</b>	<b>Muito frio</b>
<b>2</b>	<b>Frio</b>
<b>3</b>	<b>Um pouco frio</b>
<b>4</b>	<b>Neutro</b>
<b>5</b>	<b>Um pouco quente</b>
<b>6</b>	<b>Quente</b>
<b>7</b>	<b>Muito quente</b>

FIGURA 19 - Escala de sensação térmica  
Fonte: Adaptado de Gagge *et al.* (1967)

## 5.5 Análise dos dados

Para a análise dos dados, o resfriamento corporal foi considerado como variável independente. As variáveis dependentes foram TC, TP, FC, PSE, CT e ST. Os dados coletados foram organizados por meio de blocos, sendo que cada bloco correspondeu a uma das condições experimentais (CON, CLT e PUL). Os dados foram analisados ao longo do tempo, em intervalos de três minutos, desde o início do exercício (minuto zero) até o final do pós-exercício (minuto sessenta).

O software *SigmaPlot* foi utilizado para a análise dos dados. Para a verificação da normalidade e da homogeneidade, foram utilizados os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. A análise descritiva foi realizada por meio de média e desvio padrão. A análise inferencial dos dados em repouso foi realizada por meio de *one-way* ANOVAs e testes *post hoc* de Tukey. Para as análises inferenciais das condições experimentais, utilizou-se *two-way* ANOVAs (condições experimentais vs. tempo de exercício ou recuperação) com medidas repetidas, seguidas pelo teste *post hoc* de Tukey. As análises das temperaturas durante o exercício e a recuperação foram feitas de maneira independente. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ .

## 6 RESULTADOS

Na Fase 1 do experimento, foram coletadas informações sociodemográficas, medidas antropométricas (massa corporal, estatura, %G) e uma medida de capacidade funcional ( $VO_{2máx}$ ). Além disso, foi realizada a determinação da carga para a sessão aeróbia submáxima (65% da carga máxima).

A respeito das informações sociodemográficas, destacam-se os medicamentos de uso comum, o histórico de doenças e a frequência de prática de exercícios físicos por semana para cada participante (Tabela 4). O medicamento mais usado pelos participantes ( $n=7$ ) foi o Retemic®. Apenas dois participantes relataram possuir doenças crônicas: anemia falciforme e dislipidemia. Todos os participantes indicaram praticar exercícios físicos três ou mais vezes por semana.

TABELA 4

Medicamentos, histórico de doenças crônicas e exercícios físicos

Participante	Medicamentos	Histórico de doenças crônicas	Frequência de exercícios
Voluntário 1	Retemic®	Nenhuma	5x semana
Voluntário 2	Retemic® e Clonazepan	Anemia falciforme	5x semana
Voluntário 3	Retemic® e Omeprazol	Nenhuma	5x semana
Voluntário 4	Baclofeno	Nenhuma	5x semana
Voluntário 5	Retemic®	Nenhuma	5x semana
Voluntário 6	Retemic® e Baclofeno	Nenhuma	4x semana
Voluntário 7	Retemic®	Nenhuma	3x semana
Voluntário 8	Retemic® e Baclofeno	Nenhuma	3x semana
Voluntário 9	Nenhum	Dislipidemia	3x semana

Legenda: Retemic® é o nome comercial do fármaco cloridrato de oxibutinina, usado para tratamento de doenças urológicas, reduzindo as contrações da bexiga (Arisco; Brantly, 2009). Baclofeno é um fármaco com ação de relaxamento muscular, usado para o controle da espasticidade na LME (Cascaes; Oliveira, 2017). Clonazepan é um fármaco da família dos benzodiazepínicos, que atua como sedativo, hipnótico, relaxante muscular e anticonvulsivante, sendo usado no tratamento da ansiedade aguda e da insônia transitória (Zorzanelli *et al.*, 2019). Omeprazol é um fármaco que atua como inibidor de bomba de prótons para a redução da acidez gástrica (Hoefler; Leite, 2009).

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação às medidas da massa corporal e da estatura, os valores médios foram, respectivamente,  $82,74 \pm 15,33$  kg e  $180,7 \pm 6,0$  cm. O %G correspondeu a 31,43% ( $\pm 6,98\%$ ). Na mensuração do  $VO_{2máx}$ , obteve-se o valor médio de  $14,63 \pm 5,79$  mL/kg/mim. Contudo, foi demonstrada uma grande amplitude entre os sujeitos, sendo o menor e o maior valores iguais aos valores 5,3 e 23,7 mL/kg/mim,

respectivamente. A respeito da carga de 65% da potência aeróbia máxima, estipulada para as sessões experimentais, o valor médio foi de 26,11 Watts ( $\pm 12,44$ ) (Tabela 5):

TABELA 5  
Medidas antropométricas,  $VO_{2máx}$  e carga utilizada no exercício submáximo

Participante	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	%G	$VO_{2máx}$ (mL/kg/min)	Carga (W)
Voluntário 1	84,0	180	34,86	14,6	20
Voluntário 2	85,1	187	31,41	13,3	35
Voluntário 3	91,5	179	37,63	7,9	20
Voluntário 4	75,1	171	39,35	12,7	15
Voluntário 5	87,0	177	29,73	23,7	45
Voluntário 6	67,3	178	27,87	16,5	25
Voluntário 7	111,0	187	38,86	21	45
Voluntário 8	86,8	190	24,15	5,3	15
Voluntário 9	56,9	178	19,05	16,7	15
<b>Média</b>	82,7	180	31,43	14,6	26,1
<b>DP</b>	$\pm 15,3$	$\pm 6,0$	$\pm 6,98$	$\pm 5,7$	$\pm 12,4$

Legenda: %G = percentual de gordura,  $VO_{2máx}$  = consumo máximo de oxigênio e DP = desvio padrão.  
Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação à Fase 2, os resultados das variáveis analisadas serão apresentados a seguir. Foram registradas as medidas de TC, TP, temperatura da coxa, temperatura do peito, FC e saturação de  $O_2$ , medidas com os voluntários em repouso, fora da câmara ambiental, nas três condições experimentais. As análises demonstraram que não houve diferenças significativas em nenhuma das variáveis ao se comparar as três condições experimentais (Tabela 6):

TABELA 6  
Variáveis fisiológicas medidas em repouso.

Variável	CON (n = 9)	CLT (n = 9)	PUL (n = 9)	Valor <i>p</i>
TC (°C)	37.1 ± 0.5	37.0 ± 0.7	37.0 ± 0.6	0.920
TP (°C)	32.0 ± 1.2	31.8 ± 1.7	33.2 ± 1.2	0.065
Temp. da coxa (°C)	32.7 ± 2.3	32.8 ± 1.4	34.8 ± 1.4	0.074
Temp. do peito (°C)	31.9 ± 1.0	31.0 ± 3.1	32.7 ± 2.7	0.294
FC (bpm)	75 ± 11	72 ± 8	75 ± 8	0.411
Saturação de O <sub>2</sub> (%)	95 ± 1	95 ± 2	95 ± 2	0.514

Dados estão expressos como média ± desvio padrão.

Legenda: CLT = colete; CON = controle; PUL= pulverização; TC = temperatura central; TP = temperatura periférica; Temp = temperatura; FC = frequência cardíaca.

O valor *p* corresponde ao resultado das *one-way* ANOVAs com medidas repetidas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Tabela 7 estão descritos os valores de média e de desvio padrão das variáveis medidas durante as condições CON, CLT e PUL durante o exercício aeróbio e no pós-exercício. Houve diferenças significativas durante o exercício na variável TP, cujos valores foram mais baixos na condição PUL em comparação com a condição CLT e CON. Não foram encontradas diferenças entre as condições CON e CLT para esta variável. Em relação às variáveis PSE, CT e ST, nas condições CLT e PUL houve diferenças significativas em comparação com a condição CON, sendo registrados valores mais baixos em ambas as condições de resfriamento para estas três variáveis.

A respeito do momento pós-exercício, nas variáveis TP e FC houve diferenças significativas na condição PUL, na qual os valores médios foram mais baixos em comparação com as condições CON e CLT. Para as variáveis CT e ST, nas condições CLT e PUL foram demonstradas diferenças significativas em comparação com a condição CON, cujos valores médios se mantiveram mais baixos nas duas condições de resfriamento.

**TABELA 7**  
Variáveis psicofisiológicas nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.

Variável	Exercício			Valor <i>p</i>
	CON ( <i>n</i> = 9)	CLT ( <i>n</i> = 9)	PUL ( <i>n</i> = 9)	
TC (°C)	37.55 ± 0.26	37.39 ± 0.23	37.45 ± 0.21	0.729
TP (°C)	34.81 ± 0.57	34.16 ± 0.63	32.25 ± 0.78	0.001*
FC (bpm)	100 ± 2	97 ± 3	98 ± 2	0.307
PSE	12 ± 2	10 ± 1	10 ± 1	0.050*
CT	2.5 ± 0.4	1.8 ± 0.3	1.8 ± 0.2	0.011*
ST	5.2 ± 0.4	4.1 ± 0.3	4.2 ± 0.3	0.001*
Variável	Pós-exercício			Valor <i>p</i>
	CON ( <i>n</i> = 9)	CLT ( <i>n</i> = 9)	PUL ( <i>n</i> = 9)	
TC (°C)	38.05 ± 0.06	37.86 ± 0.07	37.75 ± 0.07	0.532
TP (°C)	35.74 ± 0.09	35.33 ± 0.11	32.98 ± 0.27	0.001*
FC (bpm)	84 ± 3	81 ± 2	77 ± 3	0.040*
CT	2.2 ± 0.3	1.6 ± 0.1	1.4 ± 0.1	0.007*
ST	4.5 ± 0.3	4.1 ± 0.1	3.9 ± 0.1	0.040*

Dados estão expressos como média ± desvio padrão.

Legenda: CLT = colete; CON = controle; PUL = pulverização; TC = temperatura central; TP = temperatura periférica; FC = frequência cardíaca; PSE = percepção subjetiva do esforço; CT = conforto térmico; ST = sensação térmica.

O valor *p* corresponde ao resultado das *two-way* ANOVAs com medidas repetidas.

Fonte: Elaborado pela autora.

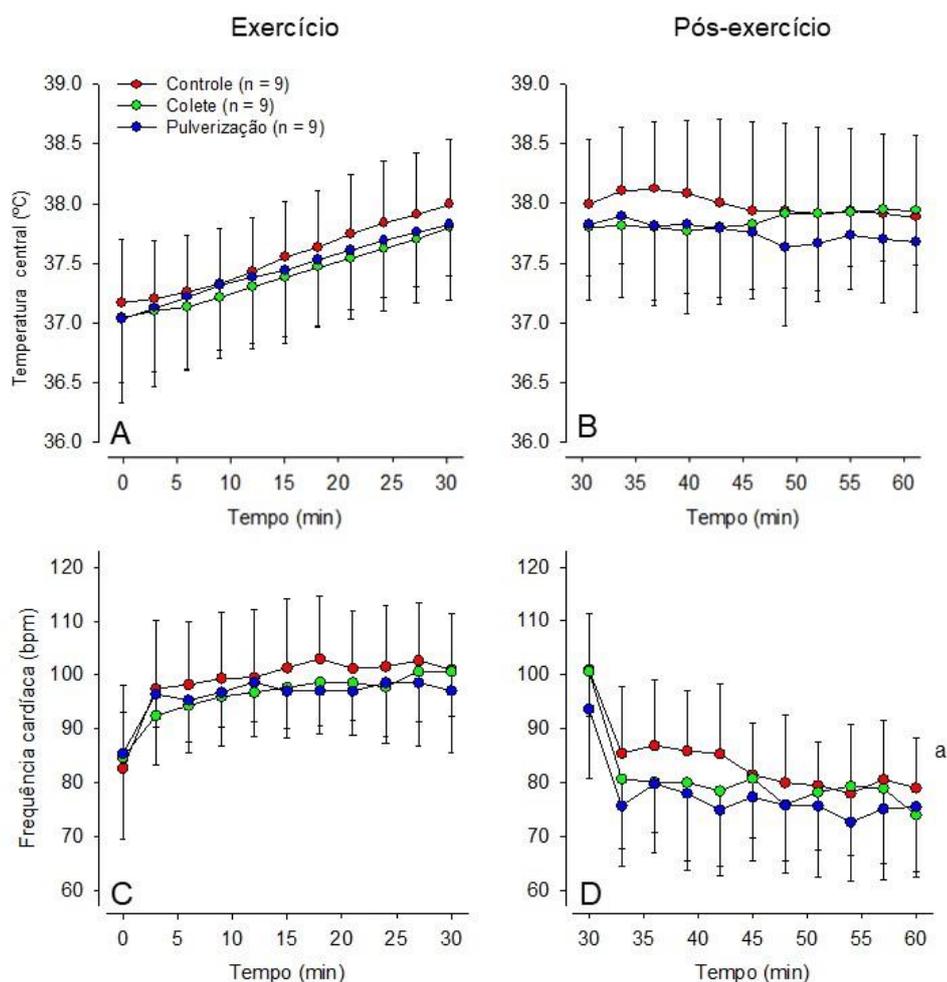
No Gráfico 1 estão apresentados os resultados das variáveis TC e FC nos momentos de exercício e pós-exercício para as três condições experimentais. Como esperado, a TC aumentou durante o exercício nas três condições; de maneira inesperada, essa TC não reduziu durante os 30 min de pós-exercício, mantendo-se elevada após o término do esforço. Além disso, as análises indicaram que não foram encontradas diferenças significativas na TC entre as condições CLT e PUL em comparação com a condição CON durante o exercício aeróbio (Gráfico 1A), cujos valores médios foram, respectivamente, 37.39°C (± 0.23°C), 37.45°C (± 0.21°C) e 37.55°C (± 0.26°C). De forma similar, também não foram encontradas diferenças significativas entre as três condições durante o pós-exercício (Gráfico 1B). Os valores

médios, para as condições CON, CLT e PUL foram, nessa ordem,  $38.05^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.06^{\circ}\text{C}$ ),  $37.86^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.07^{\circ}\text{C}$ ) e  $37.75^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0.07^{\circ}\text{C}$ ).

