



ACADEMIA MILITAR

Validação de protocolo físico para o controlo de parâmetros fisiológicos aplicados aos elementos que integram a equipa Nuclear Biológico Químico e Radiológico

Aspirante de Infantaria Francisco Pedrosa Sousa Pinto

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Coorientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Júri

Presidente do Júri: Professor Auxiliar Convidado Jorge Armando de Pinheiro
Simão

Arguente: Professor Auxiliar Bruno Miguel Machado Pedro

Orientador: Professora Auxiliar Doutora Paula Cristina Pires Simões

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Roberto Marins Mariano

junho, 2024



ACADEMIA MILITAR

Validação de protocolo físico para o controlo de parâmetros fisiológicos aplicados aos elementos que integram a equipa Nuclear Biológico Químico e Radiológico

Aspirante de Infantaria Francisco Pedrosa Sousa Pinto

Trabalho de Investigação Aplicada

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Infantaria

Orientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Coorientador: Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida

Júri

Presidente do Júri: Professor Auxiliar Convidado Jorge Armando de Pinheiro
Simão

Arguente: Professor Auxiliar Bruno Miguel Machado Pedro

Orientador: Professora Auxiliar Doutora Paula Cristina Pires Simões

Diretor de Curso: Tenente-Coronel de Infantaria Roberto Marins Mariano

junho, 2024

EPÍGRAFE

"We cannot change the direction in which the wind blows but we can adjust our sails"

Jimmy Dean

DEDICATÓRIA

Ao meu avô no qual me revejo e me dá forças para atingir os meus objetivos.
A minha avó e mãe que sempre me acompanharam nos melhores e piores momentos e
são para mim exemplos de sensatez e pureza.
Ao meu irmão, tia, pai e padrasto que sempre me ajudaram e me levaram no bom
caminho.

AGRADECIMENTOS

As próximas palavras são dedicadas aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram a atingir mais uma etapa marcante da minha vida.

Não levando em conta a ordem dos agradecimentos começo por deixar umas palavras de apreço à orientadora Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões pela dedicação, transmissão de conhecimentos na área da estatística e constante disponibilidade no desenrolar do trabalho de investigação.

Ao meu coorientador Professor Nuno Ricardo da Conceição Almeida pela incansável ajuda e paciência durante todo o desenrolar do estudo, desde a recolha de resultados a todos os conhecimentos transmitidos na área científica que foram necessários para tornar possível a realização deste trabalho.

A todos os meus camaradas de curso com destaque para os camaradas de Infantaria, com os quais passei dos melhores momentos nesta jornada e com os quais superei as dificuldades que se ousaram em aparecer.

Por último, mas não menos importante, deixo umas palavras de apreço à minha família que sempre foi um grande pilar na minha vida e à qual louvo pela paciência, apoio e disponibilidade que sempre me demonstraram.

RESUMO

Os teatros de operações da atualidade estão constantemente a ser moldados pela evolução de tecnologias, armamento e táticas militares. O combate Nuclear, Biológico, Químico e Radiológico é um assunto bastante sensível devido à sua capacidade devastadora de causar destruição e a perda de vidas em massa.

O presente trabalho de investigação, possui como principal objetivo validar um protocolo físico mediante o controlo dos parâmetros fisiológicos, numa amostra equipada com o equipamento de proteção individual. A vertente experimental do trabalho baseia-se em analisar a variação dos parâmetros fisiológicos e a perceção subjetiva de indicadores de tolerância ao calor durante a realização de um protocolo físico em ambientes com duas temperaturas diferentes, a 18 °C e a 27°C. Com isto pretendeu-se verificar se o protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre a tolerância ao calor nos militares que utilizam o equipamento de proteção individual.

Como suporte para esta investigação, foi realizado um estudo com base em documentos oficiais publicados de várias instituições e organizações e ainda de vários artigos e revistas científicas para justificar e complementar o resultado dos testes dos protocolos realizados.

Apurou-se através da análise dos resultados obtidos e da revisão de literatura que em relação à variação da temperatura interna, temperatura da pele, frequência cardíaca e da perceção de *stress* térmico durante a realização do protocolo físico, que estes tendem a aumentar no desenrolar do protocolo tanto a 18°C como a 27°C. Por outro lado, concluiu-se também que a utilização do equipamento de proteção individual em ambientes mais quentes provoca um maior aumento do índice de tensão fisiológica e uma perceção de conforto térmico inferior.

Por fim, a implementação deste protocolo no exército português como teste de avaliação física ou como teste de admissão para os elementos que pretendem integrar a equipa Nuclear, Biológica, Química e Radiológica é uma mais-valia na medida que apesar de não exigir uma demanda física muito intensa, consegue avaliar a tolerância ao calor com o equipamento de proteção individual.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros Fisiológicos; Tolerância ao Calor; Perceção de *stress* Térmico; Equipamento de Proteção Individual.

ABSTRACT

The current theaters of operations are constantly being shaped by the evolution of technologies, weaponry, and military tactics. Nuclear, Biological, Chemical, and Radiological combat is a very sensitive subject due to its devastating capacity to cause destruction and mass loss of life.

The main objective of this research is to validate a physical protocol by controlling physiological parameters in a sample equipped with an individual protective equipment. The study aims to analyze the variation of physiological parameters and the subjective perception of thermal stress indicators during the execution of a physical protocol in environments with two different temperatures, 18°C and 27°C, and to verify whether the conducted protocol allows for the evaluation and assessment of heat tolerance in military personnel using individual protective equipment.

As a basis for this investigation, research was conducted based on official documents published by various institutions and organizations, as well as articles and scientific journals, to justify and complement the results of the tests conducted on the protocols.

It was determined through the analysis of the obtained results and the literature review that, regarding the variation of internal temperature, skin temperature, heart rate, and perception of thermal stress during the execution of the physical protocol, these tend to increase as the protocol progresses at both 18°C and 27°C. On the other hand, it was also concluded that the use of individual protective equipment in warmer environments causes a higher index of physiological strain and a lower perception of thermal comfort.

Finally, the implementation of this protocol in the Portuguese Army, either as a physical evaluation test or as an admission test for those wishing to join the Nuclear, Biological, Chemical, and Radiological team, is an added value. Although it does not demand very intense physical exertion, it manages to evaluate heat tolerance with the individual protective equipment.

KEYWORDS: Physiological Parameters; Heat Tolerance; Perception of Heat Stress; Personal Protective Equipment.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
1.1. Enquadramento sobre o combate NBQR	4
1.1.1. Tipos de Ataques NBQR.....	4
1.1.2. Principal equipamento utilizado em Portugal pela equipa NBQR.....	6
1.1.3. Condições Ambientais em Operações NBQR.....	7
1.1.4. Impacto Fisiológico da Utilização do Equipamento de Proteção Individual em Ambientes com Temperaturas Elevadas	8
1.2. Termorregulação e Aclimação ao calor.....	9
1.2.1. Respostas Fisiológicas ao <i>Stress</i> Térmico.....	10
1.2.1.1. Desidratação	11
1.2.1.2. Capacidade de Sudação	12
1.2.1.3. Índice de Tensão Fisiológica	12
1.2.1.4. Temperatura Interna e Temperatura na Pele	13
1.2.1.5. Frequência cardíaca	13
1.2.2. Influência do Sexo Biológico nas Respostas Fisiológicas ao <i>Stress</i> Térmico.....	15
1.2.2.1. Diferenças Físicas e Fisiológicas entre Sexos	15
1.2.2.2. Influência do Ciclo Hormonal e da Pílula Contracetiva na Termorregulação	16
1.2.3. Alterações do Estado de Saúde Causados do Calor	17
1.2.3.1. Câibras por Calor.....	17
1.2.3.2. Síncope Térmica	18
1.2.3.3. Exaustão por calor	18
1.2.3.4. Golpe de calor.....	19
1.3. Indicadores de Perceção Térmica.....	19
1.3.1. Sensação Térmica.....	20
1.3.2. Conforto Térmico	20

1.3.3. Humidade na Pele.....	21
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS	21
2.1. População, Amostra, Monitorização e Justificação.....	23
2.2. Instrumentos de Medição	25
2.3. Métodos de Medição	26
2.3.5. Protocolo de Hidratação	30
2.4. Métodos Estatísticos Considerados	30
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	31
3.1. Variação Dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas.....	32
3.1.1. Variação da Temperatura Interna ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas.....	32
3.1.2. Variação da Temperatura Na Pele ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas.....	34
3.1.3. Variação da Frequência Cardíaca ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas.....	35
3.2. Variação do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	36
3.3. Variação da Perceção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Perceção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas.....	37
3.3.1. Perceção do Conforto Térmico Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	37
3.3.2. Perceção da Sensação Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	38
3.3.3. Perceção da Humidade na Pele na Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas.....	40
3.3.4. Perceção Subjetiva de Esforço Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	41

3.4. Relação entre o Sexo e a Tolerância ao Calor	42
3.4.1. Variação Da Temperatura na Interna entre Sexos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	42
3.4.2. Análise da Relação entre o Sexo e a Percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Percepção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	44
3.4.3. Influência do Ciclo Hormonal na Percepção Sensação Térmica, Conforto Térmico, Humidade na Pele e Variação das Temperaturas Interna e na Pele.	45
CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	47
4.1. Variação Dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas.....	47
4.2. Variação do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	48
4.3. Variação da Percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Percepção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas.....	49
4.4. Relação entre o Sexo e a Tolerância ao Calor	50
CAPÍTULO 5. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
APÊNDICES	I
ANEXOS.....	XII

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Organização do Protocolo de Acordo com os Exercícios.....	29
Figura 2 - Variação da Temperatura Interna ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas	33
Figura 3 - Variação da Temperatura na Pele ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas	34
Figura 4 -Variação da Frequência Cardíaca ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas	35
Figura 5– Variação Média do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	37
Figura 6 - Percepção do Conforto Térmico Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas	38
Figura 7 - Percepção da Sensação Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas	39
Figura 8 - Percepção da Humidade Na Pele Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas	41
Figura 9 - Percepção Subjetiva de Esforço Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	42
Figura 10 – Variação Média da Temperatura Interna em Ambos Sexos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	44
Figura 11 – Variação Média da Temperatura na Pele dos Elementos Femininos em Fases do Ciclo Menstrual Distintos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes	46
Figura 12 – Variação Média da Percepção de <i>Stress</i> Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas	49
Figura 13 – Variação dos Indicadores de <i>Stress</i> Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico a Temperatura Ambiente.....	51
Figura 14 – Variação dos Indicadores de <i>Stress</i> Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico na Temperatura Mais Elevada.....	52
Figura 15 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Sensação Térmica ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	VI
Figura 16 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Conforto Térmico ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	VII

Figura 17 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	VII
Figura 18 – Relação entre o Sexo e a Percepção Subjetiva de Esforço ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas	VII
Figura 19 – Relação entre a Média da Temperatura na Interna dos Elementos Femininos em Fases do Ciclo Menstrual Distintos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes.....	VIII
Figura 20 – Variação Média da Temperatura Interna entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas	VIII
Figura 21 – Variação Média da Temperatura na Pele entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas	IX
Figura 22 – Variação da Frequência Cardíaca entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas	IX
Figura 23 – Variação Média do Índice de Tensão Fisiológica entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas	X
Figura 24 – Escala da Percepção Subjetiva de Esforço.....	XII
Figura 25 – Escala da Percepção de Humidade na Pele	XIII
Figura 26 – Escala da Percepção de Sensação Térmica	XIII
Figura 27 – Escala da Percepção de Conforto Térmico	XIII

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivo Geral e Objetivos Específicos	22
Quadro 2 – Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas	23
Quadro 3 – Variáveis de Análise.....	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dados Antropométricos da Amostra	24
Tabela 2 - Variação dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas	32
Tabela 3 - Folha de Registo para o Protocolo a temperatura Ambiente.....	IV
Tabela 4 - Folha de Registo para o Protocolo no Calor.....	V

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

Anexo A – Escalas de Percepção Subjetiva de Stress Térmico

Apêndice A – Declaração de Consentimento Informado

Apêndice B – Folhas de Registo

Apêndice C – Gráficos Referentes à Variação dos Fatores Fisiológicos e da Percepção Subjetiva de Stress Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Apêndice D – Material Utilizado e Respetivas Características

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1 - Taxa de Sudorese.....	12
Fórmula 2 – Fórmula do Índice de Tensão Fisiológica.....	12

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMO

APA – *American Psychological Association*

Bpm – Batimentos Por Minuto

FC_{máx} – Frequência Cardíaca Máxima

IMC – Índice de Massa Corporal

IMG – Índice de Massa Gorda

ITF – Índice de Tensão Fisiológica

MM – Massa Magra

NBQR – Nuclear, Biológico, Químico, Radiológico

NEP – Norma de Execução Permanente

NSCA – *National Strength and Conditioning Association*

OE – Objetivo Específico

OG – Objetivo Geral

OMS – Organização Mundial de Saúde

PD – Pergunta Derivada

PP – Pergunta de Partida

PSE – Percepção Subjetiva do Esforço

TFG – Taxa de Filtração Glomerular

TIA – Trabalho de Investigação Aplicada

TS – Taxa de Sudorese

VO_{2MÁX} – Volume de Oxigénio Máximo

WRAMCWDC – *Walter Reed Army Medical Center of Washingto*

INTRODUÇÃO

A tecnologia, equipamento e armamento militar sempre foram aspetos de evolução e estudo prioritários no desencadeamento histórico de cada país. O alto nível de prontidão das forças armadas, associado a um estudo contínuo sobre as principais necessidades e limitações da própria força e equipamento utilizado em ambiente operacional, permite obter uma maior eficiência em combate e mitigar o número de baixas e lesões.

Atualmente, o nível de documentação e estudo sobre as alterações de cariz fisiológico apresentadas pelos militares portugueses que utilizam o material de proteção individual contra agentes Nucleares, Biológicos, Químicos e Radiológicos (NBQR), são bastante escassos.

Em cenários operacionais reais ou em treinos com características similares, os militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI) são expostos a um risco adicional, uma vez que este equipamento é bastante impermeável e possui várias camadas que dificultam o movimento e impedem a normal dissipação de calor. Desta forma, a utilização deste equipamento pode induzir os indivíduos a estados de fadiga elevados mais rapidamente e/ou a distúrbios causados pelo calor, como a exaustão por calor, a síncope térmica e os golpes de calor.

Assim sendo, pretendo no presente Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) realizar a validação de um protocolo físico que procura apurar a tolerância ao calor dos elementos que integram as equipas NBQR quando submetidos a temperaturas mais elevadas e estudar se existe alguma relação entre a variação dos fatores fisiológicos dos indivíduos e uma melhor tolerância ao calor, na prática de tarefas com a utilização do EPI.

A relevância deste estudo assenta na necessidade de controlar e avaliar quais os parâmetros físicos e fisiológicos necessários para um melhor desempenho das equipas NBQR quando empenhadas em ambiente operacional. Por outro lado, este protocolo pretende entender como o corpo reage a ambientes com diferentes temperaturas, o que por sua vez pode evitar situações clínicas extremas como golpes de calor, estados de hipertermia e a prevenção de lesões aquando da utilização do EPI.

Este estudo procura deste modo garantir o sucesso das operações e assegurar a integridade física dos militares que operam com o EPI.

Um estudo realizado por Hydren e Zambraski (2015) a 140 militares de 22 países

diferentes revelou que os cinco tópicos científicos de âmbito militar que se consideram mais importantes e que exigem uma prioridade de estudo são, pela seguinte ordem; exigências fisiológicas em ambientes operacionais, medição do desempenho físico com o equipamento, programas de mitigação de lesões, protocolos de desempenho físico militar e programas de força e resistência adequados à vida militar.

Todos os tópicos referidos *à priori* vão de encontro, direta ou indiretamente, à análise que se pretende realizar neste estudo com o protocolo físico em questão.

O EPI possui uma constituição bastante complexa que, devido à sua grande impermeabilidade, dificulta a dissipação de calor. A dificuldade na dissipação de calor, por sua vez, impossibilita a normal termorregulação e manutenção do equilíbrio térmico.

Assim, de entre as diversas tarefas que um militar pode efetuar com este equipamento, acaba por se desencadear um aumento da temperatura corporal o que poderá levar o indivíduo a estados de fadiga mais rápidos e imprevisíveis ou mesmo a contrair algum distúrbio causado pelo calor (Givoni e Goldman, 1972).

Relativamente à estrutura do presente trabalho de investigação, este começa por apresentar na revisão da literatura uma contextualização sobre o que é a guerra NBQR e, de seguida é apresentada uma análise sobre como variam os parâmetros fisiológicos perante a prática de atividade física em ambientes com temperaturas mais elevadas. Por fim, são apresentados os resultados dos testes experimentais da aplicação do protocolo físico e quais as ilações a que este permitirá chegar.

A parte experimental do presente trabalho de investigação consistiu na análise e comparação dos dados físicos¹ e fisiológicos² recolhidos nos testes efetuados a uma amostra de 9 indivíduos (5 homens e 4 mulheres) perante a realização do mesmo circuito físico em dois ambientes com diferentes temperaturas. Um deles a temperatura ambiente, a cerca de 18°C e outro a temperatura mais elevada a cerca de 27°C utilizando em ambos o EPI.

A amostra de 9 elementos surge em representação dos elementos que integram a equipa NBQR ou que o pretendem fazer.

De modo a identificar o fio condutor do estudo foi estabelecido o seguinte Objetivo Geral: “Perceber se o protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre a tolerância ao calor nos militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI)” e a seguinte Pergunta de Partida (PP): “O protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre as tolerâncias ao calor dos militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI)?”

¹ Referem-se a características mensuráveis normalmente relacionadas com a sua estrutura e composição;

² Referem-se a características relacionadas com o funcionamento do organismo.

Após isto, foram levantados os Objetivos Específicos (OE) que, de acordo com Rosado (2017), dão origem às Perguntas Derivadas (PD), possuindo estas um carácter mais concreto e restritivo que auxiliam a responder á PP.

OE1: Perceber se o protocolo é válido para diferentes sexos.

OE2: Analisar quais são as variantes fisiológicas que possuem mais influência na definição de limites de segurança ao calor durante a aplicação deste protocolo com a utilização do EPI.

OE3: Entender qual a temperatura ambiente mais favorável para determinar limites de tolerância ao calor.

OE4: Entender se como variam os fatores fisiológicos analisados, tendo em conta ambientes com diferentes características.

PD1: De que forma a diferença de sexo influencia na aplicação deste protocolo?

PD2: Quais os parâmetros mais adequados para definir os limites de tolerância ao calor durante o protocolo, com utilização do EPI?

PD3: Qual a temperatura exterior mais favorável à determinação dos limites de tolerância ao calor?

PD4: De que forma variam os fatores fisiológicos medidos em relação a ambientes com diferentes características?

CAPÍTULO 1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1. Enquadramento sobre o combate NBQR

A propagação das armas de destruição massiva surgiu da evolução tecnológica e é nos dias de hoje um problema que ameaça a segurança e paz mundial. Desta forma, a disseminação destas armas exige um esforço conjunto para que se estabeleçam acordos que conduzam à sua contenção (Estado Maior do Exército [EME], 2019).

Como é referido pelo Departamento do Exército de Washington DC (2011), o combate NBQR baseia-se no emprego de material e técnicas que visam o ataque e a prevenção de ataques de natureza NBQR assim como o apoio às vítimas que resultam do emprego destes meios.

Assim sendo, os ataques NBQR estão relacionados com o emprego de agentes letais e/ou incapacitantes contra grandes massas populacionais e são por isso consideradas a nível mundial como operações ofensivas (EME, 2019)

1.1.1. Tipos de Ataques NBQR

Em relação à história das armas nucleares, o primeiro engenho nuclear foi detonado em 1945 em Alamogordo, Novo México, no entanto a utilização militar ocorreu cerca de 3 semanas mais tarde, no tão popular ataque a Hiroshima e Nagasaki (EME, 2019).

As ameaças Nucleares são ainda atualmente, utilizadas muitas vezes a nível político e estratégico devido aos danos que podem provocar. Segundo a *Allied Joint Publication* [AJP] - 3.8 (2012) a natureza e a intensidade dos efeitos de um ataque nuclear variam em função do tipo de bomba, da sua carga/potência e do meio físico onde a detonação ocorre.

De acordo com EME (2019) podemos dividir o ataque nuclear em duas partes, numa primeira instância de onde surgem os efeitos imediatos, que estão relacionados diretamente com a detonação e, logo após este, surgem os efeitos residuais provocados pela queda da bola de fogo em forma de cogumelo que se formou no momento da explosão.

De acordo com EME (2019) e AJP- 3.8 (2012), os efeitos resultantes de um ataque nuclear são os seguintes:

- O clarão que pode induzir em lesões oculares temporárias ou permanentes.
- O calor, sendo o principal causador das baixas, à grande libertação de radiação térmica num curto espaço de tempo.

- A onda de sopro e choque desencadeada pela explosão, alastra-se em todas as direções e pode originar a rotura dos tímpanos e/ou ainda a falência de órgãos internos. A energia libertada pode ser transportada pelo ar ou ainda pela água. A onda de sopro transmitida pelo ar possui dois momentos: um onde a pressão é positiva e a onda se desloca desde o centro da detonação para fora e um outro momento onde a pressão é negativa e a onda de sopro se dá em sentido contrário da primeira, na direção da explosão.
- A radiação nuclear, que atinge o seu pico quando a nuvem de fogo em forma de cogumelo, formada com detonação da bomba nuclear que se encontrava em movimento descendente, atinge novamente o solo. A absorção de radiação em excesso pode provocar a morte.

Os ataques Biológicos, por sua vez, caracterizam-se pela utilização de armas que portam microrganismos, parasitas ou toxinas nocivas para os humanos, para as plantas e/ou para os animais, incapacitando-os ou mesmo provocando a sua morte (EME, 2019).

De acordo com EME (2019) e AJP-3.8 (2012) os agentes biológicos dividem-se em várias classes, sendo as mais comuns as bactérias, os fungos e os vírus.

Em relação às bactérias, existe uma vasta variedade de espécies adaptadas aos mais diversificados ambientes com diferentes condições de temperatura, pressão e ph. De modo geral, as bactérias são suscetíveis aos antibióticos, ainda que não se deva descartar a preocupação médica pois existem bactérias com a capacidade de desenvolver resistência aos antibióticos, dificultando assim o tratamento;

Os fungos, são seres primitivos que, à semelhança das bactérias são capazes de provocar doenças em humanos, plantas e animais através de infeções e/ou intoxicações. Os fungos são considerados um bom agente a utilizar como ameaça biológica devido à sua elevada estabilidade e facilidade de produção. De acordo com EME (2019) existem várias espécies de fungos que são proliferados através de ataques deliberados³ direcionados a atingir não só o ser humano diretamente, mas também os animais e as plantas com o intuito de atacar a economia e a capacidade de autossustentação agroalimentar de um País.

Os vírus, de acordo com AJP-3.8 (2012), são micro-organismos simples que carecem de um metabolismo próprio e por isso sentem a necessidade de infetar e multiplicarem-se no organismo de um hospedeiro para resistir. No processo de multiplicação é quando causam

³ Ações realizadas por organizações militares, políticas ou religiosas com necessidade de planeamento e que possuem uma intenção e uma finalidade.

maiores danos às células hospedeiras tendo de ser tratados com medicamentos antivirais como as vacinas.

Por outro lado, de acordo com AJP-3.8 (2012), os ataques Químicos surgem da utilização de substâncias destinadas a matar, causar ferimentos graves ou incapacitar seres humanos. Estes agentes podem ser absorvidos pela pele, olhos ou pela inalação e estão caracterizados de acordo com os seus efeitos no organismo, podendo ser descritos da seguinte forma:

- Agentes que interferem no sistema nervoso, com o normal funcionamento do corpo e com funções básicas como a coordenação muscular e a respiração.
- Agentes que interferem com o sistema circulatório, impedindo os tecidos e músculos do corpo humano de utilizar o oxigénio no sangue, o que pode levar a uma falha respiratória.
- Agentes asfixiantes, que atacam as vias respiratórias e geram grandes quantidades de líquido nos pulmões, que acaba por causar um efeito de afogamento.
- Agentes vesicantes que provocam queimaduras e bolhas na pele e ferem os olhos e pulmões. Estes Agentes podem matar no entanto, a sua principal função a nível militar é de incapacitar os soldados colocando-os fora do campo de batalha.

