

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS**

PHELIPE HENRIQUE CARDOSO DE CASTRO

**LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS, CARGA DE TREINAMENTO E
RECUPERAÇÃO DURANTE O TREINAMENTO BÁSICO MILITAR DA ACADEMIA
DA FORÇA AÉREA**

SÃO CARLOS

2022

PHELIPE HENRIQUE CARDOSO DE CASTRO

**LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS, CARGA DE TREINAMENTO E
RECUPERAÇÃO DURANTE O TREINAMENTO BÁSICO MILITAR DA ACADEMIA
DA FORÇA AÉREA**

Tese apresentada ao Programa Interinstitucional de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, da Universidade Federal de São Carlos e Universidade Estadual Paulista, como requisito para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Claudia Garcia de Oliveira Duarte

SÃO CARLOS

2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Phelipe Henrique Cardoso de Castro, realizada em 20/06/2022.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Ana Claudia Garcia de Oliveira Duarte (UFSCar)

Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck (UFSCar)

Prof. Dr. Fabio Angioluci Diniz Campos (UNIFA)

Prof. Dr. Rodrigo Romero Faria Santos (IFSULDEMG)

Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki (UFTM)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas.

Dedico este trabalho aos meus pais
Carlos Alberto de Castro e Nirley Cardoso de Castro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pelas bênçãos e oportunidades colocadas em minha vida.

Aos meus pais, Carlos e Nirley, pelo amor incondicional, pela dedicação em me ensinar valores como respeito, honestidade e amizade e por não medirem esforços para que este sonho se tornasse realidade. Ao meu irmão Matheus, pela amizade e amor em todos os momentos.

A todos os meus familiares de Guapé, MG e Viçosa, MG pela grande torcida. Amo vocês! Aos meus amigos de longa data e aos que encontrei nessa caminhada. Vocês foram fundamentais para concretização desse sonho.

Aos pesquisadores integrantes do Laboratório de Nutrição e Metabolismo aplicados ao Exercício pelas discussões acadêmicas que de alguma forma contribuíram para realização desta tese. De forma especial à professora e orientadora Ana Claudia Garcia de Oliveira Duarte por todo ensinamento. Obrigado por depositar sua confiança no meu trabalho.

Agradeço a todos os colegas da turma de doutorado e docentes do Programa Interinstitucional de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas pelos momentos compartilhados durante as disciplinas.

Aos professores Wladimir Rafael Beck e Jeffer Eidi Sasaki pelas considerações com este trabalho no exame de qualificação e por aceitarem fazer parte da minha banca de defesa. Aos professores Fábio Angioluci Diniz Campos e Rodrigo Romero Faria Santos por aceitarem fazer parte da minha banca de defesa. Com certeza as contribuições de vocês foram valiosas para conclusão deste estudo.

Agradeço à Academia da Força Aérea por possibilitar a realização desse trabalho, em especial, à Seção de Educação Física, pelo auxílio na condução da pesquisa e ao Setor de Fisioterapia. Em especial agradeço ao Brigadeiro Baccarin, Cel Gabriel e Major Belo que autorizaram e contribuíram de maneira significativa para o desenvolvimento da pesquisa. Obrigado aos Srs. pela amizade.

Ao Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins, pelo empréstimo da câmera termográfica para a realização do presente estudo e por todas as discussões referentes à termografia. Agradeço também ao seu orientando de doutorado Alisson

Gomes da Silva pelo conhecimento compartilhado referente a avaliação da temperatura da pele.

Ao Sergio Antonio Zullo, analista administrativo em estatística no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, rede Ebserh, pelo auxílio nas análises dos dados do presente trabalho.

Agradeço ao meu grande amigo Joilson Meneguci por toda contribuição desde a elaboração do projeto até a fase de finalização desta tese. A sua contribuição foi essencial para o término do doutorado. Muito obrigado pela amizade.

Por fim, agradeço ao grande professor Fernando Roberto de Oliveira (*in memoriam*), por todos os exemplos acadêmicos, profissionais e de vida. Nunca me esquecerei do grande aprendizado desde os momentos iniciais da minha graduação. Você se tornou para mim um exemplo de dedicação ao trabalho e despertou todo o amor pelo Atletismo.

RESUMO

Assim que entram para as instituições militares, todos os indivíduos são submetidos obrigatoriamente, a um rigoroso período, denominado de Treinamento Básico Militar (TBM). Nesse sentido, o presente estudo teve o objetivo de avaliar e caracterizar as lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento, recuperação, concentração de creatina quinase (CK) e temperatura da pele durante o TBM da Academia da Força Aérea (AFA). Trata-se de um estudo longitudinal, realizado durante o TBM da AFA, com duração de 37 dias. Para verificar as lesões musculoesqueléticas ocorridas durante o treinamento, foi realizado um levantamento diário dos prontuários médicos e fisioterapêuticos. Após as instruções de treinamento militar, os participantes eram avaliados através da percepção de esforço de cada sessão (PSE) e uma vez ao dia, sempre antes da primeira atividade, foram questionados sobre estágio atual de recuperação utilizando a escala de qualidade total da recuperação (QTR). A partir da PSE, foi calculada a carga total de treinamento semanal (CTTS) e o índice de monotonia. No período pré-TBM e ao final de cada semana foram medidas as concentrações de CK e temperaturas da pele. Foram avaliados 103 militares, do sexo masculino. Durante o TBM, foram registradas 121 lesões musculoesqueléticas, sendo estas sofridas por 64,1% (n=66) dos militares. A região corporal com maior frequência de lesões foram os membros inferiores (75,2%). Dos participantes que sofreram pelo menos uma lesão musculoesquelética, 42,4% (n=28) foram dispensados por pelo menos um dia das atividades. A CTTS da semana 2, $20010,1 \pm 4010,1$ (U.A), foi a menor quando comparada com as demais ($p < 0,001$). As médias semanais encontradas para monotonia foram superiores a $2,6 \pm 0,5$. Para a QTR, a segunda semana foi a de pior recuperação ($11,5 \pm 1,6$) ($p < 0,001$). A CK aumentou logo no início do treinamento e manteve-se durante todo o TBM com valores superiores à avaliação inicial. Foram encontradas assimetrias bilaterais superiores a $0,5^\circ$ em diversas regiões corporais, sendo o joelho a região mais acometida. Foi verificada correlação positiva entre a CK e a temperatura dos bíceps, peitorais e joelhos, mas somente em algumas semanas. Os achados do presente estudo indicam que o TBM apresentou elevado percentual de lesões, sendo os membros inferiores a região mais afetada. As cargas semanais de treinamento foram altas, não apresentaram progressão e tiveram elevada monotonia. A recuperação durante todo o estágio não foi adequada. A CK

aumentou logo no início do estágio e manteve-se elevada. A temperatura da pele apresentou assimetrias, mas estas não se correlacionaram com a concentração de CK.

Palavras-chave: Carga de treino. Recuperação. Militares. Lesões musculoesqueléticas. Creatina Quinase. Temperatura da pele. Termografia infravermelha.

ABSTRACT

As soon as they enter the military institutions, all individuals are obligatorily submitted to a rigorous period, called Basic Military Training (BMT). In this sense, the present study aimed to evaluate and characterize musculoskeletal injuries, training load, recovery, creatine kinase (CK) concentration and skin temperature during the BMT of the Air Force Academy (AFA). This is a longitudinal study, carried out during the AFA TBM, lasting 37 days. To verify the musculoskeletal injuries that occurred during training, a daily survey of medical and physiotherapeutic records was carried out. After the military training instructions, the participants were evaluated through the subjective perception of exertion (SPE) and once a day, always before the first activity, they were asked about the current stage of recovery using the total quality of recovery scale (TQR). From the SPE, the total weekly training load (TWTL) and the monotony index were calculated. In the pre-BMT period and at the end of each week, CK concentrations and skin temperatures were measured. A total of 103 male soldiers were evaluated. During the BMT, 121 musculoskeletal injuries were recorded, which were suffered by 64.1% (n=66) of the military. The body region with the highest frequency of injuries were the lower limbs (75.2%). Of the participants who suffered at least one musculoskeletal injury, 42.4% (n=28) were excused from activities for at least one day. The TWTL of week 2, 20010.1 ± 4010.1 (U.A), was the lowest when compared to the others ($p < 0.001$). The weekly averages found for monotony were higher than 2.6 ± 0.5 . For TQR, the second week was the one with the worst recovery (11.5 ± 1.6) ($p < 0.001$). CK increased right at the beginning of training and remained throughout the BMT with values higher than the initial assessment. Bilateral asymmetries greater than 0.5° were found in several body regions, with the knee being the most affected region. A positive correlation was found between CK and the temperature of the biceps, pectorals and knees, but only in a few weeks. The findings of the present study indicate that the TBM had a high percentage of injuries, with the lower limbs being the most affected region. The weekly training loads were high, showed no progression and had high monotony. Recovery throughout the stage was not adequate. CK increased at the beginning of the stage and remained high. Skin temperature showed asymmetries, but these did not correlate with CK concentration.

Keywords: Training load. Recovery. Military. Musculoskeletal injuries. Creatine Kinase. Skin temperature. Infrared thermography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Protocolo de estudo aplicado durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019.....	28
Figura 2 – Ilustração representativa das imagens térmicas e regiões corporais de interesse analisadas no presente estudo: A) Vista anterior superior; B) Vista anterior inferior; C) Vista posterior inferior; D) Vista lateral esquerda; E) Vista lateral direita	32
Figura 3 – Distribuição dos registros de lesões musculoesqueléticas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea (n=66), 2019	35
Figura 4 – Distribuição das lesões por regiões corporais (n=121 lesões) registradas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019	36
Figura 5 – Carga de treinamento semanal total de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=103)	39
Figura 6 – Monotonia de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=103)	40
Figura 7 – Qualidade Total da Recuperação de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15)	41
Figura 8 – Concentração de Creatina Quinase ao longo do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15)	42
Figura 9 – Frequência relativa de assimetria bilateral superior a 0,5°C das regiões superior (A) e inferior (B), de acordo com as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização das lesões musculoesqueléticas registradas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	36
Tabela 2 – Caracterização das lesões musculoesqueléticas que geraram as dispensas das atividades durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	38
Tabela 3 – Comparações das temperaturas irradiadas da pele em diferentes regiões corporais durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	43
Tabela 4 – Média absoluta de assimetria bilateral da temperatura da pele de acordo com as regiões de interesse e as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	45
Tabela 5 – Lesão musculoesquelética e assimetria bilateral da temperatura da pele de acordo com as regiões de interesse durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	46
Tabela 6 – Coeficiente de correlação entre as concentrações de creatina quinase e as diferenças bilaterais das temperaturas da pele durante as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFA	Academia da Força Aérea
CK	Creatina quinase
CT	Cargas de treinamento
CTD	Carga de treinamento diária
CTS	Carga de treinamento da sessão
CTTS	Carga total de treinamento semanal
EUA	Estados Unidos da América
EPCAR	Escola preparatória de cadetes do ar
PSE	Percepção subjetiva do esforço
RCI	Regiões corporais de interesse
QTR	Qualidade total da recuperação
SPSS	<i>Statistical package for social sciences</i>
TP	Temperatura da pele
TAF	Testes de aptidão física
TBM	Treinamento básico militar
TFM	Treinamento físico militar
U.A.	Unidade arbitrária
U/L	Unidade/Litro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 TREINAMENTO BÁSICO MILITAR: ASPECTOS CONCEITUAIS	17
1.1.1 Lesões Programa de Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea	18
1.1.2 Lesões Musculoesqueléticas no âmbito do Treinamento Básico Militar	21
2 JUSTIFICATIVA	24
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E PARTICIPANTES	27
4.2 PROCEDIMENTOS	27
4.2.1 Lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento e recuperação durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea	29
4.2.2 Temperatura da pele durante o treinamento básico militar da Academia da Força Aérea	30
4.2.3 Concentração de creatina quinase durante o treinamento básico militar da Academia da Força Aérea	33
4.3 ANÁLISE DOS DADOS	33
5 RESULTADOS	35
5.1 LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS	35
5.2 CARGA DE TREINAMENTO	38
5.3 ÍNDICE DE MONOTONIA	39
5.4 RECUPERAÇÃO	40
5.5 CONCENTRAÇÃO DE CREATINA QUINASE	41
5.6 TEMPERATURA DA PELE	42
5.7 SIMETRIA BILATERAL DA TEMPERATURA DA PELE	44
5.8 TEMPERATURA DA PELE E CONCENTRAÇÃO DE CREATINA QUINASE	47

6 DISCUSSÃO	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	65
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	66
ANEXO C – Carta de procedimentos prévios para a participação na pesquisa	69
ANEXO D – Ficha de Avaliação Termográfica	71

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, os militares realizam a defesa interna e externa dos respectivos países contra atos de violação às constituições e a integridade nacional (RODRÍGUEZ GÓMEZ et al., 2016). Visando a prontidão operacional para a proteção nacional e um serviço de excelência para a sociedade, esta população participa de cursos e treinamentos físicos específicos ao longo de toda a carreira (VRIJKOTTE et al., 2019; KUCERA et al., 2016).

Assim que entram para as instituições militares, todos os indivíduos são submetidos obrigatoriamente a um rigoroso período, denominado de treinamento básico militar (TBM). Essa fase, tem duração média aproximada de seis a oito semanas (KUCERA et al., 2016). É composta por atividades diversificadas, com grandes exigências físicas e psicológicas, realizadas na maioria das vezes em grupo e de forma padronizada, de acordo com a característica militar de cada país (HAVENETIDIS; KARDARIS; PAXINOS, 2011).

No TBM, os militares participam de treinamentos de força, resistência, velocidade, ordem unida (HAVENETIDIS; KARDARIS; PAXINOS, 2011), esportes, simulação de combate (ÖÖPIK et al., 2017), treinamento em circuito, avaliações físicas (BURLEY et al., 2018), instruções de tiro, exercícios de coordenação motora e aulas teóricas (SANTTILA et al., 2015), objetivando criar uma base de aptidão física geral e adaptação à rotina militar (SANTTILA et al., 2012). As atividades realizadas durante o TBM apresentam grande volume, intensidade variada, alta demanda energética e tempo reduzido para o descanso e o sono (WYSS et al., 2014; KNAPIK et al., 2011).

Rintala et al. (2015) e Nissen, Guldager, Gyntelberg (2009) apontaram que os protocolos de treinamento militar tendem a acarretar em lesões musculoesqueléticas, sendo que nos TBM, esses acometimentos podem ser ainda mais frequentes (SMITH et al., 2007; KNAPIK et al., 2001). De acordo com o Centro de Vigilância em Saúde das Forças Armadas, as lesões musculoesqueléticas são as principais causas para os atendimentos médicos em militares (ARMED FORCES HEALTH SURVEILLANCE CENTER, 2010)

As lesões, independentemente do tipo, podem gerar afastamentos das atividades, sendo que em um levantamento realizado com militares do Reino Unido foram encontrados casos de até 50 semanas para a recuperação dos

mesmos (WOOD et al., 2014). De acordo com os dados apresentados por Nye et al. (2016) os diagnósticos e os tratamentos das lesões ocorridas somente no TBM custaram aproximadamente 43 milhões de dólares à Força Aérea dos Estados Unidos da América (EUA), em apenas dois anos.

Com o intuito de minimizar as consequências negativas do treinamento, como as lesões, e aprimorar o desempenho físico, torna-se cada vez mais comum, a realização do monitoramento das cargas de treinamento (CT) (GABBETT, 2016). As CT podem ser monitoradas por meio de medidas externas, como os sistemas de posicionamentos globais e acelerômetros, e por medidas internas como a frequência cardíaca, consumo de oxigênio e a percepção subjetiva do esforço (PSE) (CANINO et al., 2020). Haddad et al. (2017) citaram o método da PSE da sessão (FOSTER et al., 2001) como uma ferramenta prática, de baixo custo, não invasiva e confiável para monitorar a carga interna, sendo muito útil para o monitoramento de grandes grupos, como a população militar (O'LEARY et al., 2018).