A FC aumentou durante o esforço físico e reduziu com a interrupção do mesmo. Não foram encontradas diferenças significativas na FC entre as três condições durante o exercício (Gráfico 1C). Contudo, no momento pós-exercício, houve diferença na comparação entre as condições controle e pulverização de água sobre a pele, cujos valores médios foram 84 bpm ( $\pm 3$  bpm) e 77 bpm ( $\pm 3$  bpm), respectivamente (Gráfico 1D).

### GRÁFICO 1

Temperatura central e frequência cardíaca nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.



Dados estão expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Legenda: a = representa efeito principal de condição experimental, sendo a pulverização diferente do controle.

Fonte: Elaborado pela autora.

No Gráfico 2 estão apresentados os resultados das variáveis TP, temperatura do peito e temperatura da coxa. As medidas das temperaturas do peito e da coxa foram incluídas na análise, porque representam uma área com sensibilidade preservada (temperatura do peito) e uma área sem sensibilidade preservada (temperatura da coxa). Em relação à TP, foi encontrada interação significativa condição x momento. Durante o esforço físico, a pulverização de água ( $32.25^{\circ}\text{C} \pm 0.78^{\circ}\text{C}$ ) manteve a TP mais baixa em comparação com as condições controle ( $34.81^{\circ}\text{C} \pm 0.57^{\circ}\text{C}$ ) e colete ( $34.16^{\circ}\text{C} \pm 0.63^{\circ}\text{C}$ ) a partir do sexto minuto do exercício (Gráfico 2A). Durante o pós-exercício, a TP foi significativamente menor na condição pulverização ( $32.98^{\circ}\text{C} \pm 0.27^{\circ}\text{C}$ ) em relação às condições controle ( $35.74^{\circ}\text{C} \pm 0.09^{\circ}\text{C}$ ) e colete ( $35.33^{\circ}\text{C} \pm 0.11^{\circ}\text{C}$ ). Destaca-se que, em ambos os momentos, a média da TP foi menor após pulverização de água em comparação com as demais condições, indicando a eficácia dessa estratégia em atenuar a elevação da TP dos sujeitos com tetraplegia (Gráfico 2B).

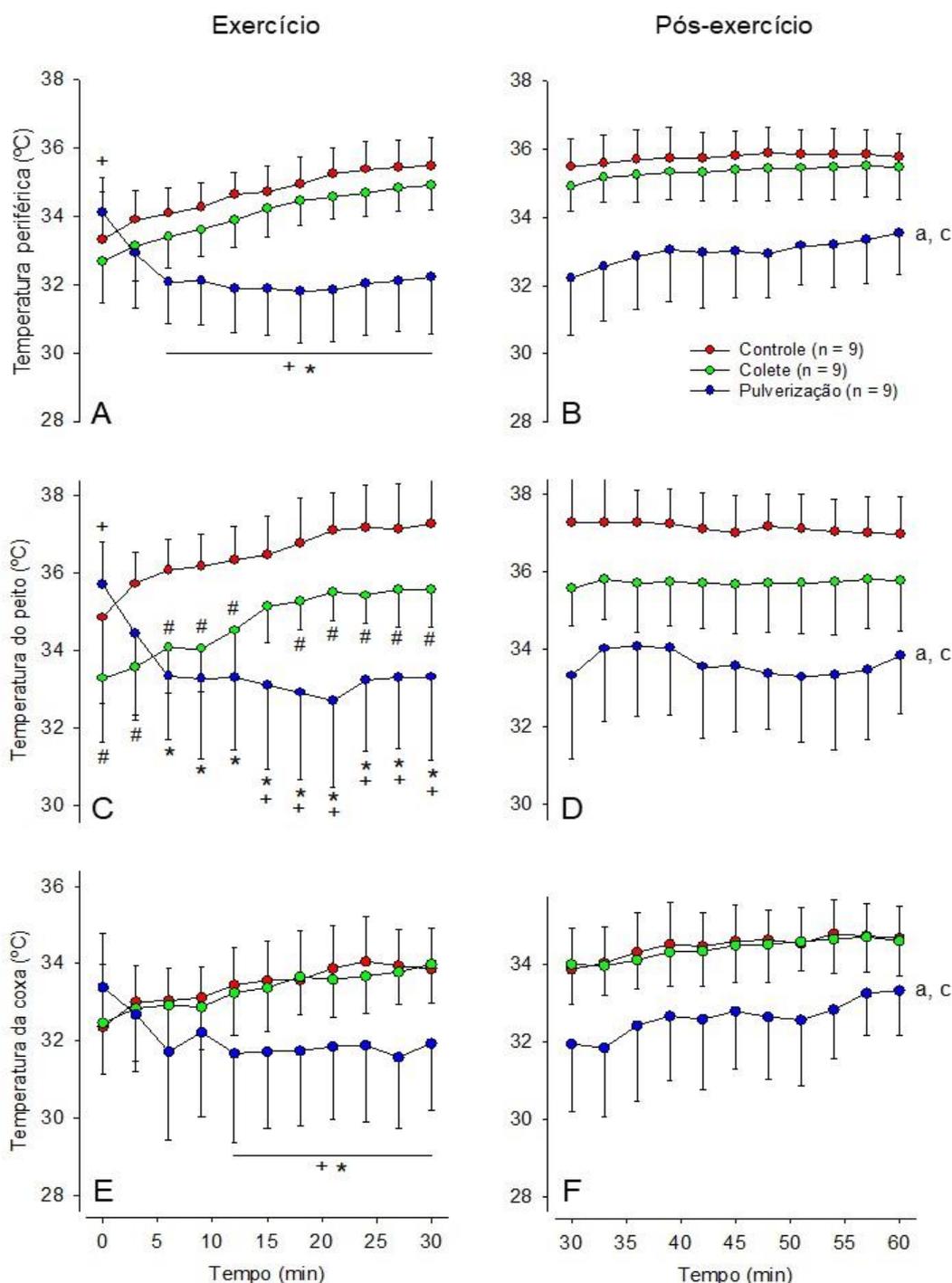
A respeito da temperatura da área do peito durante o exercício, as análises demonstraram interações significativas entre condição x momento (Gráfico 2C). A temperatura na condição colete ( $34.87^{\circ}\text{C} \pm 1.18^{\circ}\text{C}$ ) foi menor do que na condição controle ( $36.62^{\circ}\text{C} \pm 1.07^{\circ}\text{C}$ ) em todos os momentos do exercício, exceto no 15º minuto de atividade. De maneira semelhante, a temperatura na condição de pulverização de água ( $33.29^{\circ}\text{C} \pm 1.97^{\circ}\text{C}$ ) foi menor do que na condição controle em todos os momentos do exercício, a partir do 6º minuto de atividade. Na comparação entre as condições colete e pulverização de água, foram verificadas diferenças a partir do 15º minuto até o final do exercício. Desse modo, a pulverização de água apresentou maior eficácia para atenuar a elevação da temperatura da área do peito, em comparação com o uso do colete. Ademais, ambas as condições de resfriamento demonstraram efeitos significativos em comparação com a condição controle.

Na análise da temperatura do peito, durante o momento de pós-exercício (Gráfico 2D), não foram evidenciadas diferenças significativas entre as condições colete e controle. No entanto, durante a condição de pulverização de água, os voluntários apresentaram menores valores médios de temperatura do peito ( $33.63^{\circ}\text{C} \pm 1.67^{\circ}\text{C}$ ) em comparação com as condições colete ( $35.71^{\circ}\text{C} \pm 1.17^{\circ}\text{C}$  [ $p < 0,001$ ]) e controle ( $37.13^{\circ}\text{C} \pm 0.88^{\circ}\text{C}$  [ $p = 0,007$ ]).

No que tange à temperatura da coxa durante o exercício (Gráfico 2E), não foram demonstradas diferenças significativas na comparação entre as condições colete e controle. Por outro lado, a condição de pulverização de água ( $31.90^{\circ}\text{C} \pm 1.90^{\circ}\text{C}$ ) apresentou diferença significativa em relação às condições controle ( $33.55^{\circ}\text{C} \pm 0.98^{\circ}\text{C}$ ) e colete ( $33.39^{\circ}\text{C} \pm 1.11^{\circ}\text{C}$ ). As análises indicaram que, a partir do 12º minuto do exercício, a temperatura da coxa foi mais baixa na condição de pulverização de água do que nas condições controle e colete, e manteve essa resposta até o final do esforço físico. De maneira congênere, durante o momento do pós-exercício (Gráfico 2F), não houve diferenças entre as condições controle e colete. Contudo, a temperatura da coxa foi significativamente menor na condição de pulverização de água ( $32.61^{\circ}\text{C} \pm 1.55^{\circ}\text{C}$ ) do que nas condições controle ( $34.46^{\circ}\text{C} \pm 0.91^{\circ}\text{C}$  [ $p=0,002$ ]) e colete ( $34.38^{\circ}\text{C} \pm 0.87^{\circ}\text{C}$  [ $p=0,003$ ]).

## GRÁFICO 2

Temperatura periférica, temperatura do peito e temperatura da coxa nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.



Legenda: + = representa que os dois valores medidos no mesmo momento são diferentes entre as condições pulverização e colete; # = representa que os dois valores medidos no mesmo momento são diferentes entre as condições colete e controle; \* = representa que os dois valores medidos no mesmo momento são diferentes entre as condições pulverização e controle; a = efeito principal de condição experimental, sendo pulverização diferente do controle; c = efeito principal de condição experimental, sendo pulverização diferente de colete.

Dados estão expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Fonte: Elaborado pela autora.