As ameaças Radiológicas por sua vez, segundo EME (2019) e AJP-3.8 (2012) surgem através da propagação de engenhos contaminados com agentes radioativos que afetam o organismo humano através da absorção de radiação pela pele, pela ingestão ou pela inalação. Os sintomas da contaminação radiológica dependem da quantidade de radiação disseminada e do tipo do agente radioativo utilizado.

1.1.2. Principal equipamento utilizado em Portugal pela equipa NBQR

Em Portugal, à semelhança do que acontece com outros países pertencentes à *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), o equipamento de proteção utilizado pelos militares em ambiente operacional com probabilidade de ameaça NBQR varia de acordo com o estado de alerta em vigor. Este estado de alerta por sua vez, varia de acordo com fatores como a probabilidade de ameaça NBQR, o histórico político-militar do país e do próprio estudo do inimigo e das suas capacidades.

O Equipamento de Proteção Individual utilizado pelas equipas NBQR durante os treinos, missões e outros empenhamentos é composto por um fato de Polietileno de proteção NBQR da marca Tychem® bastante impermeável e resistente a líquidos pesados e tóxicos, luvas de proteção de borracha impermeáveis do modelo Alphatec 38-514, da marca Ansell®, botas de borracha impermeáveis com palmilha de aço e uma máscara com sistema de proteção e filtragem de respiração Panorama Nova F2, da marca Drager®.

Quando empregues, as equipas NBQR utilizam ainda um suporte para botijas de ar ARICA BOODGUARD PSS100, da marca Drager® podendo acoplar ao mesmo botijas de 4 a 9 litros de ar.

1.1.3. Condições Ambientais em Operações NBQR

Em ambientes com a possibilidade de emprego de agentes NBQR, de acordo com Bensel (1997), a proteção individual dá-se ao isolar o corpo com o EPI. Este equipamento é composto por um material complexo, com um alto nível de impermeabilidade e bom isolamento termal e de gases.

Em contrapartida, apesar deste equipamento garantir proteção contra agentes NBQR, a sua utilização reduz o desempenho físico e psicológico durante a execução de algumas tarefas e aumenta o *stress* térmico, potencializando o aparecimento de problemas médicos relacionados com o calor (Yamazaki, 2013).

De acordo com Krueger (2001) embora a utilização do EPI provoque uma diminuição no desempenho físico, o treino operacional em ambientes que simulem condições ambientais com temperaturas extremas é uma grande mais-valia para aumentar o desempenho físico e a eficiência dos militares nestes ambientes, diminuindo também a probabilidade de estes cometerem falhas num teatro operacional real.

Yamazaki (2013) realizou ainda um estudo onde analisou a variação da temperatura do esófago⁴ (C°), temperatura da pele (C°), frequência cardíaca (bpm) e sensação térmica durante um protocolo físico de 40 minutos, constituído por 10 minutos de repouso, seguidos de 15 minutos de atividade física numa bicicleta estática a 80 watts, seguidos de 15 minutos de recuperação. Durante a realização do protocolo foi analisado a variação dos fatores fisiológicos com e sem a utilização do EPI, num ambiente com temperatura e humidade controladas de 35°C e 60%, respetivamente.

⁴ Esta medida é utilizada com frequência no contexto desportivo para avaliar o *stress* térmico durante atividades físicas por se considerar um dos métodos mais precisos de monitorar a temperatura interna.

O resultado do estudo de Yamazaki (2013) vai ao encontro com os resultados de outros estudos tais como Murray, Simon e Sheng (2011), Krueger (2001) e Bense (1997) de onde se conclui que a utilização do fato dificulta funções essenciais como a termorregulação, transpiração e a própria respiração, o que acaba por influenciar negativamente o desempenho físico e psicológico.

Sawka et al. (2003) referem ainda que a utilização de equipamento muito impermeável em temperaturas elevadas, limita a capacidade de dissipação de calor e provoca o aumento da transpiração e do fluxo sanguíneo, o que por sua vez gera um desequilíbrio térmico no organismo e aumenta a tensão fisiológica podendo induzir os indivíduos em problemas de saúde graves.

1.1.4. Impacto Fisiológico da Utilização do Equipamento de Proteção Individual em Ambientes com Temperaturas Elevadas

No quotidiano, são vários os militares que, no desempenho das suas funções são sujeitos a ambientes com temperaturas e humidades elevadas, estas condições exigem destes indivíduos um esforço acrescido para manter o organismo em equilíbrio térmico (Moyen et al., 2014).

De acordo com Moyen et al. (2014), são vários os estudos que fundamentam que quando se aumenta a temperatura e a humidade no ambiente durante a realização de atividade física, o calor produzido pelo organismo torna-se superior ao calor que este consegue dissipar, o que por sua vez faz aumentar a temperatura corporal e afeta negativamente o desempenho físico.

Galloway e Maughan (1997) referem que ainda que existam vários estudos que defendem que existe uma degradação das capacidades aeróbia e anaeróbia com o aumento da temperatura ambiente, como é exemplo do estudo realizado por Brown et al. (1982) que observou uma redução da capacidade física quando se aumentou a temperatura num ambiente controlado dos 20°C para os 35°C. Existem em contrapartida, outros estudos como o estudo realizado por Armstrong, Costill e Fink (1985) ou Jacobs (1980) que defendem que o aumento da temperatura ambiente, não influencia a capacidade anaeróbia nem reduz a capacidade cardiovascular.

O organismo humano passa por várias adaptações durante o processo de termorregulação a fim de manter o funcionamento das funções vitais e dos vários sistemas do corpo humano (Parsons, 2007).

Quando um indivíduo realiza algum tipo de atividade física, o calor produzido nos músculos é transferido para a pele que por sua vez é transferido para o ambiente. Assim, de acordo com Parsons (2007) e Sawaka et al. (2003), a percepção do calor e a taxa de transferência de calor entre o corpo humano e o ambiente é influenciada maioritariamente pela temperatura e humidade presente no ambiente.

Concluindo, ambientes com temperaturas mais elevadas e com percentagens de humidade no ar superiores, estão associados a ambientes que provocam um maior índice de *stress* térmico e uma maior suscetibilidade de surgirem doenças derivadas do calor, como a exaustão por calor e os golpes de calor (Sawka et al., 2003).

1.2. Termorregulação e Aclimação ao calor

A exposição prolongada a condições ambientais desfavoráveis, de acordo com o *Walter Reed Army Medical Center of Washington DC [WRAMCWDC]* (2002), desencadeia no corpo humano várias adaptações fisiológicas, o conjunto destas adaptações que acontecem no organismo no sentido de melhorar a capacidade de termorregulação, dá-se o nome de aclimação. Os três sinais mais comuns da aclimação ao calor são: a diminuição da frequência cardíaca, a diminuição da temperatura corporal e o aumento da transpiração.

As adaptações biológicas resultantes da aclimação ao calor surgem para mitigar os efeitos negativos causados pelo *stress* térmico no organismo e, a magnitude de necessidade de adaptação de cada organismo às condições do meio onde se encontra, para além das condições do próprio ambiente, variam também consoante a intensidade e duração da atividade física (WRAMCWDC, 2002).

A aclimação a um ambiente mais quente, de acordo com Howe e Boden (2007), pode demorar várias semanas, pois o organismo sofre adaptações nomeadamente no sistema renal⁵ e cardiovascular, no sentido de melhorar a retenção de sódio (Na⁺), a taxa de filtração glomerular (TFG⁶) e o próprio desempenho cardiovascular, no sentido de prevenir lesões que podem ser permanentes nos órgãos.

Para preservar o equilíbrio térmico no processo de termorregulação ocorre a transferência de calor entre o corpo humano e o meio ambiente, esta transferência pode

⁵ Sistema responsável pela regulação de fluidos que garante o equilíbrio hídrico no corpo, pelo equilíbrio eletrolítico e pela regulação da pressão sanguínea, entre outras.

⁶ Parâmetro utilizado para medir o funcionamento dos rins no qual se avalia a quantidade de sangue filtrada pelos glomérulos renais em determinado intervalo de tempo, regularmente expresso em mililitros por minuto (mL/min).

ocorrer de quatro formas; condução, convecção, radiação e evaporação (Howe & Boden, 2007).

Segundo Howe e Boden (2007), na condução ocorre a transferência direta de calor entre o corpo humano, e objetos mais frios, como é exemplo do contacto do corpo humano com o gelo. Na convecção, existe um arrefecimento do ar que se encontra em contacto com a pele. Um exemplo do arrefecimento por convecção é a utilização do ar condicionado. A radiação, trata-se da libertação de calor diretamente do corpo para o meio envolvente, esta forma de regulação de calor acontece se a temperatura corporal for superior à temperatura do meio. Por último, a evaporação trata-se da forma da dissipação de calor considerada a mais eficaz e neste caso aproximadamente metade do calor é libertado através da respiração e a outra metade através da transpiração (WRAMCWDC, 2002) e (Howe & Boden, 2007).

1.2.1. Respostas Fisiológicas ao *Stress* Térmico

O corpo humano de acordo com Nero (2019) está constantemente a produzir energia, uma parte desta energia é dissipada em forma de calor e a outra é utilizada para realizar trabalho.

De acordo com Parsons (2007), o organismo humano possui um sistema termorregulador que se encontra em constante funcionamento e cuja principal tarefa é regular a temperatura corporal em função das condições do meio ambiente onde este se encontra e do *stress* térmico a que está a ser submetido.

A nível operacional, segundo Parsons, Stacey e Woods (2019), o *stress* térmico pode levar a graves consequências. Por um lado, a má adequação do organismo a temperaturas demasiado elevadas pode induzir o surgimento de situações clínicas indesejáveis causadas pelo calor. Por outro lado, quando o organismo não se consegue adaptar corretamente, o desempenho físico e psicológico é afetado negativamente e os militares ficam mais suscetíveis a cometer erros, incluindo em combate.

Assim sendo, é de extrema importância estudar e entender como variam os parâmetros fisiológicos dos militares em condições de *stress* térmico porque são essas as condições que podem vir a encontrar em cenários operacionais reais (Parsons, 2007).

No contexto militar, Cheung, Lee e Oksa (2016) referem ainda que se tem observado com o passar dos anos que o estudo sobre o treino operacional de militares em ambientes com condições mais adversas é essencial, e não só para mitigar possíveis erros no campo de batalha, mas também para melhorar a qualidade e segurança no treino destes militares.

Por outro lado, Tingelstad, Theoret, Spicovck e Hamam (2016) realizaram um estudo a um grupo de militares canadianos com elementos do sexo masculino e do sexo feminino, com o intuito de entender como varia o desempenho físico de acordo com características morfológicas e capacidades fisiológicas diferentes. A conclusão retirada foi que apesar de existir alguma relação entre as características morfológicas e um bom desempenho físico, este é mais afetado pela preparação física que cada indivíduo apresenta.

No mesmo estudo, Tingelstad et al. (2016,) referem ainda que a boa prestação física depende de variáveis que podem ser treinadas, tais como a capacidade aeróbia⁷, o core⁸ e a força dos membros superiores. No entanto, as características morfológicas como o peso e a Massa Magra (MM)⁹ são fatores que podem influenciar as discrepâncias de resultados tanto no grupo dos elementos femininos como dos elementos masculinos.

Em acréscimo, Rhea, Alvar e Gray (2004) realizaram um estudo a um grupo de bombeiros voluntários onde analisaram e relacionaram a preparação física e as características fisiológicas e morfológicas, para tentar aferir quais são as características e/ou capacidades físicas que possuem uma maior relação com um melhor desempenho físico em testes que simulam tarefas de âmbito operacional. Este estudo revelou que de um modo geral o bom desempenho físico nas tarefas laborais, está relacionado maioritariamente com a força muscular, força de músculos específicos e com a resistência anaeróbia¹⁰.

1.2.1.1.Desidratação

A água é a molécula em maior quantidade no organismo e é ainda o nutriente gasto em maior quantidade (Nero, 2019).

A água e sais ingeridos, as condições do ambiente onde o organismo se encontra, a intensidade do exercício físico que pratica, a forma como está vestido e as características do próprio metabolismo são alguns dos fatores que mais influenciam o nível de desidratação a que este se encontra exposto. Contudo, a desidratação possui também um grande impacto em funções cardiovasculares¹¹ e termorreguladoras, uma vez que com o aumento do nível de desidratação a capacidade física tende a diminuir progressivamente (Murray, 2007).

⁷ Capacidade de realizar atividade física com eficiência por períodos mais prolongados.

⁸ Músculos principalmente do abdómen e lombar responsáveis pela estabilidade e equilíbrio do corpo.

⁹ É uma medida que se obtém subtraindo o peso da gordura corporal ao peso total. Isso inclui os ossos, músculos, órgãos, água, pele e outros tecidos, excluindo a gordura.

¹⁰ Capacidade do corpo de realizar atividade física intensa em curtos períodos de tempo.

¹¹ Sistema responsável pelo transporte de oxigénio e nutrientes a todas as partes do corpo, regulação da temperatura, manutenção da pressão sanguínea e regulação do pH sanguíneo, entre outras.

Para além de reduzir substancialmente o desempenho físico e psicológico, de acordo com Casa et al. (2000) alguns dos sintomas mais comuns da desidratação são: sede, desconforto geral, cansaço, câibras, tonturas, dor de cabeça, vômitos e falta de ar.

1.2.1.2. Capacidade de Sudação

De acordo com Shi, Zhu e Zheng (2013), a dissipação de calor em ambientes quentes depende em grande parte da capacidade de sudação. A capacidade de sudação é um fator preponderante na prevenção de hipertermias e doenças relacionadas com o calor (Amorim et al., 2006).

A capacidade de sudação pode se calcular segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) pela taxa de sudorese em litros por hora (L/h).

De acordo com Machado (2017) a taxa de sudorese mede o volume de água que se perde por hora, através das glândulas sudoríparas durante a prática da atividade física e pode ser medido através da seguinte fórmula:

$$TS \text{ (L/h)} = \frac{MC_{pré} - MC_{pós} + CF - VU}{T_{exercício}}$$

Fórmula 1 - Taxa de Sudorese

Legenda: Ts-Taxa de sudorese (L/h); MC_{pré}- Massa Corporal pré-exercício (kg); MC_{pós}- Massa Corporal pós-exercício (kg); CF- Consumo de Fluido (L); VU- Volume de Urina (L); T_{exercício}- Tempo de exercício (h).

Fonte: Machado (2017)

1.2.1.3. Índice de Tensão Fisiológica

O Índice de Tensão Fisiológica (ITF) é uma ferramenta utilizada várias vezes como indicador de tolerância ao calor em indivíduos durante a realização de atividade física em ambientes quentes (Frank, Moran, Epstein, Belokopytov & Shapiro, 1996).

A aplicação da fórmula desenvolvida por Moran (1998) para calcular o Índice de Tensão Fisiológica, baseia-se na avaliação da variação da Temperatura Retal (temperatura interna) e na variação da Frequência Cardíaca ao longo de protocolos físicos, permitindo obter valores em qualquer momento do protocolo. A fórmula referida é a seguinte:

$$ITF = 5 (T_{ret} - T_{re0}) * (39.5 - T_{re0})^{-1} + 5 (FC_t - FC_0) * (180 - FC_0)^{-1}$$

Fórmula 2 – Fórmula do Índice de Tensão Fisiológica

Fonte: Adaptado de Moran (1998)

Na fórmula acima apresentada a T_{re0} e a FC_0 , referem-se à Temperatura Retal inicial e Frequência Cardíaca inicial, respetivamente. A T_{ret} e FC_t referem-se à Temperatura Retal e Frequência Cardíaca em qualquer minuto t de execução do protocolo.

Esta fórmula foi validada no estudo de Garson (2016) onde sete homens realizaram exercício ligeiro durante 180 minutos com o EPI. A fórmula em questão permite obter resultados que trabalham numa escala de 0 a 10, onde quanto maior for o *stress* térmico sentido maior o valor do Índice de Tensão Fisiológica (Garson, 2016).

1.2.1.4. Temperatura Interna e Temperatura na Pele

A temperatura interna, refere-se à temperatura no interior do organismo que engloba as “temperaturas das cavidades abdominais, torácica e craniana” (Lim, Byrne & Lee, 2008, p. 348).

O sistema termorregulador tem como função manter a temperatura corporal em equilíbrio, considerando a temperatura do ambiente onde se encontra. Neste sentido, pretende manter uma temperatura interna de sensivelmente 37°C no entanto, a temperatura na pele irá sofrer mais oscilações, isto de acordo com as necessidades que o corpo apresenta em se adaptar às condições do ambiente em que se insere (Parsons, 2007).

A OMS alerta que não é aconselhável que a temperatura interna exceda os 38 °C e que se deve ter um cuidado redobrado aquando da realização de atividade física intensa em ambientes com temperaturas elevadas.

De acordo com Sawka et al. (2003), em ambiente militar, considera-se que a monitorização da temperatura interna, funciona como um bom indicador de esforço e exaustão física, podendo esta prevenir situações clínicas graves que possam surgir durante a prática de atividades que exijam esforço físico especialmente em ambientes com temperaturas elevadas.

De acordo com Sawka et al. (2003), em ambientes mais quentes a temperatura da pele e o fluxo sanguíneo aumentam para melhorar o mecanismo de dissipação de calor e de regulação térmica.

1.2.1.5. Frequência cardíaca

O sistema cardiovascular é responsável por levar oxigénio e nutrientes aos músculos em quantidade adequada com o trabalho realizado e, ao mesmo tempo, de remover o dióxido

de carbono e outros produtos metabólicos dos tecidos e músculos e transportá-los para órgãos excretores como os pulmões e os rins. Assim, durante o exercício físico o coração bombeia mais sangue para todo o organismo, no sentido de satisfazer as suas necessidades e, conseqüentemente provoca um aumento dos valores da frequência cardíaca e do consumo de oxigênio (*National Strength and Conditioning Association* [NSCA], 2017).

A monitorização da frequência cardíaca constitui-se de forma geral, uma ferramenta importante, isto porque estabelece uma forte relação entre o esforço físico exigido e a capacidade e exigência cardiovascular (Brage et al., 2007).

De acordo com Crandall e González-Alonso (2010), a resposta do sistema cardiovascular ao estímulo físico, depende principalmente dos seguintes fatores; *stress* térmico a que o organismo se encontra sujeito, a duração e intensidade do estímulo físico, a preparação física do indivíduo, o grau de hidratação e a capacidade de aclimação.

Frequência cardíaca em repouso pode ser definida como a frequência de contrações do coração sem qualquer influência externa em total repouso, sendo que esta tende a reduzir com uma boa condição cardiovascular e treino físico regular (Biswas, 2020).

A monitorização da frequência cardíaca em repouso é frequentemente utilizada em atletas, isto porque é utilizada como um indicador do sistema nervoso para a forma como o organismo se está a adaptar ao volume de treino e qual a capacidade de recuperação de fadiga (Sekiguchi et al., 2019).

As pessoas que possuem valores mais elevados de frequência cardíaca em repouso, de acordo com Ogliari et al., (2015), são geralmente pessoas que possuem um pior desempenho físico, e possuem mais risco de sofrerem de problemas cardíacos.

A frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) é um parâmetro utilizado com bastante frequência por atletas como um indicador de intensidade e esforço físico. Deste modo a $FC_{m\acute{a}x}$ corresponde ao valor máximo de frequência cardíaca que um indivíduo pode atingir quando exposto ao exercício até à exaustão (Nes, Janszky, Wisloff, Stoylen & Karlsen, 2013).

De acordo com Fernhall et al (2001), a $FC_{m\acute{a}x}$ varia de indivíduo para indivíduo de acordo com vários fatores, tais como; a preparação física do indivíduo, o sexo, a composição corporal e a idade.

Neste sentido, de acordo com Nes et al. (2013) a fórmula para calcular a $FC_{m\acute{a}x}$ que mais se adequa a testar indivíduos com idades compreendidas entre os 20 e os 30, como é o caso da amostra do protocolo em questão, é dada por; $FC_{m\acute{a}x} = 220 - \text{idade}$.

No entanto, de modo geral observa-se uma regressão linear dos valores da $FC_{m\acute{a}x}$ com o aumento da idade, após a adolescência.

O corpo humano quando se encontra exposto a um ambiente com temperaturas elevadas recorre a várias adaptações fisiológicas a fim de se proteger contra possíveis lesões provocadas pelo calor. Este processo de aclimação, está acompanhado de uma adaptação cardiovascular que desempenha um papel crítico na termorregulação durante atividades físicas e/ou na exposição a ambientes com temperaturas extremas. De forma geral, existe um aumento da frequência cardíaca durante a realização atividade física praticada em ambientes com temperaturas elevadas, quando comparado à prática do mesmo exercício em ambientes com temperaturas mais amenas (Crandall & González-Alonso, 2010).

1.2.2. Influência do Sexo Biológico nas Respostas Fisiológicas ao *Stress* Térmico

A capacidade de adaptação do corpo humano e o desempenho físico em ambientes com temperaturas mais elevadas dependem de diversos fatores. Neste sentido, são vários os estudos que pretendem entender se existem diferenças no processo de adaptação do organismo a ambientes com temperaturas elevadas entre sexos e quais são os fatores que podem causar estas diferenças (Iyoho, Ng & MacFadden, 2017).

A importância desta matéria, assenta em identificar quais as características físicas e fisiológicas que causam um maior impacto no desempenho físico em temperaturas mais elevadas. Por outro lado, este tópico pode também ser útil para estabelecer valores *standard* de segurança no sentido de evitar situações clínicas inconvenientes, estabelecer valores mínimos de desempenho ou mesmo desenvolver planos de treino orientados para desenvolver o desempenho nestas condições (Iyoho et al. 2017).

1.2.2.1. Diferenças Físicas e Fisiológicas entre Sexos

Relativamente às diferenças fisiológicas associadas a cada sexo, Stephenson e Kolka (1993) realizaram um estudo onde submeteram indivíduos de diferentes sexos ao mesmo exercício num local com as mesmas características ambientais. Neste estudo Stephenson e Kolka (1993) observaram que, de um modo geral, as mulheres apresentam valores mais elevados de temperatura corporal e de frequência cardíaca e uma menor taxa de transpiração e sudorese quando comparados com os valores recolhidos aos elementos do sexo masculino.

Por outro lado, existem estudos que utilizam como objeto de estudo apenas a influência das características físicas e fisiológicas de cada indivíduo, para entender quais são

os fatores responsáveis para uma melhor adaptação ao calor, como é exemplo o Índice de Massa Gorda (IMG), ou a quantidade de superfície corporal exposta ao calor. Deste modo, é eliminada qualquer influência relacionada com as diferenças biológicas associadas aos diferentes sexos biológicos (Stephenson & Kolka, 1993).

Por outro lado, Gagnon e Kenny (2011) realizaram um estudo onde foram analisadas potenciais diferenças fisiológicas entre ambos sexos. Neste estudo foi separada a amostra em dois grupos de sexos opostos, mas que possuíam características físicas similares, entre elas a massa muscular e a superfície de pele em contacto com o ambiente.

Deste estudo, conclui-se que os homens possuem uma taxa de dissipação de calor superior quando comparada com os valores dos elementos de sexo feminino (Gagnon & Kenny, 2011).

1.2.2.2. Influência do Ciclo Hormonal e da Pílula Contraceptiva na Termorregulação

As hormonas reprodutivas das mulheres influenciam o funcionamento de vários sistemas do corpo humano, sendo um deles o sistema de termorregulação (Charkoudian & Stachenfeld, 2014).

Os estudos realizados por Lei et al. (2019) e Charkoudian e Stachenfeld (2014) explicam que as hormonas de estrogénio conduzem uma melhor capacidade de dissipação de calor e a uma temperatura corporal mais baixa, enquanto que as hormonas de progesterona funcionam como um termogénico, ou seja, promovem a produção de calor o que leva a temperaturas corporais mais elevadas.

Assim, é expectável que a temperatura corporal seja maior durante a fase Lútea, que surge após a ovulação, do que na fase Folicular (Matsuda-Nakamura, Yasuhara & Nagashima, 2015).