No entanto, pesquisadores e treinadores recomendam que além do esforço seja importante a avaliação do estado de recuperação (KELLMANN, 2010). A adequação dessa variável, além de otimizar o desempenho final, permite que os praticantes melhorem o rendimento nos treinamentos (KELLMANN, 2010) e diminuam as chances de queixas musculoesqueléticas (TIMOTEO et al., 2018). Kenttä e Hassmén (1998) propuseram um método psicométrico que fornece informações rápidas, referentes ao estado de recuperação denominado de qualidade total da recuperação (QTR).

As repetitivas contrações musculares experimentadas pelos militares durante o TBM podem, de acordo com a literatura, serem altamente lesivas, induzindo dor, calor, inchaço, vermelhidão e elevação dos níveis sanguíneos de alguns marcadores de dano muscular, como a creatina quinase (CK) (BERTON et al., 2018). Segundo Ascenção et al. (2008), a CK parece ser um dos melhores e mais usados marcadores bioquímicos para avaliação da lesão tecidual pós exercício. Apesar de ser amplamente utilizada, somente com a avaliação da CK não se torna possível determinar a localização anatômica da lesão, sendo talvez a termografia uma solução para o auxílio na avaliação dos acometimentos musculoesqueléticos (BANDEIRA et al., 2012).

O método termográfico se baseia na premissa em que as lesões musculoesqueléticas desencadeiam processos inflamatórios e que estas geram calor em decorrência do aumento do metabolismo local. Sendo assim, nos últimos anos, a termografia infravermelha tem se destacado como uma ferramenta complementar de medida indireta do processo inflamatório através (FERREIRA-JÚNIOR et al., 2021). No entanto, a literatura carece de mais estudos utilizando esta ferramenta, pois ainda não há um consenso se as alterações nos marcadores de dano muscular estão associadas à resposta da temperatura da pele (PRIEGO-QUESADA et al., 2020).

1.1 TREINAMENTO BÁSICO MILITAR: ASPECTOS CONCEITUAIS

O TBM é composto por um conjunto de atividades que são desenvolvidas nas organizações militares, com o intuito de ensinar e adaptar, os indivíduos recém incorporados, à rotina, regras institucionais e iniciar a preparação para as atividades laborais futuras (CARLINO, 2020).

O treinamento, apresenta duração média, dependendo da instituição, de seis a oito semanas, em sistema de internato, sendo a participação obrigatória a todos os recém incorporados (KUCERA et al., 2016). A rigidez das atividades é um dos pilares do período, sendo a rotina controlada. No TBM ocorre uma mudança repentina nos hábitos individuais dos participantes exigindo a necessidade de ajuste rápido aos fatores físicos e psicológicos impostos na nova rotina diária (VANTARAKIS et al., 2021; REIS et al., 2007). Durante o período, além do grande número de instruções de treinamento físico militar e esportes, são desenvolvidas atividades de doutrina militar, ensino de legislação militar/ organizacional e ordem unida (AHN et al., 2020).

As atividades de doutrina militar são regidas nos princípios da hierarquia e disciplina, e objetivam transmitir conhecimento, orientações, protocolos e normas de conduta, sendo considerada a base de toda a educação militar profissional. As instruções doutrinárias utilizam-se da sabedoria acumulada para a construção de ações, visando a resolução de problemas, a partir de regras e ordens que devem ser cumpridas dentro de prazos normalmente curtos (GONSALVES, 2019). As aulas de legislação militar e organizacional visam ensinar aos recém incorporados às obrigações, deveres, direitos e prerrogativas

dos membros das forças armadas, dentro das instituições e no ambiente externo às organizações (BRASIL, 2019).

Ordem unida é o nome que se dá às instruções de movimentos de marcha coletiva objetivando um conjunto harmonioso, cadenciado e equilibrado. Ela se caracteriza por uma disposição individual para a obtenção de determinados padrões uniformes de um determinado grupo. As atividades podem ser com descolamento ou a pé firme, individuais ou coletivas. As instruções se baseiam em repetições de movimentos até a total sincronia da tropa (BRASIL, 2000).

Em relação ao treinamento físico, especificamente, a intensidade e o volume são impostos progressivamente, mas em um curto espaço de tempo (WOOD, 2014). Ocorre um aumento abrupto no nível de atividade física geral dos indivíduos, sendo que em muitos casos torna-se o primeiro contato efetivo com o treinamento de maneira regular (ANDERSEN et al., 2016).

O treinamento físico é desenvolvido entre cinco e seis vezes por semana, sendo este composto por exercícios com grande volume e intensidade moderada (NINDL et al., 2016; GROELLER et al., 2015). São realizadas basicamente atividades de corridas contínua e intervalada, com distâncias, intensidades e intervalos variados, treinamento de força utilizando o próprio peso corporal e atividades esportivas (NYE et al., 2016). Como forma de avaliar a efetividade do treinamento e a aptidão física dos militares, antes e após o TBM, diferentes forças armadas realizam testes de aptidão física (TAF), sendo comum constar os exercícios de abdominal, flexão dos braços e a corrida de 12 minutos (KUCERA et al., 2016; NYE et al., 2016; WOOD, 2014).

1.1.1 Programa de Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea

Na Academia da Força Aérea (AFA), o TBM realizado pelos cadetes é denominado de Estágio de Adaptação Militar (EAM). É compreendido pelas primeiras seis semanas de instruções dos alunos do 1º ano na AFA, sendo todo o período realizado em formato de internato. O EAM se inicia no dia da apresentação dos alunos na instituição e perdura até a cerimônia militar de entrega das platinas. Durante o período de treinamento, os alunos são

denominados de estagiários e participam de uma rotina diferenciada dos demais cadetes da instituição.

As informações referentes ao TBM da AFA são regulamentadas pelo Manual do Estágio de Adaptação Militar do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (BRASIL, 2019), e apresentadas a seguir.

O objetivo do EAM é de adaptar o estagiário à rotina do Cadete da AFA e às normas e peculiaridades da organização, por meio de um programa de treinamento físico, doutrinário e militar. Durante o período, os alunos aprendem diversos fatores como, por exemplo, valorizar a disciplina e a hierarquia, a obediência fiel às regras, a compreender a importância da prontidão mental, a disponibilidade integral a serviço da pátria e o desenvolvimento do gosto pela manutenção de um bom condicionamento físico.

No EAM, os estagiários participam de aulas com demanda física desprezível como as de legislação militar, hinos e canções militares, palestras, e de outras com maior exigência física sendo elas, a ordem unida, atividades de doutrina militar (pernoite), treinamento físico além dos deslocamentos por todas as áreas de instruções. Nesta fase as atividades são planejadas com o intuito de causarem uma grande carga de estresse físico e mental nos alunos. As tarefas são impostas focando no fato dos alunos vivenciarem diversas dificuldades, aprendendo a superarem limites nunca imaginados e que principalmente compreenda que nada lhe será dado sem esforço. Segundo o manual do estágio, na AFA as atividades que envolvem demandas físicas sofrem um aumento de volume ao longo das semanas, assim como a intensificação estresse psicológico.

As instruções de ordem unida ocupam grande parte das atividades realizadas durante o EAM. É composta por um conjunto de procedimentos e exercícios específicos, padronizados, enérgicos e marciais estando o grupo executante parado ou em movimento, de maneira que demonstrem harmonia nas ações, em quaisquer circunstâncias.

As atividades doutrinárias do pernoite se baseiam nos erros procedimentais e atitudinais realizados pelos estagiários. A conduta de cada aluno é observada pela equipe de instrução ao longo do dia, e no período noturno são desenvolvidas atividades a fim de sanar os erros existentes. No pernoite são realizados exercícios físicos variados com o objetivo de gerar excessivo

desgaste físico e a experiência da punição, para as atitudes erradas individuais e do grupo em cada dia.

O treinamento físico no EAM inicia a preparação do aluno para suportar o desconforto e a fadiga que será experimentada ao longo dos quatro anos de formação sejam elas no âmbito esportivo e ou operacional.

O treinamento objetiva desenvolver no estagiário a resistência, força, flexibilidade, agilidade, velocidade, tempo de reação e o aprimoramento da coordenação motora global e fina. Ao longo do EAM, todos os alunos participam de sessões de treinamento esportivo em atletismo, basquetebol, esgrima, futebol, judô, natação, orientação, pentatlo aeronáutico, pentatlo militar, polo aquático, tiro esportivo, triatlo, voleibol e treinamento físico militar composto por corridas em tropa, atividades em circuito, jogos militares, ginástica armada, defesa pessoal e treinamentos operacionais nas pistas de pentatlo e de cordas. São realizados também dois testes físicos, um na primeira semana de atividade com o objetivo de avaliar o desempenho físico e planejar as cargas de treinamento de corrida e o segundo para verificar o desempenho ao final do estágio. O teste físico é composto por exercícios de flexão de braços, abdominal e teste de corrida de 12 minutos.

A rotina intensa, repleta de atribuições e com tempos de intervalos limitados, inicia-se às 05:45 da manhã e perdura até às 22 horas. Durante este período, além das atividades citadas anteriormente, o estagiário vivenciará as particularidades da vida militar como as padronizações bem definidas, supervisão firme dos instrutores, acionamentos em horários inopinados, revistas diárias de uniformes, regras rígidas, valorização do tempo e exigência permanente de comprometimento e vibração. Todos os deslocamentos do EAM, com exceção aos realizados após o almoço e jantar são padronizados em formato de corrida em tropa.

Por dia são oferecidas cinco refeições, sendo elas café da manhã, lanche da manhã, almoço, jantar e ceia. As refeições são balanceadas por uma equipe de nutrição da instituição com base na exigência física do EAM. Os alunos também recebem o suporte de equipe médica e de fisioterapeutas principalmente para o tratamento de lesões musculoesqueléticas que acontecem ao longo do estágio.

Os alunos que ultrapassam o limite de faltas previsto no plano de avaliação, bem como aqueles que apresentam inaptidão à vida militar passam por um conselho de desempenho acadêmico para julgamento relacionado a um possível desligamento da instituição.

Apesar do Manual do Estágio de Adaptação Militar do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (BRASIL, 2019) descrever as características relacionadas à rotina dos alunos e destacar que as atividades físicas sofrem um aumento de volume ao longo das semanas, informações sobre o treinamento esportivo, como carga e recuperação, não são descritas. Nesse sentido, a caracterização do TBM da AFA quanto as variáveis de carga e recuperação, além de trazer evidências científicas, podem auxiliar o planejamento das atividades.

1.1.2 Lesões Musculoesqueléticas no âmbito do Treinamento Básico Militar

As lesões musculoesqueléticas são comuns na população militar, com altas taxas de incidência bem documentadas na literatura (ANDERSEN et al., 2016). Essas lesões são definidas como qualquer acometimento prejudicial em um músculo, articulação ou osso, podendo ser classificadas como luxação, fratura, fratura por estresse, ruptura, dor inespecífica ou distensão (LENTZ et al., 2019). Estudos apontam o TBM como um período crítico, referente a ocorrência de lesões, sendo registrados diversos acometimentos nesse período (SMITH et al., 2007; KNAPIK et al., 2001).

A Lesão musculoesquelética por uso excessivo é o principal diagnóstico médico entre os recrutas militares dos EUA, e a principal causa de dispensa do treinamento básico (NYE et al., 2016; REIS et al., 2007). Almeida et al. (1999) encontraram que 78% das lesões em um treinamento militar são causadas por uso excessivo.

As lesões mais comuns sofridas em populações militares, durante os treinamentos iniciais são as dores, entorses, estresse tibial medial, síndrome patelofemoral, lesão lombar, tendinite, fraturas por estresse e síndrome da banda iliotibial (KAUFMAN; BRODINE; SHAFFER, 2000). Radzak et al. (2020), estudando lesões no TBM entre os anos de 2017 e 2019, encontraram 364 lesões musculoesqueléticas, sendo que os 11 diagnósticos mais comuns por

ordem de frequência foram entorse / distensão geral (34/364); entorse / distensão da coxa, quadril ou virilha (33/364); dor lombar (26/364); dor no joelho (22/364); tendinite tibial anterior / posterior (17/364); tensão do quadríceps (16/364); entorse / distensão da coxa distal (14/364); síndrome da banda iliotibial (13/364); dor no ombro (13/364); entorse / tensão do pescoço (9/364); e tendinite patelar (9/364).

Durante o TBM a maioria das lesões relatadas ocorrem nos membros inferiores (ARAUJO et al., 2017; ALMEIDA et al., 1999), sendo o tornozelo e os pés os locais de maior acometimento (KNAPIK et al., 2006). É bastante comum nos treinamentos militares que mais de 60% das lesões ocorreram nos membros inferiores, sendo encontrados relatos de até 82% de queixa nessa região (ALMEIDA et al. 1999).

As causas para as lesões levantadas nos treinamentos militares são bastante diversas, podendo estarem relacionadas tanto aos fatores externos quanto internos ao processo. Os fatores externos considerados são: baixo nível de atividade física, histórico de lesões anteriores (KAUFMAN; BRODINE; SHAFFER, 2000, tabagismo, idade, índice de massa corporal, (COWAN et al. 2011) flexibilidade (JONES et al., 1993) e sexo (FINESTONE et al., 2008).

Os fatores internos que aumentam as possibilidades de lesões no TBM, estão normalmente, relacionados ao controle das cargas de treinamento impostas na rotina dos militares e ao pouco tempo de recuperação para os próximos estímulos (SCHRAM et al., 2020).

Em relação a carga de treinamento o TBM é considerado como de alto volume, intensidade vigorosa (KAUFMAN; BRODINE; SHAFFER, 2000), sem progressão adequada (ALMEIDA et al., 1999) com grande quantidade de deslocamentos gerando altas quilometragens diárias de corridas (DIXON et al., 2003), transporte de mochilas e materiais pesados (O'NEAL; HORNSBY; KELLERAN, 2014). Grande parte do processo de recuperação física está atrelado à qualidade e quantidade de horas de sono. Em um estudo recente que avaliou militares em treinamento inicial, Tait et al. (2022) encontraram que esse público dorme aproximadamente 6 horas por dia, sendo que nos dias de atividades de campo esses valores chegaram em somente 2,2 horas. Uma das formas de monitorar a recuperação se dá a partir do uso da QTR (KENTTÄ;

HASSMÉN, 1998) porém poucos estudos têm utilizado esse recurso principalmente em treinamentos militares.

2 JUSTIFICATIVA

É reportado na literatura que as lesões musculoesqueléticas são o maior problema de saúde dentro das instituições militares (LISMAN et al., 2022). Sabendo que estas geram afastamentos do serviço, elevados custos para o tratamento, e perda da disponibilidade operacional (MOLLOY et al., 2020), é relevante que sejam realizados estudos que caracterizem essas queixas na população militar, e as suas principais causas.

Sabe-se que o TBM é composto por atividades que geram grande estresse físico e psicológico (WYSS et al., 2014), e que estas levam os militares a diversos acometimentos musculoesqueléticos. Na literatura são reportados trabalhos que investigaram a ocorrência de lesões durante o TBM da Marinha (JENSEN et al., 2019) e Força Aérea dos EUA (NYE et al., 2016), Exércitos da Nova Zelândia (HALL et al., 2022), Suíça (WYSS et al., 2014) e Dinamarca (ROSENDAL et al., 2003), não sendo encontrados estudos similares com militares das forças armadas brasileiras.

Considerando que os TBM apresentam características diferentes entre os diversos países e forças, é necessário que sejam realizadas investigações das especificidades das atividades desenvolvidas no treinamento inicial e as ocorrências de possíveis lesões na Marinha, Exército e Força Aérea Brasileira.

Uma das formas de contribuir para a caracterização do TBM, se dá através do conhecimento das cargas de treinamento que os militares são submetidos e o estado de recuperação ao longo do período (BURLEY et al., 2020). Apesar de ser consenso na literatura que as atividades realizadas pelos militares geralmente são de grande demanda física (DRAIN et al., 2017) e pouco tempo de recuperação, é necessário a realização de estudos para observarem como se comportam essas variáveis no TBM, englobando todas as atividades como: marchas, ordem unida, TFM e instruções doutrinárias (BURLEY et al., 2020).

