

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

OLIVEIRA ORLANDI JUNIOR

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, NÍVEL E TIPO
DE ATIVIDADE FÍSICA NO TEMPO DE LAZER, FUNÇÃO LABORAL,
DESEQUILÍBRIO DE TORQUES MUSCULARES**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2023**

OLIVEIRA ORLANDI JUNIOR

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, NÍVEL E TIPO
DE ATIVIDADE FÍSICA NO TEMPO DE LAZER, FUNÇÃO LABORAL,
DESEQUILÍBRIO DE TORQUES MUSCULARES**

**ASSOCIATION BETWEEN SOCIODEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS, LEVEL
AND TYPE OF PHYSICAL ACTIVITY IN LEISURE TIME, WORK FUNCTION,
IMBALANCE OF MUSCLE TORQUES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de Concentração: Ciências do Movimento Humano

Linha de Pesquisa: Atividade Física e Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Cintia De Lourdes Nahhas Rodacki

Coorientador: Prof. Dr. Rogério Cesar Fermino

CURITIBA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba**



OLIVEIRA ORLANDI JUNIOR

**ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, NÍVEL E TIPO
DE ATIVIDADE FÍSICA NO TEMPO DE LAZER, FUNÇÃO LABORAL,
DESEQUILÍBRIO DE TORQUES MUSCULARES**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Educação Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciências Do Movimento Humano.

Data de aprovação: 03 de Agosto de 2023

Dra. Cintia De Lourdes Nahhas Rodacki, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Adriano Eduardo Lima Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Anderson Caetano Paulo, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Natalia Boneti Moreira, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 03/08/2023.

A Deus, fonte de sabedoria e inspiração, cuja presença guiou cada passo desta jornada. Com gratidão, dedico esta dissertação, em reconhecimento da sua graça e bênçãos concedidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração, por guiar meus passos e iluminar meu caminho durante toda a jornada da minha dissertação. Sua graça e misericórdia foram fundamentais para superar os desafios e alcançar este marco significativo em minha vida acadêmica. Gostaria também de expressar minha profunda gratidão à minha família, cujo amor, cuidado, sempre foram pilares essenciais na minha trajetória de vida. Com seu apoio incondicional e incentivo constante me impulsionaram a perseverar mesmo nos momentos mais difíceis.

Sou imensamente grato aos estagiários e professores do programa de pós-graduação em Educação Física da UTFPR que auxiliaram e não mediram esforços no apoio necessário ao longo deste processo. Em especial quero agradecer à minha Professora Orientadora, Dra. Cinta L. N. Rodacki, cujo conhecimento, orientação e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e sabedoria contribuíram significativamente para a qualidade e rigor deste estudo. Sou imensamente grato por toda a sua orientação e por compartilhar seu tempo e expertise comigo. Seu comprometimento com minha formação acadêmica é verdadeiramente inspirador.

*"A mente que se abre a uma nova
ideia jamais voltará ao seu tamanho original."*

- Albert Einstein -

ORLANDI JR, Oliveira. **ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, NÍVEL E TIPO DE ATIVIDADE FÍSICA NO TEMPO DE LAZER, FUNÇÃO LABORAL, DESEQUILÍBRIO DE TORQUES MUSCULARES**. 2023. 81 folhas. Dissertação de Mestrado em Educação Física – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2023.

RESUMO

Durante os incêndios ou em situações de salvamento e transporte de vítimas a capacidade de gerar potência é crucial para os Bombeiros. Nestes eventos as tarefas desenvolvidas podem levar a uma grande sobrecarga, fadiga, lesões e dores musculoesqueléticas (DME). Muito embora as forças musculares assimétricas tenham sido associadas a várias atividades ocupacionais e a condições patológicas, não são claras estas relações em bombeiros. Desta forma o objetivo da presente pesquisa é analisar a incidência de DME em bombeiros associadas às características sociodemográficas, perfil de atividade física, função laboral, desequilíbrio de força musculares e dores musculoesqueléticas. O estudo possui um delineamento transversal. A amostra formada por 41 bombeiros militares de ambos os sexos do setor administrativo (n=17) e operacional (n=24). Foi aplicado um questionário (IPAQ) com perguntas relacionadas a informações pessoais, a prática de atividades físicas durante uma semana normal, a função laboral: tipo, tempo na função, período de permanência na postura sentada e em pé por dia. Perguntas sobre o histórico da DME (local e intensidade) através do diagrama de Corlett. Foram também realizados testes isométricos de torque – pico (PT) e a taxa de desenvolvimento torque (TD) – dos músculos flexores e extensores do tronco, membros inferiores, superiores e bilateralmente (direito e esquerdo). A análise descritiva, árvore de decisão e de regressão linear foram utilizadas no tratamento estatístico. A pesquisa identificou 40 bombeiros com pelo menos um local de dor, com a maior prevalência para dores nas porções das costas (75%), região cervical (51%), joelho (41%), e ombro (39%). As assimetrias de torques não apresentaram correlação com a DME. A idade, índice de massa corpórea, prática de exercício físico não tiveram relação com a DME. Os bombeiros do serviço operacional apresentaram um menor PT, TD dos músculos do tronco e maior DME na lombar em relação ao administrativo. Foi identificada uma associação inversa entre a DME dos músculos flexores do tronco e o PT normalizado pela massa corporal e a TD ($R^2 = 0,552$). Ocorreu uma associação inversa entre a TD dos extensores e PT normalizado dos flexores do cotovelo e a dor nos membros superiores ($R^2 = 0,458$). Houve uma relação inversa entre a DME dos membros inferiores e a TD de torque dos flexores do quadril ($R^2 = 0,549$). Esses achados podem ser poderosos preditores de DME, diante disso auxiliar na melhoria da saúde de bombeiros, bem como direcionar programas de treinamento físico para esta população.