Ainda que a influência das hormonas nos diferentes sexos seja um assunto bastante estudado ao longo dos anos, este levanta várias dúvidas, isto porque é difícil ter uma amostra com as mesmas características físicas e com o mesmo contexto hormonal. Neste sentido, Lei et al. (2019) referem que, as hormonas femininas surtem um menor impacto no sistema de termorregulação em mulheres que apresentam uma preparação física superior e que praticam treino físico regularmente, isto porque devido à sua rotina de treinos estas possuem uma capacidade de sudoreção, cardiovascular e de vasodilatação superiores quando comparadas com mulheres com uma pior preparação física.

Apesar do ciclo menstrual completo demorar por norma entre 25 a 35 dias, a sua duração é bastante singular, pois varia de pessoa para pessoa e ainda de ciclo para ciclo.

Desta forma, quando se quer obter resultados mais concisos é importante esclarecer com cada indivíduo os detalhes sobre o normal funcionamento do seu ciclo menstrual (Baker, Sibozza & Fuller, 2020).

As pílulas contraceptivas possuem hormonas de estrogénio e de progesterona sintéticas que podem influenciar o funcionamento de vários sistemas no corpo humano e a própria capacidade de termorregulação (Rogers & Baker, 1996).

Um estudo realizado por Rogers e Baker (1996) para verificar a influência do uso das pílulas contraceptivas com hormonas de estrogénio e progesterona sintéticas, verificou que a progesterona é a hormona que mais influencia o processo de termorregulação.

Por outro lado, Grucza, Pekkarinen, Titov, Kononoff e Hänninen (1993) defendem com o seu estudo que a administração da pílula contraceptiva apesar de não restringir o aumento da temperatura corporal e da taxa de sudorese na fase Lútea, tornou com que as respostas do sistema termorregulador fossem mais uniformes durante todo o ciclo hormonal.

1.2.3. Alterações do Estado de Saúde Causados do Calor

1.2.3.1. Cãibras por Calor

Como é referido pela NSCA (2017), as Cãibras causadas por calor são bastante comuns quando se é induzido a um esforço intenso em ambientes com temperaturas elevadas. Por outro lado, dos vários fatores que induzem o surgimento de Cãibras derivadas ao *stress* térmico, os que mais se destacam são a desidratação, a desregulação de eletrólitos¹² e fadiga neuromuscular¹³.

As Cãibras causadas pelo calor, de acordo com Howe e Boden (2007) acontecem com regularidade e são das primeiras reações do organismo quando este pratica atividade física intensa e não se está a conseguir adaptar devidamente à temperatura do ambiente. Estas surgem sob forma de espasmos e contrações musculares involuntárias.

Por outro lado, Casa et al. (2000) referem que uma correta hidratação, com a ingestão adequada de sódio (Na⁺) e outros eletrólitos, regula o pH do organismo e permite uma melhor absorção de líquidos, o que por sua vez diminui a probabilidade de contrair cãibras associadas ao esforço físico no calor.

¹² São substâncias entre elas o sódio (Na⁺), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) que desempenham um papel vital no organismo humano na transmissão de sinais nervosos, na contração muscular e no equilíbrio hídrico e do pH;

¹³ Refere-se à ligação da fadiga muscular com a fadiga no sistema nervoso, quando os sinais do sistema nervoso para os músculos são comprometidos;

1.2.3.2.Síncope Térmica

De acordo com a NSCA (2017) a síncope térmica é uma condição médica que ocorre a indivíduos que se encontram expostos a ambientes com temperaturas elevadas durante um longo período. Os indivíduos que passam por este distúrbio térmico sentem fraqueza, náuseas e tonturas, podendo em casos mais graves chegar a desmaiar.

Esta condição é agravada quando ao organismo lhe é exigida atividade física intensa, isto porque existe uma maior produção metabólica de calor resultante dos músculos em atividade e aquando da inibição da perda de calor, como acontece durante a utilização de equipamento pouco impermeável (NSCA, 2017).

Por outro lado, Nero (2019) refere que a síncope térmica resulta da vasodilatação periférica¹⁴ e do aumento do volume intravascular¹⁵, estes fatores surgem como respostas de regulação térmica do corpo e provocam a hipotensão¹⁶, o que leva à perda de consciência.

Para contrariar a síncope térmica, Howe e Boden, (2007) referem que, o que devemos fazer é mover a pessoa para um local com temperaturas mais amenas para evitar a exposição ao calor, colocar a pessoa deitada e elevar-lhe as pernas para regular o fluxo sanguíneo. Posteriormente, assim que a pessoa se encontrar consciente, deve-se-lhe dar água, pois a desidratação é um fator que contribui para o aparecimento e agravamento de problemas de saúde causados pelo calor (Howe & Boden, 2007).

1.2.3.3.Exaustão por calor

A exaustão por calor é referida por NSCA, (2017) como a incapacidade de realizar eficazmente atividade física no calor, devido à combinação de vários fatores, incluindo insuficiência cardiovascular, hipotensão, fadiga geral e falta de energia

O fator que mais alavanca este distúrbio térmico, de acordo com Nero (2019) é a desidratação, uma vez que pessoas com melhor nível de hidratação são menos suscetíveis de padecer deste tipo de distúrbio. Por outro lado, a prática de atividade física intensa em ambientes com temperaturas e humidade mais elevadas ou sob condições que limitem a regulação térmica, como é exemplo a utilização do fato de proteção individual NBQR são também causas associadas ao surgimento da exaustão por calor.

¹⁴ Refere-se à dilatação dos vasos sanguíneos localizados na periferia do corpo para aumentar o fluxo sanguíneo. Esta reação acontece para dar respostas a necessidades do corpo como dissipar o calor corporal, facilitar a entrega de nutrientes ou mesmo responder a sinais hormonais.

¹⁵ Refere-se ao volume total de sangue dentro dos vasos sanguíneos.

¹⁶ Condição onde ocorre a queda repentina da pressão arterial.

Em acréscimo, a baixa capacidade de aclimação, esforços intensos, capacidades físicas e cardiovasculares pouco desenvolvidas e pouco descanso, são também fatores que de acordo com Nero (2019) influenciam o surgimento da exaustão por calor.

De acordo com Howe e Boden (2007) a exaustão por calor acontece geralmente quando a temperatura interna se encontra entre os 37°C e os 40°C podendo expressa-se sob a forma de mal-estar, sensação de fadiga física e psicológica, tonturas, náuseas, vômitos, dores de cabeça ou desmaios.

1.2.3.4. Golpe de calor

O golpe de calor, de acordo com Sawka et al. (2003) é uma consequência da exposição intensa ao calor. Os seus principais sintomas incluem temperaturas corporais elevadas (superiores a 40°C ou cerca disso) e disfunção do sistema nervoso, que acaba por se manifestar com alucinações, náuseas, convulsões ou mesmo o coma.

Em acréscimo, Sawka et al. (2003) referem que o golpe de calor é uma emergência médica que resulta da sobrecarga no sistema termorregulador, devido a temperaturas demasiado elevadas. Esta sobrecarga acaba por impedir ao organismo satisfazer as necessidades de regulação térmica e provocar um aumento substancial na temperatura corporal, que por consequência pode conduzir à disfunção de vários órgãos.

O golpe de calor é causador de um grande número de mortes a nível mundial e, neste sentido, Howe e Boden (2007) analisaram vários estudos e métodos para combater casos de golpe de calor. No seu estudo, o método considerado mais eficaz, foi testado e analisado por recrutas militares americanos e baseia-se em deitar os pacientes numa cama de rede e regá-los continuamente com água fria ao mesmo tempo que existe uma ventoinha apontada na sua direção.

1.3. Indicadores de Perceção Térmica

O sistema de regulação térmico do corpo humano e as perceções térmicas que o mesmo percebe, dependem da leitura que os recetores térmicos fazem e transmitem para o cérebro consoante as condições do ambiente onde se encontra. Estes termorreceptores encontram-se ao longo da superfície da pele e enviam impulsos magnéticos para o cérebro com um *feedback* sobre a sensação térmica das diferentes partes do corpo através das terminações presentes no sistema nervoso (Garson, 2016).

As escalas que permitem avaliar a percepção térmica, uma vez que se baseiam numa avaliação subjetiva, nem sempre transmitem uma relação direta para com as condições do ambiente onde o indivíduo se encontra (Sharifi, Saman, Alemu & Boland, 2021).

Neste sentido, de forma a ter uma avaliação mais completa sobre o ponto de vista da percepção térmica de indivíduos que realizam protocolos físicos em ambientes com diferentes temperaturas, uma das opções é aplicar escalas que medem percepções térmicas diferentes, tal como acontece nos estudos realizados por Garson (2016) e Li (2005) onde é analisado para o mesmo momento as percepções referentes à sensação térmica e ao conforto térmico com escalas similares às que se encontram explanadas nas Figuras 26 e 27 do Anexo A, respetivamente.

1.3.1. Sensação Térmica

Apesar de a sensação térmica ser uma variável subjetiva que difere de acordo com as percepções individuais de indivíduo para indivíduo, esta tende a aumentar com o aumento da temperatura ambiente (Sharifi et al., 2021).

A escala mais utilizada para avaliar a sensação térmica é a escala desenvolvida por Ashrae, que consiste na avaliação da percepção da sensação térmica e que se encontra graduada entre “Muito Frio”, “Frio”, “Fresco”, “Ligeiramente Fresco”, “Neutro”, “Ligeiramente Morno”, “Morno”, “Quente” e “Muito Quente”, conforme a Figura 26 do Anexo A. Esta escala é utilizada muitas vezes para estabelecer uma relação entre variação de fatores fisiológicos monitorizados através de aparelhos específicos com a sensação térmica percebida pelos indivíduos (Schweiker et al., 2020).

1.3.2. Conforto Térmico

A percepção do conforto térmico é uma avaliação subjetiva que varia de indivíduo para indivíduo e que está relacionada com a variação da temperatura ambiente, temperatura da pele, capacidade de termorregulação e a sensação térmica inerente a cada indivíduo (Li, 2005).

Garson (2016) refere ainda que o conforto térmico depende também da percepção de humidade na pele, uma vez que em ambientes mais quentes, as temperaturas consideradas menos confortáveis estão associadas a percepções de humidade na pele superiores.

A avaliação da percepção do conforto térmico é um tópico bastante complexo, pois têm em conta as percepções físicas e psicológicas dos sujeitos perante as condições do ambiente em que se encontra (Han & Huang, 2004).

Na Figura 27 do Anexo A, encontra-se explanada uma escala que permite avaliar a percepção de Conforto Térmico e que se encontra graduada entre “Muito Desconfortável”, “Desconfortável”, “Ligeiramente Desconfortável”, “Ligeiramente Confortável”, “Confortável” e “Muito Confortável” (Garson, 2016).

1.3.3. Humidade na Pele

Aquando da realização de atividade física em ambientes mais quentes, a percepção de conforto e sensação térmica é mais dependente da percepção de humidade na pele e da taxa de sudação do que propriamente da temperatura na pele, isto porque os valores da temperatura da pele estão em constante oscilação no sentido de se adaptar à temperatura ambiente e facilitar o processo de dissipação de calor. Desta forma, a percepção de humidade na pele é considerada um bom indicador para avaliar o conforto térmico, principalmente em ambientes mais quentes (Fakazawa & Havenith, 2009).

De acordo com Garson (2016), quando é utilizado equipamento mais impermeável, uma vez que este material restringe a capacidade de dissipação de calor, a humidade na pele tende a aumentar. No seu estudo, Garson (2016) utiliza uma escala graduada de “Muito Seca”, “Seca”, “Ligeiramente Húmida”, “Húmida”, “Muito Húmida”, “Molhada” e “Muito Molhada”, como se encontra explanado na Figura 25 do Anexo A.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS

Este capítulo pretende descrever e explicar os procedimentos e a metodologia adotados durante realização do presente trabalho de investigação.

A escolha do método científico depende da forma como o investigador decide abordar o tema em relação ao “conjunto de procedimentos e normas que permitem produzir conhecimento” (Freixo, 2012, p.88).

A evolução dos conhecimentos relacionados com a adaptação do corpo humano a ambientes com condições desfavoráveis, assim como o desenvolvimento do EPI contra agentes NBQR, levou a que a investigação siga uma perspetiva ontológica, pois estuda a natureza do ser e de entidades sociais (Bryman, 2012).

Segundo Sarmiento (2013), numa investigação podem ser utilizados mais do que um método para que sejam encontradas as respostas para a investigação.

Desta forma, o presente TIA apresenta numa primeira fase uma revisão da literatura, onde realiza uma investigação e contextualização documental sobre o combate NBQR e a influência dos vários parâmetros físicos e fisiológicos em ambientes com temperaturas elevadas.

Numa segunda fase, segundo Freixo (2012), é utilizado um modelo de abordagem quantitativo que, uma vez que foi realizada a recolha de dados no terreno com os testes de aplicação do protocolo físico com o EPI em ambientes com temperaturas controladas de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e de $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$

A reflexão e análise sobre os dados recolhidos irá servir de suporte a possíveis juízos ou conjecturas recorrendo, segundo Bryman (2012), a um método empírico indutivo, pois pretende partir da abordagem realizada aos dados observados, estabelecer inferências dos fenómenos em estudo, contribuindo assim para o aumento do conhecimento sobre a variação dos parâmetros físicos e fisiológicos e a tolerância ao calor dos militares perante a utilização do EPI.

De modo a identificar o fio condutor do estudo, foi estabelecido um objetivo geral (OG) e uma pergunta de partida (PP) e após isso, foram levantados os objetivos específicos (OE) que, de acordo com Rosado (2017), dão origem às perguntas derivadas (PD), possuindo estas um carácter mais concreto e restritivo que auxiliam a responder á PP, explanados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Objetivo Geral e Objetivos Específicos

OG	Perceber se o protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre a tolerância ao calor nos militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI).
OE1	Perceber se o protocolo é válido para diferentes sexos.
OE2	Analisar quais são as variantes fisiológicas que possuem mais influência na definição de limites de segurança ao calor durante a aplicação deste protocolo com a utilização do EPI.
OE3	Entender qual a temperatura ambiente mais favorável para determinar limites de tolerância ao calor.
OE4	Entender se como variam os fatores fisiológicos analisados, tendo em conta ambientes com diferentes características.

Fonte – Elaboração Própria

Quadro 2 – Pergunta de Partida e Perguntas Derivadas

PP	O protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre as tolerâncias ao calor dos militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI)?
PD1	De que forma a diferença de sexo influencia na aplicação deste protocolo?
PD2	Quais os parâmetros mais adequados para definir os limites de tolerância ao calor durante o protocolo, com utilização do EPI?
PD3	Qual a temperatura exterior mais favorável à determinação dos limites de tolerância ao calor?
PD4	De que forma variam os fatores fisiológicos medidos em relação a ambientes com diferentes características?

Fonte – Elaboração Própria

2.1. População, Amostra, Monitorização e Justificação

O foco principal do presente estudo é validar se o Protocolo Físico permite avaliar e retirar pareceres sobre a tolerância ao calor dos militares que utilizam o EPI.

Neste sentido, para analisar a variação das variantes fisiológicas e das percepções térmicas ao longo da realização do protocolo em diferentes temperaturas, foi selecionada uma amostra de nove alunos do 2º e 5º ano da Academia Militar, entre os quais 5 são do sexo masculino e 4 do sexo feminino. A realização dos testes foi agendada conforme a disponibilidade dos alunos entre 11 de março e 2 de maio.

Na presente investigação, a população que se pretende analisar são os militares que integram as equipas NBQR. Nesse sentido, a pertinência da escolha desta amostra parte do facto de que os Alunos da Academia Militar, uma vez que praticam treino físico regularmente de acordo com plano em vigor na instituição e se inserem numa faixa etária entre os 20 e os 27 anos, possuem características de indivíduos que foram considerados como integrantes de uma possível equipa NBQR e, desta forma, foram criadas as condições necessárias a esse objetivo para que o estudo seja validado por meio de um método quantitativo.

Da amostra em questão, os 5 elementos masculinos possuem uma média de idades de $24,4 \pm 2,4$ anos (considerando que o segundo valor é o desvio padrão), $175,2 \pm 5,3$ centímetros de altura e um peso médio de $76,9 \pm 7,1$ Kg, um Índice de Massa Corporal (IMC) de $25,0 \pm 1,4$ Kg/m², um IMG de $12,9 \pm 4$ e uma Massa Magra (MM) de $63,0 \pm 7,2$ Kg.

Em relação aos 4 elementos femininos, estes possuem uma média de idades de $21,8 \pm 2,1$ anos, $164,0 \pm 3,5$ cm de altura e um peso médio de $57,1 \pm 4,5$ Kg, um IMC de $21,2 \pm 1,1$ Kg/m², um IMG de $21,5 \pm 3,0$ e uma Massa Magra (MM) de $42,4 \pm 1,8$ Kg.

A caracterização da amostra foi feita de acordo com todos os dados físicos e fisiológicos recolhidos que se encontram explanados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados Antropométricos da Amostra

Amostra	Idade	Desvio-Padrão	Peso	Desvio-Padrão	Altura	Desvio-Padrão	Sexo	IMC	Desvio-Padrão	IMG	Desvio-Padrão	MM	Desvio-Padrão
C1	23,00	-	80,20	-	175,00	-	M	26,15	-	15,95	-	61,50	-
C2	22,00	-	79,05	-	175,00	-	M	25,70	-	13,60	-	63,10	-
C3	27,00	-	64,35	-	168,00	-	M	22,75	-	16,55	-	51,55	-
C4	23,00	-	82,15	-	183,00	-	M	24,55	-	7,50	-	72,30	-
C5	27,00	-	78,65	-	175,00	-	M	25,70	-	10,75	-	66,70	-
C6	24,00	-	56,60	-	167,00	-	F	20,35	-	19,60	-	43,25	-
C7	20,00	-	53,25	-	161,00	-	F	20,50	-	21,70	-	39,55	-
C8	23,00	-	63,45	-	167,00	-	F	22,75	-	24,85	-	45,25	-
C9	20,00	-	54,90	-	161,00	-	F	21,15	-	19,80	-	41,70	-
Média Masc	24,40	± 2,41	76,88	± 7,14	175,20	± 5,31	-	24,97	± 1,41	12,87	± 3,95	63,03	± 7,17
Média Fem	21,75	± 2,06	57,05	± 4,48	164,00	± 3,46	-	21,19	± 1,14	21,49	± 2,96	42,44	± 1,85
Média Total	23,22	± 2,54	68,07	± 11,93	170,22	± 7,31	-	23,29	± 2,34	16,70	± 5,95	53,88	± 12,37

Fonte – Elaboração Própria

Adicionalmente, foi medida a pressão arterial e a frequência cardíaca em repouso como protocolo de segurança para o despiste de alguma situação médica inoportuna, antes da realização dos protocolos a diferentes temperaturas.

Todos os elementos da amostra eram fisicamente ativos, saudáveis, não fumadores, não possuíam qualquer tipo de doença cardíaca ou respiratória nem tinham nenhuma lesão que pudesse influenciar o seu desempenho físico neste estudo.

As determinações das fases do ciclo menstrual das amostras femininas foram feitas com base nas informações recolhidas sobre o seu normal funcionamento menstrual.

À priori da participação no estudo, foi requerido a cada indivíduo a assinatura do consentimento informado, exposto no Apêndice A.

Foi ainda mensurado para cada indivíduo nos testes realizados dos protocolos físicos nas diferentes temperaturas as variáveis de análise discriminadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis de Análise

Variáveis de Análise	Designação e Escalas de Medição
Variáveis de Análise Quantitativas	
Temperatura na Pele	Temperatura medida por um sensor térmico em contacto com a pele.
Temperatura Interna	Medida retirada através de uma cápsula previamente ingerida e que monitoriza a temperatura no interior do organismo.
Índice de Tensão Fisiológica	Variável utilizada como indicador de tolerância ao calor, calculada através da Fórmula 2. No entanto ao invés de utilizar a Temperatura Retal (Tre) como medida da temperatura interna, foram utilizados os dados da temperatura interna recolhidos pela pílula.
Frequência Cardíaca	Medida que considera o número de batimentos por minuto, utilizada para monitorar a tensão fisiológica.
Variáveis de Análise Qualitativas	
Fase do Ciclo Menstrual	Utilizada para retirar elações sobre possíveis influências das hormonas femininas na termorregulação.
Perceção Subjetiva de Esforço	Indicador de perceção de esforço físico medido com a escala da Figura 24 do Anexo A.
Humidade na Pele	Indicador de perceção de humidade na pele medido com a escala da Figura 25 do Anexo A.
Sensação Térmica	Indicador da perceção de sensação térmica medido com a escala da Figura 26 do Anexo A.
Conforto Térmico	Indicador da perceção de conforto térmico medido com a escala da Figura 27 do Anexo A.

Fonte – Elaboração Própria

2.2. Instrumentos de Medição

De acordo com o próprio manual da Biosignalsplux e em relação à sua forma de funcionar, o Biosignalsplux 8 Temperature é um aparelho com 1.6cm x 2.2cm x 0.5 cm que recolhe os dados de temperatura entre os 0°C e os 50°C captados por um sensor que se encontra em contacto com a pele. Os dados recolhidos pelo aparelho são enviados em tempo real para um outro dispositivo emparelhado com o Biosignalsplux 8 Temperature através da aplicação OpenSignals. Este aparelho foi utilizado para monitorar a temperatura da pele durante os protocolos nas diferentes temperaturas.

A cápsula eletrónica e-Celsius é um sistema eletrónico que após ser ingerido e ativado, mede em tempo real a temperatura no interior do corpo humano. A cápsula mede 17,6 milímetros de comprimento, 8,6 milímetros de diâmetro, pesa 1,2 gramas e é de utilização única, possuindo um tempo de monitorização entre as 24h e as 48h que é o período médio que a cápsula demora até ser removida naturalmente (Koumar, Beaufils, Chesneau, Normand & Bessot., 2023).

Os dados recolhidos pela cápsula são transmitidos para um monitor *eViewer*. Este monitor possui a capacidade de gerir até três cápsulas em simultâneo e em caso de

interrupção da comunicação entre a cápsula e o monitor, a cápsula possui também ela uma memória própria. Este sistema foi utilizado para monitorizar a temperatura interna durante os protocolos nas diferentes temperaturas.

Por questões de segurança, após a ingestão da cápsula, cada indivíduo colocou uma pulseira amarela de advertência que teve de utilizar durante 48h para sinalizar as equipas médicas que este indivíduo possuía uma cápsula com componentes metálicos no organismo.

Na medição da frequência cardíaca durante os protocolos em diferentes temperaturas foi utilizado o sensor cardíaco Polar H9 ou H10. Estes sensores, são utilizados com uma banda de peito ajustável e recebem medições de frequência cardíaca em tempo real que são passados via Bluetooth para o aparelho eletrónico emparelhado.

A Balança *Inner Scan V BC- 601* com uma precisão de 0.1%, foi utilizada para medir o peso corporal (Kg), a massa muscular (Kg), o Índice de Massa Gorda (%), o Índice de Massa Corporal (Kg/m²) e a percentagem de água corporal (%). A utilização desta balança requer que o utilizador coloque corretamente os pés na balança por baixo dos elétrodos manuais enquanto segura nos mesmos com as mãos ao longo do corpo e braços estendidos.

Para a medição da pressão arterial e da frequência cardíaca em repouso foi utilizado o aparelho Sanitas, modelo SBM 67.

O EPI utilizado é constituído pelo fato de proteção NBQR (Tychem F DupontTM); luvas de proteção impermeáveis de borracha (Alphatec 38-514, da Ansell[®]); botas de borracha impermeáveis com palmilha de aço; uma máscara com sistema de proteção e filtragem de respiração (Panorama nova F2, from Drager[®]).

2.3.Métodos de Medição

2.3.1. Enquadramento Geral

Os militares lidam com um grande número de riscos durante o seu serviço, tanto em teatros de operações reais, como durante o seu treino operacional, pois são expostos a ambientes com condições por vezes extremas. O EPI garante uma proteção extra em ambientes NBQR, no entanto, coloca também os indivíduos que o utilizam sobre um maior *stress* físico, uma vez que dificulta atividades como a mobilidade, respiração e termorregulação (DeMaio et al., 2009).

Desta forma, o presente estudo procura analisar como variam os parâmetros fisiológicos e o estado psicológico dos militares que operam com o EPI, no sentido de entender quais os limites de operacionalidade relacionados com a tolerância ao calor e quais

são os principais fatores que influenciam um bom desempenho físico com a utilização do EPI,

Durante a realização de todo o protocolo, incluindo dos 4 minutos de repouso finais, a amostra manteve-se equipada com um fato NBQR em boas condições e adaptado ao seu tamanho (M ou L), botas de cano alto impermeáveis, luvas impermeáveis e máscara NBQR.