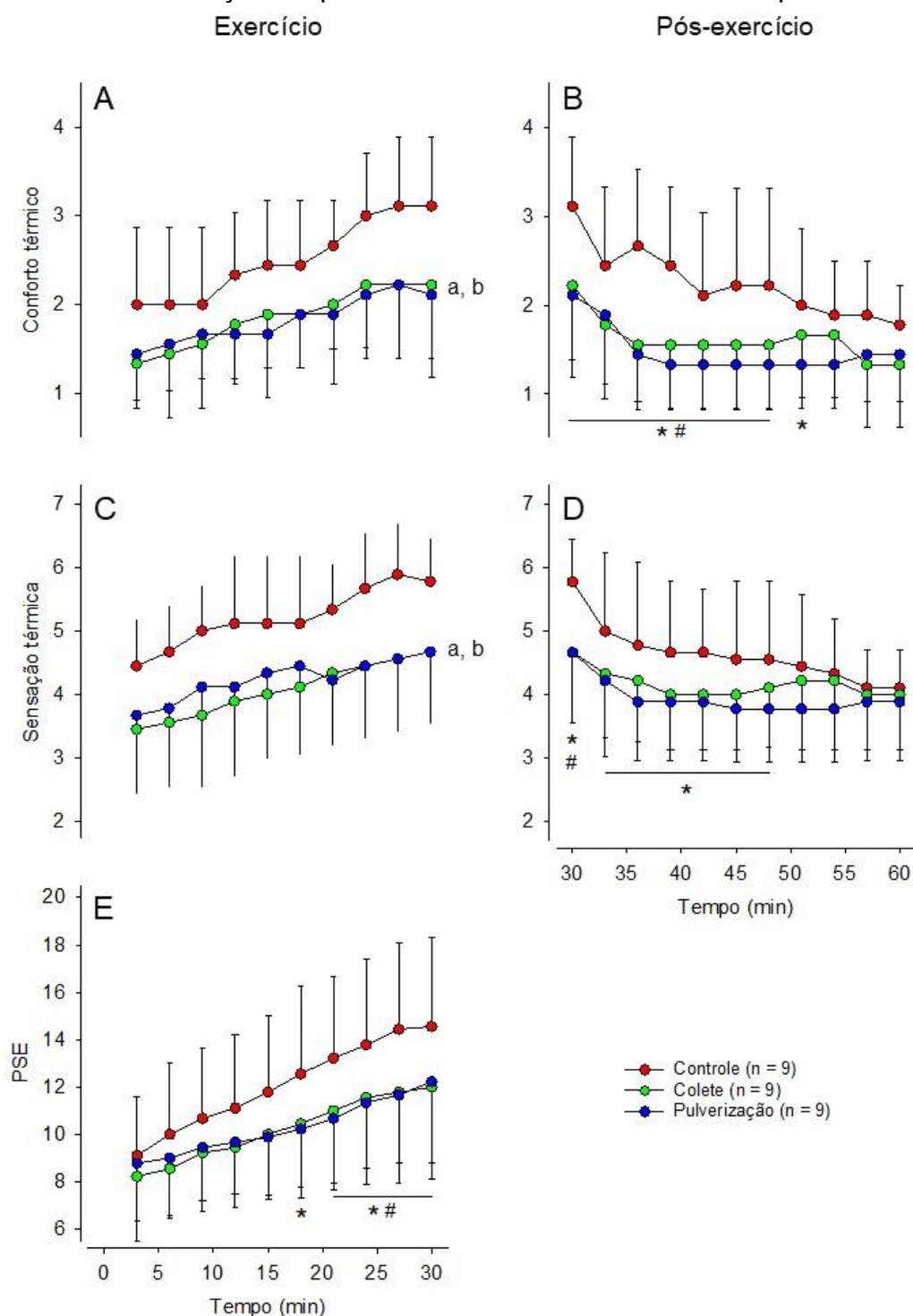
No Gráfico 3 estão apresentados os resultados das variáveis CT e ST durante os momentos exercício e pós-exercício, e da variável PSE durante o exercício. As análises dos efeitos das condições de resfriamento no CT indicaram que, durante o exercício, houveram diferenças significativas ao se comparar as condições colete e da pulverização de água à condição controle (Gráfico 3A). Em ambas as condições de resfriamento, os participantes indicaram uma percepção menor de desconforto térmico. Adicionalmente, houve interação significativa entre condição x momento no pós-exercício (Gráfico 3B). Em relação à condição controle, os participantes apresentaram uma percepção menor de desconforto térmico na condição colete, do início do pós-exercício (considerado como 30<sup>o</sup> minuto) até o 48<sup>o</sup> minuto. De maneira semelhante, na condição de pulverização, a percepção de menor desconforto térmico em relação ao controle também foi observada a partir do início do pós-exercício, perdurando até o 51<sup>o</sup> minuto. Não houveram diferenças significativas entre as duas condições de resfriamento durante e após o exercício.

A respeito das análises referentes à ST, foi demonstrado que, durante o exercício, houveram diferenças significativas das condições colete e pulverização de água em comparação com a condição controle (Gráfico 3C). Em ambas as condições de resfriamento, os participantes perceberam a temperatura do corpo como “neutra”. Já na condição controle, foi indicado o descritor “um pouco quente” como a sensação percebida de temperatura corporal. No momento pós-exercício, mais especificamente a partir do 33<sup>o</sup> minuto de registro, não foram encontradas diferenças significativas entre as condições colete e controle. Contudo, a pulverização de água manteve a ST térmica reduzida em comparação à condição controle, do 30<sup>o</sup> até o 48<sup>o</sup> minuto (Gráfico 3D).

Por fim, a avaliação da PSE, durante o exercício, indicou a existência de diferenças significativas entre as condições colete ( $10 \pm 1$ ) e pulverização de água ( $10 \pm 1$ ), quando comparadas à condição controle ( $12 \pm 2$ ) (Gráfico 3E). Os testes *post hoc* indicaram que a pulverização de água influenciou a PSE a partir do 18<sup>o</sup> minuto do exercício e o uso de colete de resfriamento a partir do 21<sup>o</sup> minuto do exercício, sendo que ambos os efeitos foram mantidos até o 30<sup>o</sup> minuto (final do exercício). Portanto, as duas condições de resfriamento reduziram a percepção da intensidade do exercício aeróbio.

## GRÁFICO 3

Escalas de conforto térmico, sensação térmica e percepção subjetiva do esforço nas três condições experimentais durante o exercício e o pós-exercício.



Dados estão expressos como média ± desvio padrão.

Legenda: # = representa que os dois valores medidos no mesmo momento são diferentes entre as condições colete e controle; \* = representa que os dois valores medidos no mesmo momento são diferentes entre as condições pulverização e controle; a = efeito principal de condição experimental, sendo pulverização diferente do controle; b = efeito principal de condição experimental, sendo colete diferente de controle.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 7 DISCUSSÃO

Pessoas com tetraplegia apresentam comprometimentos nas respostas termorregulatórias (Minson; Brunt, 2016; Walter; Krassioukov, 2018), devido à limitação ou à ausência de sudorese e ao prejuízo na capacidade de aumentar o fluxo sanguíneo cutâneo em condições de calor (Minson; Brunt, 2016; Price; Campbell, 2003; Price, 2006). Nesse contexto, estratégias de resfriamento corporal durante o exercício físico têm sido avaliadas quanto à sua eficácia para mitigar as decorrências do desequilíbrio térmico (Griggs; Price; Goosey-Tolfrey, 2015; Trbovich *et al.*, 2014; Trbovich, 2019; Webborn *et al.*, 2005; 2010). No presente estudo, foram avaliados os efeitos de dois métodos de resfriamento corporal (colete de resfriamento e pulverização de água sobre a pele) durante o exercício e o pós-exercício, nas variáveis temperatura central, temperatura periférica, frequência cardíaca, percepção subjetiva do esforço e percepção térmica de tetraplégicos.

Nossos principais resultados demonstraram que a pulverização de água foi eficaz para reduzir a temperatura periférica durante o exercício e o pós-exercício. Entretanto, o uso do colete e a pulverização de água não alteraram a temperatura central durante esses dois momentos. Em relação à frequência cardíaca, foram verificados valores mais baixos na pulverização de água no pós-exercício, em comparação com o uso do colete e a condição controle. Ambas as condições de resfriamento apresentaram efeitos na percepção subjetiva do esforço, cujos valores foram mais baixos em comparação com a condição controle. A respeito do conforto térmico e da sensação térmica, tanto no exercício quanto no pós-exercício foram observados efeitos do uso do colete e da pulverização de água, indicando melhor percepção térmica em ambas as condições. A seguir será apresentada, separadamente, a discussão de cada uma das variáveis dependentes que foram analisadas no presente estudo.

### *Temperatura Central*

Estudos demonstraram que o uso de estratégias de resfriamento corporal em pessoas sem LME ocasiona a redução do estresse térmico e do armazenamento corporal de calor, resultando em uma menor elevação da TC (Bongers *et al.*, 2015; Bongers; Hopman; Eijsvogels, 2017). A eficácia de métodos de resfriamento em

condições de exercício tem sido avaliada para a manutenção e a melhoria do desempenho esportivo (Luomala *et al.*, 2012; Kenefick; Cheuvront; Sawka, 2007). A respeito dos métodos de resfriamento usados durante o exercício, os resultados de duas meta-análises elaboradas por Bongers *et al.* (2014, 2020) identificaram que o uso do colete em pessoas sem LME foi o método mais eficaz para atenuar a elevação da TC, melhorando o desempenho atlético em até 11,9%.

No que concerne os estudos relacionados aos tetraplégicos, Webborn *et al.* (2005) evidenciaram que o uso do colete durante o exercício atenuou a elevação da TC e possibilitou maior tempo de esforço até a exaustão. De forma similar, em outro estudo, Webborn *et al.* (2010) verificaram que o uso do colete durante o exercício causou menor armazenamento corporal de calor em comparação com a condição sem resfriamento, sendo o seu uso recomendado em exercícios com duração prolongada.

Entretanto, no presente estudo, o uso do colete de resfriamento não causou efeitos na TC, durante o exercício e o pós-exercício, em comparação com a condição controle. Esses resultados são convergentes aos encontrados nos estudos de Armstrong *et al.* (1995), Trbovich *et al.* (2014) e Trbovich (2019). Os três estudos também avaliaram sujeitos com tetraplegia em situações de exercício, sendo evidenciado que o uso do colete não causou efeitos na TC.

Contudo, é interessante apontar que, nesta investigação houve o controle da intensidade do exercício (65% da potência aeróbica máxima) e também das condições ambientais (temperatura seca = 32°C e URA = 50-60%), diferentemente, por exemplo, do estudo de Trbovich *et al.* (2014), no qual a intensidade do exercício foi intermitente, a temperatura ambiente variou entre 21,1°C e 23,9°C e não foi informado o nível da umidade relativa do ar. Dessa forma, considera-se que o controle pariforme das condições ambientais é um avanço do estudo. Além disso, Bongers *et al.* (2014) destacam que o uso do colete de resfriamento durante o exercício realizado em ambientes quentes, em pessoas sem LME, apresenta efeitos no desempenho. Entretanto, os autores consideram que esses efeitos não estão relacionados à redução da TC, sendo possível que mecanismos subjacentes, tais como uma melhor percepção térmica, tenham influenciado nesses resultados. Forsyth *et al.* (2019) ponderam que, em pessoas com LME, fatores independentes da produção de calor podem influenciar no aumento da TC, como por exemplo, diferenças individuais na redistribuição do fluxo sanguíneo durante o exercício.

Os resultados do presente estudo também não demonstraram efeitos significativos da pulverização de água na TC durante o exercício e o pós-exercício. Esses resultados são similares aos encontrados por Griggs *et al.* (2017a), nos quais não houveram diferenças significantes na TC entre as condições controle e pulverização de água. Em contrapartida, no estudo de Trbovich (2019), a pulverização de água sobre a área de superfície corporal exposta (rosto, peito, abdômen, braços e pernas) foi eficaz em mitigar a elevação da TC durante 30 minutos em esteira para cadeira de rodas. Porém, deve-se considerar que, no estudo realizado por Trbovich (2019), a amostra foi composta por apenas uma pessoa com tetraplegia, limitando a representatividade do resultado apresentado (Agranonik; Hirakata, 2011; Marotti *et al.*, 2008).

Em outro estudo, Trbovich, Koek e Ortega (2019) avaliaram a eficácia da pulverização de água em tetraplégicos durante 90 minutos de exercícios intermitentes em cadeira de rodas, em um ginásio com temperatura ambiente entre 19°C e 22°C e 55-60% URA. Os resultados indicaram que após o início do exercício, a TC aumentou linearmente ao longo de 90 minutos e não se estabilizou, demonstrando o ganho de calor contínuo. Entretanto, os valores médios de TC foram maiores na condição controle em comparação com a pulverização de água. No presente estudo também foi observado o aumento linear da TC nas três condições avaliadas durante o exercício, e, também, a manutenção dos valores elevados de temperatura durante o pós-exercício. A esse respeito, Griggs *et al.* (2015) afirmam que a TC permanece alta no pós-exercício em função da incapacidade de dissipação do calor, mesmo com a utilização de métodos de resfriamento, devido a uma área corporal muito restrita, capaz de secretar suor (Price; Campbell, 2003). Contudo, é importante destacar que, neste trabalho, a partir do 48º minuto de pós-exercício, os valores médios de TC foram discretamente mais baixos (ainda que sem significância estatística) na condição de pulverização de água em comparação com as demais.

É pertinente destacar que os valores médios de TC alcançados pelos nossos participantes com tetraplegia durante o exercício não alcançaram zonas de risco de hipertemia (acima de 40°C). Na condição controle, por exemplo, a média da TC foi ~37.39°C ( $\pm 0.23^\circ\text{C}$ ). É interessante salientar que, atletas com tetraplegia podem alcançar a exaustão abaixo da TC crítica  $\geq 40^\circ\text{C}$ , devido a redução das informações aferentes causadas pela LME (Webborn *et al.*, 2010). Esses valores de TC podem ser explicados pela menor taxa de produção de calor metabólico, devido à menor

quantidade de massa muscular acionada durante o exercício em cicloergômetro de braço (Hopman *et al.*, 2004; Minson; Brunt, 2016). E, também, por variáveis fisiológicas como o  $VO_{2máx}$  e o gasto energético, visto que o  $VO_{2máx}$  influencia na capacidade de produção de energia aeróbica, resultando em um maior gasto energético durante o exercício (Hopman *et al.*, 2004; Price; Trbovich, 2018). No presente estudo, o  $VO_{2máx}$  alcançado durante o teste incremental foi  $14,63 \pm 5,79$  mL/kg/mim, que é considerado como mediano para esta população (Hayes *et al.*, 2005), fator que pode limitar a produção de energia e a elevação da temperatura central.