Hipotetiza-se que as cargas de treinamento experimentadas pelos militares no TBM da AFA gerem diversos danos musculoesqueléticos. Em relação ao dano umas das formas disseminadas de avaliação dessa variável se dá a partir do aumento na concentração de CK no sangue (WIEWELHOVE et al., 2015; ALAPHILIPPE et al., 2012). O dano muscular desencadeia processos

inflamatórios que produzem calor devido ao aumento do metabolismo local (BERTON et al., 2018). Assim, nos últimos anos, a termografia tem se destacado como uma forma de monitorar e prevenir os danos musculares, através da quantificação da energia irradiada e de assimetrias entre diferentes áreas do corpo humano (PRIEGO-QUESADA et al., 2020). Nesse sentido é provável que a CK e a termografia possam ser utilizadas na avaliação e prevenção das lesões em militares durante o TBM.

Considerando que anualmente são incorporados, somente pelas forças armadas brasileiras aproximadamente 90.000 militares e, que todos passam obrigatoriamente por uma adaptação militar, o objetivo do presente estudo foi de caracterizar as lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento, recuperação, concentração de CK e temperatura da pele durante o TBM da AFA.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e caracterizar as lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento, recuperação, concentração de CK e temperatura da pele durante o TBM da AFA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar a incidência de lesões musculoesqueléticas;
2. Caracterizar as lesões musculoesqueléticas registradas;
3. Analisar a carga de treinamento;
4. Identificar o índice de monotonia do treinamento;
5. Analisar o comportamento da recuperação;
6. Quantificar a concentração de CK;
7. Analisar a temperatura da pele;
8. Comparar a simetria na temperatura da pele entre segmentos corporais;
9. Correlacionar os níveis de CK com a temperatura da pele.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E PARTICIPANTES

Trata-se de um estudo quantitativo, observacional com delineamento longitudinal. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de São Carlos (ANEXO A), sob o parecer 3.524.729. Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B) autorizando a participação na pesquisa.

A amostra do presente estudo foi composta por 103 cadetes, sexo masculino, do 1º ano AFA, que participaram integralmente do TBM e que foram alunos da Escola Preparatória de Cadetes do Ar (EPCAR) (idade = $18,7 \pm 0,9$ anos; massa corporal = $72,6 \pm 9,9$ kg; estatura = $175,5 \pm 5,3$ cm; percentual de gordura = $12,6 \pm 5,5\%$).

Dentre os participantes, foram sorteados 15 voluntários (idade = $18,8 \pm 1,0$ anos; massa corporal = $74,3 \pm 13,4$ kg; estatura = $173,6 \pm 5,5$ cm; percentual de gordura = $14,3 \pm 5,8\%$), que adicionalmente, participaram das coletas semanais de imagens térmicas para a avaliação da temperatura da pele, e de amostras de sangue para a análise da concentração da CK.

4.2 PROCEDIMENTOS

Todos os procedimentos da pesquisa foram realizados durante o TBM da AFA (Figura 1). O período do treinamento foi dividido em 6 semanas, sendo a primeira composta por 2 dias e as demais por 7, totalizando 37 dias de atividades. O planejamento e a condução das atividades foram padronizados pelos instrutores militares, de acordo com os manuais da AFA, sem qualquer interferência dos pesquisadores. As coletas de dados foram realizadas nos períodos pré e durante o TBM.

O TBM foi realizado em sistema de internato, sendo a rotina dos alunos totalmente controlada, iniciando todos os dias às 05:45 horas e terminando às 22:00 horas. Por dia eram oferecidas cinco refeições (café da manhã, lanche da

manhã, almoço, jantar e ceia), sendo proibido o consumo de alimentos extras. O consumo de água era livre e sempre incentivado pelos instrutores.

As atividades realizadas durante o período foram classificadas metodologicamente em duas categorias: I) composta pela Educação Física (exercícios de força, resistência, treinamento em circuito, jogos e esportes), doutrina militar e ordem unida; e II) aulas teóricas (legislação militar, canções e palestras) e atividades administrativas. Para o presente estudo, as avaliações foram realizadas tendo como referência as atividades da categoria I.

Figura 1 – Protocolo de estudo aplicado durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019.



Fonte: Do autor, 2022.

Objetivando caracterizar os participantes, no período pré-TBM, foi aplicado um questionário para o levantamento das informações pessoais (nome, idade e verificação da presença de alguma queixa musculoesquelética ou restrição para o treinamento físico). Foram realizadas também medidas da massa corporal e estatura utilizando uma balança com estadiômetro acoplado da marca Toledo modelo 2098PP/2. Mediram-se as dobras cutâneas peitoral, abdominal e da coxa (JACKSON; POLLOCK 1978). Para o cálculo da densidade corporal (DC) utilizou-se a equação: $DC = 1,1093800 - 0,0008267 (X1) + 0,0000016 (X1)^2 - 0,0002574 (\text{idade})$, onde $X1 = \text{dobra cutânea peitoral} + \text{dobra cutânea abdominal} + \text{dobra cutânea da coxa}$. A estimativa do percentual de

gordura foi calculada através da equação proposta por Siri (1961), onde %G = $[(4,95: DC) - 4,5] \times 100$.

As informações relacionadas aos instrumentos do presente estudo foram subdivididas: 1) Lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento e recuperação durante o TBM da AFA; 2) temperatura da pele durante o TBM da AFA; 3) Concentração de CK durante o TBM da AFA.

4.2.1 Lesões musculoesqueléticas, carga de treinamento e recuperação durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea

Durante todos os dias do TBM foram coletadas, dos 103 voluntários, as variáveis relacionadas a presença de lesão musculoesquelética, carga interna de treinamento e recuperação. Ressalta-se que para a análise dessas variáveis foram consideradas somente as atividades da categoria I, que somaram um total de 392,05 horas.

Para verificar a incidência de lesões musculoesqueléticas foi realizado um levantamento diário dos prontuários médicos e fisioterapêuticos dos participantes junto ao hospital da AFA. As lesões foram definidas como qualquer queixa física que resultou na necessidade do militar em procurar assistência médica ou fisioterapêutica (ENGBRETSEN et al., 2013). Foram coletados os dados referentes ao diagnóstico da lesão, local e data do acometimento, necessidade de dispensa das atividades e a quantidade de dias que o militar ficou afastado do treinamento. Além disso, foi realizado um levantamento do histórico de lesões dos militares que apresentaram acometimentos mais graves do que a dor.

Para a medida da carga interna de treinamento foi utilizado o método da PSE da sessão (FOSTER et al., 2001). Após 30 minutos do término de cada sessão, os voluntários responderam à pergunta: “O quão intenso foi o seu treino?” apontando na escala de 0 a 10 pontos de Borg (1982) adaptada por Foster et al. (2001) o valor correspondente, sendo o 0 absolutamente nada de esforço e o numeral 10, como extremamente forte.

A carga de treinamento da sessão (CTS), foi obtida a partir do produto do valor correspondente à carga interna de treinamento pelo volume (minutos) de cada sessão. Durante o TBM foram realizadas três sessões de treinamento por

dia, sendo as CTS somadas para obtenção da carga de treinamento diária (CTD). Para cada semana do TBM, foi calculada a carga total de treinamento semanal (CTTS), composta pelo somatório das CTD. O índice de monotonia proposto por Foster (1998) foi calculado a partir da razão entre a média e o desvio padrão das CTTS.

Para a avaliação da recuperação foi utilizada a QTR média de cada semana (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). Todos os dias, antes da primeira sessão de treinamento, os voluntários deveriam responder à pergunta: “Como você se sente em relação à sua recuperação?”, apontando na escala de 6 a 20, o valor correspondente, sendo o numeral 6 referente à situação de nada recuperado e o 20 à condição de totalmente recuperado.

Para fins de padronização, a semana 1, por ser composta somente por 2 dias, foi descartada na etapa de análise dos dados referentes a carga de treinamento, índice de monotonia e recuperação.

4.2.2 Temperatura da pele durante o treinamento básico militar da Academia da Força Aérea

No momento pré-TBM e ao final de cada uma das 6 semanas de treinamento foram realizadas as coletas da temperatura da pele, totalizando durante o protocolo 7 medidas.

Previamente ao início do protocolo os voluntários receberam, via correio eletrônico, uma carta (ANEXO C) contendo todas as recomendações referentes à coleta das imagens termográficas. Os avaliados não deveriam: 24 horas antes das coletas – realizar qualquer esforço físico vigoroso, aplicar creme, gel ou spray na pele, receber tratamento, terapia ou massagem; e 6 horas antes da avaliação - ingerir bebida alcóolica, ou café, ficar exposto ao sol ou raios UV e nem mesmo tomar banho. Antes de cada coleta todas as preconizações foram verificadas através de um questionário (ANEXO D) (MOREIRA et al., 2017).

Todas as coletas foram realizadas entre 07:30 e 09:30 horas, respeitando o intervalo de 1:30 horas do café da manhã. As coletas foram realizadas em uma sala contendo aparelho de ar condicionado e iluminação fluorescente sendo esta vedada de iluminação solar. Para aferição da temperatura da sala e umidade

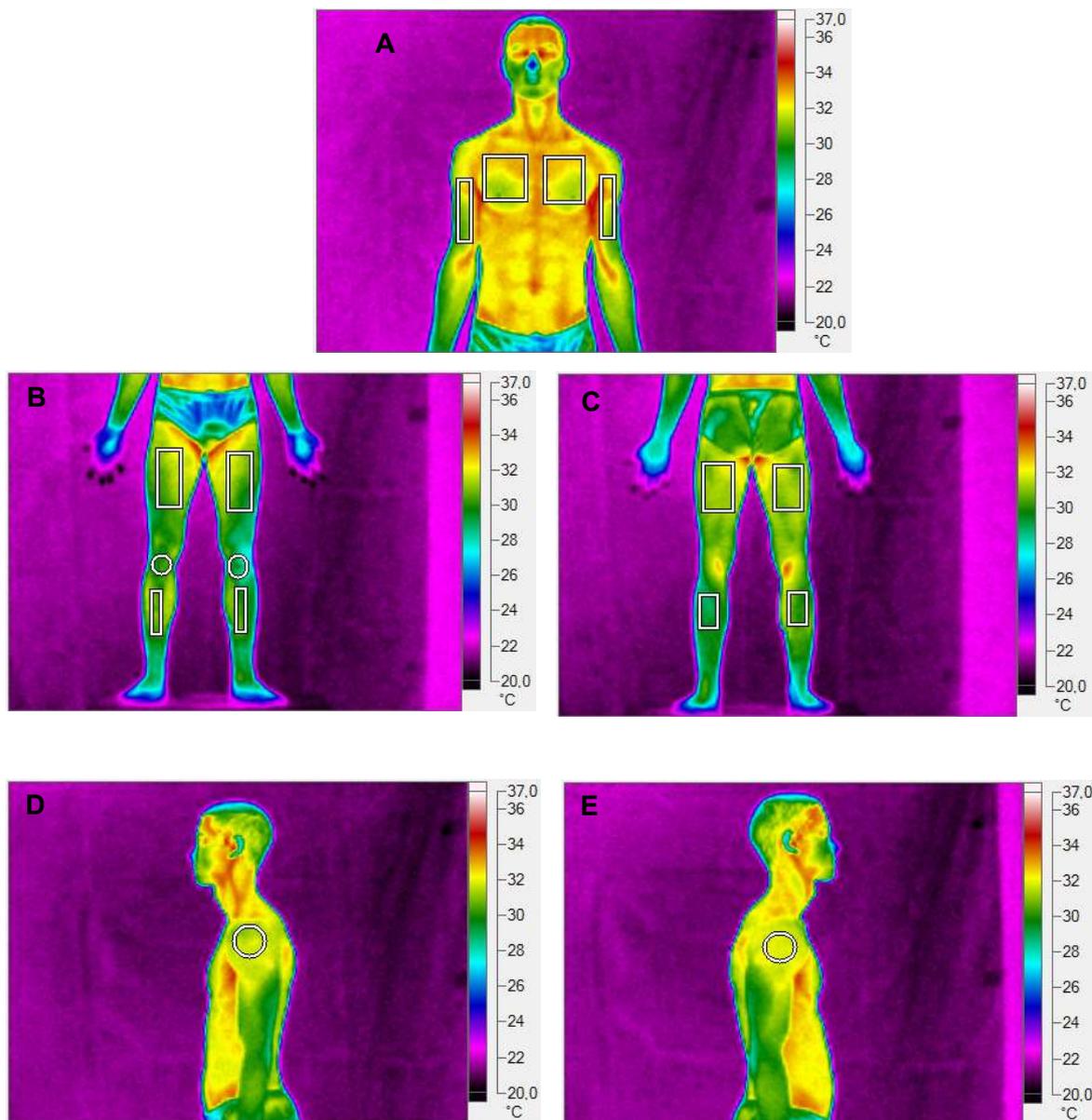
relativa do ar (UR) foi utilizado um termohigrômetro digital da marca Elitech, modelo BT-3 com faixa de medição de -50 a 70°C / 20-99%UR.

Foi utilizado um termovisor TIR-25 (Fluke, Everett, EUA), com amplitude de medição de -20 a +350 °C, precisão de $\pm 2^\circ\text{C}$ ou 2%, sensibilidade $\leq 0,1^\circ\text{C}$, banda de espectral dos infravermelhos de 7,5 μm a 14 μm , taxa de atualização de 9 Hz e Sistema FPA (*Focal Plane Array*) de 160 x 120 pixels. Posteriormente, as imagens foram analisadas por meio do software Smartview®, versão 3.1. As imagens foram obtidas utilizando um grau de emissividade de 0.98 (STEKETEE, 1973).

Os voluntários, assim que chegavam na sala climatizada, eram orientados a permanecerem somente de sunga. Na sala de avaliação ($20,8^\circ \pm 0,1$ de temperatura e $48,1 \pm 2,0$ % UR) cada sujeito deveria ficar por 15 minutos, de pé, evitando movimentos bruscos, sem esfregar ou coçar qualquer parte do corpo, não podendo cruzar os braços e as pernas com o objetivo de estabilização da temperatura corporal, antes da aquisição das IT.

Após o período de estabilização, os voluntários deveriam ficar na posição anatômica em um local estipulado, sobre um tapete de borracha, a uma distância de 4 metros da câmera termográfica. Foram capturadas cinco imagens corporais, de cada militar, por dia de coleta (Figura 2). Para análise da temperatura foram selecionadas 16 regiões corporais de interesse (RCI), sendo elas: peitoral, braço, ombro, coxa anterior e posterior, joelho, perna anterior e posterior, sendo todas tomadas nas extremidades direita e esquerda do corpo. As seleções das regiões foram realizadas no *software* Smartview 3.1, sendo delimitadas por retângulos padronizados, nos quais eram obtidas a temperatura média de cada área selecionada (RING; AMMER, 2000).

Figura 2 – Ilustração representativa das imagens térmicas e regiões corporais de interesse analisadas no presente estudo: A) Vista anterior superior; B) Vista anterior inferior; C) Vista posterior inferior; D) Vista lateral esquerda; E) Vista lateral direita.



Fonte: Do autor, 2022.

4.2.3 Concentração de creatina quinase durante o treinamento básico militar da Academia da Força Aérea

No momento pré-TBM e ao final das semanas 2, 3, 4, 5 e 6 do treinamento, totalizando durante o protocolo 6 medidas, amostras de sangue foram coletadas.

Para a determinação da concentração enzimática de CK, foi realizada uma coleta de sangue capilar, da parte distal do dedo indicador, sendo o local previamente assepsiado com algodão e álcool 70%. Utilizou-se uma lanceta com disparador automático para a punção de 30 µL sangue, sendo o mesmo imediatamente pipetado para a uma tira reativa de CK (Cat nº 1126695 Reflotron®) e colocada para análise no *Reflotron Analyser*®, da marca Roche®.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Foram realizados os procedimentos de estatística descritiva, distribuição da frequência (absoluta e relativa), cálculo de medida de tendência central (média) e de dispersão (desvio-padrão) para as variáveis analisadas.

O cálculo da taxa de incidência das lesões musculoesqueléticas por 1000 horas do TBM, contabilizando somente as atividades da categoria I.