Com o intuito de analisar como variam os parâmetros fisiológicos e a percepção de *stress* térmico dos indivíduos equipados com o EPI de acordo com a temperatura ambiente, o Protocolo Físico foi aplicado em duas temperaturas diferentes, numa sala com a temperatura e a humidade controladas.

Numa das vezes o protocolo físico foi realizado a uma temperatura ambiente média de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a uma humidade relativa de $57,39 \pm 9,4 \%$, posteriormente a amostra foi testada num ambiente mais quente, com a temperatura média de $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a humidade relativa de $49,56 \%$.

2.3.2. Escalas Utilizadas para Aferir os Indicadores de Percepção Térmica Subjetiva

No sentido de avaliar a percepção de *stress* térmico sentido pela amostra e poder estabelecer relações das mesmas com a variação dos parâmetros fisiológicos, foram utilizadas escalas para avaliar a Humidade na Pele, Sensação Térmica, Conforto Térmico e Percepção Subjetiva de Esforço explanadas no Anexo A.

- A Humidade na Pele é um indicador que foi medido através da escala de humidade na pele explanada na Figura 25 do Anexo A. Este indicador foi utilizado para avaliar a percepção de humidade na pele, no interior do fato e como este varia ao longo dos protocolos realizados nas diferentes temperaturas. A escala utilizada que permite aferir a percepção subjetiva de Humidade na Pele toma os valores de “Muito Seca”, “Seca”, “Ligeiramente Húmida”, “Húmida”, “Muito Húmida”, “Molhada” e “Muito Molhada”.
- A Sensação Térmica é um indicador que foi aferido através da escala de Sensação Térmica explanada na Figura 26 do Anexo A. Este indicador permite entender como as condições ambientais apresentadas influenciam a percepção da sensação térmica e como esta evolui ao longo do tempo em ambos os protocolos. A escala utilizada para medir este indicador compreende os seguintes valores: “Muito Frio”, “Frio”, “Fresco”, “Ligeiramente Fresco”, “Neutro”, “Ligeiramente Morno”, “Morno”, “Quente” e “Muito Quente”.

- O Conforto térmico é também um indicador que foi medido através da escala de Conforto Térmico explanada na Figura 27 do Anexo A. Este indicador permite avaliar se o ambiente em que o indivíduo se encontra é percebido como confortável ou não e como esta perceção varia ao longo do tempo. A escala em questão toma os valores de “Muito Desconfortável”, “Desconfortável”, “Ligeiramente Desconfortável”, “Ligeiramente Confortável”, “Confortável” e “Muito Confortável”.
- A Perceção Subjetiva de Esforço (PSE) é um indicador que é medido através da escala de PSE explanada na Figura 24 do Anexo A. Este indicador funciona como um instrumento de autoavaliação de fadiga, dificuldade e esforço físico empregue. A escala em questão encontra-se numerada de 6-20, onde o 6 remete para “Muito Fácil” e o 20 para “Exaustivo” (Williams, 2017).

Esta escala, de acordo com Canino et al. (2020) é considerada adequada para avaliar o esforço físico no contexto militar.

2.3.3. Circuito Do Protocolo Físico

O protocolo físico possui uma duração total de 30 minutos (3 ciclos de exercício de 10 minutos) mais 4 minutos de repouso, foi realizado numa sala com temperaturas controladas de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e com a amostra equipada com o EPI.

O Protocolo Físico consiste na seguinte série de exercícios:

- Exercício 1):** Inicia com o indivíduo em frente a um *sandbag* de 5 kilos no solo, junto de uma das paredes da sala. Quando é dado a voz de “iniciar” o elemento que está a realizar o teste tem de pegar no *sandbag* e tocar com ele numa marcação previamente colocada na parede a 1 metro do solo. De seguida, tem de percorrer 5,7 metros em linha reta até á parede do lado oposto da sala, onde já se encontra outro *sandbag* de 5 kilos e uma marcação na parede com as mesmas dimensões e realizar o mesmo exercício. Este trabalho repete-se durante 4 minutos ao ritmo de 6 batidas por minuto com 13 cliques entre elas, geradas por um metrónomo e onde cada batida implica um toque com o *sandbag* de 5 kilos na parede.
- Após a a), o indivíduo dispõe de 1 minuto de descanso onde lhe são apresentadas as quatro escalas referidas anteriormente referentes à Perceção Subjetiva de Esforço, Humidade na Pele, Sensação Térmica e Conforto Térmico, explanadas no Anexo A.

- c) **Exercício 2):** Terminado o minuto de descanso e a resposta às escalas, o indivíduo inicia agora um trabalho de 4 minutos de *step* com um ritmo de 15 batidas por minuto onde cada batida representa o elemento sair da posição inicial (fora do *step*), subir ao mesmo e voltar à posição inicial.
- d) Após realizar o trabalho de 4 minutos de *step* o indivíduo à semelhança da b) dispõe de 1 minuto de descanso onde vai responder às mesmas 4 escalas.

O conjunto das a), b), c) e d) consiste **num Ciclo de Exercícios** de 10 minutos (4+1+4+1 min, respetivamente). O protocolo completo consiste na realização de 3 ciclos consecutivos dos pontos a), b), c) e d) com um total de 30 minutos, seguidos de 4 minutos de repouso e retorno à calma sentado numa cadeira.

No último ciclo de exercícios, após realizar o exercício 2), aos 29 minutos, os indivíduos respondem às escalas suprarreferidas e permanecem em repouso na cadeira até o tempo chegar aos 34 minutos. A organização descrita em cima, encontra-se explanada na Figura 1.



Figura 1 – Organização do Protocolo de Acordo com os Exercícios

Fonte: Elaboração Própria

2.3.4. Monitorização das Variáveis de Análise

Durante a realização do protocolo em ambas a temperaturas, foi monitorizada em cada participante para além da PSE e as perceções de humidade na pele, sensação e conforto térmico através das escalas apresentadas nas Figuras 24, 25, 26, e 27 do Anexo A respetivamente, a temperatura interna, temperatura na pele e a frequência cardíaca.

A temperatura na pele foi recolhida através do aparelho Biosignalsplux 8 Temperature com as capacidades e características explanadas no Apêndice D. Na recolha de dados feita no programa *Opensignals* foi utilizada uma taxa de recolha de 10 Hertz, ou seja, o aparelho recolheu dados a uma frequência de 10 recolhas por cada segundo, que no fim do

teste foram exportados para o computador e posteriormente trabalhados no *Microsoft Excel* para determinar a média da temperatura na pele para cada minuto, durante a realização do protocolo.

A temperatura interna, foi mensurada através da cápsula eletrónica e-Celsius. A cápsula foi ingerida antes da realização dos protocolos, após ser corretamente calibrada e emparelhada com o monitor eViewer. Posteriormente, à semelhança dos dados da temperatura na pele, os dados obtidos pela temperatura interna foram trabalhados no *Microsoft Excel* para obter o valor referente à média por cada minuto de protocolo.

A Frequência cardíaca foi mensurada com uma banda de peito com um sensor Polar H9 ou H10 previamente emparelhada com um dispositivo eletrónico com a aplicação Elite HRV e foram mais tarde trabalhados com a aplicação Kubios HRV *Scientific* para analisar a sua variação e média por cada minuto de protocolo.

2.3.5. Protocolo de Hidratação

Conforme o referido pela *European Food Safety Authority* (2010) e pelo estudo realizado por Maley, Minett, Bach, Stewart e Stewart (2020), no sentido de garantir equidade e segurança relativamente à hidratação da amostra, foi acordado que cada participante iria ingerir nas 24 horas precedentes à realização dos testes do protocolo, o equivalente a 45ml de água por cada quilograma de peso.

Em relação a este tópico a OMS aconselha a ingestão média diária de 30 a 35 ml de água por quilograma de peso, no entanto as necessidades podem aumentar tendo em conta fatores como a intensidade e frequência física exigida no dia a dia de cada indivíduo.

2.4. Métodos Estatísticos Considerados

Este ponto tem por finalidade explicar o modo como foram tratados e analisados os dados recolhidos, em que as principais ferramentas foram o *software IBM SPSS Statistics*, o *Microsoft Excel* e conceitos de estatística.

Para organizar e analisar os dados, foi criada uma base de dados que englobou os dados referentes à caracterização descritiva da amostra, explanada na Tabela 1 e os resultados obtidos das variáveis de análise descritas no Quadro 3 durante a realização do protocolo.

Os dados recolhidos na realização do Protocolo Físico em ambientes com temperaturas controladas de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ serão analisados e

apresentados com base em tabelas e gráficos de linhas ou de barras, sendo estes de variáveis simples ou múltiplas, de modo a facilitar a interpretação dos dados apresentados.

Para garantir uma maior validação dos resultados e permitir realizar relações e comparações entre eles, foram utilizadas medidas com fundamentos estatísticos como: o mínimo, máximo, média, desvio-padrão e testes de interferência estatística.

A análise estatística foi baseada em testes de interferência estatística não paramétricos, uma vez que devido às dimensões da amostra não é possível atingir uma distribuição normal (Pappas & DePuy, 2004).

Para analisar a diferença entre os sexos, foi utilizado o teste de *Wilcoxon-Mann-Whitney*, mais conhecido como teste *Mann-Whitney*. Este teste é considerado adequado para comparar medianas em testes não paramétricos (Hart 2001).

Neste sentido, o teste *Mann-Whitney* a ferramenta de decisão utilizada na aceitação ou não da hipótese de nulidade desenvolvida.

No presente estudo em questão, este teste foi utilizado para analisar as diferenças entre as medianas da temperatura interna referentes aos diferentes sexos, durante a realização do exercício 1) (nos intervalos entre T_0 a T_4 , T_{10} a T_{14} e T_{20} a T_{24}) e durante a realização do exercício 2) (no intervalo entre T_5 a T_9 , T_{15} a T_{19} e T_{25} a T_{29}) em ambos os ambientes com diferentes temperaturas.

Para a realização do teste de hipóteses foi construída uma hipótese nula (H_0) e uma hipótese alternativa (H_1) sendo elas:

H_0 : A mediana do Sexo Feminino = mediana Sexo Masculino.

H_1 : A mediana do sexo Feminino \neq mediana sexo Masculino.

Para avaliar se estatisticamente se deve aceitar ou rejeitar H_0 , definiu-se seguinte nível de significância conforme o valor do *p-value*:

Se $p\text{-value} \geq 0,1$, não se rejeita H_0 ;

Se $0,05 \leq p\text{-value} < 0,1$, existe um fraco indício para rejeitar H_0 ;

Se $p\text{-value} < 0,05$, existe uma evidência significativa para rejeitar H_0 ;

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

No presente capítulo pretende-se apresentar os resultados obtidos com a realização do Protocolo Físico na Temperatura Ambiente ($18,28\text{ }^\circ\text{C} \pm 0,7^\circ\text{C}$) e na Temperatura mais Elevada ($26,92\text{ }^\circ\text{C} \pm 0,7^\circ\text{C}$).

No que concerne à análise e comparação de variáveis, foi tido em atenção que na realização do Protocolo Físico é solicitado aos indivíduos a realização de exercícios com exigências físicas distintas. Neste sentido, foram analisados os dados referentes aos 29 minutos de trabalho, retirando assim os 5 últimos minutos de repouso (1 minuto de resposta às escalas mais 4 minutos finais).

3.1. Variação Dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Na presente secção pretende-se expor os resultados obtidos em relação à variação dos parâmetros fisiológicos ao longo da realização do protocolo físico a $18,28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a $26,92\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$.

As variáveis de estudo referentes aos parâmetros fisiológicos analisados relativamente à Temperatura Interna, Temperatura da Pele e a Frequência Cardíaca vão ser analisados individualmente nesta secção e encontram-se ainda explanados na Tabela 2.

Tabela 2 - Variação dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Variação dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas						
Temperatura Interna	Temperatura Ambiente			Temperatura Mais Elevada		
	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo
	36,57°C	37,41 °C ± 0, 27	37,97°C	36,66°C	37,40 ± 0,32 °C	38,19°C
Temperatura a Na Pele	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo
	32,22 °C	35,56 °C ± 1,21 °C	36,85 °C	35,24°C	36,79 °C ± 0,53°C	37,89
Frequência Cardíaca	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo	Mínimo	Média (de T0 a T29)	Máximo
	56 bpm	101,16 bpm ± 12,23	125 bpm	68 bpm	115,16 bpm ± 16,00	150 bpm
Índice de Tensão Fisiológica	Média 1º Ciclo de Exercícios (T0 aT9)		Média 2º Ciclo de Exercícios (T20 aT29)		Média 1º Ciclo de Exercícios (T0 aT9)	
	1,63 ± 0,72		2,06 ± 0,93		2,17 ± 1,04	
				Média 2º Ciclo de Exercícios (T20 aT29)		
				3,30 ± 0,67		

Fonte: Elaboração Própria

3.1.1. Variação da Temperatura Interna ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

No que diz respeito à análise da variação da Temperatura Interna ao longo do Protocolo Físico realizado em ambas as temperaturas, foi tido em consideração a média dos

valores dentro de cada minuto. Neste gráfico, pode-se constatar que houve um ligeiro aumento na Temperatura Interna de todos os indivíduos durante os 29 minutos de trabalho em ambas as temperaturas.

No protocolo realizado na Temperatura Ambiente, os valores referentes à variação média da Temperatura Interna de entre toda a amostra durante os 29 minutos de realização do mesmo, não apresentaram grandes variações sendo que o valor médio foi de $37,41\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$, o valor mínimo recolhido foi de $36,57^{\circ}\text{C}$ e o máximo de $37,97^{\circ}\text{C}$.

Em relação à variação da média de toda amostra da Temperatura Interna durante a realização dos 29 minutos de protocolo à temperatura mais elevada, apesar de não se ter observado uma grande variação de resultados, esta variação verificou-se superior em todos os indivíduos, quando comparado com a variação obtida na Temperatura Ambiente, como se pode observar a partir da amplitude de resultados obtidos entre o valor mínimo e o máximo medido em ambos os ambientes e do gráfico de linhas da Figura 2.

A média da Temperatura Interna da amostra recolhida durante os 29 minutos de protocolo realizados neste ambiente, foi de $37,40 \pm 0,32\text{ }^{\circ}\text{C}$, o valor mínimo recolhido foi de $36,66^{\circ}\text{C}$ e o máximo de $38,19^{\circ}\text{C}$.

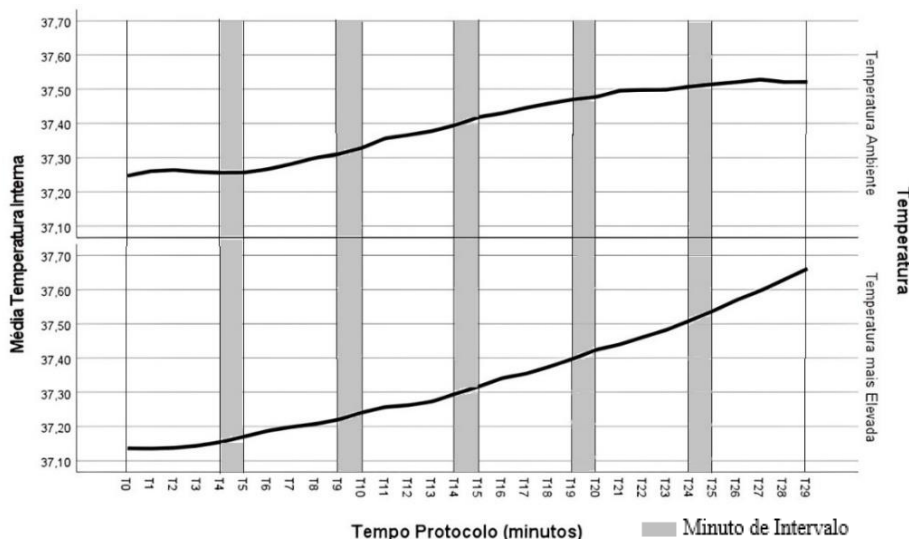


Figura 2 - Variação da Temperatura Interna ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.1.2. Variação da Temperatura Na Pele ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Tendo em consideração a média dos valores dentro de cada minuto ao longo dos 29 minutos de trabalho no protocolo realizado em ambas as temperaturas ambientes, foi analisada a variação da temperatura da pele, tal como se encontra explanado no gráfico de linhas da Figura 3.

Neste sentido, o valor médio da amostra durante os 29 minutos de protocolo realizado na temperatura Ambiente foi de $35,56\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,21\text{ }^{\circ}\text{C}$, o valor mínimo recolhido foi de $32,22\text{ }^{\circ}\text{C}$ e o máximo de $36,85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Em relação aos dados recolhidos no ambiente com a temperatura mais elevada, à semelhança do que foi observado na Temperatura Ambiente, observou-se um ligeiro aumento na variação média da amostra relativamente à realização do protocolo, apresentando um valor médio em relação aos 29 minutos de $36,79\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,53\text{ }^{\circ}\text{C}$, uma temperatura mínima de $35,24\text{ }^{\circ}\text{C}$ e máxima de $37,89\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Desta forma, observou-se um ligeiro aumento na média da amostra ao longo da realização dos 29 minutos de protocolo em ambos os ambientes, como se pode verificar com amplitude amostral apresentada em cada ambiente.

É ainda importante referir que estes valores foram calculados sem os dados referentes ao Indivíduo 1 em ambas as temperaturas e do Indivíduo 3 no ambiente com a temperatura mais elevada devido a problemas com o aparelho *Biosignalsplux 8 Temperature*, medidor da temperatura na pele, durante a realização dos testes.

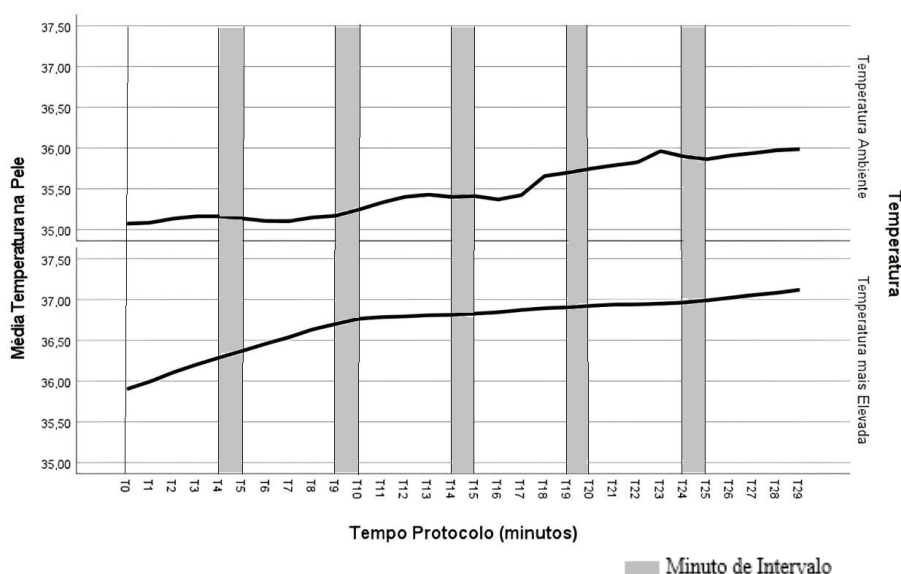


Figura 3 - Variação da Temperatura na Pele ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.1.3. Variação da Frequência Cardíaca ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Relativamente à variação dos valores da Frequência Cardíaca ao longo dos 29 minutos de trabalho, foi considerada a média dos valores da Frequência Cardíaca em cada minuto de realização do protocolo.

Uma vez que os valores da frequência cardíaca são influenciados pela exigência física a que os elementos estão a ser sujeitos, denota-se uma ligeira diminuição da FC durante os minutos de repouso (entre T₄ e T₅, T₉ e T₁₀, T₁₄ e T₁₅, T₁₉ e T₂₀, T₂₄ e T₂₅), marcados a cinzento na Figura 4.

No Protocolo realizado a Temperatura Ambiente observou-se uma FC média da amostra, nos 29 minutos de realização do protocolo, de 101,16 bpm \pm 12,23 bpm, uma FC mínima de 56 bpm e uma FC máxima de 125 bpm.

Por outro lado, no Protocolo realizado a Temperatura mais Elevada observou-se uma FC média face aos 29 minutos de protocolo de 115,16 \pm 16,00, bpm, uma FC mínima de 68 bpm e uma FC máxima de 150 bpm.

Deste modo foi observado que, em ambas as temperaturas em que o protocolo foi realizado, verificou-se um aumento da Frequência Cardíaca no desenrolar do Protocolo Físico, com uma maior variação no Protocolo realizado a uma temperatura mais elevada como se pode verificar a partir da dispersão amostral referida.

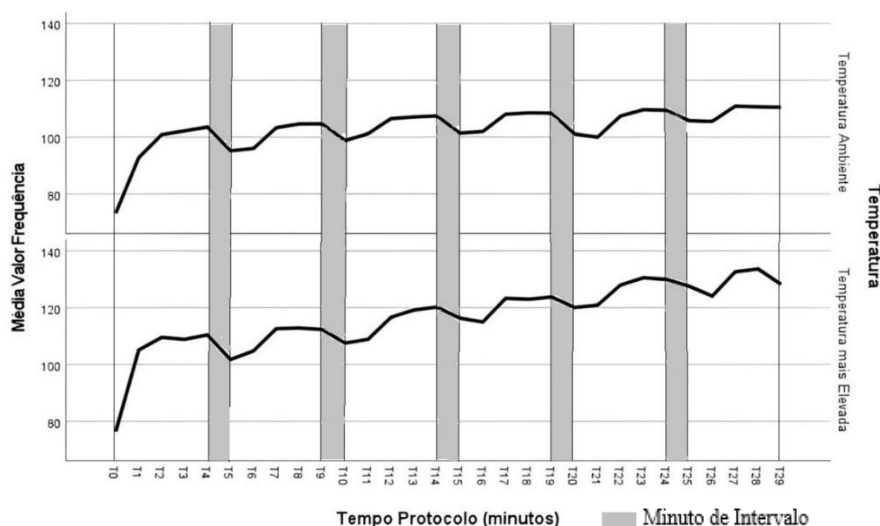


Figura 4 -Variação da Frequência Cardíaca ao Longo do Protocolo nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.2. Variação do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

A fim de analisar um indicador que permite aferir a tolerância ao calor dos militares durante a realização do presente Protocolo Físico em diferentes temperaturas, aplicou-se a Fórmula 2 desenvolvida por Moran (1998) e referida anteriormente no ponto 1.2.1.3- Índice de Tensão Fisiológica.

Analisando o espectro geral da variação média do Índice de Tensão Fisiológica ao longo da realização do protocolo nas diferentes temperaturas, explanado na Figura 5, constata-se que este tal como acontece com a Frequência Cardíaca, os seus valores aumentam durante a realização tanto do exercício 1) como do exercício 2) (entre T₀ a T₄, T₅ a T₉, T₁₀ a T₁₄, T₁₅ a T₁₉ e T₂₀ a T₂₄) e apresenta uma diminuição durante os minutos de intervalo (entre T₄ e T₅, T₉ e T₁₀, T₁₄ e T₁₅, T₁₉ e T₂₀, T₂₄ e T₂₅).

Em relação aos valores obtidos no protocolo realizado a temperatura Ambiente, durante o primeiro Ciclo de Exercícios, entre T₀ a T₉, composto pelos exercícios 1) e 2) com 1 minuto de descanso, de T₄ a T₅, o valor médio de todos os indivíduos foi de $1,63 \pm 0,72$ e, em contrapartida, no último Ciclo de Exercícios, entre T₂₀ e T₂₉, organizado conforme a Figura 1, o valor médio da amostra foi de $2,06 \pm 0,93$ e o valor máximo recolhido foi de 4,80.

No protocolo realizado a uma temperatura mais elevada o valor médio da amostra durante o primeiro Ciclo de Exercícios, entre T₀ a T₉, seguindo a organização descrita na Figura 1, foi de $2,17 \pm 1,04$, no entanto, o valor médio recolhido no último Ciclo de Exercícios, entre T₂₀ e T₂₉ foi de $3,30 \pm 0,67$.