Adicionalmente, considerando que o mecanismo do uso do colete de resfriamento consiste em atenuar o aumento da TC, possibilitando maior capacidade de armazenamento de calor (Bongers *et al.*, 2014), o exercício de aeróbio com 30 minutos de duração pode não ter sido longo o suficiente para elevar a TC dos sujeitos com tetraplegia. Por fim, deve-se ainda considerar que um possível estado de aclimatização dos voluntários possa ter influenciado nos valores da TC (Castle *et al.*, 2013), visto que os participantes do estudo se exercitam pelo menos três vezes por semana na cidade de Belo Horizonte/MG, cujas temperaturas máximas médias nos meses quentes são superiores a  $30^{\circ}$  C (Jardim; Silva, 2016), sendo essas condições análogas à temperatura dentro da câmara ambiental.

### *Temperatura Periférica*

Os valores médios da temperatura da pele ou periférica representam a interface de transferência de calor entre o corpo e o ambiente (Forsyth *et al.*, 2019; Price; Trbovich, 2018). No presente estudo, foi demonstrado que na condição controle houve um aumento gradual da TP, durante o exercício e o pós-exercício. Resultados similares foram encontrados no estudo de Forsyth *et al.* (2019), indicando que a anidrose experimentada por pessoas com LME impossibilita a dissipação evaporativa de calor a partir da pele.

A análise dos efeitos dos dois métodos de resfriamento sobre a média da TP indicou que o uso do colete não foi eficaz em atenuar a elevação da temperatura. Nos estudos de Armstrong *et al.* (1995) e Trbovich *et al.* (2014) também não foram encontrados efeitos significativos do uso do colete na redução da TP de tetraplégicos. Por outro lado, no estudo Webborn *et al.* (2010), o uso do colete durante o exercício

atenuou a elevação da TP. Para estes autores, o resfriamento da pele causado pelo colete mitigou os ganhos de calor na região do tronco, influenciando nos valores da TP.

Em contrapartida, neste trabalho, a pulverização de água causou efeitos marcantes durante o exercício e pós-exercício, mantendo os valores da TP mais baixos em comparação com as condições controle e colete. Essa redução da TP resultou da maior perda evaporativa de calor como consequência da pulverização de água sobre a superfície corporal dos voluntários. De forma análoga aos achados deste estudo, Griggs *et al.* (2017a) verificaram que a pulverização de água sobre a pele reduziu a temperatura de diferentes áreas da superfície corporal, sendo que essa redução variou entre 0.44 °C e 3.06 °C, conforme a área corporal mensurada.

A esse respeito, é importante elucidar que o resfriamento pela evaporação do suor é o método primário mais eficaz para a dissipação do calor em seres humanos (Sawka, 2011; Guyton; Hall, 2017; Romanovsky, 2018). Entretanto, pessoas com tetraplegia apresentam comprometimentos significativos na produção do suor (Handrakis *et al.*, 2017; Minson; Brunt, 2016) que causam prejuízos na termorregulação (Mneimneh *et al.*, 2019b). Assim, o resfriamento de uma maior área de superfície corporal através da pulverização de água é mais eficaz do que o resfriamento de apenas uma parte do corpo (MINETT *et al.*, 2011). Esse fator explica a eficácia da pulverização de água em comparação com o uso do colete, conforme foi observado nesta investigação.

Adicionalmente, deve-se considerar o uso de medicamentos anticolinérgicos, como o cloridrato oxibutinina (Retemic®), que são comumente prescritos para bexigas espásticas/hiperativas em pessoas com tetraplegia (Minson; Brunt, 2016). Esse medicamento também pode ser usado por pessoas sem LME para o tratamento da hiperidrose, devido à sua ação no SNS, na inibição da produção de suor (Wolosker *et al.*, 2012). Nesse sentido, é importante considerar os possíveis efeitos da medicação durante o exercício, especialmente em pessoas com tetraplegia, que já apresentam a capacidade de produção de suor comprometida. Vale ressaltar que, no presente estudo, apenas um dos participantes não fazia uso contínuo do cloridrato de oxibutinina, sendo possível a presença de algum efeito da medicação na redução da sudorese de áreas preservadas, o que também pode ter contribuído para uma menor dissipação de calor.

Outro ponto importante refere-se às diferenças de temperatura entre as regiões da pele. Neste trabalho, o uso do colete e a pulverização de água atenuaram a elevação da temperatura do peito durante o exercício em comparação com a condição controle. Destaca-se que é esperada uma maior temperatura desta área em função da proximidade com a musculatura ativa dos braços, local de produção do calor metabólico durante o exercício (Forsyth *et al.*, 2019; Price; Trbovich, 2018). Já no pós-exercício, não houve efeito do uso do colete, possivelmente devido ao aquecimento do material e da diminuição do gradiente de temperatura entre o colete e a pele (Romanovsky, 2018), reduzindo a ação de resfriamento por condução. Por outro lado, o efeito da pulverização de água na redução da temperatura da área do peito foi mantido após o esforço físico.

Em relação à temperatura da área da coxa, não foram verificados efeitos do uso do colete. Em contraste, a pulverização de água manteve a temperatura da coxa mais baixa durante o exercício (a partir do 12º minuto) e pós-exercício. Além disso, a temperatura da coxa se manteve mais baixa que a temperatura do peito nas três condições experimentais. Esses resultados são contrários aos encontrados por Price e Campbell (2003), os quais indicaram que as áreas insensíveis da pele apresentavam elevação contínua da temperatura, devido à ausência de sudorese e impossibilidade de dissipação evaporativa de calor. Ademais, sugere-se que as áreas periféricas são mais suscetíveis às condições ambientais (Price; Goosey-Tolfrey, 2008), o que não foi observado no presente estudo.

### *Frequência Cardíaca*

A FC é modulada pelo sistema nervoso autonômico, por uma ação conjunta e simultânea dos SNS e SNP (White; Raven, 2014). O controle preciso da FC é fundamental para ajustes hemodinâmicos (Barton; Low; Thijssen, 2016), e, é, também, um importante fator na termorregulação (Sim *et al.*, 2017), visto que o aumento de 1°C na temperatura central acarreta no acréscimo de 7 bpm na FC (Kirschen *et al.*, 2019). Dessa forma, durante o exercício físico, espera-se um aumento da FC, em função da demanda metabólica advinda dos músculos em atividade e do aumento do fluxo sanguíneo para os tecidos musculares (Almeida, 2007). A resposta de elevação da FC ocorre pelo equilíbrio contínuo simpático-vagal, por meio da

diminuição da ação do nervo vago (no início do exercício) e pelo aumento simpático progressivo relacionado à carga de trabalho (White; Raven, 2014).

O comprometimento do SNS em sujeitos com tetraplegia altera as respostas cardiovasculares relacionadas ao aumento ativo da contratilidade cardíaca, controle do tônus vasomotor e da pressão arterial, prejudicando a capacidade de aumentar a FC em resposta ao esforço físico (Barton; Low; Thijssen, 2016; Krassioukov 2009), ainda que a ativação parassimpática seja semelhante à de pessoas sem LME (Takahashi *et al.*, 2007). Assim sendo, estudos anteriores observaram valores médios de FC em tetraplégicos entre 115 e 130 bpm em exercícios máximos (Theisen; Vanlandewijck, 2002) e entre 100 e 120 bpm em exercícios submáximos (Price; Campbell, 2003). Além disso, tetraplégicos apresentam um menor débito cardíaco, em especial durante exercícios prolongados e/ou ambientes quentes (Fitzgerald; Sedlock; Knowlton, 1990; Walter; Krassioukov, 2018).

De forma similar à literatura citada anteriormente, nas três condições experimentais do presente estudo foram observados valores médios de FC abaixo de 100 bpm, durante os 30 minutos de exercício aeróbio submáximo. Esses valores indicam que o aumento do volume sistólico provocado pelo exercício não foi compensado pelo aumento da FC (Barton; Low; Thijssen, 2016). De forma complementar, ainda que a ação do nervo vagal seja preservada, a simpatectomia prejudica a aceleração da FC ao longo do exercício (Takahashi *et al.*, 2007). Adicionalmente, destaca-se que não foram encontradas diferenças significativas em relação às três condições experimentais durante o exercício, ou seja, não houve efeitos do uso do colete e da pulverização de água na FC de tetraplégicos.

Outro ponto importante a ser analisado refere-se à redução da FC ao final do exercício, que usualmente ocorre mediante a reativação coordenada do SNP, indicando a integridade do nervo vago (Takahashi *et al.*, 2007). Ademais, outros fatores poderiam contribuir com a redução da FC após o exercício, como por exemplo, a redução gradativa da temperatura central, o que não ocorreu nos nossos experimentos. Fienieg *et al.* (2021) demonstraram que a temperatura corporal induz alterações eletrocardiográficas ventriculares em pessoas sem LME e temperaturas mais baixas estão associadas à bradicardia sinusal (Kirschen *et al.*, 2019). No presente estudo, nas três condições experimentais, observou-se a redução da FC no pós-exercício, sendo essa resposta equivalente aos achados anteriores da literatura que discorre sobre o tema.

Além disso, os resultados deste trabalho demonstraram que a pulverização de água reduziu a FC em comparação com a condição controle. Portanto, é possível que uma temperatura da pele mais baixa tenha contribuído significativamente para uma menor FC. A esse respeito, Chou *et al.* (2018) identificaram uma correlação positiva entre a temperatura da pele e a FC, cujos resultados indicaram que o aquecimento progressivo da pele acarreta em um aumento gradual na FC. Entretanto, considerando que a amostra foi composta por três sujeitos com LME incompleta, é possível que a preservação, ainda que mínima, de componentes do SNS tenha influenciado nesses resultados. Dessa forma, observa-se que a pulverização de água diminui a FC de sujeitos com tetraplegia, mas são necessários novos estudos para compreensão dessas apurações.

#### *Percepção Subjetiva de Esforço*

O estresse térmico causado pelo exercício físico realizado em ambiente quente reduz a capacidade de manutenção do esforço e o tempo de exercício até a fadiga (Gonzalez-Alonso *et al.*, 1999). A esse respeito, a literatura indica que o desempenho em exercícios aeróbios de longa duração é prejudicado em ambientes com temperatura igual ou superior a 32°C (Peiffer; Abbiss, 2011), e, também, pelo aumento da temperatura corporal (Price, 2015). Devido a isso, métodos de resfriamento corporal têm sido avaliados na perspectiva de minimizar os decréscimos de desempenho mediados pelo estresse térmico ambiental, de reduzir a sobrecarga térmica e aumentar a capacidade de armazenamento corporal de calor (Bongers *et al.*, 2020; O'Brien *et al.*, 2022).

No presente estudo, a utilização dos dois métodos de resfriamento corporal promoveu menor PSE durante o exercício aeróbio, embora não tenham sido observados efeitos na TC, a pulverização de água reduziu a TP. A esse respeito, Schlader *et al.* (2011) indicaram que o resfriamento durante o exercício provoca a redução da PSE, possibilitando a manutenção de maior carga de trabalho, bem como o prolongamento da tolerância ao esforço físico. Além disso, existe uma relação entre a diminuição da TP e melhorias na percepção térmica, as quais também podem influenciar a PSE (Ruddock *et al.*, 2016), sendo este aspecto observado nos resultados deste trabalho, cujos efeitos da pulverização de água foram evidentes na redução da TP.

Esses resultados são similares aos encontrados em estudos com pessoas sem LME, cujo resfriamento por pulverização de água no rosto reduziu a PSE (Mundel *et al.*, 2007). Já em sujeitos com tetraplegia, Griggs *et al.* (2017b) sugerem que a PSE pode não apresentar uma relação causal com o aumento da temperatura corporal. A esse respeito, é interessante destacar que o uso do colete causou redução transitória da temperatura do peito, mas não causou redução das TC e TP. Apesar dos efeitos restritos à temperatura do peito, os participantes indicaram menor PSE nessa condição experimental, corroborando com os pressupostos citados por Griggs *et al.* (2017b).

Adicionalmente, é apontado pela literatura sobre o tema que o resfriamento corporal pode melhorar o desempenho em até 9,3% (Bongers *et al.*, 2017). Sobre essa questão, Ansley *et al.* (2008) sugerem que as melhorias no desempenho podem ser resultantes de uma resposta neuroendócrina ocasionada pelo resfriamento da superfície da cabeça e do rosto, causando alteração da percepção de fadiga. Resultados análogos foram encontrados no estudo de Webborn *et al.* (2010), no qual foi demonstrada uma melhora significativa na duração média do exercício praticado por pessoas com tetraplegia, mediante a aplicação de técnicas de resfriamento em comparação com a condição controle. Ademais, Pritchett *et al.* (2010) relataram que a pulverização de água sobre a pele prolongou o tempo do exercício até a exaustão.