Para verificar o comportamento das variáveis CTTS, índice de monotonia e QTR durante as cinco semanas completas avaliadas, foi realizada a ANOVA de medidas repetidas. Os pressupostos de distribuição normal e esfericidade da matriz foram avaliados, respectivamente, com o teste de *Kolmogorov-Smirnov* e *Mauchly*. Para identificar as diferenças entre as médias, foi realizado a comparação múltipla de médias com correção de *Bonferroni*. Para analisar os níveis de CK foi realizada a ANOVA de medidas repetidas, com correção de *Greenhouse-Geisser*, devido a violação do teste de esfericidade de *Mauchly*.

Para comparar as temperaturas da pele ao longo do TBM, de acordo com o seguimento corporal, foram realizadas a ANOVA de medidas repetidas. Os pressupostos de distribuição normal e esfericidade da matriz foram avaliados, respectivamente, com o teste de *Kolmogorov-Smirnov* e *Mauchly*. Para identificar as diferenças entre as médias, foi realizado a comparação múltipla de médias com correção de *Bonferroni*.

A análise da simetria bilateral foi realizada em duas etapas: 1) inicialmente foram calculadas, para cada um dos participantes, as diferenças absolutas entre os lados direito e esquerdo para cada uma das regiões analisadas. Posteriormente, foram identificadas as assimetrias com valor igual ou superior a 0,7 °C; 2) A simetria bilateral, diferença entre os lados direito e esquerdo, foi verificada de acordo com o teste *t-Student* para amostras emparelhadas, sendo verificado previamente o pressuposto de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. A média de assimetria bilateral do grupo foi calculada a partir da diferença absoluta de cada um dos participantes, de acordo com as regiões analisadas.

O teste de correlação de *Spearman* foi aplicado para verificar a associação entre as concentrações de CK e as diferenças bilaterais das temperaturas da pele durante o período pré-TBM, semanas 2, 3, 4, 5 e 6.

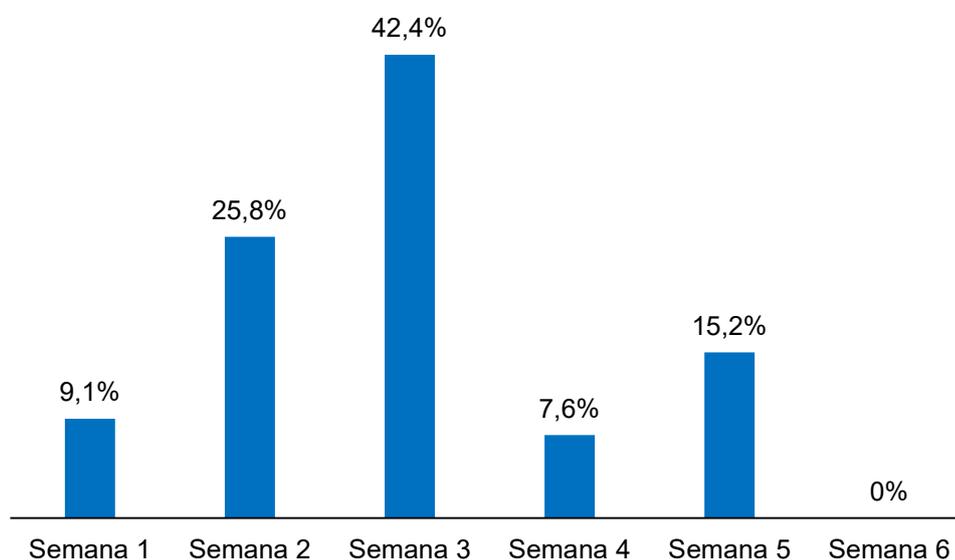
O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 24, sendo os procedimentos realizados conforme descrito por Marôco (2014).

5 RESULTADOS

5.1 LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS

Durante o TBM, 64,1% (n=66) dos militares sofreram pelo menos uma lesão musculoesquelética. Considerando os militares que sofreram lesão musculoesquelética e analisando somente o primeiro registro, a maior parte (42,4%) foram registradas na terceira semana do TBM (Figura 3).

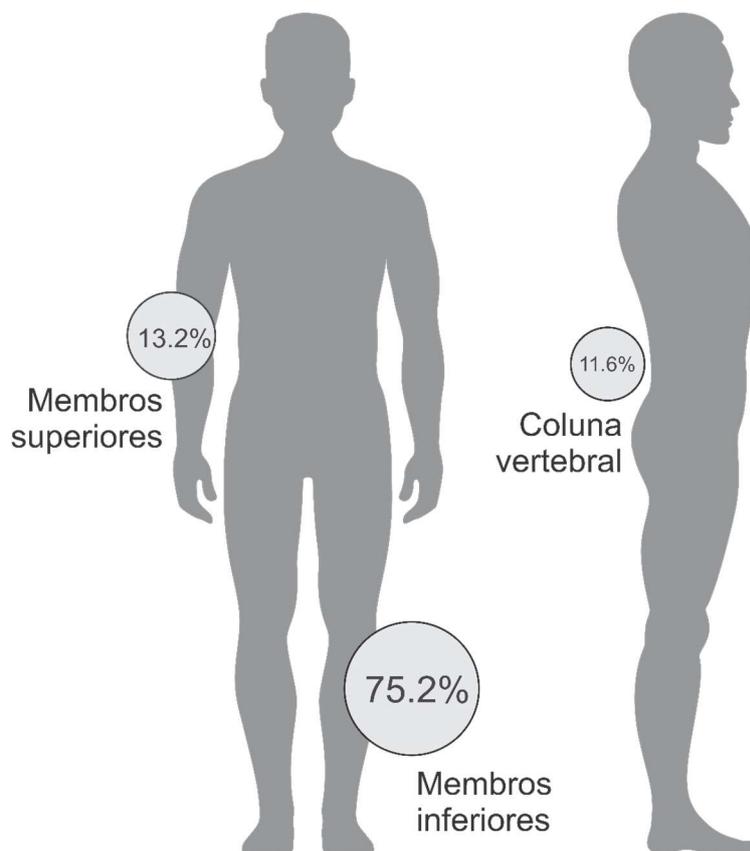
Figura 3 – Distribuição dos registros de lesões musculoesqueléticas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea (n=66), 2019.



Fonte: Do autor, 2022.

Durante o TBM foram registradas 121 lesões musculoesqueléticas, sendo a incidência de 3,00 por 1000 horas de treinamento. Das lesões registradas, 92,6% (n=112) foram a dores, 4,1% (n=5) fraturas por estresse 2,5% (n=3) condropatias e 0,8% (n=1) entorse. Dos participantes diagnosticados com fratura por estresse, condropatia e entorse, 44,5% (n=4) possuíam histórico de lesões musculoesqueléticas no mesmo local. A região corporal com maior frequência de lesões foram os membros inferiores (Figura 4).

Figura 4 – Distribuição das lesões por regiões corporais (n=121 lesões) registradas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019.



Fonte: Do autor, 2022.

A tabela 1 apresenta a frequência absoluta e relativa das lesões musculoesqueléticas de acordo com o local acometido.

Tabela 1. Caracterização das lesões musculoesqueléticas registradas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

Local	n	%
Perna bilateral	15	12,4
Coluna vertebral	14	11,5
Joelho esquerdo	14	11,6
Joelho bilateral	12	9,9
Joelho direito	10	8,3

Tornozelo bilateral	6	5,0
Coxa bilateral	5	4,1
Perna direita	5	4,1
Perna esquerda	5	4,1
Ombro bilateral	4	3,3
Ombro direito	4	3,3
Ombro esquerdo	4	3,3
Pé bilateral	3	2,5
Coxa esquerda	2	1,7
Panturrilha direita	2	1,7
Pé esquerdo	2	1,7
Quadril esquerdo	2	1,7
Tornozelo direito	2	1,7
Tornozelo esquerdo	2	1,7
Braço bilateral	1	0,8
Coxa direita	1	0,8
Mão esquerda	1	0,8
Panturrilha bilateral	1	0,8
Púbis	1	0,8
Punho direito	1	0,8
Punho esquerdo	1	0,8
Quadril bilateral	1	0,8
Total	121	100

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Dos participantes que sofreram pelo menos uma lesão musculoesquelética, 42,4% (n=28) foram dispensados por pelo menos um dia das atividades do TBM. Destes participantes, três apresentaram afastamento superior a 15 dias contínuos e foram encaminhados para a junta de saúde da AFA, não sendo considerados para a contagem de dias de dispensa. Os motivos para estes três casos foram: uma queixa de dor na coluna, uma fratura na mão esquerda e outra no pé esquerdo.

Para os demais, casos de afastamento (n=25), a média de dispensas foram de $7,7 \pm 6,2$ dias. Foram registradas 26 dispensas, pois um dos

participantes apresentou dois afastamentos por diferentes motivos. No total, foram contabilizados 193 dias de afastamento para estes 25 participantes. A tabela 2 apresenta as lesões musculoesqueléticas que geraram as 26 dispensas.

Tabela 2 – Caracterização das lesões musculoesqueléticas que geraram as dispensas das atividades durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

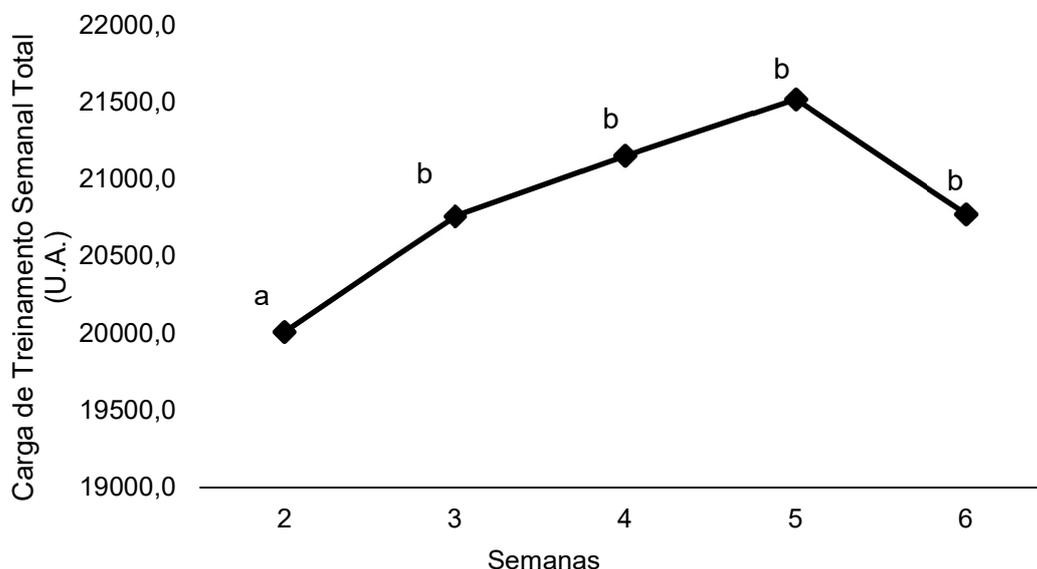
Local	n	%
Joelho esquerdo	6	23,1
Coxa bilateral	3	11,5
Perna bilateral	3	11,5
Joelho bilateral	2	7,7
Joelho direito	2	7,7
Perna direita	2	7,7
Coluna vertebral	1	3,8
Ombro esquerdo	1	3,8
Pé esquerdo	1	3,8
Púbis	1	3,8
Punho direito	1	3,8
Quadril bilateral	1	3,8
Quadril esquerdo	1	3,8
Tornozelo bilateral	1	3,8
Total	26	100

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

5.2 CARGA DE TREINAMENTO

As médias e o desvio padrão, das CTTS para as semanas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram de 3656,9±820,4 (U.A.), 20010,1±4010,1 (U.A.), 20761,2±4433,4 (U.A.), 21154,4±4923,3 (U.A.), 21524,7±5021,3 (U.A.) e 20778,1±4325,2 (U.A.), respectivamente. A figura 5 demonstra o comportamento das CTTS ao longo das semanas completas de treinamento, sendo os valores correspondentes à segunda semana inferiores às semanas 3 ($p=0,047$), 4 ($p=0,016$) e 5 ($p=0,001$).

Figura 5 – Carga de treinamento semanal total de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=103).



Letras iguais indicam que as médias não diferem entre si.

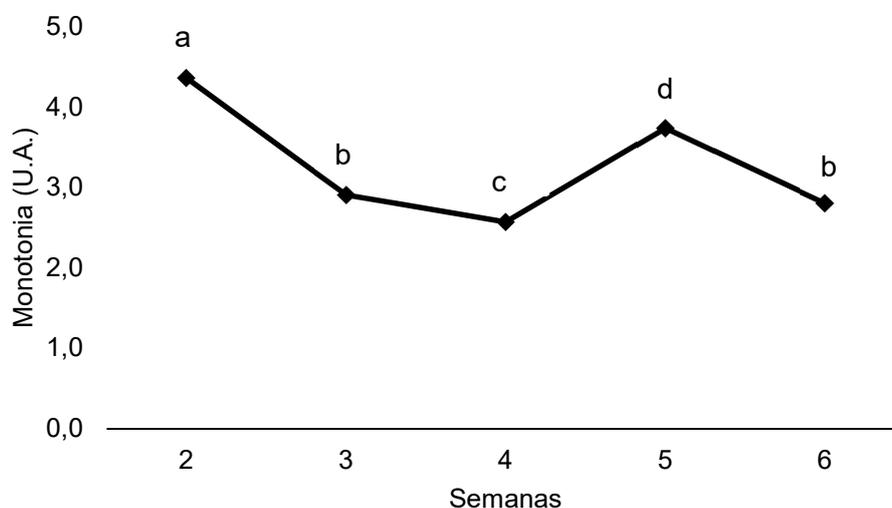
Semana 1 desconsiderada da análise por ser correspondente somente a 2 dias.

Fonte: Do autor, 2022.

5.3 ÍNDICE DE MONOTONIA

Em relação a monotonia, os valores (médias \pm desvio padrão) para as semanas foram: 1) $21,3 \pm 48,7$ (U.A.); 2) $4,4 \pm 1,59$ (U.A.); 3) $2,9 \pm 0,7$ (U.A.); 4) $2,6 \pm 0,5$ (U.A.); 5) $3,7 \pm 1,1$ (U.A.); e 6) $2,8 \pm 0,7$ (U.A.). A segunda semana apresentou valores superiores quando comparada às semanas 3 ($p < 0,001$), 4 ($p < 0,001$), 5 ($p = 0,021$) e 6 ($p < 0,001$). A terceira semana foi superior que a quarta ($p < 0,001$), porém inferior à quinta ($p < 0,001$). Para a quarta semana, o valor da monotonia foi menor que o da quinta ($p < 0,001$) e sexta ($p = 0,020$). Por fim, a quinta semana apresentou valor superior quando comparada à sexta ($p < 0,001$) (Figura 6).

Figura 6 – Monotonia de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=103).



Letras iguais indicam que as médias não diferem entre si.

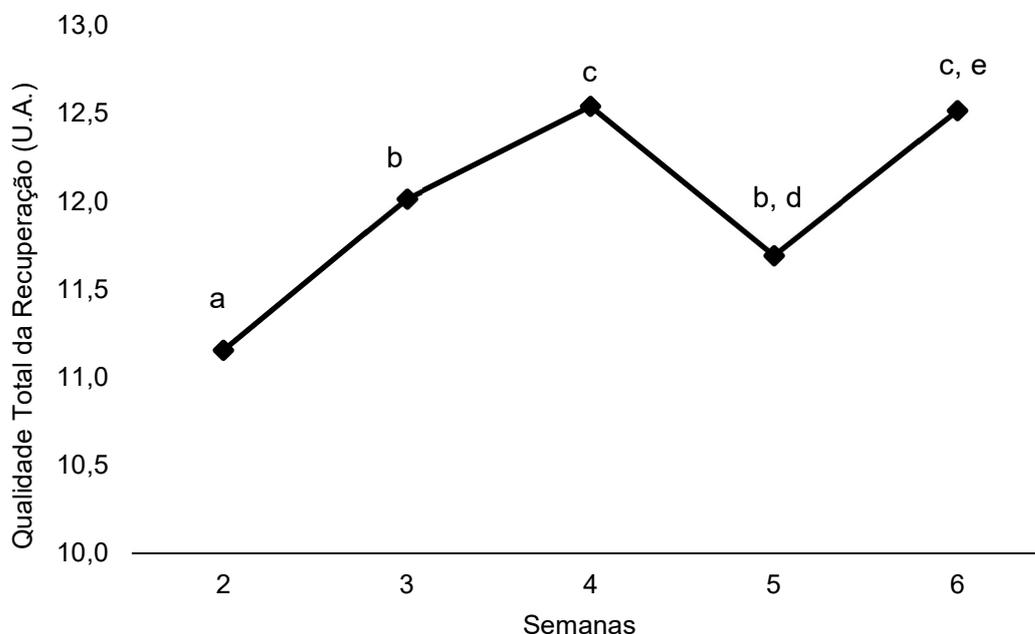
Semana 1 desconsiderada da análise por ser correspondente somente a 2 dias.