Realça-se o facto de que, no instante inicial da realização de ambos os protocolos, o seu valor de ITF corresponde a zero, pois segundo a Fórmula 2, a Temperatura Interna inicial é igual à Temperatura Interna no instante T = 0 e a FC inicial é igual à FC no instante T = 0.

Por outro lado, analisando os gráficos das Figuras 5, 4 e 2, referentes à variação média do Índice de Tensão Fisiológica, da Frequência Cardíaca e da Temperatura Interna, respetivamente, observa-se uma relação entre estes valores uma vez que todas as variáveis analisadas apresentam valores mais elevados durante os protocolos realizados na temperatura mais elevada e, no caso da FC e do ITF estes oscilam de forma quase que uniforme, aumentando durante a realização dos exercícios 1) e 2), (entre T₀ a T₄, T₅ a T₉, T₁₀ a T₁₄, T₁₅ a T₁₉ e T₂₀ a T₂₄) e diminuindo durante os minutos de intervalo (entre T₄ e T₅, T₉ e T₁₀, T₁₄ e T₁₅, T₁₉ e T₂₀, T₂₄ e T₂₅).

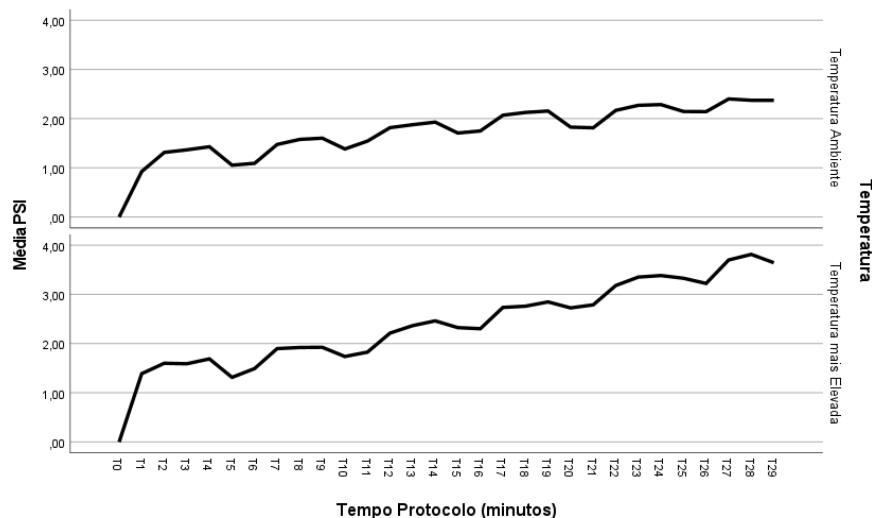


Figura 5– Variação Média do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Fonte: Elaboração Própria

3.3. Variação da Percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Percepção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Esta secção tem como finalidade apresentar os resultados associados aos indicadores de *stress* térmico, nomeadamente a percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Humidade na Pele e PSE durante a realização do protocolo a $18,28\text{ °C} \pm 0,7\text{°C}$ e a $26,92\text{ °C} \pm 0,7\text{°C}$.

A análise destes indicadores foi feita analisando os valores da média da amostra no primeiro e último ciclo de exercícios, conforme a Figura 1, onde o primeiro Ciclo de Exercícios ocorre de T₀ a T₉ e o segundo Ciclo de Exercícios ocorre de T₂₀ a T₂₉.

3.3.1. Percepção do Conforto Térmico Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Com a finalidade de entender o grau de conforto dos indivíduos perante a temperatura a foram submetidos, tal como é referido no tópico 1.3.2 - Conforto Térmico, aplicou-se a escala de Conforto Térmico, explanada na Figura 27 do Anexo A.

Relativamente à variação da percepção de conforto térmico em ambos os protocolos, foram medidos os valores, no início do protocolo, e logo após a finalização de cada exercício durante os 29 minutos de protocolo, ou seja, em T₀, T₄, T₉, T₁₄, T₁₉, T₂₄ e T₂₉.

A variação do Conforto Térmico no protocolo realizado na Temperatura Ambiente, como se encontra explanado na Figura 6, podemos verificar que os Indivíduos se sentiram Confortáveis durante o primeiro Ciclo de Exercícios tendo-se analisado de T₀ a T₉, no entanto, no final do último Ciclo de Exercícios, de T₂₀ a T₂₉ a amostra sentiu-se Ligeiramente Desconfortável.

Por outro lado, nos testes realizados a uma Temperatura mais Elevada, os indivíduos começam por sentir-se Confortáveis/Ligeiramente Desconfortáveis durante o primeiro Ciclo de Exercícios e acabam a sentir-se Ligeiramente Desconfortáveis/Desconfortáveis no último Ciclo de Exercícios, de T₂₀ a T₂₉.

Neste sentido, foi observado em ambas as temperaturas um aumento no grau de desconforto em relação à temperatura durante o desenrolar do Protocolo Físico.

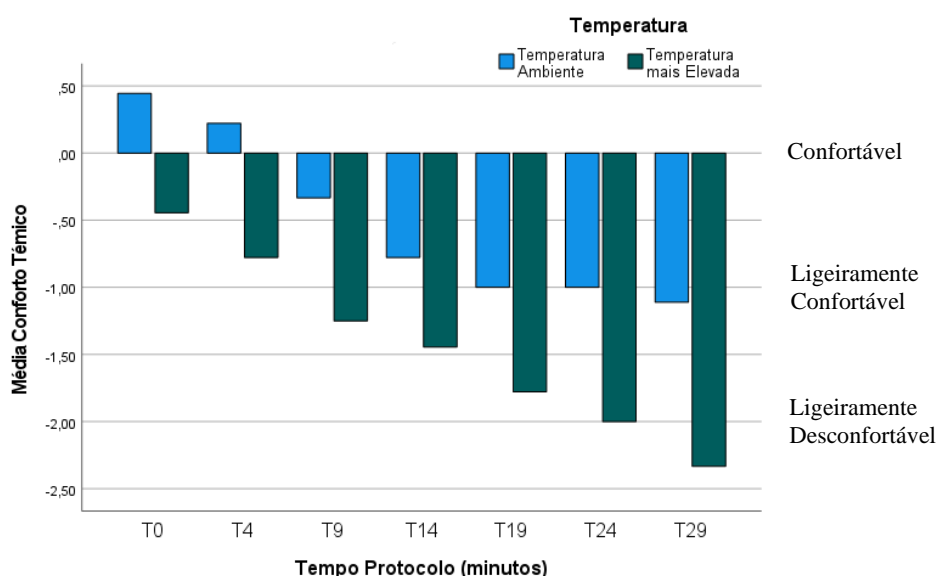


Figura 6 - Perceção do Conforto Térmico Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.3.2. Perceção da Sensação Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

A perceção de sensação térmica, tal como é referido no ponto 1.1.1- Sensação Térmica permite avaliar a perceção da sensação térmica subjetiva, que se encontra associada a cada indivíduo aferida através da escala explanada na Figura 26 do Anexo A.

Tal como acontece no tópico anterior, em ambos os protocolos, foram medidos os valores das perceções à amostra no início do protocolo e logo após a finalização de cada

exercício durante os 29 minutos de protocolo, ou seja, em T₀, T₄, T₉, T₁₄, T₁₉, T₂₄ e T₂₉ explanadas na Figura 7.

No Protocolo realizado a Temperatura Ambiente, durante o primeiro Ciclo de Exercícios (de T₀ a T₉) a Sensação Térmica sentida pela amostra foi de “Neutro/Ligeiramente Morno”, no entanto, no fim do último ciclo do Protocolo, em T₂₉ minutos, a Sensação Térmica sentida foi de “Morno”.

No Protocolo realizado na Temperatura mais Elevada, a Sensação Térmica sentida durante o primeiro Ciclo de Exercício, de T₀ a T₉, foi de “Ligeiramente Morno/ Morno”. Após o último ciclo de exercícios do Protocolo, em T₂₉, a Sensação Térmica foi sentida como sendo “Quente”. Realça-se que no Protocolo realizado a 26,92 °C ± 0,7°C no final do último ciclo de exercícios, em T₂₉, houve 1 elemento cuja percepção de Sensação Térmica atingiu o limiar da Escala denotada como “Muito Quente”.

No que concerne à percepção da Sensação Térmica, tal como se pode constatar na Figura 7, notou-se que à medida que os Protocolos decorreram os indivíduos sentiram um aumento da carga térmica que se encontra vinculada a sensações de Temperaturas mais Elevadas. É de realçar ainda que a Sensação Térmica sentida no Protocolo realizado a uma temperatura mais elevada foi superior quando comparada aos valores obtidos no Protocolo realizado a Temperatura Ambiente.

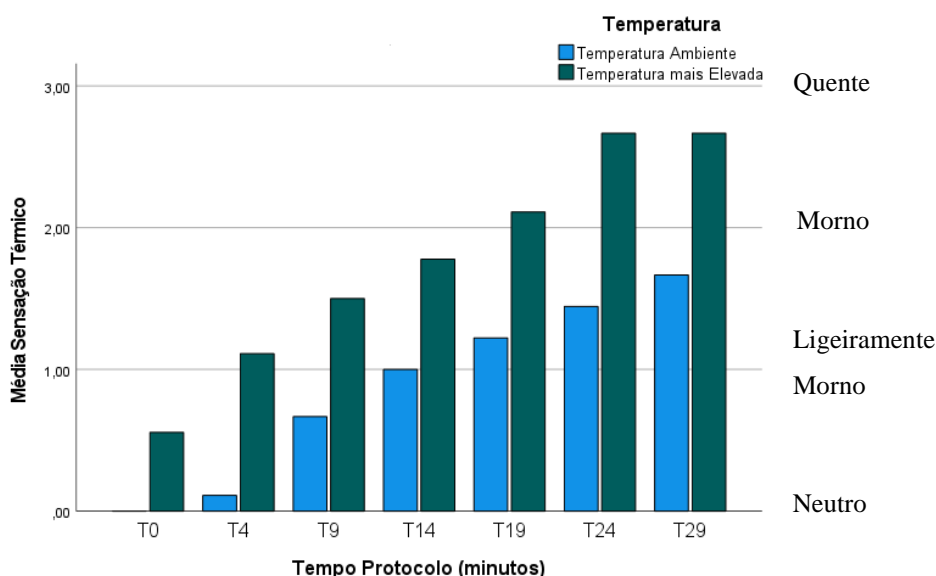


Figura 7 - Percepção da Sensação Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.3.3. Percepção da Humidade na Pele na Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

A percepção de Humidade na Pele tal como é referido no ponto 1.3.3 – Humidade na Pele, é considerada um bom indicador para a percepção de *stress* térmico e foi aplicada nos protocolos nas diferentes temperaturas a escala apresentada na Figura 25 do Anexo A para retirar valores em relação a este indicador.

Tal como aconteceu nas análises nos tópicos anteriormente referidos, na variação da percepção de Humidade na Pele, explanada na Figura 8, foram medidas as percepções no início do protocolo e logo após a finalização de cada exercício durante os 29 minutos de protocolo.

Como se encontra explanado na Figura 8, a Percepção de Humidade na Pele durante os 29 minutos de realização do Protocolo a Temperatura Ambiente aumentou, tendo-se verificado por parte da amostra uma percepção de Humidade na Pele durante o primeiro Ciclo de Exercícios, entre T₀ e T₉ de “Seca/Ligeiramente Húmida” e no final do último Ciclo de Exercícios, em T₂₉ os indivíduos sentiam a sua pele “Ligeiramente Húmida/Molhada”.

Relativamente aos dados recolhidos durante o Protocolo na temperatura mais elevada, houve uma maior variação de resultados sendo que os indivíduos durante o primeiro Ciclo de Exercícios sentiram a sua pele “Ligeiramente Húmida” e após realizarem o último Ciclo de Exercícios, em T₂₉ sentiam-na “Molhada”, tendo havido 2 indivíduos a atingir o limiar máximo da escala “Muito Molhado”.

Os valores obtidos revelam em média uma Humidade na Pele é mais elevada no protocolo realizado a 26,92 °C ± 0,7°C quando comparado com os valores recolhidos no protocolo realizado a 18,28°C ± 0,7°C.

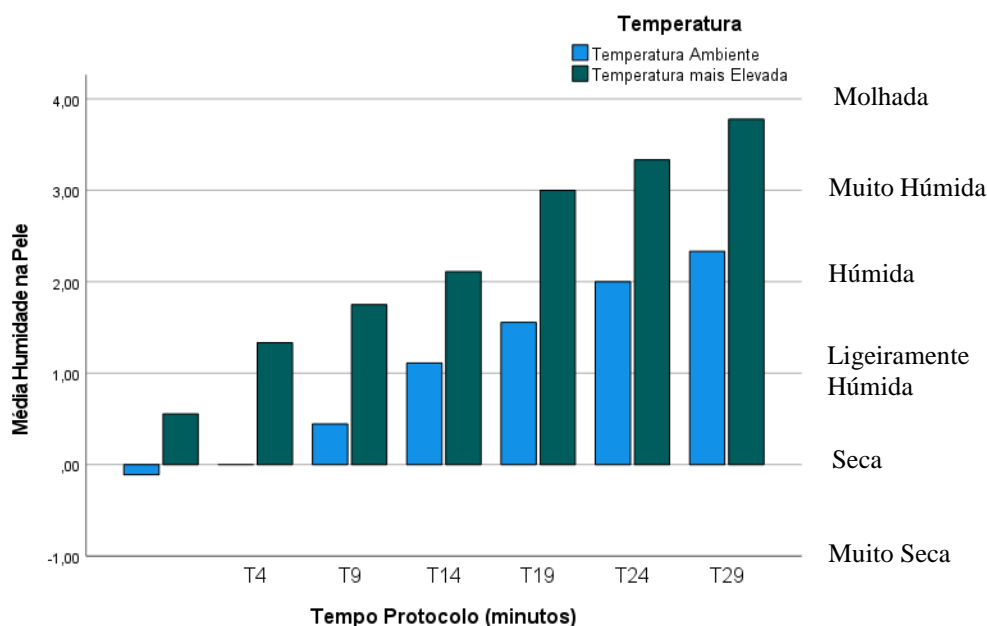


Figura 8 - Perceção da Humidade Na Pele Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

3.3.4. Perceção Subjetiva de Esforço Durante a Realização do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

A fim de entender a variação da Perceção Subjetiva de Esforço durante a realização do Protocolo Físico com diferentes temperaturas, aplicou-se a escala de Perceção Subjetiva de Esforço explanada na Figura 24 do Anexo A.

Seguindo o mesmo método de análise utilizado nos tópicos anteriores, em relação aos intervalos de tempo analisados, durante o primeiro Ciclo de Exercício (de T₀ a T₉), no protocolo realizado a Temperatura Ambiente, a amostra avaliou o esforço exigido como “Muito Fácil”, enquanto no último Ciclo de Exercícios considerou o esforço exercido como sendo “Muito Fácil/Fácil”.

No protocolo realizado a temperatura mais elevada, durante o primeiro Ciclo de Exercício, a amostra classificou o esforço exigido como sendo “Muito Fácil”, enquanto no último Ciclo de Exercícios, em média os indivíduos classificaram o esforço aplicado como “Muito Fácil/Fácil”.

Como se pode observar na Figura 9, ao longo da realização do Protocolo Físico em ambas as temperaturas a PSE tende a aumentar ainda que muito ligeiramente.

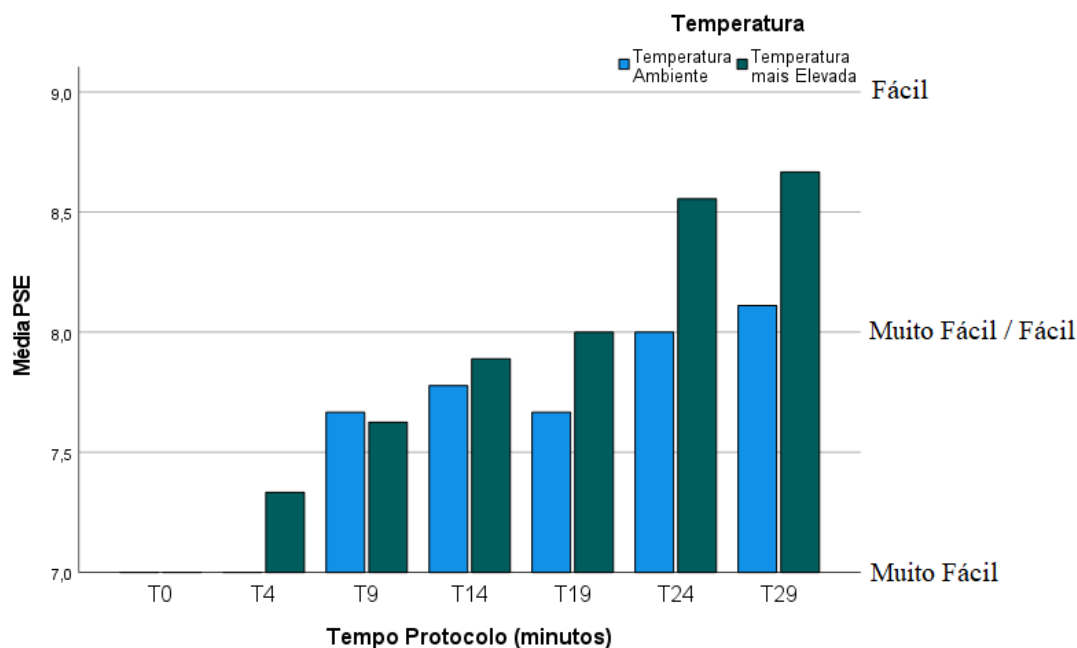


Figura 9 - Perceção Subjetiva de Esforço Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Fonte: Elaboração Própria

3.4. Relação entre o Sexo e a Tolerância ao Calor

No sentido de entender se existem diferenças entre os sexos biológicos associadas à forma como cada um destes tolera o calor e se adapta fisiologicamente às temperaturas do ambiente em que se insere, foram analisadas e comparadas as variáveis qualitativas e quantitativas de estudo descritas no Quadro 3 nos protocolos aplicados em diferentes temperaturas.

3.4.1. Variação Da Temperatura na Interna entre Sexos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

A análise da temperatura interna ao longo do protocolo teve em consideração os valores médios do início do protocolo, em T₀ e os minutos logo após a finalização de cada exercício durante os 29 minutos de protocolo, ou seja, em, T₄, T₉, T₁₄, T₁₉, T₂₄ e T₂₉, por uma questão de ser mais fácil de analisar e relacionar com os indicadores de percepção térmica.

Segundo a variação da temperatura interna no protocolo realizado a Temperatura Ambiente, explanado na Figura 10, verificou-se que para os tempos analisados nos 29 minutos de protocolo, para o sexo feminino a Temperatura Interna mínima inicial foi de 37,17 °C, a temperatura média do primeiro Ciclo de Exercícios, entre T₀ e T₉, foi de 37,42 ±

0,15 °C, a temperatura média do último Ciclo de Exercícios, entre T₂₀ e T₂₉, foi de 37,38 ± 0,15 °C e a Temperatura Interna máxima atingida durante os 29 minutos de protocolo foi de 38,05 °C. Para o sexo masculino, nos 29 minutos de protocolo a Temperatura Interna mínima inicial foi de 36,57 °C, a temperatura média do primeiro Ciclo de Exercício foi de 37,34 ± 0,27 °C, a temperatura média do último Ciclo de Exercício foi de 37,37 ± 0,29 °C e a Temperatura Interna máxima atingida foi de 38,05 °C.

No protocolo realizado a uma temperatura mais elevada, verificou-se que para o sexo feminino nos 29 minutos de protocolo a temperatura mínima recolhida foi 36,66°C, a temperatura média do primeiro Ciclo de Exercício foi de 37,21 ± 0,32 °C, a temperatura média do último Ciclo de Exercícios foi de 37,68 ± 0,26 °C e a Temperatura Interna Máxima recolhida foi de 38,05. Para o sexo masculino, a Temperatura Interna mínima inicial foi de 36,92 °C, a temperatura média do primeiro Ciclo de Exercício foi de 37,14 ± 0,16 °C, a temperatura média do último Ciclo de Exercício foi de 37,51 ± 0,24 °C e a Temperatura Interna máxima atingida foi de 38,09 °C.

Em relação à variação da Temperatura Interna tanto no protocolo realizado a temperatura de 18,28°C ± 0,7°C como no protocolo realizado a uma temperatura mais elevada de 26,92 °C ± 0,7°C explanada na Figura 10, verifica-se que existe uma ligeira tendência a que os valores serem superiores nos elementos do sexo feminino. No entanto, para validar se de facto esta variação é relevante, realizaram-se testes de hipóteses não paramétricos para a variação da Temperatura Interna entre sexos nos protocolos realizados nas diferentes temperaturas.

O teste de *Mann-Whitney*, tal como se encontra explicado no ponto 2.4 – Métodos Estatísticos Considerados, foi utilizado para verificar a diferença das temperaturas internas entre sexos durante a realização do exercício 1) (entre T₀ a T₄, T₁₀ a T₁₄ e T₂₀ a T₂₄) e durante a realização do exercício 2) (entre T₅ a T₉, T₁₅ a T₁₉ e T₂₅ a T₂₉) ao longo dos protocolos nas diferentes temperaturas. A análise estatística realizada com o teste de *Mann-Whitney* ao exercício 1) e ao exercício 2) ao longo do protocolo, foi realizada tendo em conta a mediana associada à realização de cada um dos exercícios avaliados individualmente ao longo dos protocolos uma vez que são exercícios com exigências físicas distintas. Neste sentido, foi considerado um nível de significância de 5%, ou seja, existe uma evidência significativa para rejeitar H₀ (A mediana do Sexo Feminino = mediana Sexo Masculino) quando *p-value* < 0,05 e onde o *p-value* representa o nível de significância.

A análise estatística realizada ao exercício 1) e ao exercício 2) ao longo do protocolo, revelou que durante a execução do exercício 1) no protocolo realizado à Temperatura

Ambiente ($18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$), existem diferenças entre as medianas da temperatura interna nestes intervalos de tempo entre os sexos, uma vez que $p\text{-value} = 0,021$ e sendo este menor que $0,05$, rejeita-se H_0 : “A mediana do Sexo Feminino = mediana Sexo Masculino” considerando-se, portanto H_1 “A mediana do sexo Feminino \neq mediana sexo Masculino”. No entanto, o mesmo não se verificou na realização do exercício 2) apresentando um $p\text{-value} = 0,128$, não se rejeitando H_0 .

Na realização tanto do exercício 1) como do exercício 2), de acordo com a descrição feita na Figura 1, onde o exercício 1) remete para os intervalos entre T_0 a T_4 , T_{10} a T_{14} e T_{20} a T_{24} , e o exercício 2) para os intervalos entre T_5 a T_9 , T_{15} a T_{19} e T_{25} a T_{29} , durante a realização do protocolo na temperatura mais elevada ($26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$), não se verificaram diferenças significativas entre sexos com $p\text{-values}$ de $0,128$ em ambos, não se tendo por isso rejeitado H_0 .

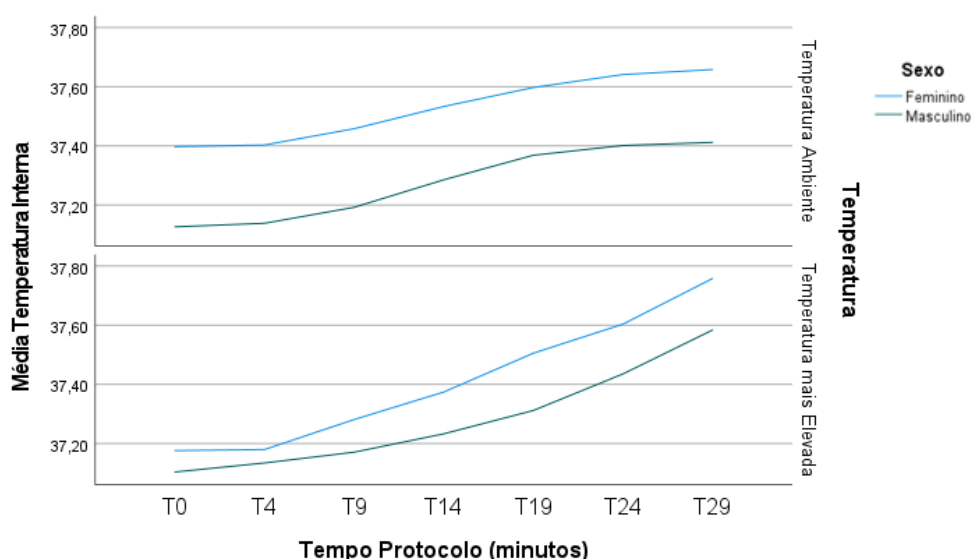


Figura 10 – Variação Média da Temperatura Interna em Ambos Sexos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Fonte: Elaboração Própria

3.4.2. Análise da Relação entre o Sexo e a Percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Percepção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

No que concerne à análise dos dados obtidos, foram analisados os indicadores de percepção de *stress* térmico no início do protocolo em T_0 , e logo após a finalização de cada exercício durante os 29 minutos de protocolo, ou seja, em T_4 , T_9 , T_{14} , T_{19} , T_{24} e T_{29} .