Diante disso, estima-se que a pulverização de água sobre a pele e o uso do colete de resfriamento possam prolongar o tempo de tolerância ao exercício físico em ambientes quentes. Contudo, são necessários outros estudos com pessoas com LME, em especial tetraplégicos, para a melhor compreensão dessa relação entre o resfriamento corporal e a PSE, principalmente devido à área limitada de pele sensível e suas possíveis implicações na percepção térmica.

### *Conforto Térmico e Sensação Térmica*

O conforto térmico, definido como uma condição mental que indica a satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE, 2017), é um importante aspecto relacionado à percepção humana, visto que situações de desconforto térmico afetam a saúde e o desempenho (Parson, 2003). Considera-se que a sensação térmica é variável fundamental para determinar o conforto térmico (Lee *et al.*, 2010). Assim, em relação ao exercício físico, a percepção do estresse térmico desempenha um papel importante

na termorregulação (Cheung, 2010), sendo determinada pela combinação das TC e TP (Flouris; Cheung, 2009). Ademais, é pertinente destacar que a temperatura de pele exerce forte influência na percepção da sensação térmica e do conforto térmico (Schlader *et al.*, 2011).

Por exemplo, em pessoas sem LME, observou-se uma relação entre a temperatura da testa e a sensação térmica que, quando mais baixas em função da aplicação de estratégias de resfriamento, possibilitam melhorias no desempenho durante o exercício (Stevens *et al.*, 2016). Além disso, a percepção térmica influencia a manutenção do desempenho físico, uma vez que os estímulos térmicos aferentes são moduladores dinâmicos da intensidade do exercício (Cheung, 2010).

No presente estudo, em ambas as condições de resfriamento, os participantes indicaram menores escores de desconforto térmico (i.e., melhor conforto) e de sensação térmica (menor sensação de calor) durante o exercício, em relação à condição controle, mesmo diante de efeitos não significativos na TC. Esses resultados são semelhantes aos encontrados nos estudos de Goosey-Tolfrey *et al.* (2008) e Trbovich *et al.* (2014), nos quais pessoas com tetraplegia apresentaram aumentos na TC que não foram acompanhados por alterações na percepção térmica. A esse respeito, Handrakis *et al.* (2017) apontam que a sensação térmica é alterada em pessoas com tetraplegia e pode não refletir as alterações de temperatura em razão da redução das informações aferentes que são transmitidas ao hipotálamo (Guttmann; Silver; Wyndham, 1958), pois as áreas sensíveis da pele são fundamentais para a determinação dessa percepção térmica. Assim, deve-se monitorar a temperatura corporal de pessoas com tetraplegia, porque a dissociação entre a sensação térmica e a temperatura corporal pode causar o surgimento de comprometimentos relacionados ao calor (O'Brien *et al.*, 2022).

Salienta-se que, de forma antagônica aos resultados deste estudo, a revisão sistemática realizada por O'Brien *et al.* (2022) verificou que o uso do colete de resfriamento em atletas com LME não teve sucesso em melhorar as respostas perceptivas de sensação térmica durante o exercício, possivelmente devido a uma área reduzida de contato sensível da pele. Adicionalmente, o presente estudo demonstrou efeitos do uso do colete nas variáveis CT e ST no pós-exercício, mas a pulverização de água demonstrou um efeito mais evidente. Sobre essas diferenças, destaca-se que a redução da temperatura da pele é indicada como um importante modulador para a percepção térmica, independentemente dos valores da TC

(Schlader *et al.*, 2011), sendo uma possível explicação para o efeito mais evidente da pulverização de água na percepção de desconforto térmico, que foi mantido no pós-exercício até o 51º minuto.

#### *Aplicações prática do estudo*

Do ponto de vista prático, os resultados deste estudo indicam que a pulverização de água sobre a pele é um método eficaz para o resfriamento corporal de tetraplégicos durante e após o exercício físico e deve ser aplicada em atletas paralímpicos com LME quando os mesmos estiverem competindo e treinando em ambientes quentes.

Embora o uso do colete de resfriamento não tenha apresentado efeitos na TC e TP, foram demonstradas implicações positivas na PSE, CT e ST. Como o desempenho físico humano depende de variáveis fisiológicas, mas também de variáveis perceptivas, o uso do colete tem potencial ergogênico em atletas paralímpicos com LME. Além disso, é possível que o uso simultâneo das duas estratégias possa trazer benefícios adicionais que o uso isolado de apenas uma delas não oferece.

A pulverização de água foi efetiva em reduzir a temperatura periférica, a percepção de esforço e os escores de conforto e sensação térmica (melhorando essas duas percepções térmicas). Por se tratar de um método de baixo custo e fácil aplicação, é recomendado que seja utilizado por pessoas com LME durante a prática de exercícios físicos e esportes. Nesse sentido, as regras das modalidades devem ser adaptadas para possibilitar esta intervenção, especialmente durante competições em ambientes quentes. Ainda se sugere que a pulverização ocorra em uma maior área de superfície corporal, conforme demonstrado no presente estudo.

A temperatura central apresentou uma resposta de aumento contínuo e manteve-se aumentada durante o período de recuperação pós-exercício. Dessa forma, recomenda-se que pessoas com tetraplegia utilizem a pulverização de água também na fase de recuperação, sendo que em locais de ambientes quentes extremos, sugere-se a retirada do indivíduo do local, o mais rápido possível.

Por fim, é fundamental que os profissionais monitorem a temperatura corporal de pessoas com LME durante o exercício e a recuperação, porque existe uma

dissociação entre a temperatura corporal, especialmente a TC, e a percepção térmica, fato que pode potencializar o surgimento de comprometimentos decorrentes do calor.

### *Limitações do estudo*

Como limitação desta tese, destaca-se que não foram mensuradas as taxas de sudorese das áreas preservadas e a perda hídrica ao final do pós-exercício, sendo que esses registros poderiam contribuir com informações complementares sobre as alterações nas respostas termorregulatórias de pessoas com tetraplegia. Ademais, não foram registradas medidas diretas do desempenho físico, sendo medidas apenas variáveis indiretas como a percepção subjetiva do esforço e a frequência cardíaca que indicam a intensidade do esforço. Para estimar de forma precisa os efeitos dos métodos de resfriamento no desempenho, sugere-se a aplicação de medidas de lactato ou exercícios de maior duração que promovam a fadiga.

Outro aspecto relevante refere-se ao risco de viés relacionado ao fato de que os participantes já estavam habituados com o resfriamento por pulverização de água durante os treinamentos e competições, sendo possível alguma influência na percepção térmica. Contudo, salienta-se que a pulverização no nosso estudo foi realizada em uma maior área de superfície corporal, diferentemente do que é observado na prática.

E por fim, a amostra foi composta por sujeitos do sexo masculino, sendo importante estudos com mulheres para ampliação da compreensão de possíveis interferências relacionadas aos aspectos hormonais, de composição corporal e psicológicos. Contudo, ressalta-se que a incidência de LME é maior em pessoas do sexo masculino, sendo de aproximadamente 80% dos casos anuais.

## 8 CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que o colete e a pulverização de água possuem efeitos benéficos na percepção subjetiva do esforço, no conforto térmico e na sensação térmica durante o exercício aeróbio e a recuperação. Dessa forma, estima-se que a pulverização de água sobre a pele ou o uso do colete de resfriamento possam prolongar o tempo de tolerância do exercício físico em ambientes quentes, melhorando o desempenho esportivo.

A pulverização de água demonstrou-se eficaz em mitigar a elevação da temperatura da pele durante o exercício e na recuperação, indicando que essa estratégia favorece o resfriamento evaporativo a partir da pele dos indivíduos com LME. Ainda que não tenham ocorrido efeitos na temperatura central, o referido método também foi eficaz para a menor percepção de esforço, percepção térmica e frequência cardíaca (esta última variável, apenas no pós-exercício).

Sugere-se a realização de novas pesquisas para uma melhor compreensão da relação entre diferentes métodos de resfriamento corporal, desempenho aeróbico e percepção térmica em pessoas com tetraplegia durante o exercício físico.

## REFERÊNCIAS

- AGRANONIK, M.; HIRAKATA, V. N. Cálculo de tamanho de amostra: proporções. **Revista HCPA**, v.31, n.3, p.382-388, 2011.
- ALMEIDA, M. B. Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.9, n;2, p.196-202, 2007.
- AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION (ASIA): **International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury**, revised, 2019.
- ANSLEY, L.; MARVIN, G. SHARMA, A.; KENDALL, M. J.; JONES, D. A.; BRIDGE, M. W. The effects of head cooling on endurance and neuroendocrine responses to exercise in warm conditions. **Physiological Research**, v.57, p.863-872, 2008.
- ARISCO, A. M.; BRANTLY, E. K. Oxybutinin extended release for the management of overactive bladder: a clinical review. **Drug Design, Development and Therapy**, v.3, p. 151-161, 2009.
- ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M.; RIEBE, D.; KENEFICK, R. W.; CASTELLANI, J. W.; SENK, J. M. Local cooling in wheelchair athletes during exercise-heat stress. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, p. 211–216, 1995.
- ASHRAE-THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS IS NA AMERICAN. **Tandard 55-2017: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, Georgia, 2017.
- BARTON, T. J.; LOW, D. A.; THIJSEN, D. H. J. Cardiovascular Responses to Exercise in Spinal Cord Injury. In: Taylor, J. A. **The Physiology of Exercise in Spinal Cord Injury**. Springer. American Physiological Society, 2016. Chapter 6.
- BEAR, M. F.; CONNOR, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 4. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.
- BICAN; O.; MINAGAR, A.; PRUITT, A. A. The Spinal Cord: A review of functional neuroanatomy. **Neurologic Clinics**, v. 31, p. 1-18, 2013.
- BICEGO, K.C.; BARROS, R.C.; BRANCO, L.G.; Physiology of temperature regulation: comparative aspects. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part A Molecular & Integrative Physiology**, v. 147, p. 616–639, 2007.
- BITTAR, C. K.; CLIQUET JÚNIOR, A. Reabilitação com estimulação elétrica muscular em lesados medulares: Aspectos epidemiológicos. **Acta Médica Portuguesa**, v. 24, p. 527-532, 2011.
- BONGERS, C. C. W. G.; THIJSEN, D. H. J.; VELTMEIJE, M. T. W.; Hopman, M. T. E.; EIJSVOGELS, T. M. H. Precooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analytical review. **British Journal of Sports Medicine**, v.49, .6, p.377-384, 2014.

BONGERS, C. C. W. G.; EIJSVOGELS, T. M. H.; VAN NES, I. J. W.; Hopman, M. T. E.; THIJSSSEN, D. H. J. Effects of cooling during exercise on thermoregulatory responses of men with paraplegia. **Physical Therapy**, v. 96, n. 5, p. 650-658, 2016.

BONGERS, C. C. W. G., HOPMAN, M. T. E., EIJSVOGELS, T. M. H. Using an Ingestible Telemetric Temperature Pill to Assess Gastrointestinal Temperature During Exercise. **Journal of Visualized Experiments**, v. 104, 2015.

BONGERS, C. C. W. G.; HOPMAN, M. T. E.; EIJSVOGELS, T. M. H. Cooling interventions for athletes: an overview of effectiveness, physiological mechanisms, and practical considerations. **Temperature**, v. 4, p. 60-78, 2017.

BONGERS, C. C. W. G.; DE KORTE, J. Q.; EIJSVOGELS, T. (2020). Infographic. Keep it cool and beat the heat: cooling strategies for exercise in hot and humid conditions. **British Journal of Sports Medicine**, 2020.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, p. 377-381, 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BYRNE, C.; LIM, C. L. The ingestible telemetric body core temperature sensor: a review of validity and exercise applications. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p. 126–133, 2007.

CAMPANA, M. B.; GORLA, J. I.; DUARTE, E.; SCAGLIA, A. J.; TAVARES, M. C. G. C. F.; BARROS, J. O rugby em cadeira de rodas: aspectos técnicos, táticos e diretrizes para seu desenvolvimento. **Motriz**, Rio Claro, v. 17, n. 4, p. 748-757, 2011.

CASCAES, L. H. F. S.; OLIVEIRA, J. C. Evidências sobre relaxantes musculares de uso ambulatorial: Uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 12, n.39, p.1-14, 2017.

CASTLE, P. C., KULARATNE, B. P., BREWER, J., MAUGER, A. R., AUSTEN, R. A., TUTTLE, J. A., et al. Partial heat acclimation of athletes with spinal cord lesion. **European Journal of Applied Physiology**, v.113, p.109–115, 2013.

CHAY, W.; KIRSHBLUM, S. Predicting outcomes after spinal cord injury. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, 2020.

CHEUNG, S. S. **Advanced Environmental Exercise Physiology**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2010.

CHEUNG, S. S. Interconnections between thermal perception and exercise capacity in the heat. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.20, p.53-59, 2010.