Fonte: Do autor, 2022.

5.4 RECUPERAÇÃO

Para a QTR, as médias \pm desvio padrão encontradas foram de $12,6 \pm 1,7$ (U.A.) na primeira semana, $11,5 \pm 1,6$ (U.A.) na segunda, $12,0 \pm 1,6$ (U.A.) na terceira, $12,5 \pm 1,7$ (U.A.) na quarta, $11,7 \pm 2,0$ (U.A.) na quinta e $12,5 \pm 2,0$ (U.A.) na sexta. Os valores da segunda semana foram menores que os da terceira ($p < 0,001$), quarta ($p < 0,001$), quinta ($p = 0,008$) e sexta ($p < 0,001$). A semana 3 apresentou valores menores quando comparada às semanas 4 ($p < 0,001$) e 6 ($p = 0,008$). Os resultados da QTR foram superiores para a semana 4 quando comparada à semana 5 ($p < 0,001$). A semana 5 apresentou dados referentes a recuperação inferiores à semana 6 ($p < 0,001$) (Figura 7).

Figura 7 – Qualidade Total da Recuperação de acordo com as semanas completas durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15).



Letras iguais indicam que as medias nao diferem entre si.

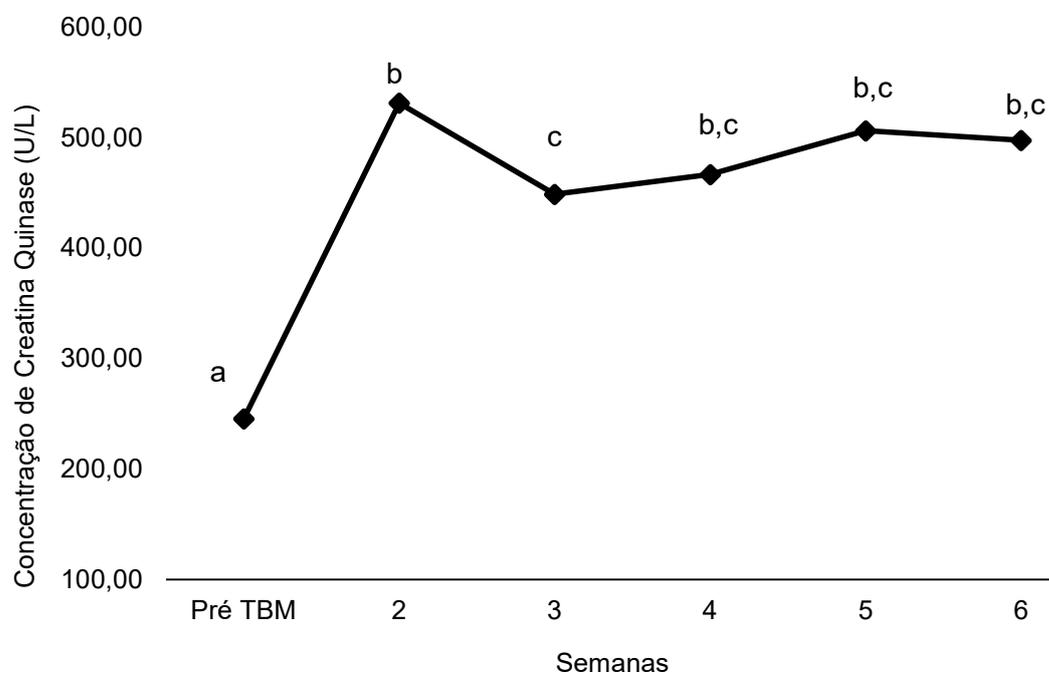
Semana 1 desconsiderada da análise por ser correspondente somente a 2 dias.

Fonte: Do autor, 2022.

5.5 CONCENTRAÇÃO DE CREATINA QUINASE

Os valores médios \pm desvio padrão da CK nos momentos pré-TBM e semanas 2, 3, 4, 5 e 6 foram de $245,60 \pm 96,30$ U/L; $531,33 \pm 268,85$ U/L; $448,73 \pm 244,34$ U/L; $466,60 \pm 295,98$ U/L; $506,20 \pm 434,46$ U/L; $497,53 \pm 383,01$ U/L, respectivamente. A Figura 8 mostra os níveis plasmáticos de CK ao longo do TBM, sendo identificada diferença entre os momentos analisados ($p < 0,029$). O momento pré-TBM foi inferior às semanas 2 ($p < 0,001$), 3 ($p = 0,005$), 4 ($p = 0,010$), 5 ($p = 0,034$) e 6 ($p = 0,014$). A semana 2 foi superior à semana 3 ($p < 0,033$), mas não das semanas 4 a 6. As semanas 3, 4, 5 e 6 não são diferentes entre si.

Figura 8 – Concentração de Creatina Quinase ao longo do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15).



Letras iguais indicam que as médias não diferem entre si.

TBM: Treinamento Básico Militar.

Fonte: Do autor, 2022.

5.6 TEMPERATURA DA PELE

A Tabela 3 apresenta as médias \pm desvio padrão das temperaturas da pele observadas ao longo do TBM. Para todas as regiões corporais avaliadas foram identificadas diferenças entre os momentos analisados.

Tabela 3 – Comparações das temperaturas irradiadas da pele em diferentes regiões corporais durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

Região corporal	Semanas							p
	Pré-TBM	1	2	3	4	5	6	
Bíceps direito	31,65 ± 0,60	32,03 ± 0,50	31,01 ± 0,64 ^{a,b}	31,52 ± 0,46 ^c	31,07 ± 0,53 ^{a,b,d}	31,12 ± 0,47 ^b	31,53 ± 0,45 ^{b,c,e}	< 0,001
Bíceps esquerdo	31,85 ± 0,64	32,37 ± 0,48 ^a	31,32 ± 0,64 ^{a,b}	31,77 ± 0,51 ^{b,c}	31,32 ± 0,57 ^{a,b,d}	31,30 ± 0,54 ^{b,d}	31,53 ± 0,59 ^b	< 0,001
Peitoral direito	31,56 ± 0,58	32,12 ± 0,71 ^a	31,12 ± 0,61 ^b	31,54 ± 0,54 ^c	30,94 ± 0,57 ^{a,b,d}	31,06 ± 0,45 ^{b,d}	31,21 ± 0,74 ^b	< 0,001
Peitoral esquerdo	31,67 ± 0,68	32,27 ± 0,70 ^a	31,25 ± 0,64 ^b	31,78 ± 0,61 ^c	31,13 ± 0,53 ^{b,d}	31,18 ± 0,49 ^{b,d}	31,46 ± 0,72 ^b	< 0,001
Ombro direito	32,15 ± 0,69	32,70 ± 0,59 ^a	31,24 ± 0,61 ^{a,b}	32,09 ± 0,43 ^{b,c}	31,53 ± 0,50 ^{a,b,d}	31,34 ± 0,54 ^{a,b,d}	31,58 ± 0,65 ^{b,d}	< 0,001
Ombro esquerdo	32,03 ± 0,67	32,66 ± 0,58 ^a	31,09 ± 0,65 ^{a,b}	32,00 ± 0,53 ^{b,c}	31,44 ± 0,58 ^{a,b,d}	31,27 ± 0,57 ^{a,b,d}	31,46 ± 0,67 ^{b,d}	< 0,001
Coxa anterior direita	29,95 ± 0,96	30,77 ± 0,82 ^a	29,45 ± 0,86 ^{a,b}	30,13 ± 0,69 ^{b,c}	29,61 ± 0,81 ^{b,d}	29,61 ± 0,68 ^{b,d}	29,66 ± 0,72 ^{b,d}	< 0,001
Coxa anterior esquerda	30,02 ± 0,96	30,87 ± 0,75 ^a	29,50 ± 0,78 ^{a,b}	30,16 ± 0,68 ^{b,c}	29,69 ± 0,73 ^{b,d}	29,74 ± 0,62 ^{b,d}	29,80 ± 0,70 ^{b,d}	< 0,001
Joelho direito	29,11 ± 1,26	30,33 ± 0,98 ^a	29,36 ± 1,36 ^b	29,91 ± 1,09 ^c	29,15 ± 0,97 ^{b,d}	29,05 ± 1,05 ^{b,d}	29,23 ± 0,94 ^{b,d}	< 0,001
Joelho esquerdo	29,31 ± 1,05	30,36 ± 0,76 ^a	29,33 ± 0,84 ^b	29,94 ± 0,90 ^c	29,19 ± 0,85 ^{b,d}	29,00 ± 0,85 ^{b,d}	29,21 ± 0,74 ^{b,d}	< 0,001
Perna anterior direita	30,65 ± 0,66	31,50 ± 0,42 ^a	30,34 ± 0,55 ^b	30,99 ± 0,62 ^c	30,41 ± 0,50 ^{b,d}	30,29 ± 0,66 ^{b,d}	30,58 ± 0,64 ^{b,d,f}	< 0,001
Perna anterior esquerda	30,87 ± 0,74	31,62 ± 0,50 ^a	30,51 ± 0,57 ^b	31,03 ± 0,61 ^{b,c}	30,53 ± 0,58 ^{b,d}	30,32 ± 0,62 ^{b,d}	30,56 ± 0,74 ^{b,d}	< 0,001
Coxa posterior direita	30,11 ± 1,00	30,97 ± 0,82 ^a	29,77 ± 0,67 ^b	30,52 ± 0,55 ^c	29,91 ± 0,77 ^{b,d}	29,97 ± 0,66 ^{b,d}	30,07 ± 0,78 ^{b,d}	< 0,001
Coxa posterior esquerda	30,07 ± 1,07	30,95 ± 0,86 ^a	29,79 ± 0,69 ^b	30,48 ± 0,59 ^c	29,83 ± 0,75 ^{b,d}	29,92 ± 0,67 ^{b,d}	29,94 ± 0,81 ^{b,d}	< 0,001
Perna posterior direita	29,81 ± 0,65	30,69 ± 0,53 ^a	29,40 ± 0,67 ^{a,b}	30,11 ± 0,46 ^{b,c}	29,66 ± 0,52 ^{b,d}	29,41 ± 0,57 ^{b,d}	29,54 ± 0,72 ^{b,d}	< 0,001
Perna posterior esquerda	29,61 ± 0,62	30,54 ± 0,57 ^a	29,16 ± 0,63 ^{a,b}	29,95 ± 0,45 ^{a,b,c}	29,38 ± 0,59 ^{b,d}	29,16 ± 0,56 ^{b,d}	29,51 ± 0,68 ^b	< 0,001

TBM: Treinamento Básico Militar.

a = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com o Pré-TBM.

b = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com a semana 1.

c = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com a semana 2.

d = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com a semana 3.

e = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com a semana 4.

f = diferença significativa ($p < 0,05$) comparada com a semana 5.

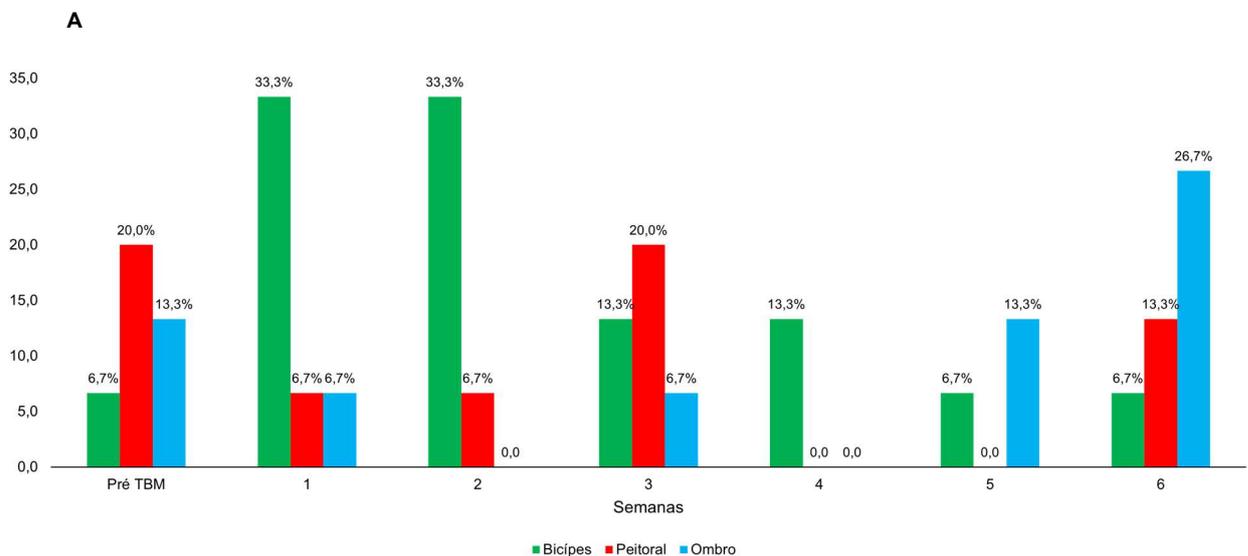
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

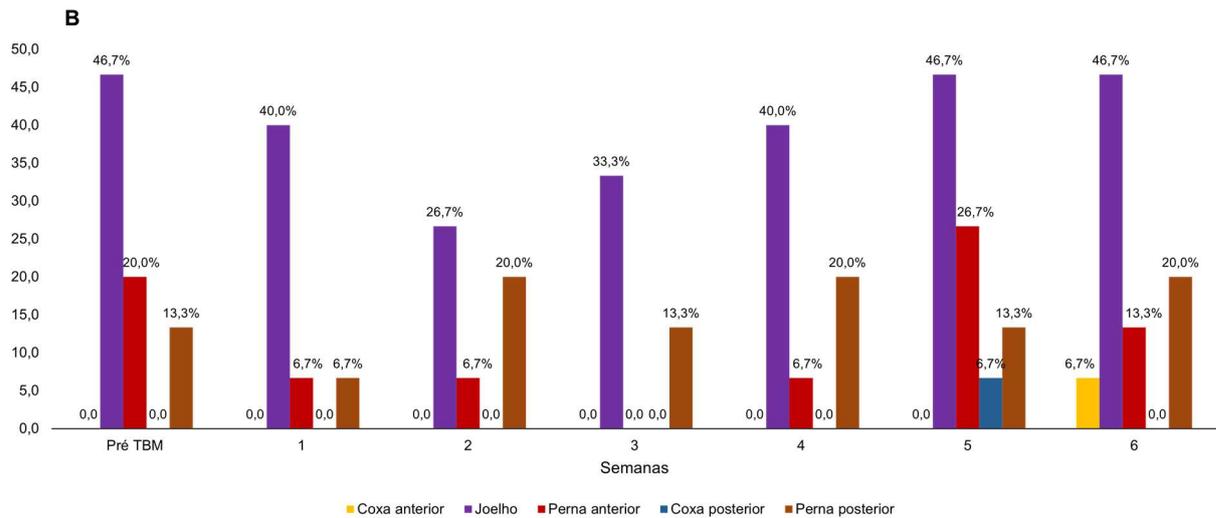
5.7 SIMETRIA BILATERAL DA TEMPERATURA DA PELE

Considerando todas as coletas termográficas (7), as RCI (16) e os 15 voluntários sorteados, foram avaliadas 840 comparações entre as regiões bilaterais ao longo do TBM. Em 109 casos (12,9%) foram observadas assimetrias superiores a 0,5 °C. Dos 109 dados, 18 (16,5%), 15 (13,8%), 14 (12,8%), 13 (11,9%), 12(11%), 17 (15,6%), 20 (18,4%) foram identificados respectivamente nos períodos pré TBM, semana 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

A figura 9 apresenta a frequência de cadetes que tiveram assimetria bilateral superior a 0,5°C, de acordo com as regiões de interesse ao longo do TBM. O maior valor de assimetria encontrado foi de 1,62 °C, para a região joelho, em avaliação realizada no momento pré-TBM. A região do joelho foi a que apresentou um maior número de cadetes com assimetria superior a 0,5°C.