A percepção da Sensação Térmica sentida, tal como se pode constatar na Figura 15 do Apêndice C, foi ligeiramente superior nos elementos do sexo masculino quando comparado com os elementos do sexo feminino em ambas as temperaturas.

O Conforto Térmico analisado no decorrer do protocolo em ambas as Temperaturas, tal como se encontra explanado na Figura 16 do Apêndice C, revelou que tal como a percepção da Sensação Térmica não existiram muitas discrepâncias.

No entanto, neste caso os elementos do sexo feminino sentiram-se mais confortáveis em relação à temperatura a que foram submetidos, tanto no ambiente com $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ como no de $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ quando comparado com as percepções dos elementos do sexo masculino.

Relativamente à percepção de Humidade na Pele, podemos observar através da Figura 17 do Apêndice C que existe alguma discrepância entre sexos em ambos ambientes tendo-se verificado uma percepção de Humidade na Pele superior nos elementos do sexo masculino, tendo sido esta discrepância mais evidente no protocolo realizado em Temperatura Ambiente.

No que concerne à Percepção Subjetiva de Esforço, tal como podemos observar na Figura 18 do Apêndice C, não existem discrepâncias relevantes entre sexos tanto no protocolo realizado a Temperatura Ambiente como no protocolo realizado a uma temperatura mais elevada uma vez que se obtiveram resultados muito similares.

3.4.3. Influência do Ciclo Hormonal na Percepção Sensação Térmica, Conforto Térmico, Humidade na Pele e Variação das Temperaturas Interna e na Pele.

Apesar da amostra e dos resultados obtidos com a mesma não permitirem tirar conclusões sobre a influência do Ciclo Hormonal, na variação das variantes fisiológicas analisadas podemos observar nas Figuras 11 e 19, uma tendência referente aos elementos do sexo feminino que se encontram na Fase Lútea do ciclo menstrual em apresentarem uma Temperatura da Pele e Interna superior aos elementos femininos na Fase Folicular ou que tomam a pílula regularmente.

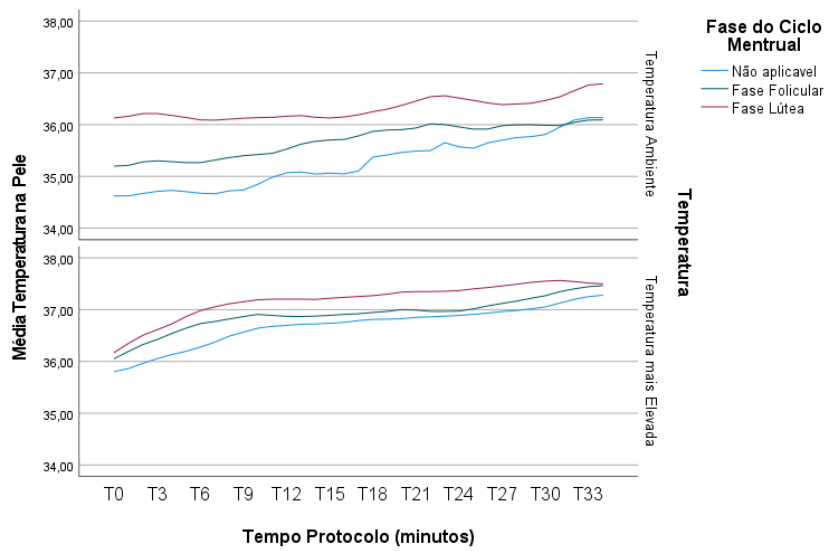


Figura 11 – Variação Média da Temperatura na Pele dos Elementos Femininos em Fases do Ciclo Menstrual Distintos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Fonte: Elaboração Própria

CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Variação Dos Fatores Fisiológicos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Em relação aos testes realizados da aplicação do protocolo físico nas diferentes temperaturas com o EPI, os fatores fisiológicos definidos como variáveis de análise foram a variação da Temperatura Interna, a variação da Temperatura na Pele e a variação da Frequência Cardíaca.

Quando se compara a variação dos fatores fisiológicos nos testes do protocolo realizado à temperatura ambiente de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ com os dados referentes ao protocolo realizado a $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ ambos com a utilização do EPI, observa-se que tal como nos estudos realizados por Brown et al. (1982) e Moyen et al. (2014) a Temperatura Interna, Temperatura na Pele e a Frequência Cardíaca tendem a aumentar com o passar do tempo em que os indivíduos se encontram a realizar atividade física. Da mesma forma, observou-se que quando o protocolo físico é realizado em temperaturas mais elevadas, existe uma maior variação da Temperatura Interna e da Temperatura na Pele e exige também uma maior exigência cardiovascular, verificável mediante uma maior variação da Frequência Cardíaca.

O facto de se ter evidenciado uma maior variação da Temperatura da Pele e Interna durante a realização dos protocolos com uma temperatura ambiente superior, vai de encontro com os estudos realizados por Parsons (2007), Sawaka et al. (2003) e Yamazaki (2013) uma vez que o calor produzido, resultante da atividade física e da dificuldade acrescida de dissipação de calor causada pela utilização do EPI, associado a ambientes com temperaturas superiores faz com que se aumente o fluxo sanguíneo, a Temperatura Interna e a Temperatura na Pele.

Em relação á variação da Frequência Cardíaca, verificou-se uma oscilação durante a realização do protocolo devido à diferença na exigência física requerida entre o exercício 1), o exercício 2) e nos minutos de intervalo. Ainda assim, apesar do Protocolo Físico em questão solicitar uma intensidade atividade física baixa, e por consequente uma menor variação da Frequência Cardíaca, os indivíduos apresentaram valores de frequência cardíaca mais elevados no protocolo realizado a uma temperatura ambiente superior. Estes resultados estão de acordo com o estudo realizado por Grandall e González-Alonso (2010) que explica esta variação com necessidade do organismo se adaptar às condições do ambiente em que se encontra e facilitar o processo de termorregulação.

4.2. Variação do Índice de Tensão Fisiológica ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

O Índice de Tensão Fisiológica foi utilizado como um indicador de *stress* térmico, tendo sido aplicada a fórmula desenvolvida por Moran (1998) que se apoia na variação da Temperatura Interna e da Frequência Cardíaca ao longo do protocolo.

Analisando os resultados obtidos no protocolo realizado em temperaturas distintas, os efeitos da temperatura ambiente no Índice de Tensão Fisiológica vão de encontro ao estudo realizado por Garson (2016) e Frank et al. (1996) uma vez que apesar de se verificar um aumento do ITF ao longo da realização de ambos os protocolos, no protocolo realizado com uma temperatura ambiente superior observaram-se valores de ITF superiores como se encontra explanado na Figura 5.

Tecendo agora uma análise mais específica, o ITF foi validado por estudos como o de Garson (2016) como um bom indicador de *stress* térmico que se baseia na variação da Temperatura Interna e na FC, no entanto, segundo os dados analisados, embora se verifique um aumento da variação média nestas duas variáveis fisiológicas durante os protocolos realizados nas diferentes temperaturas, o valor da FC expressa maiores oscilações de acordo com a intensidade física exigida no exercício em questão e, desta forma, como é possível analisar através da comparação dos gráficos das Figuras 4 e 5, os valores do ITF, estes são diretamente influenciados pelas oscilações da variação da FC. A Temperatura Interna apesar de contribuir também para um aumento dos valores do ITF, como é uma variável que se manifesta de uma forma mais linear, não provocou oscilações nos tão abruptas nos valores do ITF.

Tal como é referido por Davey, Downie, Griggs e Havenith, (2021) e constatado com os resultados obtidos, os estudos sobre a realização de atividade física de curta duração e de pouca intensidade física com o EPI, apresentam normalmente uma pouca variação da temperatura interna. Neste estudo verificou-se que a variação do ITF durante a realização deste protocolo encontra-se mais dependente das oscilações dos valores da FC do que propriamente da temperatura interna.

4.3. Variação da Percepção de Conforto Térmico, Sensação Térmica, Percepção Subjetiva de Esforço e Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Durante a realização do Protocolo Físico nas diferentes temperaturas foi analisada a variação de vários indicadores de percepção térmica, nomeadamente o Conforto Térmico, a Sensação Térmica, a PSE e a Humidade na Pele.

Segundo Garson (2016) e Li (2005) a análise conjunta de indicadores de percepção térmica subjetiva, permite obter uma melhor perspetiva sobre o estado tanto físico como psicológico, de como cada indivíduo se está a sentir perante as condições do ambiente em que este se encontra.

Desta forma para melhor analisar e interpretar os dados relativos aos indicadores de percepção subjetiva de *stress* térmico, os dados já anteriormente analisados individualmente são agora apresentados na Figura 12 relativamente à percepção de cada um dos indicadores no final de cada exercício nos protocolos nas diferentes temperaturas.

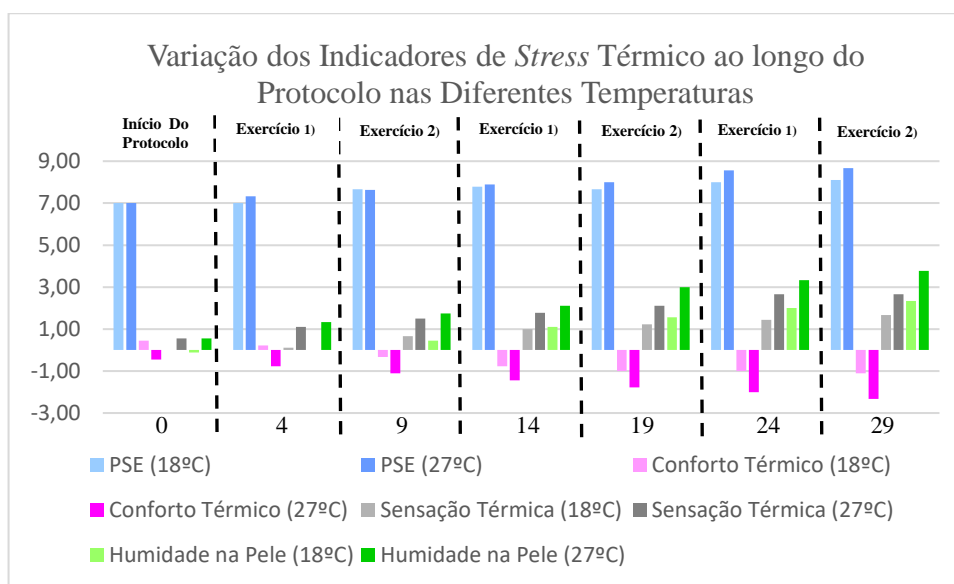


Figura 12 – Variação Média da Percepção de *Stress* Térmica Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

Desta forma, podemos constatar a partir dos dados explanados na Figura 12, que uma vez que o Protocolo Físico aplicado em ambientes com temperaturas diferentes não exige esforços físicos intensos, a variação da PSE não foi significativa durante a realização dos protocolos tanto na temperatura ambiente como na temperatura mais quente.

Em relação ao Conforto Térmico, Sensação Térmica e Humidade na Pele podemos verificar que existe uma relação tanto na análise isolada dos Protocolos nas duas temperaturas, como é também possível, verificar uma relação entre a variação destes indicadores para os mesmos exercícios do Protocolo Físico, mas em temperaturas distintas.

A análise realizada referente à variação do Conforto Térmico, Sensação Térmica e Humidade na Pele nos protocolos nas diferentes temperaturas de forma isolada vão de acordo com os resultados obtidos por Li (2005) e Han e Huang (2004) uma vez que, com o aumento da temperatura interna e ITF, quer no protocolo realizado à temperatura de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ como no protocolo realizado a $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$, se verificou que a perceção de Humidade na Pele e Sensação Térmica tendem a aumentar e o Conforto Térmico tende a diminuir.

Por quando se analisa os dados referentes à perceção de Sensação Térmica, Humidade na Pele e PSE nos mesmos exercícios, mas realizados em diferentes temperaturas, verifica-se que tal como é referido por Sharifi et al. (2021), Fakazawa e Havenith (2009) e Garson (2016) tendem a aumentar com o aumento da temperatura ambiente e consequente aumento da temperatura interna, temperatura na pele e ITF, enquanto o Conforto Térmico tende a diminuir.

4.4. Relação entre o Sexo e a Tolerância ao Calor

Para estudar a tolerância ao calor entre os sexos e verificar se estes reagem de forma diferente durante a prática de atividade física com o EPI perante ambientes com diferentes temperaturas, realizou-se uma análise sobre a variação dos fatores fisiológicos durante a realização do Protocolo Físico a $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$. Para complementar o estudo sobre a tolerância ao calor, para além da variação dos fatores fisiológicos foi analisada a perceção subjetiva de *stress* térmico através dos indicadores de sensação térmica referidos anteriormente durante a realização dos exercícios 1) e 2) tal como se encontra explanado na Figura 12.

Em relação à variação da Temperatura Interna e da Temperatura na Pele apresentada nas Figuras 20 e 21, analisando à primeira vista observa-se que tal como é referido por Stephenson e Kolka (1993) os elementos do sexo feminino tendem a apresentar valores de Temperatura Interna e Temperatura na Pele mais elevados. No entanto, o teste de *Mann-Whitney* referido anteriormente no tópico 3.4.1 - Variação Da Temperatura na Interna entre Sexos ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas, revelou que as diferenças entre a variação média da Temperatura Interna entre os sexos durante a realização do

protocolo físico nas diferentes temperaturas, só são consideradas significativas durante a realização do exercício 1) no protocolo realizado a Temperatura Ambiente.

Esta disparidade entre os valores da Temperatura Interna, podem ter sido influenciados pela diferença de intensidade física requerida, associada ao esforço que organismos com diferentes capacidades físicas têm de utilizar para realizar o mesmo trabalho físico. Desta forma através da interpretação dos gráficos explanados nas Figuras 22 e 23 referentes à variação média da Frequência Cardíaca e do ITF, respetivamente, podemos constatar que durante a realização do exercício 1) (minutos 4, 14 e 24) ao longo dos protocolos existe uma tendência para que os dados associados ao sexo masculino aumentem de uma forma menos abrupta, quanto os do sexo feminino o que vai ao encontro do que é referido por Stephenson e Kolka (1993).

Em relação à variação da Temperatura Interna e Temperatura na Pele dos elementos femininos durante a realização do protocolo nos ambientes com diferentes temperaturas em função do ciclo hormonal, os resultados obtidos vão de encontro ao estudo de Matsuda-Nakamura et al. (2015) uma vez que se verifica uma tendência para que os elementos femininos que se encontrem na fase lútea apresentem valores de Temperatura Interna e Temperatura na Pele mais elevados.

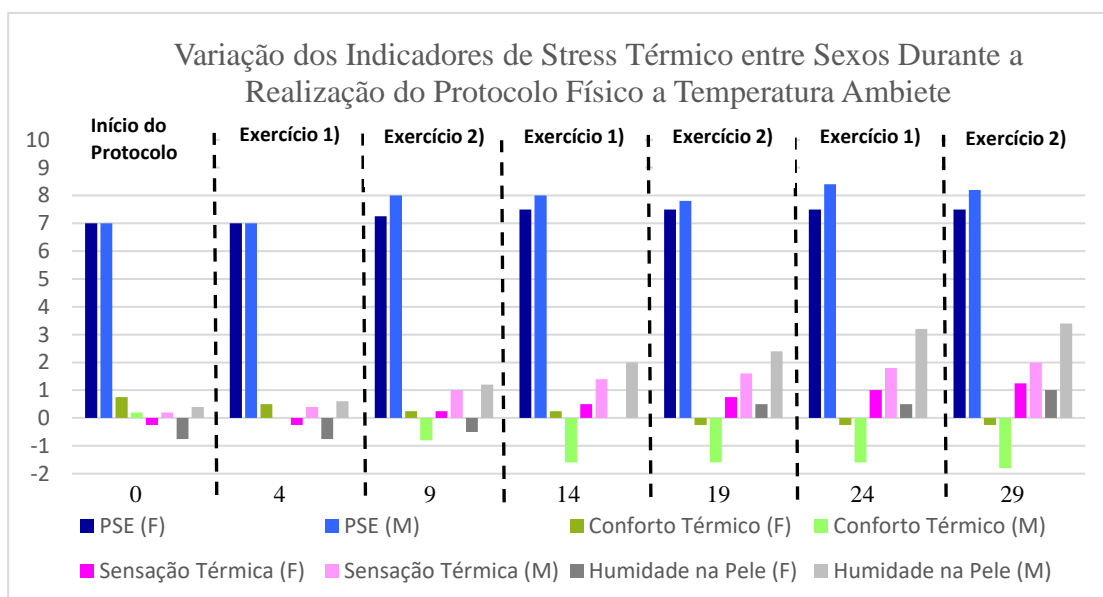


Figura 13 – Variação dos Indicadores de *Stress* Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico a Temperatura Ambiente

Fonte: Elaboração Própria

A análise da variação dos indicadores de *stress* térmico entre sexos durante a realização do protocolo físico a $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ com o EPI apresentado na Figura 13, demonstra que apesar de não se verificarem diferenças muito salientes, os elementos do sexo masculino tendem a considerar esta temperatura mais quente e menos confortável quando comparados com os elementos femininos. Ainda neste ambiente, as maiores diferenças encontradas entre os dois sexos foram encontradas na percepção de Humidade na pele, sendo que os elementos masculinos sentiram uma humidade consideravelmente superior na pele.

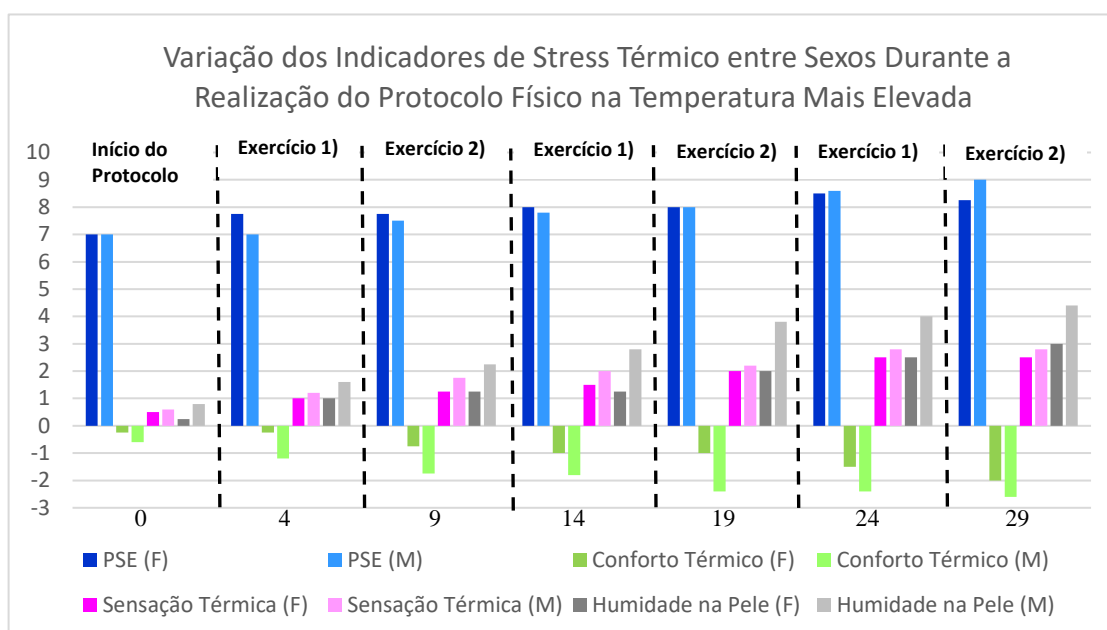


Figura 14 – Variação dos Indicadores de *Stress* Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico na Temperatura Mais Elevada

Fonte: Elaboração Própria

A análise da variação dos indicadores de *stress* térmico entre sexos durante a realização do protocolo físico a $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ com o EPI apresentado na Figura 14, à semelhança do que acontece no protocolo realizado à Temperatura Ambiente, apesar de se verificar uma ligeira tendência nos elementos do sexo masculino tenderem a considerar a temperatura do ambiente mais quente e menos confortável quando comparados com os elementos femininos, não se verificam grandes disparidades. Neste caso, constatou-se uma menor discrepância tanto nas percepções de sensação e conforto térmico como na percepção de humidade na pele.

CAPÍTULO 5. CONCLUSÃO

O presente trabalho de investigação analisa a variação dos fatores fisiológicos e a tolerância ao calor de uma amostra representativa dos membros pertencentes às equipas NBQR durante a realização de um protocolo físico, com o EPI, em ambientes com temperaturas controladas de $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$.

A análise realizada sobre a variação de fatores fisiológicos como a Temperatura Interna, a Temperatura na Pele e a Frequência Cardíaca relacionada em função da variação do Índice de Tensão Fisiológico e as perceções subjetivas de *stress* térmico como a Sensação Térmica e o Conforto Térmico durante a utilização do EPI, assenta no facto de serem vários os teatros de operações em ambientes com temperaturas elevadas e, onde existe a possibilidade de serem empregues os elementos das equipas NBQR. Neste sentido, é importante entender qual o impacto que a temperatura ambiente pode ter no organismo destes militares equipados com o EPI, durante a realização de várias tarefas que exijam esforço físico e assim poder prevenir situações clínicas indesejáveis relacionadas com o emprego destes militares no calor.

O processo metodológico que suporta este trabalho está baseado na análise documental e na análise dos testes realizados relativamente à aplicação do protocolo físico nas diferentes temperaturas.

Relativamente à PD n. °1, “De que forma a diferença de sexo influencia na aplicação deste protocolo?”, foram analisadas as variações fisiológicas e as perceções térmicas resultantes da aplicação do protocolo em cada uma das temperaturas e entre elas. O que se verificou na análise das variações fisiológicas, nomeadamente da Temperatura Interna, Temperatura na Pele e da Frequência Cardíaca foi que estas apresentam na maioria dos casos poucas discrepâncias, no entanto, estas tendem a ser ligeiramente superiores nos elementos do sexo feminino em ambos os ambientes.

Relativamente à análise da tolerância ao calor, apesar dos resultados obtidos da variação dos fatores fisiológicos, a análise dos indicadores de perceção subjetiva de *stress* térmico indicaram que os elementos do sexo masculino na realização do protocolo físico em ambas as temperaturas, a $18,28^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e a $26,92^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$, obtiveram uma perceção de Sensação Térmica e Humidade na Pele mais elevada e sentiram-se mais desconfortáveis com a temperatura ambiente quando comparados com os elementos do sexo feminino.

Quanto à PD n. °2, “Quais os parâmetros mais adequados para definir os limites de tolerância ao calor durante o protocolo, com utilização do EPI?”, verificou-se que, de entre os parâmetros fisiológicos analisados, a temperatura interna e a frequência cardíaca são os que possuem mais relação com a tolerância ao calor. A linha de pensamento utilizada para chegar a essa conclusão foi que, tanto a Temperatura Interna como a FC exercem um impacto direto na variação do Índice de Tensão Fisiológica, que por sua vez é considerado um bom indicador de *stress* térmico.

No entanto, constatou-se que durante a realização do protocolo os valores da FC apresentaram maiores oscilações, estas oscilações influenciaram diretamente nos valores do Índice de Tensão Fisiológica.

No entanto, apesar de a monitorização dos fatores fisiológicos seja importante na monitorização da tolerância ao calor durante a realização do protocolo com o EPI, mesmo por uma questão de segurança, as percepções subjetivas de *stress* físico constituem também boas ferramentas para avaliar o estado físico e psicológico dos indivíduos perante as condições em que se encontram.