CHOU, T. H.; ALLEN, J. R.; HAHN, D.; LEARY, B. K.; COYLE, E. F. Cardiovascular responses to exercise when increasing skin temperature with narrowing of the core-

to-skin temperature gradient. **Journal of Applied Physiology**, v.125, n.3, p.697-705, 2018.

CRAGG, J.J.; NOONAN, V. K.; KRASSIOUKOV, A. BORISOFF, J. Cardiovascular disease and spinal cord injury: results from a national population health survey. **Neurology**, v. 81, p. 723-728, 2013.

CRAMER, M.N., JAY, O. Explained variance in the thermoregulatory responses to exercise: The independent roles of biophysical and fitness/fatness-related factors. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 982-989, 2015.

CRAMER, M. N.; JAY, O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, 2016.

DE WITTE, J.; SESSLER, D. I. Perioperative shivering: Physiology and Pharmacology. **Anesthesiology**, v. 96, p. 467- 484, 2002.

FIENIEG, B.; HASSING, G. J.; VAN DER WALL, H. E. C.; VAN WESTEN, G. J. P.; KEMME, M. J. B.; ADIYAMAN, A.; ELVAN, A.; BURGGRAAF, J.; GAL, P. The association between body temperature and electrocardiographic parameters in normothermic healthy volunteers. **Pacing and Clinical Electrophysiology**, v.44, p. 44-53, 2021.

FIGONI, S. F. Exercise responses and quadriplegia. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 25, p. 433-441, 1993.

FIGONI, S. F.; KIRATLI, J.; SASAKI, R. Disfunção da medula espinhal. *In*: MEDICINE, A. C. O. S. (Ed.). **Pesquisas do ACSM para a Fisiologia do Exercício Clínico: Afecções musculoesqueléticas, neuromusculares, neoplásicas, imunológicas e hematológicas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 54-76.

FITZGERALD, P. I.; SEDLOCK, D. A.; KNOWLTON, R. G. Circulatory and thermal adjustments to prolonged exercise in paraplegic women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.22, p. 629-635, 1990.

FLÓREZ, J. Farmacología General del Sistema Nervioso Autónomo. *In*: FLÓREZ, J. **Farmacología Humana**. 6ª Ed. España: Elsevier, 2014.

FLOURIS, A. D.; Cheung, S. S. Human conscious response to thermal input is adjusted to changes in mean body temperature. **British Journal of Sports Medicine**, v.43, p.199-203, 2009.

FORSYTH, P.; MILLER, J.; PUMPA, K.; THOMPSON, K. G.; JAY, O. Independent influence of spinal cord injury level on thermoregulation during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.51, p. 1710-1719, 2019.

GAGGE, A. P.; STOLWIJK, J. A.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. **Environmental Research**, v. 1, p. 1-20, 1967.

GAGNON, D.; CRANDALL, C. G. Sweating as a heat loss thermoeffector. In: Romanovsky, A. A. **Thermoregulation: From Basic Neuroscience to Clinical Neurology**. Elsevier, 2018.

GARSTANG, S.; MILLER-SMITH, S. Autonomic nervous system dysfunction after spinal cord injury. **Physical Medicine Rehabilitation Clinics North America**, v. 18, p. 275-296, 2007.

GERZANICH, V.; WOO, S.K.; VENNEKENS, R.; TSYMBALYUK, O.; IVANOVA, S.; IVANOV, A.; GENG, Z.; CHEN, Z.; NILIUS, B.; FLOCKERZI, V.; FREICHEL, M.; SIMARD, J.M. De novo expression of Trpm4 initiates secondary hemorrhage in spinal cord injury. **Nature Medicine**, v. 15, n. 2, p.185-191, 2009.

GIBBONS, R. S.; STOCK, C. G.; ANDREWS, B. J.; GALL, A.; SHAVE, R. E. The effect of FES-rowing training on cardiac structure and function: pilot studies in people with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 54, n. 10, p. 822–829, 2016.

GONZALEZ-ALONSO, J.; TELLER, C.; ANDERSEN, S. L.; JENSEN, F. B.; HYLDIG, T.; NIELSEN, B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v.86, p.1032–9, 1999.

GOOSEY-TOLFREY, V. L.; DIAPER, N. J.; CROSLAND, J.; TOLFREY, K. Fluid intake during wheelchair exercise in the heat: Effects of localized cooling garments. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 3, n. 2, p. 145-156, 2008.

GOOSEY-TOLFREY, V.; KEIL, M.; BROOKE-WAVELL, K.; DE GROOT, S. A comparison of methods for the estimation of body composition in highly trained wheelchair games players. **International Journal of Sports Medicine**, v.37, n.10, p.799-806, 2016.

GOOSEY-TOLFREY, V.; PAULSON; T.; GRAHAM-PAULSON, T. Practical considerations for fluid replacement for athletes with a spinal cord injury. In: MEYER; F.; Szygula, Z.; Wilk, B. **Fluid Balance, Hydration, and Athletic Performance**, Boca Raton: Imprint CRC Press, 2015.

GOOSEY-TOLFREY, V.; PRICE, M. J. Physiology of Wheelchair Sport. In: Goosey-Tolfrey, V. (Ed.). **Wheelchair Sport**. A complete guide for athletes, coaches and teachers. Champaign: Human Kinectis, 2010, p. 47-62.

GORLA, J. I.; BERTAPELLI, F.; CAMPANA, M. B.; SOUZA, A. N. Fundamentos da avaliação motora em Educação Física e Esporte Adaptado. In: GORLA, J. I. CAMPANA, M. B.; OLIVEIRA, L. Z. (Org.). **Teste e avaliação em Esporte Adaptado**. São Paulo: Phorte Editora, 2009.

GRIGGS, K. E. **Thermoregulatory responses of athletes with a spinal cord injury during rest and exercise**. A Doctoral Thesis. Loughborough University. Peter Harrison Centre for Disability Sport. 2016, 214f.

GRIGGS, K. E.; PRICE, M. J.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Cooling athletes with a spinal cord injury. **Sports Medicine**, August, v. 45, n. 1, p. 9-21, 2015.

GRIGGS, K. E.; LEICHT, C. A.; PRICE, M. J.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Thermoregulation during intermittent exercise in athletes with a spinal-cord injury. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, p. 469 -475, 2015.

GRIGGS, K. E.; HAVENITH, G.; PAULSON, T.A.W.; PRICE, M. J.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Effects of cooling before and during simulated match play on thermoregulatory responses of athletes with tetraplegia. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 9, p. 819-824, 2017a.

GRIGGS, K. E.; HAVENITH, G.; PRICE, M. J.; MASON, B. S.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Thermoregulatory responses during competitive wheelchair rugby match play. **International Journal of Sports Medicine**, March, v. 38, n. 3, p. 177-183, 2017b.

GROOT, P. C.; BLEEKER, M. W.; VAN KUPPEVELT, D. H.; VAN DER WOUDE, L. H. Hopman, M. T. Rapid and extensive arterial adaptations after spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 87, p. 688-696, 2006.

GROSSMANN, F.; FLUECK, J. L.; PERRET, C.; MEEUSEN, R.; ROELANDS, B. The thermoregulatory and thermal responses of individuals with a spinal cord injury during exercise, acclimation and by using cooling strategies – A Systematic Review. **Frontier in Physiology**, April, 2021.

GUTTMANN, L.; SILVER, J.; WYNDHAM C. H. Thermoregulation in spinal man. **The Journal of Physiology**, n.142, p. 406-419, 1958.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2017.

HAGOBIAN, T. A.; JACOBS, K. A.; KIRATLI, B. J.; FRIEDLANDER, A. L. (2004). Foot cooling reduces exercise-induced hyperthermia in men with spinal cord injury. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, p. 411–417, 2004.

HAMMEL, H.T., Regulation of internal body temperature. **Annual Review of Physiology**, n. 30, p. 641–710, 1968.

HANDRAKIS, J. P.; TRBOVICH, M.; HAGEN, E. M.; PRICE, M. Thermodyregulation in persons with spinal cord injury: case series on use of the autonomic standards. **Spinal Cord Series and Cases**, 2017.

HAYES, A. M.; MYERS, J. N.; HO, M.; LEE, M. Y.; PERKASH, I.; KIRATLI, B. J. Heart rate as a predictor of energy expenditure in people with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v.42, n.5, p.617-24, 2005.

HOEFLER, R.; LEITE, B. F. Segurança do uso contínuo de inibidores da bomba de prótons. **Boletim Fármaco Terapêutica**, Ano XIV, n. 01/02, 2009.

HOL, A. T.; ENG, J. J.; MILLER, W. C.; SPROULE, S.; KRASSIOUKOV, A. V. Reliability and validity of the 6-minute arm test for the evaluation of cardiovascular fitness in individuals with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 88, n. 4, p. 489-495, 2007.

HOPMAN, M.T.; HOUTMAN, S.; GROOTHUIS, J. T.; FOLGERING, H. T. The effect of varied fractional inspired oxygen on arm exercise performance in spinal cord injury and able-bodied persons. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.85, p.319-323, 2004.

HOSTETTLER, S.; LEUTHOLD, L.; BRECHBÜHL, J.; MUELLER, G.; ILLI, S. K.; SPENGLER, C. M. Maximal cardiac output during arm exercise in the sitting position after cervical spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 44, n. 2, p. 131-136, 2012.

HOUDAS, Y.; RING, E. F. J. **Human Body Temperature**. Its Measurement and Regulation. Springer Science+Business Media New York, 1982.

JACOBS, P. L.; NASH, M. S. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. **Sports Medicine**, v. 34, p. 727-751, 2004.

JAMES, S. L., THEADOM, A., ELLENBOGEN, R. G., BANNICK, M. S., MONTJOY-VENNING, W., LUCCHESI, L. R. et al. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. **The Lancet Neurology**, v.18, n.1, p.56-87, 2019.

JARDIM, C. H.; SILVA, M. R. Extremos de temperatura do ar em Belo Horizonte: variabilidade natural e influência do clima urbano. **Revista do Departamento de Geografia Universidade de São Paulo**, volume especial, 2016.

JOHNSON, J. M.; MINSON, C. T.; KELLOGG, D. L. Cutaneous Vasodilator and Vasoconstrictor Mechanisms in Temperature Regulation. **Comprehensive Physiology**, v.4, 2014.

KHAN, Y. S.; LUI, F. Neuroanatomy, Spinal Cord. In: **StatPearls [Internet]**. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2021.

KIRSCHEN, G. W.; SINGER, D. D.; THODE, H. C.; SINGER, A. J. Relationship between body temperature and heart rate in adults and children: A local and national study. **The American Journal of Emergency Medicine**, 2019.

KIRSHBLUM, S.C.; BURNS, S.P.; BIERING-SORENSEN, F. DONOVAN, W.; GRAVES, D. E.; AMITABH, J.H.A.; JOHANSEN, M.; JONES, L.; Krassioukov, A.; MULCAHEY, M.J.; SCHMIDT-READ, M.; WARING, W. International standards for neurological classification of spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v .34, n. 6, p. 535-546, 2011.

KRASSIOUKOV, A. Autonomic function following cervical spinal cord injury. **Respiratory Physiology Neurobiology**, v. 169, n. 2, p. 157-164, 2009.

KRASSIOUKOV, A.; BIERING-SØRENSEN, F.; DONOVAN, W.; KENNELLY, M.; KIRSHBLUM, S.; KROGH, K.; ALEXANDER, M. S.; VOGEL, L.; WECHT, J. International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 35, n. 4, p. 201-210, 2012.

KENEFICK, R. W.; CHEUVRONT, S. N.; SAWKA, M. N. Thermoregulatory function during the marathon. **Sports Medicine**, v. 37, n.3/5, p. 312-315, 2007.

LEE, B.; CRIPPS, R.; FITZHARRIS, M.; WING, P. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: Update 2011, global incidence rate. **Spinal Cord**, v. 52, n. 2, p. 110-116, 2013.

LEE, J.Y.; STONE, E. A.; WAKABAYASHI, H.; TOCHIHARA, Y. Issues in combining the categorical and visual analog scale for the assessment of perceived thermal sensation: Methodological and conceptual considerations. **Applied Ergonomics**, v.41, n.2, p. 282–290, 2010.

LUOMALA, M. J.; OKSA, J.; SALMI, J. A.; LINNAMO, V.; HOLMER, I.; SMOLANDER, J.; DUGUE, B. Adding a cooling vest during cycling improves performance in warm and humid conditions. **Journal of Thermal Biology**, v. 37, n.1, p.47-55, 2012.

MACHADO, A.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia Funcional**. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

MARIEB, E.N.; HOEHN, K. **Human Anatomy and Physiology**. 11th ed. Hoboken, New Jersey: Pearson Education, 2019.

MARINO, R. J.; BARROS, T. BIERING-SORENSEN, F.; BURNS, S. P. DONOVAN, W. H.; GRAVES, D. E.; *et al.* International standards for neurological classification of spinal cord injury. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 26, s. 1, p. s50-s56, 2003.