Figura 9 – Frequência relativa de assimetria bilateral superior a 0,5 °C das regiões superior (A) e inferior (B), de acordo com as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, 2019 (n=15).





Fonte: Do autor, 2022.

A Tabela 4 apresenta a média da diferença absoluta térmica bilateral de cada região corporal, de acordo com a semana, para os cadetes avaliados. Quando realizada a comparação da simetria, foram verificadas diferenças, ao menos em um dos momentos de medida, para os segmentos corporais bíceps, peitoral, ombro, coxa e panturrilha. Apesar das diferenças encontradas, as assimetrias superiores a 0,5 °C não foram estatisticamente significantes.

Tabela 4 – Média absoluta de assimetria bilateral da temperatura da pele de acordo com as regiões de interesse e as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

Região corporal	Semanas						
	Pré-TBM	1	2	3	4	5	6
Bíceps	0,27*	0,35**	0,40*	0,26**	0,31*	0,26*	0,19
Peitoral	0,21	0,24*	0,20	0,27*	0,25*	0,17*	0,25**
Ombro	0,25	0,24	0,21*	0,22	0,20	0,31	0,31
Coxa anterior	0,20	0,19	0,20	0,13	0,14	0,23	0,21*
Joelho	0,56	0,37	0,42	0,35	0,47	0,53	0,51
Perna anterior	0,31*	0,20	0,26*	0,19	0,27	0,29	0,27
Coxa posterior	0,19	0,19	0,15	0,14	0,23	0,17	0,22
Perna posterior	0,22*	0,21*	0,29*	0,24*	0,39*	0,36*	0,29

* p<0,05; ** p<0,001; TBM: Treinamento Básico Militar.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

Com o objetivo de verificar a relação da assimetria e a ocorrência de lesão, foram analisados os registros das primeiras lesões dos 15 cadetes que possuem medida de temperatura da pele.

Dos 15 cadetes analisados, 40% (n=6) apresentaram ao menos uma lesão musculoesquelética no período analisado. Ao analisar a semana de ocorrência da primeira lesão e a assimetria da região de interesse correspondente aos registros anteriores, foi encontrada assimetria superior a 0,5 °C somente para dois participantes (Tabela 5).

Tabela 5 – Lesão musculoesquelética e assimetria bilateral da temperatura da pele de acordo com as regiões de interesse durante o Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

Caso	Lesão musculoesquelética	Região	Semana da lesão	Assimetrias da região correspondente nas medidas anteriores à semana da lesão
1	Sim	Perna bilateral	3	Pré-TBM: 0,40 Final semana 1: 0,08 Final semana 2: 0,45
2	Não			
3	Não			
4	Sim	Joelho bilateral	3	Pré-TBM: 0,27 Final semana 1: 0,19 Final semana 2: 0,11
5	Sim	Joelho bilateral	5	Pré-TBM: 0,13 Final semana 1: 0,21 Final semana 2: 0,49 Final semana 3: 0,19 Final semana 4: 0,26
6	Não			
7	Não			
8	Não			
9	Sim	Perna direita	4	Pré-TBM: 0,52 Final semana 1: 0,48 Final semana 2: 0,38 Final semana 3: 0,20
10	Não			
11	Sim	Coluna	3	Não avaliada
12	Não			
13	Não			
14	Não			
15	Sim	Joelho esquerdo	2	Pré-TBM: 1,04 Final semana 1: 0,70

TBM: Treinamento Básico Militar.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

5.8 TEMPERATURA DA PELE E CONCENTRAÇÃO DE CREATINA QUINASE

Na tabela 6, são apresentados os valores de correlação entre a diferença térmica bilateral com a concentração de CK para cada um dos momentos avaliados. Foi verificada correlação positiva entre a CK e a temperatura da pele nas regiões bíceps (semana 2), peitoral (semanas 2, 3, 5 e 6) e joelho (semana 3).

Tabela 6 – Coeficiente de correlação entre as concentrações de creatina quinase e as diferenças bilaterais das temperaturas da pele durante as semanas do Treinamento Básico Militar da Academia da Força Aérea, Pirassununga, SP, 2019.

Região corporal	Semanas					
	Pré-TBM	2	3	4	5	6
	Creatina Quinase					
Bíceps	0,408	0,519*	0,134	-0,014	0,248	-0,106
Peitoral	0,402	0,599*	0,570*	0,193	0,606*	0,567*
Ombro	-0,234	-0,038	-0,104	0,086	-0,461	-0,216
Coxa	0,227	-0,091	-0,423	-0,294	-0,149	0,433
Joelho	0,000	0,322	0,609*	0,499	-0,046	0,489
Perna	-0,415	-0,424	-0,098	-0,352	-0,482	-0,127
Coxa posterior	0,408	-0,054	0,286	-0,240	-0,479	-0,104
Perna posterior	0,095	-0,157	-0,249	0,075	-0,009	0,188

* $p < 0,05$; TBM: Treinamento Básico Militar.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2022.

6 DISCUSSÃO

Os achados do presente estudo referentes à caracterização das lesões musculoesqueléticas mostram que os participantes do TBM da AFA apresentaram elevado percentual de lesões durante o estágio.

Comparando o quantitativo de lesões entre diferentes TBM, ficou evidenciado que a atividade da AFA apresenta maior percentual de lesões (64,1%) em relação aos dados registrados em militares da Força Aérea EUA (NYE et al., 2016), Exército da Grécia (HAVENETIDIS; KARDARIS; PAXINOS, 2011) e militares da Dinamarca (ROSENDAL et al., 2003) onde as taxas dos acometimentos foram de 12,5%, 28,3% e 28%, respectivamente. Considerando que o TBM da AFA foi o menor em quantidade de dias, quando comparado aos trabalhos com militares americanos (60 dias), gregos (49 dias) e dinamarqueses (84 dias) citados anteriormente, não foi notada uma tendência do aumento percentual das lesões, relacionada a maior quantidade de dias de treinamento. Talvez a diferença percentual das lesões possa estar relacionada, neste caso, às características gerais de treinamento estabelecidas em cada instituição.

O ajuste do quantitativo de lesões por horas de atividade se torna uma estratégia válida, para comparar de maneira mais precisa, os dados dos TBM de diferentes instituições. Realizando esse ajuste foi encontrada, no presente trabalho, uma taxa de 3 lesões a cada 1000 horas de treinamentos, sendo os achados também superiores a uma investigação realizada com militares alemães (MÜLLER-SCHILLING, 2019), em que os valores foram de 1,09 lesões para o mesmo tempo de atividade. Sendo assim, não foram encontrados na literatura, TBM que registraram mais lesões percentuais por participantes e/ou por horas de atividades que no estágio da AFA. Ressalta-se que para este tipo de comparação, as metodologias de definição e registro das lesões foram semelhantes.

Estima-se que, mesmo com o elevado número de lesões encontradas, ainda exista uma parcela considerável de subnotificação, podendo esses valores serem ainda maiores. Cohen et al. (2019) encontraram que os militares em período de treinamentos evitam procurar assistência médica para o tratamento das lesões por motivos diversos como: evitar percepções negativas por parte dos instrutores; por conseguirem ter uma autogestão da lesão devido a experiências anteriores; evitar o

perfil de aluno lesionado; e, por considerarem que determinada lesão não seja motivo para procurar assistência.

Um fator que não foi analisado neste trabalho e que pode ter influenciado na incidência de lesões é o nível de condicionamento físico dos militares incorporados. Em relação a esta hipótese, Nye et al. (2016) encontraram que os militares com menor nível de aptidão física apresentam mais lesões do que os pares de maior aptidão. Adicionalmente, Knapik et al. (2012) relataram que a menor aptidão aeróbia e menores valores de força muscular estão associados com um número significativamente aumentado de lesões no TBM. Quanto a isso, Kyröläinen et al. (2018), afirmaram que o plano de treinamento, mesmo em ambientes militares, devem ser proporcionais às capacidades físicas individuais, afim de evitarem sobrecargas elevadas e o surgimento de lesões. Esses achados sugerem uma individualização de treinamento, que não foi observada nas atividades do TBM da AFA, exceção às corridas intervaladas das aulas de Educação Física. Nessas o volume e a intensidade são baseados no desempenho do teste de 12 minutos realizado no início do estágio, mas que representam um percentual pequeno de todas as atividades desenvolvidas no período.

Nos trabalhos analisados foram encontrados dois protocolos mais comuns para a caracterização das lesões. O utilizado neste trabalho, que considerou o fato do militar com queixa musculoesquelética receber atendimento médico ou fisioterapêutico e outro, que considera somente os militares que ficaram afastados por pelo menos um dia das atividades.

Dentre todas as lesões registradas, a mais comum foi a dor (92,6%), sendo que resultados semelhantes foram apresentados por Kucera et al. (2016) (89,6%). Nye et al. (2016), apresentam que as dores experimentadas pelos militares no TBM estão associadas principalmente ao grande número de corridas e marchas realizadas, exercícios esses com elevadas repetições do mesmo movimento. No TBM da AFA, com exceção do deslocamento do refeitório para o alojamento após o almoço e jantar, todos os outros deslocamentos são realizados correndo em tropa. A lesão musculoesquelética por uso excessivo é o principal diagnóstico médico entre os recrutas militares dos EUA, e a principal causa de dispensa do treinamento básico (NYE et al., 2016; REIS et al., 2007). Os sintomas associados a esse fenômeno

doloroso podem variar desde leve dor muscular até dor intensa e debilitante (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003; HOWATSON; SOMEREN, 2008).

Os achados do presente trabalho mostraram que quase metade (44,5%) dos participantes com lesões do tipo fraturas por estresse, condropatia e entorses já haviam sofrido com acometimentos no mesmo lugar antes de entrarem para o TBM. Segundo Kucera et al. (2016), é importante que sejam realizados levantamentos das lesões antecedentes, pois o histórico delas é preditor considerável das próximas lesões, devido a múltiplos fatores, como a predisposição anatômica, características genéticas e, em muitas das vezes, falhas nas reabilitações anteriores.

Em relação ao local das lesões, os dados encontrados estão semelhantes à literatura que mostra que nas diferentes forças armadas, as lesões do TBM acometem diversas regiões do corpo, sendo os membros inferiores as estruturas mais afetadas (KUCERA et al., 2016). Na Academia do Exército Helênico, por exemplo, os membros inferiores sofreram aproximadamente 76% de todas as lesões (HAVENETIDIS; KARDARIS; PAXINOS, 2011), valores próximos aos encontrados nos militares da AFA. O alto índice das lesões nos membros inferiores se deve principalmente a sobrecarga gerada devido ao elevado volume de corridas, marchas, atividades com carga e movimentos repetitivos (NYE et al., 2016) que são comuns nos diversos TBM.

Um ponto negativo gerado pelas lesões são as dispensas dos treinamentos, que além de prejudicarem o processo de formação militar trazem prejuízos financeiros às instituições devido ao custo dos tratamentos (BULZACHELLI et al., 2017). A perda dos dias de treinamento, poderá levar os militares a uma diminuição significativa no nível da aptidão física geral, que por sua vez poderá gerar novas lesões assim que o indivíduo retornar aos treinamentos (MÜLLER-SCHILLING, 2019). Knapik et al. (2003), encontram que a realização de um período de treinamento físico, antes da entrada para as instituições militares elevou o nível de aptidão dos indivíduos e contribuiu para a diminuição na ocorrência de afastamentos durante o TBM.

O método da PSE da sessão foi utilizado neste trabalho com o objetivo de caracterizar a carga interna de treinamento de todas as instruções realizadas no estágio. Durante o TBM os militares ficaram em média 10,5 horas, por dia, nas atividades da categoria I. Esse longo período de atividade diária, independentemente do esforço de cada instrução, foi o principal responsável pelas cargas elevadas. Jurvellin et al. (2020), estudando a CT no TBM do exército finlandês, também

encontraram que as altas cargas estavam mais associadas às atividades de longa duração do que a intensidade dos esforços. Segundo os mesmos autores, as cargas experimentadas pelos militares finlandeses no período inicial foram comparáveis às cargas de treinamento diárias e semanais de atletas profissionais nos períodos pré-competição e competição (JURVELLIN et al., 2020).

Em esportes de alto rendimento, que são tradicionais no nosso país, como o Voleibol, Futsal, e o Futebol são encontrados valores médios de CTTS de 3206 U.A (HORTA et al., 2020), 6465 U.A (MILOSKI; FREITAS; BARA-FILHO, 2012) e 1600 U.A (SAIDI et al., 2019) respectivamente, o que mostra que a carga interna do TBM da AFA é bastante superior às do treinamento esportivo em geral. Em relação a esses achados sabe-se que cada esporte tem a sua característica, objetivo e necessidade individual de treinamento (COLLETTE, 2011), sendo uma das características dos treinamentos militares os longos períodos de atividades (ÖÖPIK et al., 2017).

Outro fator relevante se dá em relação à distribuição das cargas de treinamento durante o estágio. Não foi observada uma progressão gradual das CTTS, sendo altos os valores encontrados desde o início. A carga teve um aumento significativo somente da semana 2 para 3, e posteriormente manteve-se elevada até o final do TBM. Em relação a esses achados, Gabbett (2016) coloca que o estabelecimento de cargas excessivas de treinamento e sem progressão adequada são responsáveis por grande parte das lesões musculoesqueléticas. Quanto a isso, Kyröläinen et al. (2018), afirmam que um aumento progressivo na carga de treinamento, deve ser cuidadosamente planejado principalmente no período inicial, afim de evitar os fatores negativos do treinamento. Ööpik et. al. (2017) consideram que a maioria dos militares recém incorporados terão a primeira experiência de um treinamento sistematizado durante o TBM, onde a carga de treinamento provavelmente será maior já vivenciada por essa população, podendo assim aumentar a probabilidade de ocorrerem as lesões.

O cálculo da monotonia descreve a oscilação das cargas entre determinados períodos de treinamento (FOSTER et al., 2001). A literatura reporta que altos valores de monotonia podem ser fatores de risco para as lesões musculoesqueléticas em esportes de rendimento (WYSS et al., 2014). No presente trabalho, os valores médios encontrados dessa variável foram superiores aos encontrados nos treinamentos de futsal (2,43 U.A) (MILOSKI; FREITAS; BARA-FILHO, 2012) e voleibol (1,34 U.A) (TIMOTEO et al., 2018). Foster et al. (2005) apontam que valores de monotonia acima

de 2,0 contribuem para o desenvolvimento da síndrome do overtraining. O baixo grau de variabilidade das cargas em todas as semanas, apontado pelos altos índices de monotonia, indicam uma distribuição inadequada das cargas ao longo do TBM.

Foram observadas diferenças entre a recuperação ao longo das semanas do TBM, porém em todas elas, de acordo com a escala de QTR, os militares apresentaram um mal estado de recuperação. Todos os valores médios encontrados na escala QTR foram inferiores a 13 (recuperação razoável) sendo este valor é considerado o nível mínimo desejável de recuperação pelos atletas (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). Possivelmente os baixos índices de recuperação foram influenciados pelas altas cargas consecutivas executadas pelos militares durante o período de treinamento. Neste sentido, Borresen e Lambert (2009) afirmam que é necessário um monitoramento frequente das cargas para que se tenha um equilíbrio entre o estresse e a recuperação, promovendo assim a melhora do desempenho e evitando os fatores negativos do treinamento.