No que diz respeito à PD n. °3, “Qual a temperatura exterior mais favorável à determinação dos limites de tolerância ao calor?”, verificou-se que tanto na análise das variantes fisiológicas como dos indicadores de percepção subjetiva de *stress* térmico a variação dos resultados foi superior no protocolo realizado a $26,92\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$. Desta forma, constatou-se que o ambiente com temperatura superior desencadeou no organismo uma maior necessidade de resposta das variantes fisiológicas para se adaptar à temperatura ambiente e colocou o indivíduo mais fora da sua zona de conforto térmico. Por estas razões o ambiente com a temperatura mais elevada demonstra-se mais legítimo para determinar os limites de tolerância ao calor.

Em relação à PD n. °4, “De que forma variam os fatores fisiológicos medidos em relação a ambientes com diferentes características?”, foi constatado que o ambiente com a temperatura mais elevada obteve resultados de Temperatura da Pele, Temperatura Interna, Frequência Cardíaca e Índice de Tensão Fisiológica mais elevado. Isto acontece porque o organismo quando é exposto a temperaturas mais elevadas sofre várias adaptações fisiológicas no sentido de manter um equilíbrio térmico entre a temperatura corporal e a temperatura ambiente.

Com as PD respondidas, é possível agora responder à PP da presente investigação, “O protocolo realizado permite avaliar e retirar pareceres sobre as tolerâncias ao calor dos militares que utilizam o Equipamento de Proteção Individual (EPI)?”, a realização do

protocolo físico em questão está organizado em três ciclos de exercícios, cada um deles compreende dois exercícios de quatro minutos distintos que exigem uma demanda física distinta, no final de cada exercício os indivíduos possuem um minuto onde se avalia a sua percepção subjetiva de *stress* térmico. Esta análise realizada sobre a percepção de cada indivíduo sobre o seu estado e da forma como este percebe as condições do ambiente em que se insere permite tirar ilações sobre a sua tolerância ao calor e sobre a sua capacidade de adaptação a ambientes com diferentes temperaturas.

Por outro lado, em relação às limitações associadas à realização do presente TIA, relacionam-se essencialmente com tamanho reduzido da amostra.

É também uma lição que os vários contratempos que se encontram associados com a disponibilidade de cada indivíduo da amostra ou com problemas técnicos que ocorrem com os vários aparelhos utilizados na monitorização da amostra, estão sempre presentes na realização de um estudo onde se realizam testes experimentais e como é o caso do presente trabalho de investigação.

Relativamente a perspectivas futuras, seria interessante aplicar o mesmo Protocolo Físico com o EPI em ambientes com temperaturas mais elevadas e com uma amostra de maiores dimensões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, F. T., Vimieiro-Gomes, A. C., Machado-Moreira, C. A., Magalhães, F. C., Rosa, M. S., Prado, L. S., & Rodrigues, L. O. C. (2006). Is sweat rate during steady state exercise related to maximum oxygen uptake? *Journal of Thermal Biology*, 31(6), 521–525. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2006.05.006>
- Armstrong, L. E., Costill, D. L., & Fink, W. J. (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Medicine and science in sports and Exercise*, 17(4), 456-461. <https://doi.org/10.1249/00005768-198508000-00009>
- Baker, F. C., Sibozza, F., & Fuller, A. (2020). Temperature regulation in women: Effects of the menstrual cycle. *Temperature*, 7(3), 226–262. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1735927>
- Bensel, C. K. (1997). Soldier Performance and Functionality: Impact of chemical protective clothing. *Military Psychology*, 9(4), 287–300. https://doi.org/10.1207/s15327876mp0904_2
- Biswas, S. (2020). A study on resting heart rate and heart rate variability of athletes, non-athletes and cricketers. *American Journal of Sports Science*, 8(4), 95. <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20200804.13>
- Brage, S., Ekelund, U., Brage, N., Hennings, M. A., Froberg, K., Franks, P. W., & Wareham, N. J. (2007). Hierarchy of individual calibration levels for heart rate and accelerometry to measure physical activity. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 682–692. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00092.2006>
- Brown, N. J., Stephenson, L. A., Lister, G., & Nadel, E. R. (1982). Relative anaerobiosis during heavy exercise in the heat. *In Federation Proceedings* (Vol. 41, No. 5, pp. 1677-1677). <https://doi.org/10.1002/9780470694930.ch17>
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4rd ed.). Oxford University Press Inc.
- Canino, M. C., Foulis, S. A., Cohen, B. S., Walker, L. A., Taylor, K. M., Redmond, J. E., & Sharp, M. A. (2020). Quantifying training load during physically demanding tasks in U.S. Army soldiers: A comparison of physiological and psychological measurements. *Military Medicine*, 185(5–6), e847–e852. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz445>
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Roberts, W. O., & Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement:

- fluid replacement for athletes. *PubMed*, 35(2), 212–224.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16558633>
- Charkoudian, N., & Stachenfeld, N. S. (2014). Reproductive hormone influences on thermoregulation in women. *Comprehensive Physiology*, 4(2), 793–804.
<https://doi.org/10.1002/cphy.c130029>
- Cheung, S. S., Lee, J. K., & Oksa, J. (2016). Thermal stress, human performance, and physical employment standards. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism/Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6 (Suppl. 2)), S148–S164. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0518>
- Crandall, C. G., & Gonzalez-Alonso, J. (2010). Cardiovascular function in the heat-stressed human. *Acta physiologica*, 199(4), 407-423. Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2010.02119>.
- Davey, S. L., Downie, V., Griggs, K., & Havenith, G. (2021). The physiological strain index does not reliably identify individuals at risk of reaching a thermal tolerance limit. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04642-3>
- De Maio, M., Onate, J., Swain, D., Morrison, S., Ringleb, S., & Naiak, D. (2009). Physical Performance Decrements in Military Personnel Wearing Personal Protective Equipment (PPE). *Human Performance Enhancement for NATO Military Operations*. <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a567881.pdf>.
- Department of the army Washington DC. (2011). Multi-Service Doctrine for Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Operations.
- Estado Maior do Exército [EME]. (2019). PDE 3-40-00 – Defesa NBQR. Lisboa: Estado Maior do Exército português, Ministério da Defesa Nacional de Portugal.
- Fernhall, B., Mccubbin, J. A., Pitetti, K. H., Rintala, P., Rimmer, J. H., Millar, A. L., & De Silva, A. (2001). Prediction of maximal heart rate in individuals with mental retardation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(10), 1655–1660.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200110000-00007>
- Fortin, M.-F. (1999). O Processo de investigação: Da concepção à realização. Lusociência.
- Frank, A., Belokopytov, M., Shapiro, Y., & Epstein, Y. (2001). The cumulative heat strain index - a novel approach to assess the physiological strain induced by exercise-heat stress. *European Journal of Applied Physiology*, 84(6), 527–532.
<https://doi.org/10.1007/s004210000368>
- Freixo, M. J. (2012). Metodologia Científica: Fundamentos Métodos e Técnicas (4^a ed.). Lisboa: Instituto PIAGET.

- Fukazawa, T., & Havenith, G. (2009). Differences in comfort perception in relation to local and whole body skin wettedness. *European Journal of Applied Physiology*, *106*(1), 15–24. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-0983-z>
- Gagnon, D., & Kenny, G. P. (2011). Sex modulates whole-body sudomotor thermosensitivity during exercise. *Journal of Physiology*, *589*(24), 6205–6217. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.219220>
- Galloway, S. D. R., & Maughan, R. J. (1997). Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *29*(9), 1240–1249. <https://doi.org/10.1097/00005768-199709000-00018>
- Garson, C. N. (2016). *Thermoregulation in the Encapsulated Environment* (Doctoral dissertation, University of Portsmouth).
- Givoni, B., & Goldman, R. F. (1972). Predicting rectal temperature response to work, environment, and clothing. *Journal of Applied Physiology*, *32*(6), 812–822. <https://doi.org/10.1152/jap.1972.32.6.812>
- Grucza, R., Pekkarinen, H., Titov, E., Kononoff, A., & Hanninen, O. (1993). Influence of the menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in young women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *67*(3), 279–285. <https://doi.org/10.1007/bf00864229>
- Han, T., & Huang, L. (2004). A model for relating a thermal comfort scale to EHT comfort index. *SAE Technical Papers on CD-ROM/SAE Technical Paper Series*. <https://doi.org/10.4271/2004-01-0919>
- Hart, A. (2001). Mann-Whitney test is not just a test of medians: differences in spread can be important. *BMJ. British Medical Journal*, *323*(7309), 391–393. <https://doi.org/10.1136/bmj.323.7309.391>
- Howe, A. S., & Boden, B. P. (2007). Heat-Related illness in athletes. *the American Journal of Sports Medicine*, *35*(8), 1384–1395. <https://doi.org/10.1177/0363546507305013>
- Hydren, J. R., & Zambraski, E. J. (2015). International research consensus. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(Supplement 11), S24–S27. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001084>
- Iyoho, A. E., Ng, L. J., & MacFadden, L. (2017). Modeling of gender differences in thermoregulation. *Military Medicine*, *182*(S1), 295–303. <https://doi.org/10.7205/milmed-d-16-00213>

- Jacobs, I. (1980). The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate anaerobic Test. *International Journal of Sports Medicine*, *01*(01), 21–24. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1034625>
- Koumar, O., Beaufils, R., Chesneau, C., Normand, H., & Bessot, N. (2023). Validation of e-Celsius gastrointestinal telemetry system as measure of core temperature. *Journal of Thermal Biology*, *112*, 103471. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103471>
- Krueger, G. P. (2001). Psychological and performance effects of Chemical-Biological Protective clothing and equipment. *Military Medicine*, *166*(suppl_2), 41–43. https://doi.org/10.1093/milmed/166.suppl_2.41
- Lei, T., Cotter, J. D., Schlader, Z. J., Stannard, S. R., Perry, B. G., Barnes, M. J., & Mündel, T. (2018). On exercise thermoregulation in females: interaction of endogenous and exogenous ovarian hormones. *Journal of Physiology*, *597*(1), 71–88. <https://doi.org/10.1113/jp276233>
- Li, Y. (2005). Perceptions of temperature, moisture and comfort in clothing during environmental transients. *Ergonomics*, *48*(3), 234–248. <https://doi.org/10.1080/0014013042000327715>
- Machado, E. M. (2017). Ingestão voluntária de fluídos e o estado de hidratação em jogadores seniores de futebol profissional (*Master's thesis, Egas Moniz School of Health & Science (Portugal)*).
- Maley, M. J., Minett, G. M., Bach, A. J., Stewart, K. L., & Stewart, I. B. (2020). Extending work tolerance time in the heat in protective ensembles with pre- and per-cooling methods. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, *85*, 103064. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103064>
- Matsuda-Nakamura, M., Yasuhara, S., & Nagashima, K. (2015). Effect of menstrual cycle on thermal perception and autonomic thermoregulatory responses during mild cold exposure. *Journal of Physiological Sciences*, *65*(4), 339–347. <https://doi.org/10.1007/s12576-015-0371-x>
- Morais, C. (2005). Escalas de Medida, Estatística Descritiva e Inferência Estatística.
- Moran, D. S., Shitzer, A., & Pandolf, K. B. (1998). A physiological strain index to evaluate heat stress. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology/American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology*, *275*(1), R129–R134. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1998.275.1.r129>
- Moyen, N. E., Mündel, T., Du Bois, A. M., Ciccone, A. B., Morton, R. H., & Judelson, D. A. (2014). Increasing humidity affects thermoregulation during Low-Intensity exercise

- in women. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 85(9), 905–911. <https://doi.org/10.3357/ASEM.3993.2014>
- Murray, B. (2007). Hydration and physical performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(sup5), 542S-548S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2007.10719656>
- Murray, S. L., Simon, Y. L., & Sheng, H. (2011). The effects of chemical protective suits on human performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(6), 774–779. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.06.001>
- National Strength and Conditioning Association. (2017). *Essentials of Tactical Strength and Conditioning* (B. Alvar, K. Sell, & P. Deuster, Eds.). Champaign: Human Kinetics
- NATO (2012). AJP-3.8(A) *Allied Joint Doctrine for Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Defence*. NATO Standardization Agency (NSA).
- Nero, D.M. (2019). *Aptidão física e saúde: exercício físico, saúde e fatores associados a lesões (Vol.3)*. São Paulo: Pimenta Cultural. DOI: 10.31560/pimentacultural/2019.799
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisløff, U., Stoylen, A., & Karlsen, T. (2012). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 697–704. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x>
- Ogliari, G., Mahinrad, S., Stott, D. J., Jukema, J. W., Mooijaart, S. P., Macfarlane, P. W., Clark, E. N., Kearney, P. M., Westendorp, R. G., De Craen, A. J. M., & Sabayan, B. (2015). Resting heart rate, heart rate variability and functional decline in old age. *CMAJ. Canadian Medical Association Journal*, 187(15), E442–E449. <https://doi.org/10.1503/cmaj.150462>
- Pandolf, K. B., Burr, R. E., & Walter Reed Army Medical Center of Washington DC. (2002). *Medical Aspects of Harsh Environments. Volume 1*. Walter Reed Army Medical Center of Washington DC.
- Pappas, P. A., & DePuy, V. (2004). An overview of non-parametric tests in SAS: when, why, and how. Paper TU04. Duke Clinical Research Institute, Durham, 1-5.
- Parsons, I. T., Stacey, M. J., & Woods, D. R. (2019). Heat adaptation in military personnel: Mitigating risk, maximizing performance. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01485>
- Parsons, K. (2007). Human thermal environments. In *CRC Press eBooks*. <https://doi.org/10.1201/9781420025248>

- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Gray, R. (2004). Physical fitness and job performance of firefighters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(2), 348-352. <https://doi.org/10.1519/r-12812>.
- Rogers, S. M., & Baker, M. A. (1996). Thermoregulation during exercise in women who are taking oral contraceptives. *European Journal of Applied Physiology*, *75*(1), 34–38. <https://doi.org/10.1007/s004210050123>.
- Rosado, P. (2017). *Elementos Essenciais de Sociologia Geral*. Gradiva.
- Sarmiento, M. (2013). *Guia prático sobre a metodologia científica para elaborar, escrita e apresentação de teses de doutoramento, dissertações de mestrado e trabalhos de investigação aplicada*. (3ª Ed.). Lisboa: Universidade Lusíada.
- Sawka, M. N., Wenger, C. B., Montain, S. J., Kolka, M. A., Bettencourt, B., Flinn, S., Gardner, J., Matthew, W. T., Lovell, M., & Scott, C. (2003). Heat stress control and heat casualty management [Dataset]. In *PsycEXTRA Dataset*. <https://doi.org/10.1037/e458312006-001>
- Schweiker, M., André, M., Al-Atrash, F., Al-Khatri, H., Alprianti, R. R., Alsaad, H., Amin, R., Ampatzi, E., Arsano, A. Y., Azar, E., Bannazadeh, B., Batagarawa, A., Becker, S., Buonocore, C., Cao, B., Choi, J., Chun, C., Daanen, H., Damiaty, S. A., . . . Zomorodian, Z. (2020). Evaluating assumptions of scales for subjective assessment of thermal environments – Do laypersons perceive them the way, we researchers believe? *Energy and Buildings*, *211*, 109761. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109761>
- Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. (2010). *EFSA Journal*, *8*(3). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1459>
- Sekiguchi, Y., Adams, W. M., Benjamin, C. L., Curtis, R. M., Giersch, G. E., & Casa, D. J. (2019). Relationships between resting heart rate, heart rate variability and sleep characteristics among female collegiate cross-country athletes. *Journal of Sleep Research*, *28*(6). <https://doi.org/10.1111/jsr.12836>
- Sharifi, S., Saman, W., Alemu, A., & Boland, J. (2020). A proposed long-term thermal comfort scale. *Building Research and Information/Building Research & Information*, *49*(6), 661–678. <https://doi.org/10.1080/09613218.2020.1836950>
- Shi, X., Zhu, N., & Zheng, G. (2013). The combined effect of temperature, relative humidity and work intensity on human strain in hot and humid environments. *Building and Environment*, *69*, 72–80. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.07.016>
- Stephenson, L. A., & Kolka, M. A. (1993). Thermoregulation in women. *Exercise and sport sciences reviews*, *21*(1), 231-262.

- Tingelstad, H. C., Theoret, D., Spicovck, M., & Haman, F. (2016). Explaining performance on military tasks in the Canadian Armed Forces: the importance of morphological and physical fitness characteristics. *Military Medicine*, 181(11), e1623–e1629. <https://doi.org/10.7205/milmed-d-15-00458>
- Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. *Occupational Medicine*, 67(5), 404–405. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>
- Yamazaki, F. (2013). Effectiveness of Exercise-Heat acclimation for preventing heat illness in the workplace. *Journal of UOEH*, 35(3), 183–192. <https://doi.org/10.7888/juoeh.35.183>

APÊNDICES

Apêndice A – Declaração de Consentimento Informado

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Título do Estudo: Validação do protocolo físico para o controlo de parâmetros fisiológicos aplicados aos elementos que integram a equipa Nuclear Biológico Químico e Radiológico.

Investigador responsável: Aspirante de Infantaria Francisco Pedrosa Sousa Pinto

Orientador: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Eu, abaixo-assinado declaro que me foram explicados os objetivos principais deste estudo:

- 1) Perceber se o protocolo é válido para diferentes sexos.
- 2) Entender se a avaliação desenvolvida no protocolo realizada a temperaturas e estímulos de trabalho distintos é válido para definir uma temperatura de segurança na utilização do EPI.
- 3) Entender se o protocolo permite avaliar os diferentes níveis de degradação dos fatores fisiológicos durante a utilização do Equipamento de Proteção Individual (EPI).
- 4) Entender se o protocolo permite chegar a valores standard de segurança em ambientes com características diferentes.

Descrição do circuito:

- 1) O protocolo inicia com o indivíduo em frente a um sandbag de 5 kilos no solo junto a uma parede da sala. Quando é dado a voz de iniciar o elemento que está a realizar o teste tem de pegar no sandbag e tocar com ele numa marcação previamente colocada na parede a 1 metro do solo. De seguida, tem de percorrer 5,7 metros em linha reta até á parede

do lado oposto da sala, onde já se encontra um outro sandbag de 5 kilos e uma marcação na parede com as mesmas dimensões e realizar o mesmo exercício. Este ciclo repete-se durante 4 minutos ao ritmo de 6 batidas por minuto com 13 cliques entre elas gerado por um metrónomo e onde cada batida implica um toque com os sandbags de 5 kilos nas diferentes paredes.

2) Após o 1), o indivíduo dispõe de 1 minuto de descanso onde lhe são apresentadas quatro escalas para ele responder de acordo com a perceção de esforço, humidade na pele, sensação térmica e conforto térmico.

3) Terminado o minuto de descanso e a resposta às escalas o indivíduo inicia agora um ciclo de 4 minutos de step com um ritmo de 15 batidas por minuto onde cada batida representa o elemento sair da posição inicial (fora do step), subir ao mesmo e voltar à posição inicial.

4) Após realizar o ciclo de 4 minutos de step o indivíduo à semelhança da 2) dispõe de 1 minuto de descanso onde vai responder às mesmas 4 escalas.

O conjunto da 1), 2), 3) e 4) demora um conjunto de 10 minutos (4+1+4+1 min, respetivamente). O protocolo completo consiste na realização de 3 conjuntos consecutivos dos pontos 1), 2), 3) e 4) com um total de 30 minutos, seguidos de 4 minutos de repouso e retorno à calma sentado numa cadeira.

Durante a realização de todo o protocolo incluindo os 4 minutos de repouso finais, os indivíduos encontravam-se equipados com o seguinte material; fato de proteção individual NBQR da Drager®, luvas e botas impermeáveis, uma máscara NBQR, uma banda com um sensor de frequência cardíaca da Polar, modelo H9 ou H10, para monitorar a frequência cardíaca durante todo o protocolo. Possui ainda uma cápsula eletrónica e-Celsius que após ter sido calibrada e ingerida pelo indivíduo transmite a temperatura interna diretamente e em tempo real para o monitor eViewer, o Biosignalsplux 8 Temperature foi utilizado para monitorar a temperatura na pele com um sensor térmico em contacto direto com a pele.

Sendo conhecedor/a do circuito declaro também que:

- 1) Aceito participar de livre vontade no estudo da autoria do Aspirante de Infantaria Francisco Pedrosa Sousa Pinto, orientado pela Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões, no âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Ciências Militares, na

Especialidade de Infanteria.

- 2) Fui informado de que a presente investigação envolve a recolha a recolha de dados físicos e fisiológicos e estou de acordo em os fornecer;
- 3) Sou conhecedor que vou realizar:
 - a. O Circuito do Protocolo físico a aproximadamente 18°C e a 26°C;
- 4) Entendo que se pretende que os elementos realizem os testes nas mesmas condições de forma a se obter resultados mais exatos e, para isso comprometo-me a nas 24 horas anteriores a ambos os protocolos em diferentes temperaturas, ingerir 45 mililitros de água por cada quilograma de peso.
- 5) Autorizo a publicação dos resultados obtidos e foi-me assegurado que, em relação à confidencialidade dos meus dados, a identificação dos participantes neste estudo será salvaguardada.
- 6) Estou ciente de que posso a qualquer momento negar ou interromper a minha participação neste estudo, sem quaisquer penalizações ou repercussão;

Assinatura do Investigador

Assinatura do Participante

Apêndice C – Gráficos Referentes à Variação dos Fatores Fisiológicos e da Percepção Subjetiva de Stress Térmico entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes.