MARTINI, A. C.; FORNER, S. Anatomia da medula espinhal e fisiopatologia da lesão medular. In: SCHOELLER, S. D.; MARTINI, A. C.; FORNER, S.; NOGUEIRA, G. C. **Abordagem Multiprofissional em Lesão Medular: Saúde, Direito e Tecnologia**. Florianópolis: Publicação do IFSC, 2016.

MERCIER, H. A.; TAYLOR, J. A. The Physiology of Exercise in Spinal Cord Injury (SCI): An Overview of the Limitations and Adaptations. In: Taylor, J. A. **The Physiology of Exercise in Spinal Cord Injury**. Springer. American Physiological Society, 2016.

MINATI, A.; SANTANA, M. G.; MELLO, M. T. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.14, n.1, p.75-86, 2006.

MINETT, G. M.; DUFFIELD, R.; MARINO, F. E.; PORTUS, M. Volume-dependent response of precooling for intermittent-sprint exercise in the heat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.43, p.1760-1769, 2011.

MINSON, C. T.; BRUNT, V. E. Thermoregulatory Considerations for the Performance of Exercise in SCI. In: Taylor, J. A. **The Physiology of Exercise in Spinal Cord Injury**. Springer. American Physiological Society, 2016. Chapter 7.

MNEIMNEHA, F.; GHADDARA, N.; GHALIA, K.; OMEISB, I.; MOUSSALEM, C. An altered Bioheat model for persons with cervical spinal cord injury. **Journal of Thermal Biology**, v. 77, p. 96-110, 2018.

MNEIMNEHA, F.; GHADDARA, N.; GHALIA, K.; MOUSSALEMB, C.; OMEISB, I. Would personal cooling vest be effective for use during exercise by people with thoracic spinal cord injury? **Journal of Thermal Biology**, v. 82, p. 123-141, 2019a.

MNEIMNEH, F.; MOUSSALEM, C.; GHADDAR, N.; ABOUGHALI, K.; OMEIS, I. Influence of cervical spinal cord injury on thermoregulatory and cardiovascular responses in the human body: Literature review. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 69, p. 7-14, 2019b.

MUNDEL, T.; BUNN, S. J.; HOOPER, P. L.; JONES, D. A. The effects of face cooling during hyperthermic exercise in man: Evidence for an integrated thermal, neuroendocrine and behavioural response. **Experimental Physiology**, v.92, n.1, p.187–195, 2007.

MURAKI, S.; YAMASAKI, M.; ISHII, K.; SEKI, K. Relationship between core temperature and skin blood flux in lower limbs during prolonged arm exercise in persons with spinal cord injury. **European Journal of Applied Physiology**, v. 72, p. 330-334, 1996.

O'BRIEN, T. J.; LUNT, K. M.; STEPHENSON, B. T.; Goosey-Tolfrey, V. L. The effect of pre-cooling or per-cooling in athletes with a spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.25, p.606-614, 2022.

PARSONS, K. C. **Human thermal environments**. Second Edition: Taylor and Francis, London, 2003.

PATEK, M.; STEWART, M. Spinal cord injury. **Anaesthesia and intensive care medicine**, 2020.

PAVLIDOU, E.; PETRIDIS, D.; TOLIA, M.; TSOUKALAS, N.; POULTSIDIS, A.; FASOULAS, A.; KYRGIAS, G.; GIAGINIS, C. Estimating the agreement between the metabolic rate calculated from prediction equations and from a portable indirect calorimetry device: An effort to develop a new equation for predicting resting metabolic rate. **Nutrição e Metabolismo**, v. 15, n.41, 2018.

PEIFFER, J. J.; ABBISS, C. R. Influence of environmental temperature on 40 km cycling time-trial performance. **International Journal of Sports Physiology & Performance**, v.6, n.2, p.208–220, 2011.

PETROFSKY, J. S. Thermoregulatory stress during rest and exercise in heat in patients with a spinal cord injury. **European Journal of Applied Physiology Occupational**, v. 64, p. 503-507, 1992.

PHILLIPS, A. A.; COTE, A. T.; BREDIN, S. S.; KRASSIOUKOV, A. V.; WARBURTON, D. E. Aortic stiffness increased in spinal cord injury when matched for physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, p. 2065–2070, 2012.

PRICE, M. J. Thermoregulation during exercise in individuals with spinal cord injuries. **Sports Medicine**, v. 36, p. 863-879, 2006.

PRICE, M. J.; CAMPBELL, I. G. Effects of spinal cord lesion level upon thermoregulation during exercise in the heat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 7, p.1100-1107, 2003.

PRICE, M. J.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Heat flow of the paraplegic and able-bodied lower limb during resting heat exposure. **Journal of Thermal Biology**, v. 33, p.255–260, 2008.

PRICE, M. J.; TRBOVICH, M. Thermoregulation following spinal cord injury. **Handbook of Clinical Neurology**, p. 799-820, 2018.

PRITCHETT, R. C.; BISHOP, Z. Y.; PRITCHETT, K. L.; GREEN, J. M.; KATICA, C. P.; DEL POZZI, A. T. Evaluation of artificial sweat in athletes with spinal cord injuries. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 1, p 125-131, 2010.

PROFYRIS, C.; CHEEMA, S. S.; ZANG, D. W.; AZARI, M. F.; BOYLE, K.; PETRATOS, S. Degenerative and regenerative mechanisms governing spinal cord injury. **Neurobiology of Disease**, v. 15, p. 415-436, 2004

RABINSTEIN, A. A. Traumatic Spinal Cord Injury. **Continuum Journal**, v. 24, p. 551-566, 2018.

RAMANATHAN, N. L. A new weighting system for mean surface temperature of the human body. **Journal of Applied Physiology**, v. 19, p. 531-533, 1964.

REFINETTI, R., MENAKER, M. The circadian rhythm of body temperature. **Physiology & Behavior**, v. 51, p. 613–637, 1992.

ROMANOVSKY, A. The thermoregulation system and how it works. *In*: Romanovsky, A. **Thermoregulation: From Basic Neuroscience to Clinical Neurology**, Elsevier, 2018. p.3-43.

ROQUE, V.; CUNHA, I.; ROCHA, A.; ANDRADE, M. J. Disfunções autonômicas após a lesão medular. **Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação**, v. 24, n. 2, p. 43-51, 2013.

ROUND, A. M.; PARK, S. E.; WALDEN, K.; NOONAN, V. K.; TOWNSON, A. F.; Krassioukov, A.V. An evaluation of the international standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury: input from the international community. **Spinal Cord**, p. 1-6, 2016.

RUDDOCK, A.; ROBBINS, B.; TEW, G.; BOURKE, L.; PURVIS, A. Practical Cooling Strategies During Continuous Exercise in Hot Environments: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v.47, p.3, p.517–532, 2016.

SAWKA, M. N.; LEON, L. R.; MONTAIN, S. J.; SONNA, L. A. Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. **Comprehensive Physiology**, October, v.1, p. 1883-1921, 2011.

SCHLADER, Z. J.; SIMMONS, S. E.; STANNARD, S. R.; MÜNDEL, T. Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 1631-1639, 2011.

SESSLER, D. I. Thermoregulatory defense mechanisms. **Critical Care Medicine**, v. 37, p. 203-210, 2009.

SILVA, A.; QUEIROZ, S. S.; ANDERSON, M. L.; MONICO-NETO, M.; CAMPOS, R. M. S.; ROIZENBLATT, S.; TUFIK, S.; DE MELLO, M. T. Passive body heating improves sleep patterns in female patients with fibromyalgia. **CLINICS**, v. 68, n. 2, p. 135-139, 2013.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia Humana: Uma abordagem integrada**, 7ª Edição, Artmed, 2017.

SIM, S. Y.; JOO, K. M.; KIM, H. B.; JANG, S.; KIM, B.; HONG, S.; PARK, K. S. Estimation of circadian body temperature rhythm based on heart rate in healthy, ambulatory subjects. **Journal of Biomedical and Health Informatics**, v.21, n.2, p.407–415, 2017.

SINGH, A.; TETREAULT, L.; KALSI-RYAN, S.; NOURI, A.; FEHLINGS, M. G. Global prevalence and incidence of traumatic spinal cord injury. **Clinical Epidemiology**, v. 6, p. 309-331, 2014.

STEVENS, C. J.; KITTEL, A.; SCULLEY, D. V.; CALLISTER, R.; Taylor, L.; DASCOMBE, B. J. Running performance in the heat is improved by similar magnitude with pre-exercise cold-water immersion and mid-exercise facial water spray. **Journal of Sports Sciences**, v.35, n.8, p.798-805, 2016.

STOCKS, J. M.; TAYLOR, N. A. S.; TIPTON, M. J.; GREENLEAF, J. E. Human Physiological Responses to Cold Exposure. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 75, n.5, p. 444-457, 2004.

TAKAHASHI, M.; MATSUKAWA, K.; NAKAMOTO, T.; TSUCHIMOCHI, H.; SAKAGUCHI, A.; KAWAGUCHI, K.; ONARI, K. Control of heart rate variability by cardiac parasympathetic nerve activity during voluntary static exercise in humans with tetraplegia. **Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 5, p. 1669–1677, 2007.

TAYLOR, N. A. S. Human heat adaptation. **Comprehensive Physiology**, n. 4, p. 325-365, 2014.

TAYLOR, N. A.; MACHADO-MOREIRA, C. A. Regional variations in transepidermal water loss, eccrine sweat gland density, sweat secretion rates and electrolyte composition in resting and exercising humans. **Extreme Physiology & Medicine**, v. 2, n. 4, 2013.

THEISEN, D.; VANLANDEWIJCK, Y. Cardiovascular responses and thermoregulation in individuals with spinal cord injury. **European Bulletin of Adapted Physical Activity**, v. 1, n. 1, p. 3-19, 2002.

TOLFREY, K.; GOOSEY-TOLFREY, V. L.; Campbell, I. G. Oxygen uptake-heart rate relationship in elite wheelchair racers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 2, p.174-178, 2001.

TRBOVICH, M. Efficacy of various cooling techniques during exercise in persons with spinal cord injury: A pilot crossover intervention study. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 25, n. 1, p. 74-82, 2019.

TRBOVICH, M.; KOEK, W.; ORTEGA, C. Efficacy of water spray for evaporative cooling in athletes with spinal cord injury. **Springer Nature**, Spinal Cord Series and Cases. v. 5, n.51, p.1-7, 2019.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6786376/>

TRBOVICH, M.; ORTEGA, C.; SCHROEDER, J.; FREDRICKSON, M. Effect of a cooling vest on core temperature in athletes with and without spinal cord injury. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 20, n. 1, p. 70-80, 2014.

TWEEDY, S.; DIAPER, N. Introduction to wheelchair sport. *In*: Goosey-Tolfrey, V. **Wheelchair Sport**. A complete guide for athletes, coaches and teachers. Champaign: Human Kinectis, 2010, p. 03-27.

WALTER, M.; KRASSIOUKOV, A. Autonomic Nervous System in Paralympic Athletes with Spinal Cord Injury. **Physical Medicine Rehabilitation Clinics North America**, v.29, p. 245–266, 2018.

WEBBORN, N.; PRICE, M.J.; CASTLE, P. C.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Effects of two cooling strategies on thermoregulatory responses of tetraplegic athletes during repeated intermittent exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, p.2101–2107, 2005.

WEBBORN, N.; PRICE, M. J.; CASTLE, P.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Cooling strategies improve intermittent sprint performance in the heat of athletes with tetraplegia. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, p. 455–460, 2010.

WEINERT, D. Circadian temperature variation and ageing. **Ageing Research Reviews**, n. 9, p. 51-60, 2010.

WHITE, D. W.; RAVEN, P. B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. **The Journal of Physiology**, v. 15, n. 12, p. 2491-500, 2014.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. **Fisiologia humana**: Os mecanismos das funções corporais. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.

WILKINSON, D. M.; CARTER, J. M.; RICHMOND, V. L.; BLACKER, S. D.; RAYSON, M. P. The effect of cool water ingestion on gastrointestinal pill temperature. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 3, p. 523-528, 2008.

WINNICK, J. P.; SHORT, F. X. **Testes de Aptidão Física para Jovens com necessidades Especiais** - Manual Brockport de Testes. 3 ed. São Paulo: Manole, 2001.

WOLOSKER, N.; KRUTMAN, M.; CAMPDELL, T. P. D. A., KAUFFMAN, P. CAMPOS, J. R. M.; LEÃO, P. P. Oxibutinina para tratamento de hiperidrose: análise comparativa entre gêneros. **Einstein**, v. 10, n.4, p. 405-408, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **International Perspectives on Spinal Cord Injury**. Edited by Jerome Bickenbach *et al.* Malta, Publications of the World Health Organization. 2013.