Em nossa análise longitudinal, as concentrações de CK apresentaram mudanças significativas ao longo das 6 semanas de TBM. Os menores valores foram encontrados no momento pré-TBM, fato esperado, pois os voluntários receberam orientações a fim de evitarem esforços físicos nas semanas anteriores ao início das atividades. No ambiente de treinamento esportivo as menores taxas de CK, também são encontradas nas avaliações de pré-temporada, após períodos prolongados de repouso/destreinamento (BERRIEL et al., 2020). Após 10 dias de TBM, logo na segunda avaliação, foram encontrados os maiores valores de CK de todo o estágio. A literatura considera o pico de CK, como o momento de maior dano muscular durante o período de treinamento (JOHNSTON et al., 2013; BRINK et al., 2010). Pode-se verificar que no mesmo período foram encontradas as menores taxas de recuperação avaliadas pela QTR. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al., (2014), que encontraram em uma avaliação longitudinal com jogadores de voleibol durante uma temporada esportiva, períodos coincidentes de maiores valores de CK com a menor recuperação dos jogadores. A semana três foi a de menor valor médio de CK, após o início do TBM, mas, superiores ao momento pré em aproximadamente 200 U/L. As cargas das semanas subsequentes foram iguais às semanas dois e três e mantiveram-se altas até o final do período de treinamento. Segundo Berriel (2020), a manutenção dos altos valores de CK está relacionada às altas cargas e recuperação

inadequada experimentadas por indivíduos durante um processo de treinamento. A literatura relata uma grande variabilidade interindividual da CK principalmente em períodos de altas cargas de treinamento (ALVES et al., 2015), fato que corrobora os nossos achados com os 15 avaliados. Segundo Mougios (2007), a faixa ideal de concentração de CK deve variar de 82,00 U/L a 1083,00 U/L para atletas do sexo masculino. Lev et al. (1999), analisando militares israelenses, durante as atividades laborais normais, encontraram valores médios de 162,9 U/L de CK sendo o maior valor relatado de 532 U/L.

Outra análise longitudinal realizada neste trabalho foi a avaliação da temperatura da pele antes do início e ao longo de todas as semanas do TBM. Korman et al. (2021) disseram em um trabalho recente, desconhecendo estudos que apresentem o comportamento da temperatura, medida em repouso, durante um longo período de treinamento. Adicionalmente Priego-Quesada et al. (2022) relatam que normalmente as pesquisas com avaliação termográfica envolvem avaliações pré exercício, imediatamente após, 24 e 48 horas depois o exercício. Esses achados mostram que o presente trabalho é inovador em apresentar o comportamento da temperatura, simetrias bilaterais e correlação com a CK durante um treinamento completo.

Realizando análise do comportamento térmico médio, de cada RCI durante as semanas, observou-se que existem diferenças entre os períodos. Após somente dois dias de treinamento, foi possível identificar indiretamente pela termografia a presença de dano muscular provocado pelo TBM. Achados semelhantes foram encontrados por Priego-Quesada et al. (2019), que observaram, em praticantes recreativos de triatlo, um aumento significativo na temperatura da pele após 2 dias seguidos de treinamento. Segundo Hildebrandt, Raschner e Ammer (2010) a participação em treinamentos especializados possivelmente acarretará em inflamação tecidual aumentando a temperatura muscular e refletindo também na pele. No geral as temperaturas das RCI nas demais semanas não apresentaram diferença em relação ao período pré TBM. Ferreira-Junior et al. (2021), encontraram que entre 24 e 48 horas pós esforço os efeitos termorregulatórios tendem a se equilibrarem novamente, retornando aos valores iniciais. Não é possível relacionar esse equilíbrio com os nossos achados, pois no TBM, em todos os dias, foi realizado treinamento. É importante ressaltar que foi respeitado somente no dia pré avaliação, uma janela de 10 horas sem exposição aos

exercícios. Também não foi observada uma tendência do comportamento da temperatura com a carga de treinamento e recuperação durante as semanas do TBM.

Foram observadas assimetrias térmicas bilaterais superiores a 0,5° durante todas as semanas do TBM. Essas diferenças são consideradas como marcadores indiretos de lesões teciduais (VIEIRA et al., 2020), necessitando portanto de maior atenção em relação às cargas impostas e períodos adequados de recuperação. Mesmo após as orientações para os cadetes não realizarem esforços físicos na semana anterior ao início do TBM e na anamnese não ter sido identificada nenhum caso de lesão, logo na avaliação pré TBM foram observados 16,5% de todos os casos de assimetrias do período. Seguindo o mesmo raciocínio pode-se inferir que mesmo sem relatarem alguns alunos já chegam para o TBM lesionados e possivelmente não conseguirão a recuperação durante os 37 dias de atividades. Ao comparar um lado com o outro, aumenta-se a possibilidade de detectar problemas subclínicos antes que sejam clinicamente relevantes (HILDEBRANDT; RASCHNER; AMMER, 2010). Dentre os cadetes que participaram das coletas termográficas e apresentaram lesões no TBM, 33,3% já havia sido diagnosticado previamente com assimetrias bilaterais.

Na análise entre as diferenças bilaterais da temperatura das RCI com a CK foram encontradas correlações em poucos pontos. A região do peitoral teve correlação positiva a CK em quatro dos seis momentos analisados. Fazendo uma análise geral, no presente trabalho, não foi encontrada correlação entre a CK e a diferença bilateral da temperatura. Fernandes et al. (2017), verificaram correlações positivas moderadas da temperatura da pele dos membros inferiores com o biomarcador de dano muscular CK. Segundo Rojas–Valverde et al. (2021), nos últimos anos, inúmeros estudos não mostraram correlação da TP com a CK (DA SILVA et al., 2018; BARBOZA et al., 2021; KORMAN et al., 2021). Sugere-se que tanto a CK quanto a TP sejam utilizadas como avaliações complementares sendo a primeira objetivando identificar o dano tecidual corporal geral e a segunda o local específico da lesão. Segundo Peake et al. (2017), juntamente com o pico de força, a CK e a termografia estão entre os principais marcadores de dano muscular utilizados nos treinamentos esportivos.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser levadas em consideração: A avaliação de 15 cadetes nas variáveis CK e termografia; não avaliação do tempo e qualidade individual do sono que poderia contribuir para a

compreensão das variáveis estudadas. Como pontos fortes destacam-se a quantificação da carga de treinamento e recuperação durante o TBM e análise longitudinal de temperatura da pele.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TBM da AFA apresentou elevado percentual de lesões, sendo os membros inferiores a região mais afetada. As cargas semanais de treinamento foram altas, não apresentaram progressão e tiveram elevada monotonia. É possível afirmar que durante os dias de TBM os cadetes não se recuperam para as próximas sessões de treinamento.

A CK aumentou logo na segunda semana e manteve-se elevada nos momentos subsequentes, provavelmente em resposta às altas cargas de treinamento impostas nos militares incorporados.

A temperatura da pele oscilou significativamente ao longo do TBM. Foram observadas assimetrias em todas as RCI, mas não em todos os momentos. No geral não foi encontrada correlação da CK com a diferença bilateral da temperatura da pele.

REFERÊNCIAS

- ASCENSÃO, A. et al. Biochemical impact of a soccer match — analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. **Clinical Biochemistry**, v. 41, n. 10, p. 841–851, jul. 2008.
- AHN, H. et al. Physical Fitness Level and Mood State Changes in Basic Military Training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 23, dez. 2020.
- ALAPHILIPPE, A. et al. Longitudinal follow-up of biochemical markers of fatigue throughout a sporting season in young elite rugby players. **Journal of strength and conditioning research**, v. 26, n. 12, dez. 2012.
- ALMEIDA, S. A. et al. Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 8, p. 1176–1182, ago. 1999.
- ALVES, A. L. et al. Análise individual das concentrações da creatina quinase em jogadores de elite do futebol brasileiro. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, p. 112–116, abr. 2015.
- ANDERSEN, K. A. et al. Musculoskeletal Lower Limb Injury Risk in Army Populations. **Sports Medicine - Open**, v. 2, p. 22, abr. 2016.
- ARAÚJO, L. G. M. DE et al. APTIDÃO FÍSICA E LESÕES: 54 SEMANAS DE TREINAMENTO FÍSICO COM POLICIAIS MILITARES. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, p. 98–102, abr. 2017.
- ARMED FORCES HEALTH SURVEILLANCE CENTER. Ambulatory visits among members of the active component, U.S. Armed Forces, 2010. **MSMR**, v. 18, n. 4, p. 16–21, abr. 2011.
- BANDEIRA, F. et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, p. 246–251, ago. 2012.
- BARBOZA, J. A. M. et al. Can Skin Temperature Be Altered After Different Magnitudes of Eccentric Exercise-Induced Muscle Damage? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1–8, nov. 2021.
- BERRIEL, G. P. et al. Stress and recovery perception, creatine kinase levels, and performance parameters of male volleyball athletes in a preseason for a championship. **Sports Medicine - Open**, v. 6, p. 26, jun. 2020.
- BERTON, R. et al. Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 18, p. 2038–2044, set. 2018.

BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 779–795, 2009.

BRASIL. Academia da Força Aérea. Corpo de Cadetes da Aeronáutica. **Manual do Estágio de Adaptação Militar do Corpo de Cadetes da Aeronáutica**. Pirassununga, SP, 2019.

BRASIL. **Lei Nº 13.954, de 16 de dezembro de 2019**. Reestrutura a carreira militar e dispõe sobre o Sistema de Proteção Social dos Militares. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13954.htm. Acesso em: 5 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Exército. Estado Maior do Exército. **Manual de Campanha. Ordem Unida**. 3ª ed. Brasília, DF, 2000.

BRINK, M. S. et al. Monitoring Load, Recovery, and Performance in Young Elite Soccer Players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 597–603, mar. 2010.

BULZACCHELLI, M. et al. **The Cost of Basic Combat Training Injuries in the US Army: Injury-Related Medical Care and Risk Factors**. Military Performance Division U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine Natick, Massachusetts, 2017.

BURLEY, S. D. et al. Effect of a novel low volume, high intensity concurrent training regimen on recruit fitness and resilience. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 23, n. 10, p. 979–984, out. 2020.

BURLEY, S. D. et al. Positive, limited and negative responders: The variability in physical fitness adaptation to basic military training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 4th International Congress on Soldiers' Physical Performance. v. 21, n. 11, p. 1168–1172, nov. 2018.

CANINO, M. C. et al. Quantifying Training Load During Physically Demanding Tasks in U.S. Army Soldiers: A Comparison of Physiological and Psychological Measurements. **Military Medicine**, v. 85, n.5-6, p. e847-e852, jun. 2020.

CARLINO, E. P. O conceito de liderança pela perspectiva de cadetes do curso de formação na Academia da Força Aérea. **Revista da UNIFA**, v. 33, n. 1, jun. 2020.

CHEUNG, K.; HUME, P.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 33, n. 2, p. 145–164, 2003.

COHEN, B. S. et al. Surveyed Reasons for Not Seeking Medical Care Regarding Musculoskeletal Injury Symptoms in US Army Trainees. **Military Medicine**, v. 184, n. 5–6, p. e431–e439, 2019.

COWAN, D. N. et al. Musculoskeletal injuries among overweight army trainees: incidence and health care utilization. **Occupational Medicine (Oxford, England)**, v. 61, n. 4, p. 247–252, jun. 2011.

DA SILVA, W. et al. Can exercise-induced muscle damage be related to changes in skin temperature? **Physiological Measurement**, v. 39, n. 10, p. 104007, out. 2018.

DIXON, S. J. et al. Biomechanical analysis of running in military boots with new and degraded insoles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 3, p. 472–479, mar. 2003.

DRAIN, J. R. et al. Hormonal response patterns are differentially influenced by physical conditioning programs during basic military training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, p. S98–S103, nov. 2017.

ENGBRETSSEN, L. et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 7, p. 407–414, maio 2013.

FERNANDES, A. et al. Skin temperature changes of under-20 soccer players after two consecutive matches. **Sport Sciences for Health**, v. 13, n. 3, p. 635–643, dez. 2017.

FERREIRA-JÚNIOR, J. B. et al. Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? **Physiological Measurement**, v. 42, n. 3, p. 034002, mar. 2021.

FINESTONE, A. et al. Overuse injuries in female infantry recruits during low-intensity basic training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 11 Suppl, p. S630-635, nov. 2008.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109–115, fev. 2001.

FOSTER, C. et al. Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 4, p. 670–675, abr. 2005.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 7, p. 1164–8, jul. 1998.

FREITAS, V. H. et al. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 13, n. 3, p. 571–579, set. 2014.

GABBETT, T. J. The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 5, p. 273–280, mar. 2016.

GONSALVES, R. P. O sistema de doutrina e treinamento do Exército Canadense. **Doutrina Militar Terrestre em Revista**, v. 7, n. 19, p. 26–35, set. 2019.

GROELLER, H. et al. How Effective Is Initial Military-Specific Training in the Development of Physical Performance of Soldiers? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29 Suppl 11, p. S158-162, nov. 2015.

HADDAD, M. et al. Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, nov. 2017.

HALL, N. et al. Profiles of Recruits Entering Army Basic Training in New Zealand. **Military Medicine**, ahead of print, abr. 2022

HAVENETIDIS, K.; KARDARIS, D.; PAXINOS, T. Profiles of musculoskeletal injuries among Greek Army officer cadets during basic combat training. **Military Medicine**, v. 176, n. 3, p. 297–303, mar. 2011.

HILDEBRANDT, C.; RASCHNER, C.; AMMER, K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700–4715, maio 2010.

HORTA, T. A. G. et al. Training load impact on recovery status in professional volleyball athletes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 2, p. 158–161, abr. 2020.

HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K. A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 38, n. 6, p. 483–503, 2008.

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

JENSEN, A. E. et al. Prevalence of Musculoskeletal Injuries Sustained During Marine Corps Recruit Training. **Military Medicine**, v. 184, n. Suppl 1, p. 511–520, mar. 2019.

JOHNSTON, R. D. et al. Physiological responses to an intensified period of rugby league competition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 3, p. 643–654, mar. 2013.

JONES, B. H. et al. Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 2, p. 197–203, fev. 1993.

- JURVELIN, H. et al. Training Load and Energy Expenditure during Military Basic Training Period. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 1, p. 86–93, jan. 2020.
- KAUFMAN, K. R.; BRODINE, S.; SHAFFER, R. Military training-related injuries: surveillance, research, and prevention. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 18, n. 3 Suppl, p. 54–63, abr. 2000.
- KELLMANN, M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 20 Suppl 2, p. 95–102, out. 2010.
- KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 26, n. 1, p. 1–16, jul. 1998.
- KNAPIK, J. J. et al. Stress fracture risk factors in basic combat training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 11, p. 940–946, nov. 2012.
- KNAPIK, J. J. et al. Association between ambulatory physical activity and injuries during United States Army Basic Combat Training. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 8, n. 4, p. 496–502, maio 2011.
- KNAPIK, J. J. et al. Injury and fitness outcomes during implementation of physical readiness training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 5, p. 372–381, jul. 2003.
- KNAPIK, J. J. et al. Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 6, p. 946–954, jun. 2001.
- KNAPIK, J. J. et al. Temporal changes in the physical fitness of US Army recruits. **Sports medicine**, v. 36, n. 7, 2006.
- KORMAN, P. et al. Temperature and creatine kinase changes during a 10d taper period in sprinters. **Physiological Measurement**, v. 42, n. 12, 29 dez. 2021.
- KUCERA, K. L. et al. Association of Injury History and Incident Injury in Cadet Basic Military Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, n. 6, p. 1053–1061, jun. 2016.
- KYRÖLÄINEN, H. et al. Optimising training adaptations and performance in military environment. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 11, p. 1131–1138, nov. 2018.
- LENTZ, L. et al. The Association Between Fitness Test Scores and Musculoskeletal Injury in Police Officers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 23, p. 4667, dez. 2019.

LEV, E. I. et al. Distribution of serum creatine kinase activity in young healthy persons. **Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry**, v. 279, n. 1–2, p. 107–115, jan. 1999.

LISMAN, P. et al. The Association Between Sleep and Musculoskeletal Injuries in Military Personnel: A Systematic Review. **Military Medicine**, ahead of print, 2022.

MAROCO, J. **Análise Estatística com o SPSS Statistics**. 6ª ed. João Pinheiro: ReportNumber, 2014.

MILOSKI, B.; FREITAS, V. H. DE; BARA FILHO, M. G. Monitoring of the internal training load in futsal players over a season. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, n. 6, p. 671–679, dez. 2012.