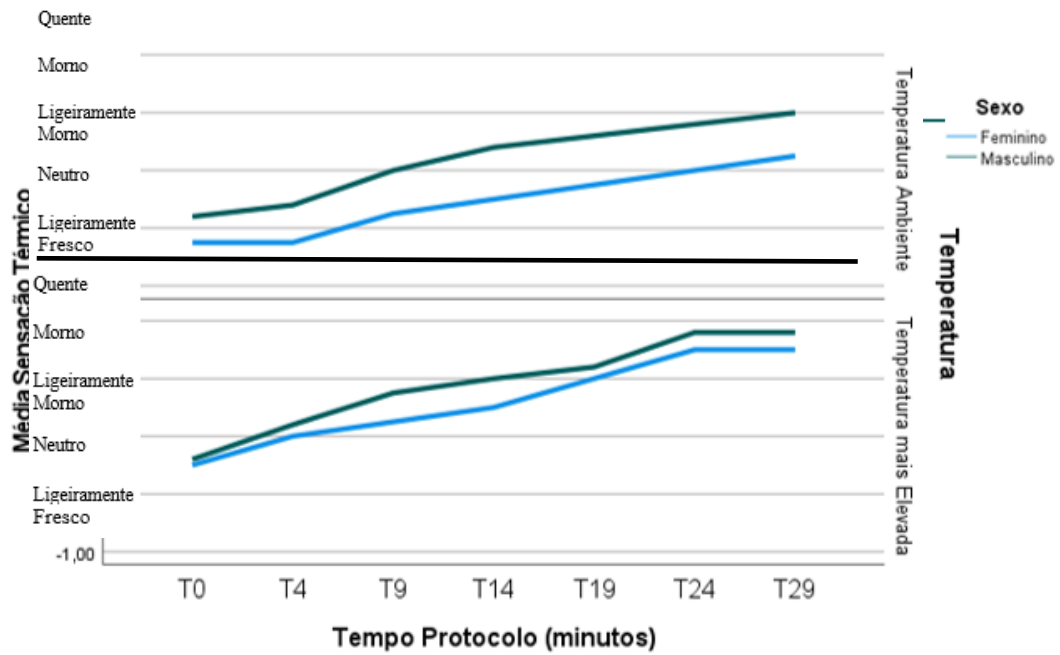


Figura 15 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Sensação Térmica ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

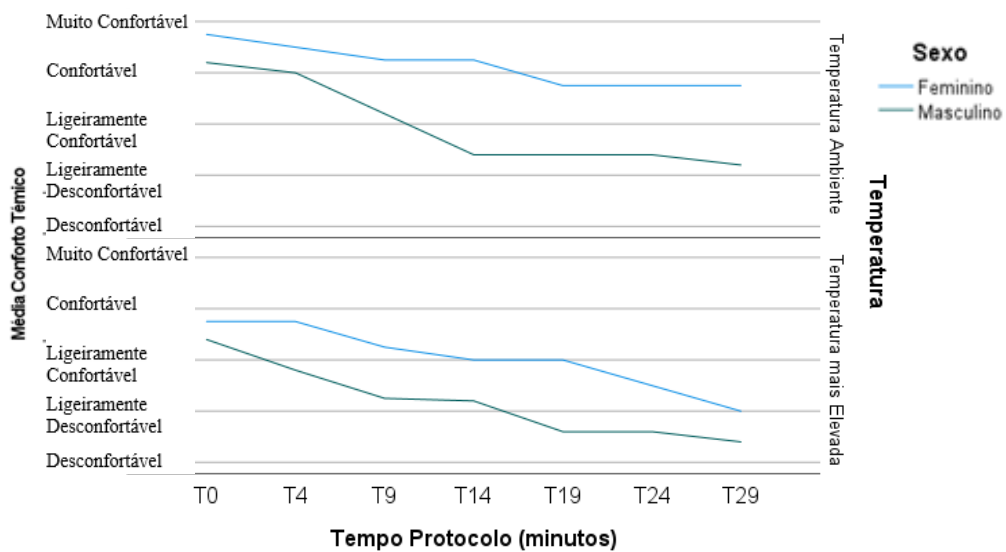


Figura 16 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Conforto Térmico ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

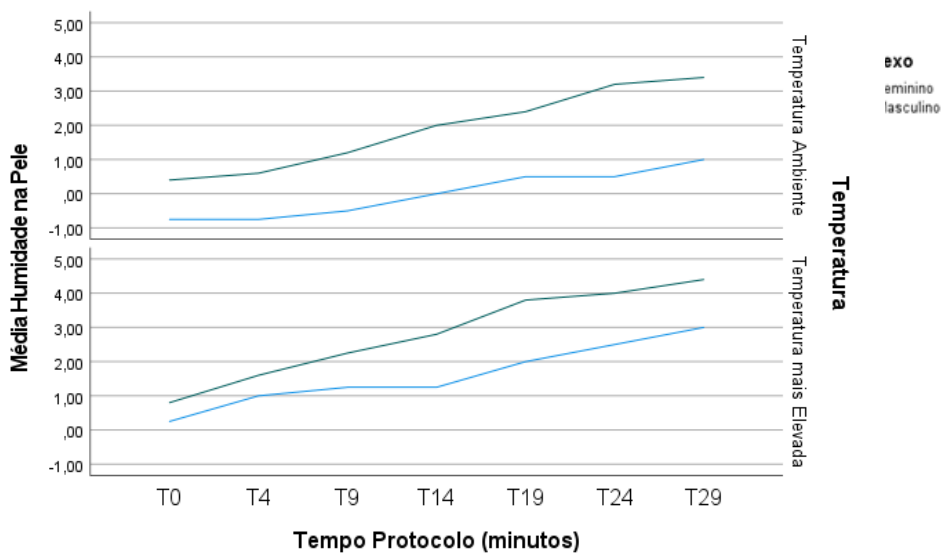


Figura 17 – Relação entre o Sexo e a Percepção de Humidade na Pele ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

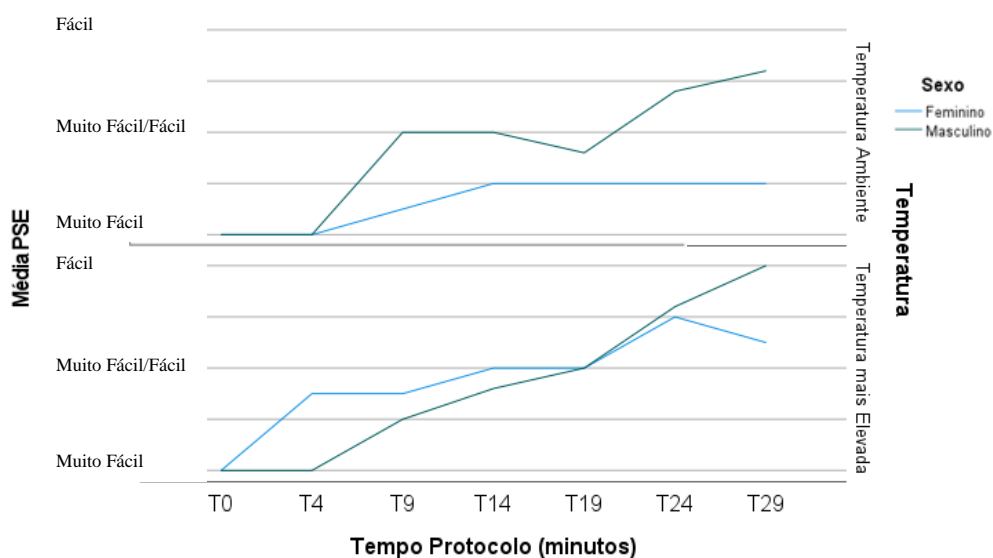


Figura 18 – Relação entre o Sexo e a Percepção Subjetiva de Esforço ao Longo do Protocolo Físico nas Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

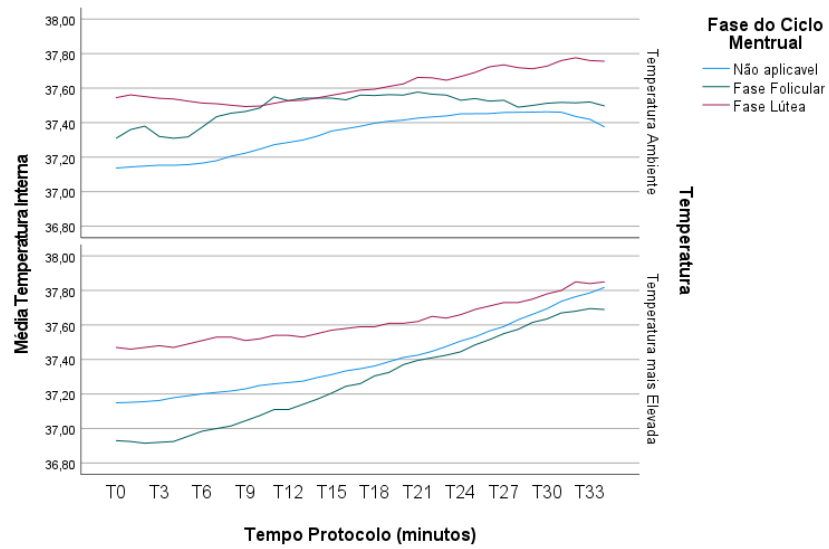


Figura 19 – Relação entre a Média da Temperatura na Interna dos Elementos Femininos em Fases do Ciclo Menstrual Distintos ao Longo do Protocolo Físico em Ambientes com Temperaturas Diferentes

Fonte: Elaboração Própria

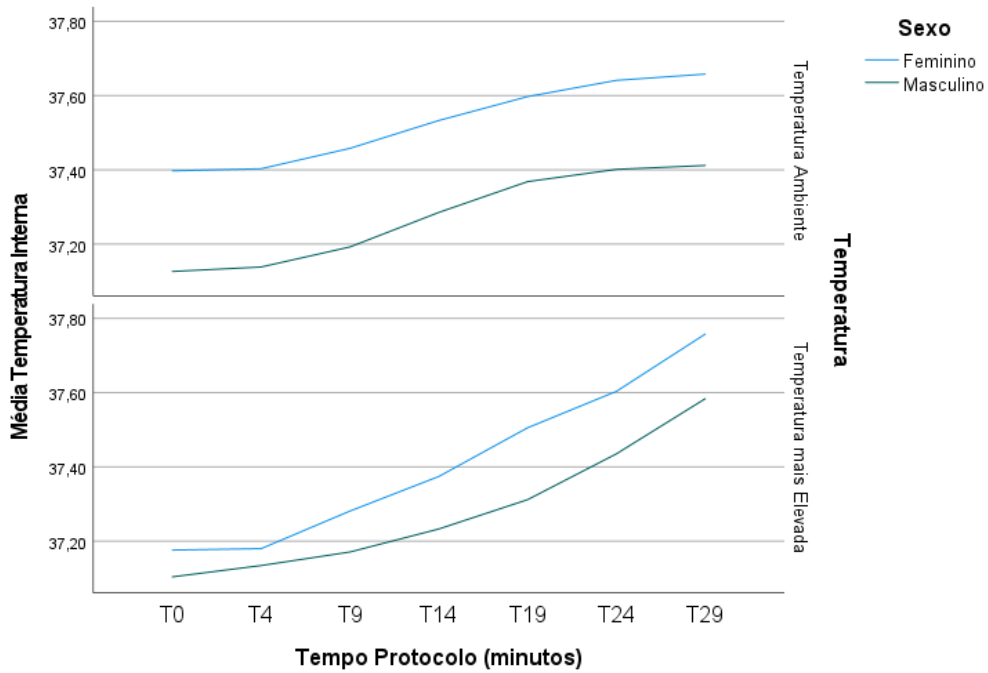


Figura 20 – Variação Média da Temperatura Interna entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

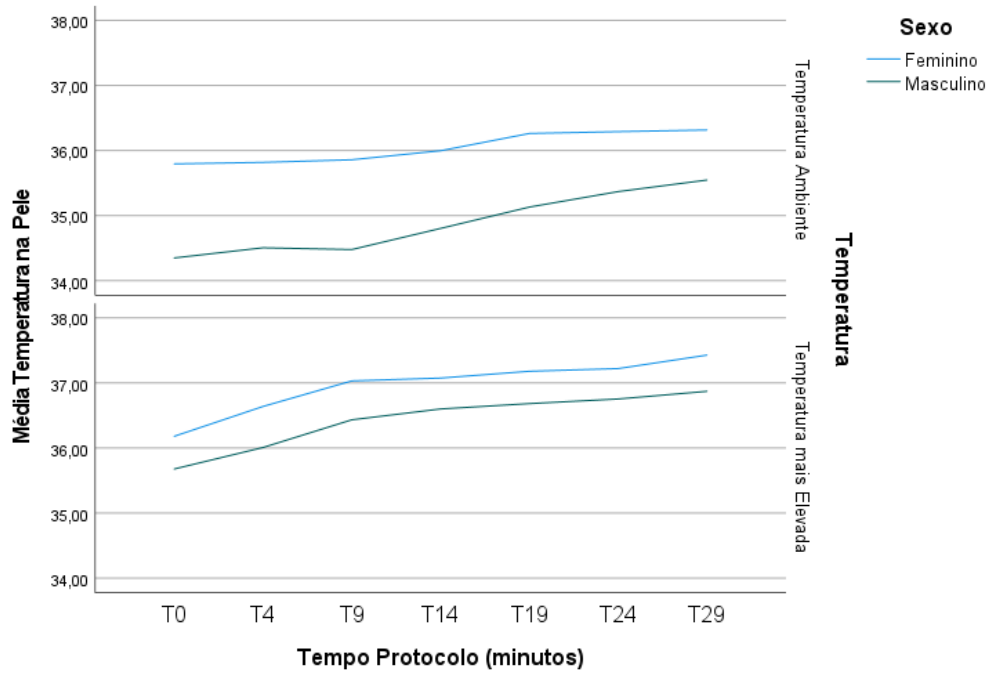


Figura 21 – Variação Média da Temperatura na Pele entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

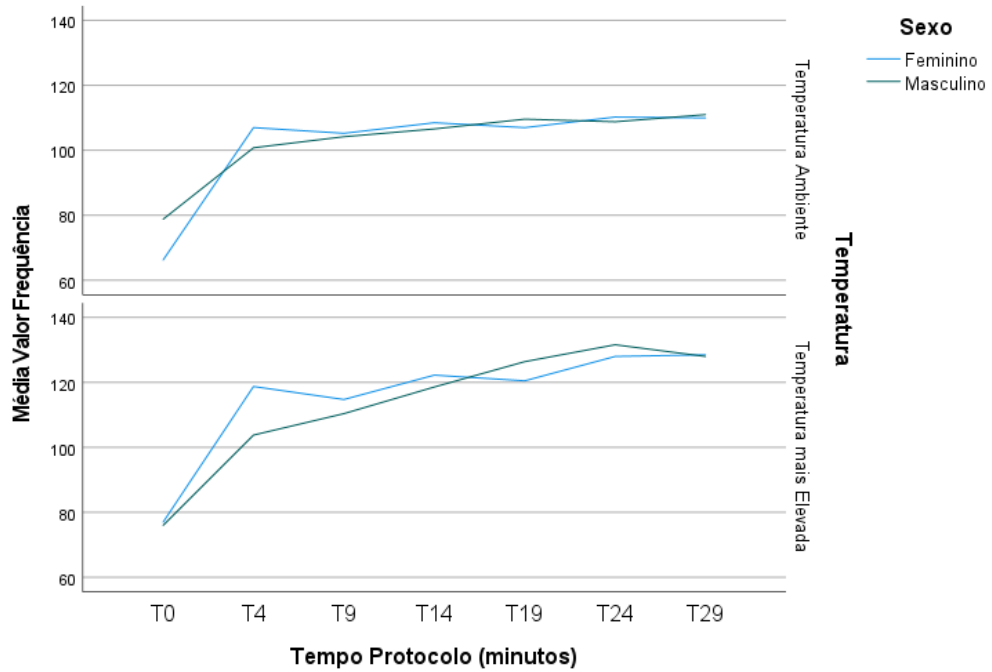


Figura 22 – Variação da Frequência Cardíaca entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

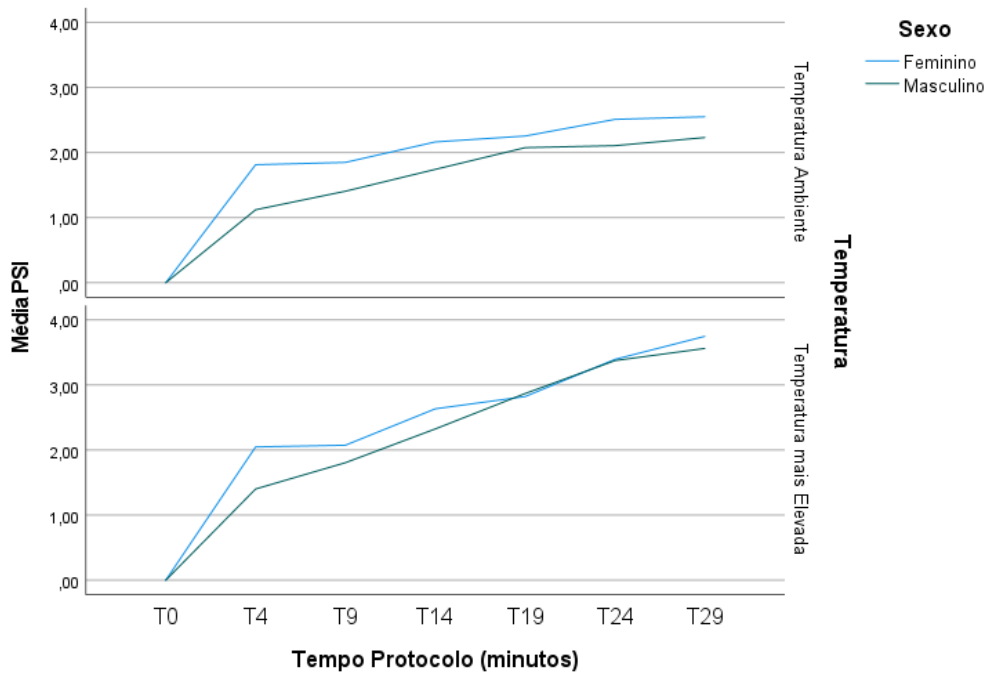











Figura 23 – Variação Média do Índice de Tensão Fisiológica entre Sexos Durante a Realização do Protocolo Físico nos Ambientes com Diferentes Temperaturas

Fonte: Elaboração Própria

Apêndice D – Material Utilizado e Respetivas Características

Equipamento de Proteção Individual (EPI)	Medidor de temperatura e humidade ThermoPro TP50	Aparelho de medir a Tensão Sanitas SBM 67	Steps e Sandbag Ziva	Pssadeira de corrida BH Fitness® Movemia Treadmill TR800
 <p>Macacão de proteção NBQR com capuz de Polietileno (Tychem F Dupont™), bastante impermeável e resistente a líquidos pesados e tóxicos; luvas de proteção impermeáveis de borracha (Alphatec 38-514, da Ansell®); botas de borracha impermeáveis com palmilha de aço; uma máscara com sistema de proteção e filtragem de respiração (Panorama nova F2, da Drager®).</p>	 <p>Amplitude de medição da Temperatura: -50°C aos 70°C Precisão de medição da temperatura: ±1 °C Amplitude de medição de Humidade: 30% a 80% Precisão de medição da Humidade: ± 2 %</p>	 <p>Amplitude de medida da Frequência cardíaca : 40 bpm a 160 bpm. Amplitude da pressão arterial 40 mmHg a 260 mmHg</p>	 <p>Step constituído por duas paletes de madeira e 21 cm de altura total. Sandbags ZIVA com 5 Kg e pegas de Nylon ergonómicas.</p>	 <p>Amplitude de velocidade 0.8 a 22 Km/h Amplitude de inclinação 0% a 15 % Sensores de frequência cardíaca nos apoios de mão Botão de emergência.</p>
<p>Bandas de medição de Frequência Cardíaca Polar H9 e H10</p>	<p>Cápsula Eletrónica e-Celsius com monitor eViewer e pulseira de Advertência</p>	<p>Biosignalsplux 8 Temperature sensor</p>	<p>Balança Inner Scan V BC- 601</p>	
 <p>Estes sensores utilizam-se ambos com uma banda de peito ajustável e recebem medições de frequência cardíaca em tempo real que são passados via Bluetooth para o aparelho eletrónico emparelhado.</p>	 <p>Medidas: 17,6 mm de comprimento e 8,6mm de diâmetro. Intervalo de monitorização de 24 a 48h Capacidade de gerir até 3 capsulas em simultâneo.</p>	 <p>Amplitude de medição de temperatura entre 0°C e 50°C Dimensões: 1.6cm x 2.2cm x 0.5 cm Recolha em tempo real</p>	 <p>Precisão: 0.1% Capacidade máxima de carga: 150 kg Permite medir: peso, Índice de Massa Corporal, Índice de Massa Gorda, Massa Magra e a Percentagem de água no corpo.</p>	

ANEXOS

Anexo A – Escalas de Percepção Subjetiva de Stress Térmico

PERCEÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO

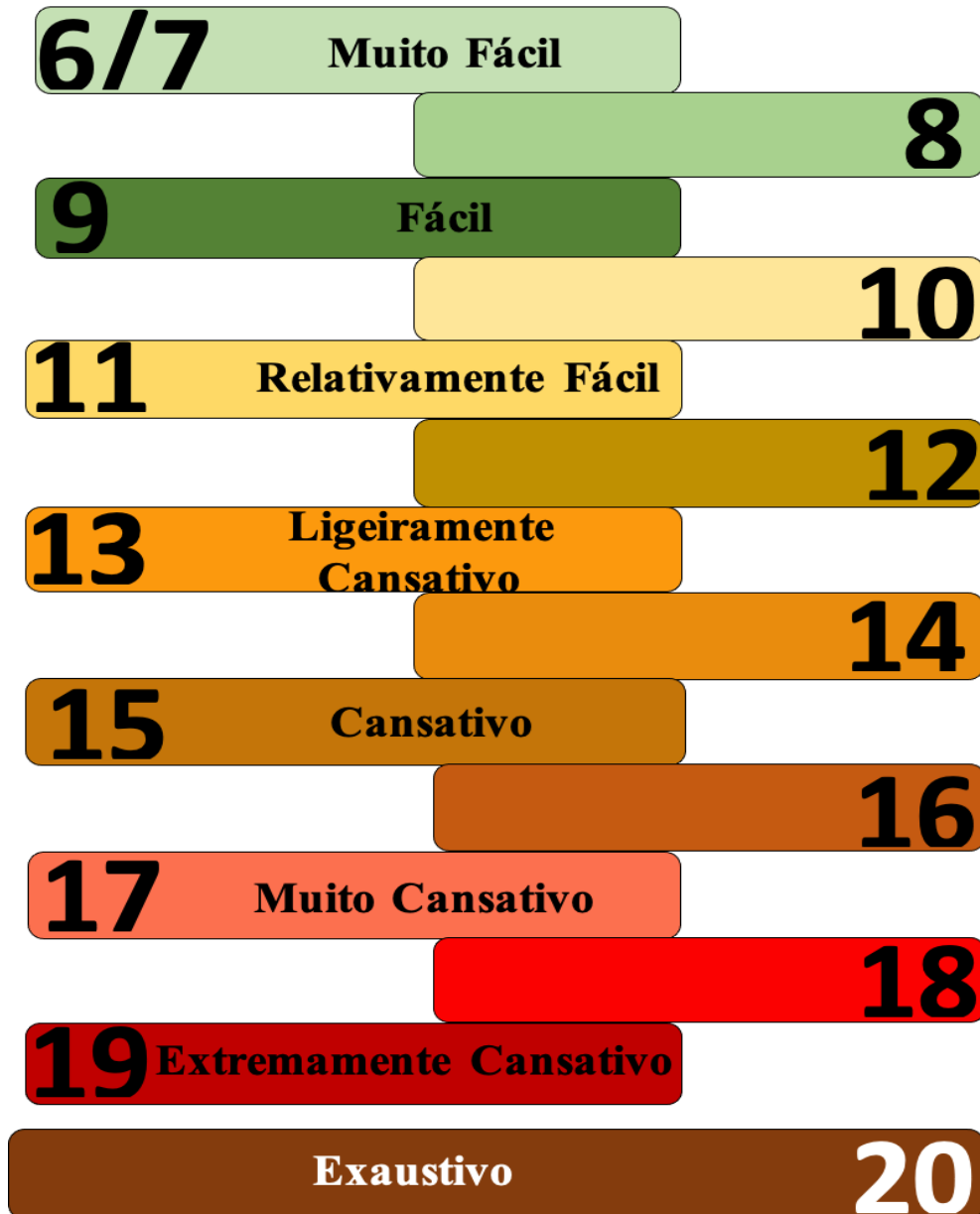


Figura 24 – Escala da Percepção Subjetiva de Esforço

HUMIDADE NA PELE

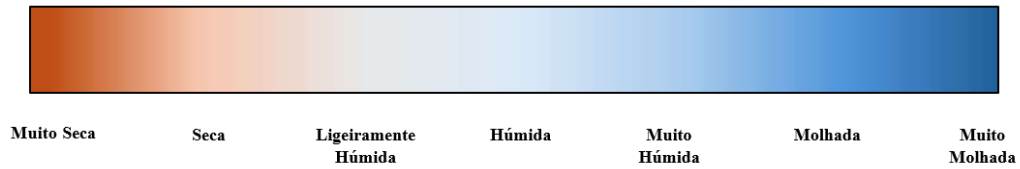


Figura 25 – Escala da Percepção de Humidade na Pele

SENSAÇÃO TÉRMICA

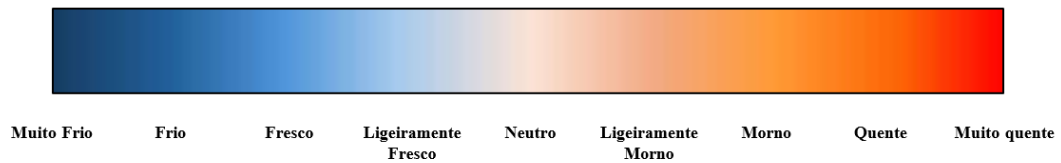


Figura 26 – Escala da Percepção de Sensação Térmica

CONFORTO TÉRMICO

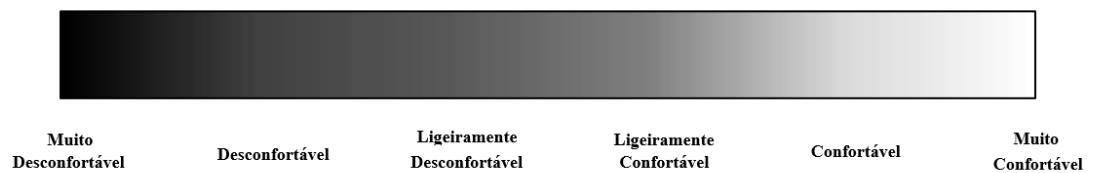


Figura 27 – Escala da Percepção de Conforto Térmico