YUN-GYU, S.; YU HUI, W.; SUNG-HEE, P. MN, K.; JEONG-HWAN, S. Changes in body temperature in incomplete spinal cord injury by digital infrared thermographic imaging. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 5, p. 696–704, 2015.

ZEPETNEK, J. O. T.; AU, J. S.; HOL, A. T.; ENG, J. J.; MACDONALD, M. J. Predicting peak oxygen uptake from submaximal exercise after spinal cord injury. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 7, p. 775-781, 2016.

ZORZANELLI, R. T.; GIORDANI, F.; GUARALDO, L.; MATOS, G. C.; BRITO JUNIOR, A. G.; OLIVEIRA, M. G.; SOUZA, R. M.; MOTA, R. Q. M.; ROZENFELD, S. Consumo do benzodiazepínico clonazepam (Rivotril®) no estado do Rio de Janeiro, Brasil, 2009-2013: estudo ecológico. **Ciências & Saúde Coletiva**, n.24, v.8, 2019.

## APÊNDICE 1

### Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Você está convidado (a) a participar do estudo: **“Efeito de diferentes métodos de resfriamento corporal em indivíduos com tetraplegia submetidos a uma sessão de exercício aeróbio”** aprovado pelo Comitê de Ética de Universidade Federal de Minas Gerais (CAEE: 28314020.0.0000.5149). O objetivo deste estudo é verificar a ação de métodos externos de resfriamento (colete e pulverização de água sobre a pele) na temperatura corporal de indivíduos tetraplégicos durante a realização de um exercício aeróbio no cicloergômetro manual. Caso você aceite participar, primeiramente será necessário realizar uma avaliação inicial: (1) preenchimento do questionário sociodemográfico (informações pessoais, profissionais e histórico de saúde); (2) Avaliação do estado de saúde e avaliação motora e sensorial da lesão medular; (3) avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e percentual de gordura) e (4) mensuração dos dados vitais (frequência cardíaca, saturação de oxigênio e pressão arterial).

Na segunda fase você passará por 3 condições experimentais distintas, com intervalo de 7 dias entre as sessões. Em cada uma das sessões você realizará uma sessão de exercício aeróbio no cicloergômetro de braço, durante 30 minutos, em uma sala aclimatada com temperatura de 32° C e umidade relativa do ar entre 50-60%. A ordem de realização das condições experimentais será randomizada, sendo: (CC) Condição controle sem método externo de resfriamento corporal; (DUR) Uso do colete de resfriamento durante o exercício aeróbio e; (PUL) resfriamento por meio de pulverização de água sobre a pele nas regiões do rosto, pescoço, braços e pernas. Nesta fase serão avaliadas a temperatura central (via pílula de telemetria e termômetro auricular), a temperatura da pele (via câmera de captura de imagens por termografia e termômetro digital infravermelho), a frequência cardíaca por meio de um frequencímetro e a percepção subjetiva do esforço e conforto térmico por meio de escalas numéricas.

Antes de cada sessão experimental será solicitado que você mantenha o mesmo padrão alimentar e de sono nas noites anteriores; você deverá também avisar aos pesquisadores sobre o uso de medicamentos ou suplementos durante a sua participação na pesquisa, bem como informar sobre imprevistos como doenças,

Rubrica participante: \_\_\_\_\_

Rubrica pesquisador: \_\_\_\_\_

lesões e demais problemas. Além disso, você deverá se abster de álcool, cafeína e exercícios físicos vigorosos nas 24 horas que antecederem as sessões de coleta de dados. As sessões experimentais serão realizadas sempre na mesma hora do dia, conforme sua disponibilidade, com intervalo de 7 dias entre as sessões. A pílula para mensuração da temperatura central deverá ser ingerida entre 5 e 8 horas antes de cada sessão experimental. Você poderá interromper sua participação no estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem a necessidade de apresentar uma justificativa. Durante o estudo, você poderá solicitar todas as informações que desejar, sendo que os pesquisadores estarão à sua disposição para orientar ou sanar possíveis dúvidas ao longo da sua participação na pesquisa. Os resultados obtidos poderão ser divulgados em eventos científicos, em revistas ou outros meios de divulgação, mas seu nome será sempre mantido em sigilo. Pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de que todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade.

Os riscos para os participantes deste estudo poderão se apresentar por incômodo na pele durante aferição das dobras cutâneas e da aferição da pressão arterial, dor muscular devido ao exercício aeróbio e desconforto provocado pelo aumento da temperatura corporal. O risco de desenvolver o super aquecimento será reduzido pelo controle da temperatura central, sendo que o experimento será imediatamente interrompido caso a temperatura atinja o valor de 39,5°C. Além disso, os pesquisadores também observarão reações como cianose, palidez, confusão mental ou perda da coordenação motora, como indicativos para a interrupção do experimento. Destaca-se também que o setor de enfermagem da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG será avisado sobre a realização dos testes e o mesmo conta com um desfibrilador. Ademais, os participantes deverão também apresentar um atestado médico, indicando que estão em boas condições de saúde para realizar o protocolo de exercício.

Os benefícios desta pesquisa estão relacionados com a melhor compreensão das respostas termorregulatórias de sujeitos com tetraplegia em condições de exercício físico atrelado a diferentes métodos de resfriamento. Os testes também poderão auxiliar com dados para a prescrição da intensidade o treinamento aeróbio. E também, com informações sobre as medidas antropométricas e saúde geral do participante.

Rubrica participante: \_\_\_\_\_

Rubrica pesquisador: \_\_\_\_\_

Eu \_\_\_\_\_,  
acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li e/ou  
ouvi e compreendi os propósitos do presente estudo e todos os procedimentos a que  
serei submetido, além de ter sido esclarecido quanto aos riscos e benefícios do  
estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer  
momento, sem justificar minha decisão e que isso não me afetará e nem me trará  
nenhuma penalidade ou prejuízo algum. Sei que meu nome não será divulgado, que  
não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo.

Eu concordo voluntariamente e autorizo a minha participação no estudo “Efeito  
de diferentes métodos de resfriamento corporal em indivíduos com tetraplegia  
submetidos a um protocolo de exercício aeróbio” realizado na cidade de Belo  
Horizonte/MG, com as condições estabelecidas acima.

Uma via deste consentimento ficará comigo e, a segunda via, assinada por  
mim, será arquivada pelos pesquisadores.

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante RG ou CPF

\_\_\_\_\_  
Profª Drª Andressa da Silva de Mello

Outros esclarecimentos poderão ser obtidos com a pesquisadora responsável Profª  
Drª Andressa da Silva de Mello, e-mail [andressa@demello.net.br](mailto:andressa@demello.net.br) e telefone (31)  
99515-8050. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa,  
entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Universidade Federal  
de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG -CEP  
31270-901, Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 Telefone: (031)  
3409-4592 - E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

**APÊNDICE 2****Questionário Sociodemográfico**

Prezado voluntário,

Agradecemos sua disposição para participar nesta pesquisa. Para registro de algumas informações gerais e histórico de saúde, pedimos a gentileza de responder as questões abaixo. Quaisquer dúvidas, estou à disposição!

1) Nome completo:

2) Data de nascimento:

3) Sexo:  Masculino  Feminino

4) Estado civil:  Solteiro  Casado  Divorciado  União estável

Viúvo

5) Profissão:

6) Escolaridade

Ensino Fundamental  Ensino Médio incompleto

Ensino Médio  Ensino Superior

Pós-Graduação

7) Telefones para contato:

8) E-mail:

9) Endereço:

10) Há quanto tempo ocorreu a lesão medular? Indique em anos e meses, por exemplo 2 anos e 6 meses.

11) A lesão medular que você apresenta é:

Completa  Incompleta  Não tenho certeza

12) Em qual segmento medular ocorreu a lesão?

C4  C5  C6  C7

C8  T1  Outro  Não tenho certeza

13) Você apresenta sudorese (transpiração) abaixo da lesão medular durante a realização de exercício físico ou em ambientes quentes?

- Sim
- Parcialmente (por exemplo em alguma parte específica do corpo)
- Apenas em situação de disreflexia autonômica
- Não apresento sudorese em nenhuma parte do corpo abaixo da lesão

14) Você apresenta uma ou mais doenças listadas abaixo? (marque todas as alternativas que representam o seu estado de saúde atual)

- Hipertensão arterial
- Diabetes
- Colesterol alto
- Triglicérides alto
- Hipertireoidismo ou Hipotireoidismo
- Asma
- Doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema)
- Epilepsia
- História de infarto do miocárdio
- História de acidente vascular encefálico
- Glaucoma
- Outras
- Não tenho nenhuma doença
- Não sei informar sobre meu estado de saúde atual

15) Se você marcou a opção "outras" na questão anterior, por favor indique quais são as outras doenças que você apresenta.

16) Você toma algum medicamento diariamente? \*

- Sim
- Não

17) Se você respondeu que sim na pergunta anterior, cite o(s) nome(s) do(s) medicamento(s) que você usa.

18) Você está se exercitando?

- Sim, uma vez por semana
- Sim, duas vezes por semana
- Sim, três vezes por semana

- Sim, quatro vezes por semana
- Sim, cinco ou mais vezes por semana
- Não

19) Se você respondeu sim na pergunta anterior, por favor descreva o tipo de exercício que você está praticando e a duração (por exemplo, 30 minutos de treinamento funcional).

20) Até o presente momento, você teve a confirmação ou a suspeita de Covid-19?

- Sim
- Sim, porém assintomático
- Sim, com sintomas leves
- Sim, com sintomas graves
- Sim, com internação
- Suspeita de Covid-19, sem confirmação por exame
- Não

21) Se você respondeu que teve a confirmação ou a suspeita de Covid-19, indique há quanto tempo isso ocorreu (em meses ou semanas)

22) Se você respondeu que teve Covid-19 com sintomas leves, graves ou internação, por favor descreva os sintomas apresentados.

23) Você já recebeu as duas doses da vacina contra o Covid-19?

- Sim
- Apenas uma dose
- Não recebi nenhuma dose

24) Qual é o melhor dia e horário para você participar da pesquisa? (por exemplo, segunda e quarta pela manhã)

## ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** Efeito de diferentes métodos de resfriamento corporal em indivíduos com tetraplegia submetidos a um protocolo de exercício aeróbico

**Pesquisador:** Andressa da Silva de Mello

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 28314020.0.0000.5149

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.523.259

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de emenda a projeto de pesquisa que visa: (1) alterar amostra: retirar a condição “fisicamente ativo” da caracterização da amostra; (2) mudanças de protocolo: (a) alterações no teste para estimar a potência aeróbica dos participantes e no teste de esforço máximo incremental e inclusão da medição de consumo de oxigênio com o aparelho FitmatPro Cosme durante o aquecimento e o teste incremental; (b) inclusão de termômetro digital infravermelho (Fluke VT04) para mensurar a temperatura da pele, regiões peitoral, braço, coxa e perna e estimar a temperatura periférica dos participantes.

**Objetivo da Pesquisa:**

Aprovar a emenda.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores não relataram alterações nos riscos e/ou benefícios com as mudanças de protocolo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

As alterações solicitadas nesta emenda são de caráter técnico, como parte da metodologia de coleta de dados, e não interferem nos riscos aos participantes.

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

Foram apresentadas

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.523.259

Carta de encaminhamento da emenda ao COEP  
Projeto completo atualizado  
TCLE atualizado

Os documentos apresentados anteriormente não foram alterados.

As alterações realizadas não foram destacadas, o que dificulta a identificação e avaliação.

**Recomendações:**

Ao submeter emendas, recomenda-se que apresente as versões atualizadas do projeto completo, TCLE, etc com as alterações destacadas.

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

SMJ, somos favoráveis à aprovação desta emenda.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

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

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

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1664810_E1.pdf	16/11/2020 11:11:08		Aceito
Outros	Carta_emenda_COEP.pdf	16/11/2020 10:54:38	Andressa da Silva de Mello	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_atualizado.pdf	16/11/2020 10:54:00	Andressa da Silva de Mello	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_atualizado.pdf	16/11/2020 10:53:36	Andressa da Silva de Mello	Aceito
Outros	Carta_Resposta_Pendencia_CEP.pdf	28/05/2020	Ingrid Ludimila	Aceito

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 4.523.259

Outros	Carta_Resposta_Pendencia_CEP.pdf	15:47:31	Bastos Lôbo	Aceito
Outros	Carta_anuencia_Centro_Estudos_Psicobiologia.pdf	28/05/2020 10:27:40	Ingrid Ludimila Bastos Lôbo	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	17/01/2020 15:06:58	Ingrid Ludimila Bastos Lôbo	Aceito
Declaração de concordância	parecer_departamento.pdf	17/01/2020 15:06:25	Ingrid Ludimila Bastos Lôbo	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 03 de Fevereiro de 2021

---

**Assinado por:**  
**Críssia Carem Paiva Fontainha**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br