MOLLOY, J. M. et al. Musculoskeletal Injuries and United States Army Readiness Part I: Overview of Injuries and their Strategic Impact. **Military Medicine**, v. 185, n. 9–10, p. e1461–e1471, set. 2020.

MOREIRA, D. G. et al. Thermographic imaging in sports and exercise medicine: A Delphi study and consensus statement on the measurement of human skin temperature. **Journal of Thermal Biology**, v. 69, p. 155–162, out. 2017.

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 10, p. 674–678, out. 2007.

MÜLLER-SCHILLING, L. et al. Physical fitness as a risk factor for injuries and excessive stress symptoms during basic military training. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 92, n. 6, p. 837–841, 2019.

NINDL, B. C. et al. Operational Physical Performance and Fitness in Military Women: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations. **Military Medicine**, v. 181, n. 1 Suppl, p. 50–62, jan. 2016.

NISSEN, L. R.; GULDAGER, B.; GYNTELBERG, F. Musculoskeletal disorders in main battle tank personnel. **Military Medicine**, v. 174, n. 9, p. 952–957, set. 2009.

NYE, N. S. et al. Description and Rate of Musculoskeletal Injuries in Air Force Basic Military Trainees, 2012–2014. **Journal of Athletic Training**, v. 51, n. 11, p. 858–865, nov. 2016.

O'LEARY, T. J. et al. Sex Differences in Training Loads during British Army Basic Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 50, n. 12, p. 2565–2574, 2018.

O'NEAL, E. K.; HORNSBY, J. H.; KELLERAN, K. J. High-intensity tasks with external load in military applications: a review. **Military Medicine**, v. 179, n. 9, p. 950–954, set. 2014.

ÖÖPIK, V. et al. Anabolic Adaptations Occur in Conscripts During Basic Military Training Despite High Prevalence of Vitamin D Deficiency and Decrease in Iron Status. **Military Medicine**, v. 182, n. 3, p. e1810–e1818, 2017.

PEAKE, J. M. et al. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, jan. 2017.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. A preliminary investigation about the observation of regional skin temperatures following cumulative training loads in triathletes during training camp. **Journal of Thermal Biology**, v. 84, p. 431–438, ago. 2019.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. Effect of 10 km run on lower limb skin temperature and thermal response after a cold-stress test over the following 24 h. **Journal of Thermal Biology**, v. 105, p. 103225, abr. 2022.

PRIEGO-QUESADA, J. I. et al. Relationship between Skin Temperature, Electrical Manifestations of Muscle Fatigue, and Exercise-Induced Delayed Onset Muscle Soreness for Dynamic Contractions: A Preliminary Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 18, p. E6817, set. 2020.

RADZAK, K. N. et al. Musculoskeletal Injury in Reserve Officers' Training Corps: A Report From the Athletic Training Practice-Based Research Network. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 8, n. 9, p. 2325967120948951, set. 2020.

REIS, J. P. et al. Factors associated with discharge during marine corps basic training. **Military Medicine**, v. 172, n. 9, p. 936–941, set. 2007.

RING, E. F. J.; AMMER, K. The Technique of Infra red Imaging in Medicine. **Thermology International**, v. 10, p. 7–14, fev. 2000.

RINTALA, H. et al. Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots. **Military Medicine**, v. 180, n. 12, p. 1233–1238, dez. 2015.

RODRÍGUEZ GÓMEZ, J. S. et al. Caracterización de las lesiones derivadas del entrenamiento físico militar. **Revista Cuidarte**, v. 7, n. 1, p. 1219–1226, jan. 2016.

ROSENDAL, L. et al. Incidence of Injury and Physical Performance Adaptations During Military Training. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 13, n. 3, p. 157–163, maio 2003.

SAIDI, K. et al. Effects of a six-week period of congested match play on plasma volume variations, hematological parameters, training workload and physical fitness in elite soccer players. **PloS One**, v. 14, n. 7, p. e0219692, 2019.

SANTTILA, M. et al. Cardiovascular and neuromuscular performance responses induced by 8 weeks of basic training followed by 8 weeks of specialized military training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 745–751, mar. 2012.

- SANTTILA, M. et al. Optimal Physical Training During Military Basic Training Period. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29 Suppl 11, p. S154-7, nov. 2015.
- SCHRAM, B. et al. A Detailed Analysis of Serious Personal Injuries Suffered by Full Time and Part Time Soldiers of the Australian Army. **Military Medicine**, v. 185, n. 3–4, p. e364–e369, mar. 2020.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480–491, out. 1993.
- SMITH, P. J. et al. Effects of Exercise and Weight Loss on Depressive Symptoms among Men and Women with Hypertension. **Journal of Psychosomatic Research**, v. 63, n. 5, p. 463–469, nov. 2007.
- STEKETEE, J. Spectral emissivity of skin and pericardium. **Physics in Medicine and Biology**, v. 18, n. 5, p. 686–694, set. 1973.
- TAIT, J. L. et al. Impact of military training stress on hormone response and recovery. **PLOS ONE**, v. 17, n. 3, p. e0265121, mar. 2022.
- TIMOTEO, T. F. et al. Influence of Workload and Recovery on Injuries in Elite Male Volleyball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 15 ago. 2018.
- VANTARAKIS, A. et al. The Effects of Exercise During a 10-Week Basic Military Training Program on the Physical Fitness and the Body Composition of the Greek Naval Cadets. **Military Medicine**, p. usab146, 20 abr. 2021.
- VIEIRA, S. G. et al. Thermographic response resulting from strength training: A preliminary study. **Apunts Sports Medicine**, v. 55, n. 208, p. 120–127, out. 2020.
- VRIJKOTTE, S. et al. The Overtraining Syndrome in Soldiers: Insights from the Sports Domain. **Military Medicine**, v. 184, n. 5–6, p. e192–e200, 2019.
- WIEWELHOVE, T. et al. Markers for Routine Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Team Sport Athletes during High-Intensity Interval Training. **PloS One**, v. 10, n. 10, p. e0139801, 2015.
- WOOD, A. M. et al. Incidence and Time to Return to Training for Stress Fractures during Military Basic Training. **Journal of Sports Medicine**, v. 2014, p. 282980, 2014.
- WYSS, T. et al. Impact of training patterns on injury incidences in 12 Swiss Army basic military training schools. **Military Medicine**, v. 179, n. 1, p. 49–55, jan. 2014.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Marcadores de lesões osteomusculares em Cadetes da Força Aérea Brasileira durante o Estágio de Adaptação Militar

Pesquisador: Phelipe Henrique Cardoso de Castro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 15744919.0.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.524.729

Apresentação do Projeto:

Os pesquisadores apresentam que o estudo que envolverá 200 cadetes que tenham participado do Estágio de Adaptação Militar da Academia da Força Aérea acompanhados durante 42 dias (6 semanas). Os participantes serão caracterizados, através da coleta dos dados referentes à idade, massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Durante o protocolo, os voluntários responderão sempre ao acordarem a escala de Qualidade Total de Recuperação (TQR) e em 3 períodos do dia, após os treinamentos à de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).

Serão selecionados 20 voluntários, que utilizarão um acelerômetro na cintura durante todo EAM os quais participarão de avaliações no período pré e pós EAM e em todas as semanas, com intervalo de 7 dias, totalizando 7 coletas. Em cada uma das 7 avaliações, serão coletados os seguintes dados: 6 imagens termográficas, 3 saltos máximos em contra movimento, 30 l de sangue para determinação da Creatina Quinase (CK). Todas as coletas serão realizadas na na Seção de Educação Física da AFA, no período da manhã antes do início das atividades.

Apesar do treinamento ter como objetivo principal a melhora das qualidades físicas dos militares, durante este período existe a predisposição para ocorrência de lesões com grande destaque para as musculoesqueléticas. Sabe-se que as lesões ocasionadas pelo treinamento militar são uns dos fatores que mais incapacitam temporariamente, ou em certos casos permanentemente, o militar. Sabendo que as lesões afastam os militares das instruções e serviços e que os tratamentos geram altos custos para as organizações militares é de grande importância que se avaliem os fatores que

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS
(Resolução 466/2012 do CNS)

CARACTERIZAÇÃO DAS LESÕES MÚSCULOESQUELÉTICAS EM CADETES DA
FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE O ESTÁGIO DE ADAPTAÇÃO MILITAR

A prática regular de atividade física e a inserção em programas treinamento físico contribuem para o aprimoramento do condicionamento físico geral, diminuição da gordura corporal total, aumento e ou manutenção da massa muscular e melhora do desempenho no que se refere às atividades ocupacionais. Nas organizações militares todos os servidores são orientados e incentivados, a se exercitarem rotineiramente visando o melhor condicionamento físico, com o intuito principal de suprir as necessidades referentes à manutenção da segurança pública e a defesa nacional. Sabe-se que por algumas vezes e principalmente durante os cursos operacionais e nos Estágios de Adaptação ao ambiente militar, os treinamentos são intensos e com poucos períodos de recuperação, acarretando normalmente em diversas lesões musculares. As lesões musculares são apontadas como um dos principais problemas de saúde pública para a população militar, pois, além de gerarem altos custos para os tratamentos, causam prejuízos para a prontidão operacional.

Sendo assim, é de grande importância que se avaliem os fatores que causam essas lesões e que se criem estratégias para a prevenção de novos casos. O Programa de Pós Graduação em Ciência Fisiológicas UFSCar/UNESP vinculado ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da UFSCar pretende estudar a relação entre alguns marcadores como: temperatura da pele, concentração de creatina quinase, força de membros inferiores, percepção subjetiva de esforço (PSE) e Qualidade Total de Recuperação (TQR) com a ocorrência de lesões nos ossos e músculos durante o Estágio de Adaptação Militar (EAM). O conhecimento do comportamento dessas variáveis poderão indicar posteriormente, o momento correto para a diminuição ou retirada da intensidade e do volume de treino, durante os próximos EAM, com o intuito de prevenir as possíveis lesões ósseas e musculares.

O Sr. que participará do Estágio de Adaptação Militar da Academia da Força Aérea está sendo convidado a participar como voluntário dessa pesquisa. Para isso serão coletados dados referentes à idade, massa corporal, estatura e 3 dobras cutâneas. Uma vez por semana, durante as 6 semanas do EAM serão realizados com o Sr. as seguintes medidas: 6 imagens termográficas, utilizando um termovisor, infravermelho da marca Fluke, modelo TIR-25; 3 Saltos verticais máximos, com a utilização de uma plataforma de salto da marca Cefise; Coleta de 30 µl de sangue, da face palmar da falange distal do 3º dedo da mão direita, para verificação da concentração de creatina quinase através

do aparelho Reflotron (a coleta será realizada por uma enfermeira e seguirá todos os cuidados de higiene e assepsia). A coleta, normalmente, não acarreta em maiores riscos para a saúde do paciente. Entretanto, em alguns casos poderá surgir nas primeiras horas, no local da punção, um hematoma ou pequeno desconforto que deverá desaparecer em no máximo 3 a 4 dias. Algumas pessoas poderão sentir tonteira durante ou após o procedimento. Para minimizar esse acontecimento, você será orientado a permanecer sentado durante alguns minutos até que se sinta confortável para levantar.

Durante todos os dias do estágio, assim que acordar o Sr. deverá responder a escala de TQR, para verificação do quão recuperado está e 15 minutos após os 3 períodos de treinamentos diários responderá a escala de PSE, para quantificação da carga interna de treino.

Com o objetivo de medir o nível de atividade física, durante o EAM, o Sr. utilizará um acelerômetro da marca Actigraph, modelo wGT3X-BT, na cintura.

Caso o Sr. apresente alguma dor ou lesão durante o EAM, serão coletadas informações referentes ao local da dor, motivo, tipo de tratamento e tempo de recuperação.

A participação na pesquisa não é obrigatória, e a sua recusa não implicará em nenhum prejuízo para o desempenho no Estágio de Adaptação Militar. Não haverá em hipótese alguma, nenhum tipo de punição ou represaria pela não participação ou retirada do SR. da pesquisa. O Sr. poderá, se desejar, retirar-se do estudo a qualquer momento sem qualquer tipo de prejuízo. Não haverá nenhuma compensação em dinheiro pela participação no estudo

Todas as informações ao seu respeito serão mantidas em sigilo. Para isso, na ficha de coleta de dados não aparecerá nenhum nome que o identifique, apenas um número que somente o pesquisador principal saberá a quem se refere. Os dados coletados poderão ser divulgados em eventos, revistas e/ou trabalhos científicos, sempre preservando a sua identidade.

Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da sua participação na pesquisa.

Como benefícios indiretos da sua participação, os dados obtidos nessa pesquisa poderão servir para podermos aperfeiçoar as cargas de treinamento durante o Estágio de Adaptação Militar e prevenir o aparecimento de lesões osteomusculares.

Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa poderá comunicar-se pelo telefone (035) 99190-5566 – Phelipe. Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km.

235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Phelipe Henrique Cardoso de Castro

Endereço: Rua 6 de Agosto, número 164, apartamento 4. Bairro Vila Nova. Pirassununga - SP

Contato telefônico: (35) 99190-5566 e-mail: phelipe.tf@hotmail.com

Local e data:

Nome do Pesquisador

Assinatura do Pesquisador

Nome do Participante

Assinatura do Participante

ANEXO C – Carta de procedimentos prévios para a participação na pesquisa**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS****CARACTERIZAÇÃO DAS LESÕES MÚSCULOESQUELÉTICAS EM CADETES
DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE O ESTÁGIO DE ADAPTAÇÃO
MILITAR**

Prezado Cadete: (Nome do aluno)

Agradecemos a sua participação na pesquisa “Caracterização das lesões musculoesqueléticas em cadetes da Força Aérea Brasileira durante o estágio de adaptação militar”.

As coletas das suas imagens termográficas estão agendadas para os dias 18/01, 20/01, 27/01, 03/02, 10/02, 17/02 e 24/02 sempre às 07:30 da manhã, na sala de videoconferência do Corpo de Cadetes da Aeronáutica na Academia da Força Aérea (AFA).

A avaliação requer que você adote os procedimentos prévios listados abaixo:

- Nas 24 horas que antecedem as coletas:
 - Não aplicar creme, gel ou spray na pele;
 - Não receber tratamento, terapia ou massagem no corpo
- Nas 6 horas que antecedem o teste
 - Não ingerir bebida alcoólica
 - Não ingerir café, bebidas energéticas ou que contenham cafeína
 - Não tomar banho
- Não ficar exposto ao sol ou raios UVA antes da avaliação
- Não realizar esforços físicos nas 8 horas que antecedem as coletas

Nos dias das coletas:

- Vestimenta: Sunga preta (Farda)
- Você ficará 15 minutos em uma sala de aclimação (Temperatura aproximada de 20°)

No momento da aclimação:

- Você deverá ficar de pé em um tapete de borracha;
- Não realizar movimentos bruscos,
- Não esfregar ou coçar qualquer parte do corpo
- Não poderá cruzar os braços e as pernas

É muito importante seguir todas essas recomendações para garantir a qualidade do exame. Para qualquer dúvida estou à disposição pelo meu telefone: (35) 99190-5566 ou e-mail phelipe.tf@hotmail.com

Atenciosamente,

1º Ten Phelipe Henrique Cardoso de Castro – Pesquisador responsável

ANEXO D – Ficha de Avaliação Termográfica

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO DAS LESÕES MÚSCULOESQUELÉTICAS EM CADETES DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA DURANTE O ESTÁGIO DE ADAPTAÇÃO MILITAR

Nome:	Horário:
Temperatura da sala:	Temperatura externa:
Umidade da sala:	Umidade externa

Perguntas	Sim	Não
Nas últimas 24h aplicou creme, gel ou spray na pele?		
Nas últimas 24h recebeu algum tratamento, terapia ou massagem?		
Nas últimas 6 horas ingeriu bebida alcóolica?		
Nas últimas 6 horas ingeriu café, bebidas energéticas ou que contenham cafeína?		
Nas últimas 6 horas tomou banho?		
Ficou exposto ao sol ou raios UVA antes da avaliação?		
Realizou esforço físico nas últimas 8 horas?		