Palavra-chave: dor musculoesquelética; bombeiros; assimetria de forças; intensidade da dor.

ORLANDI JR, Oliveira. **ASSOCIATION BETWEEN SOCIODEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS, LEVEL AND TYPE OF PHYSICAL ACTIVITY IN LEISURE TIME, WORK FUNCTION, IMBALANCE OF MUSCLE TORQUES**. 2023. 81 pages. Master's Thesis in Physical Education - Federal University of Technology – Paraná, Curitiba, 2023.

ABSTRACT

During fires or in situations of rescue and victim transport, the ability to generate power is crucial for firefighters. In these events, the tasks performed can lead to significant overload, fatigue, injuries, and musculoskeletal pains (MSP). Although asymmetric muscle forces have been associated with various occupational activities and pathological conditions, these relationships are not clear in firefighters. Therefore, the aim of this study is to analyze the incidence of MSP in firefighters associated with socio-demographic characteristics, physical activity profile, job function, muscle force imbalance, and musculoskeletal pain. The study has a cross-sectional design. The sample consisted of 41 military firefighters of both sexes from the administrative (n=17) and operational (n=24) sectors. A questionnaire (IPAQ) was administered with questions related to personal information, physical activity during a normal week, job function: type, time in the role, time spent in sitting and standing positions per day. Questions about MSP history (location and intensity) were asked using the Corlett diagram. Isometric torque tests - peak torque (PT) and torque development rate (TD) - were also performed on the flexor and extensor muscles of the trunk, lower limbs, upper limbs, and bilaterally (right and left). Descriptive analysis, decision tree, and linear regression were used in the statistical analysis. The research identified 40 firefighters with at least one site of pain, with the highest prevalence of pain in the back (75%), cervical region (51%), knee (41%), and shoulder (39%). Torque imbalances showed no correlation with MSP. Age, body mass index, and exercise practice had no relation to MSP. Operational service firefighters had lower PT and TD of trunk muscles and higher MSP in the lower back compared to administrative firefighters. An inverse association was found between MSP of trunk flexor muscles and PT normalized by body mass and TD ($R^2 = 0.552$). An inverse association occurred between TD of extensors and normalized PT of elbow flexors and pain in the upper limbs ($R^2= 0.458$). There was an inverse relationship between MSP of the lower limbs and TD of hip flexor torque ($R^2= 0.549$). These findings can be powerful predictors of MSP, thus assisting in improving the health of firefighters and directing physical training programs for this population.

Keywords: musculoskeletal pain; firefighters; force asymmetry; pain intensity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – equipamentos utilizados no teste.....	34
Figura 2 – extensão de quadril	36
Figura 3 – flexão do joelho	36
Figura 4 – extensão e flexão do cotovelo	37
Figura 5 – abdução e adução do ombro	38
Figura 6 – determinação $T_{20\%}$	38
Figura 7 – determinação $T_{80\%}$	39
Figura 8 – traçado da reta interpolatriz de $T_{20\%}$ a $T_{80\%}$	39
Figura 9 – determinação coeficiente angular (TD) da reta interpolatriz no EXCEL..	40
Figura 10 – diagrama de Corlett	41
Figura 11 – árvore de decisão tronco e DME	55
Figura 12 – árvore de decisão cotovelo e DME.....	56
Figura 13 – árvore de decisão quadril e DME	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação das características descritivas da amostra de acordo com os grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24).....	48
Tabela 2 – Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação à atividade física e gasto energético (MET)	49
Tabela 3 – Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação ao comportamento sedentário.....	50
Tabela 4 – Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação ao treinamento	50
Tabela 5 – Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação ao Pico de torque normalizado (Média ± Desvio Padrão) [10-2 N.m/Kg]	51
Tabela 6 – Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação a Taxa de desenvolvimento de força, Mdn (1º - 3º Quartil) [Kgf/s]	52
Tabela 7 – Índice de pico de torque dos membros contralaterais, Mdn (1º - 3º Quartil) [N.m/N.m]	53
Tabela 8 – Razão de pico de torque dos membros agonistas/antagonistas, Mdn (1º - 3º Quartil) [N.m/N.m]	54
Tabela 9 – Estatística descritiva dos níveis de dor para os segmentos corporais (n = 41)	55
Tabela 10 – Presença de desconforto pelo diagrama de Corlett	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM	Administrativo
CPAT	<i>Candidate Physical Ability Test</i>
CTD	Transtorno de Trauma Cumulativo
DME	Dor/Distúrbio Musculoesquelético
DLC	Dor Lombar Crônica
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GB	Grupamento de Bombeiro
IBM	<i>International Business Machines</i>
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LER	Lesão por Esforços Repetitivos
MABO-D	Músculos abdutores do ombro lado direito
MABO-E	Músculos abdutores do ombro lado esquerdo
MADO-D	Músculos adutores do ombro lado direito
MADO-E	Músculos adutores do ombro lado esquerdo
Mdn	Mediana
MEC-D	Músculos extensores do cotovelo lado direito
MEC-E	Músculos extensores do cotovelo lado esquerdo
MEJ-D	Músculos extensores do joelho lado direito
MEJ-E	Músculos extensores do joelho lado esquerdo
MEQ-D	Músculos extensores do quadril lado direito
MEQ-E	Músculos extensores do quadril lado esquerdo
MET	<i>Standards Metabolics Equivalents</i>
MET	músculos extensores do tronco
MFC-D	Músculos flexores do cotovelo lado direito
MFC-E	Músculos flexores do cotovelo lado esquerdo
MFJ-D	Músculos flexores do joelho lado direito
MFJ-E	Músculos flexores do joelho lado esquerdo
MFQ-D	Músculos flexores do quadril lado direito
MFQ-E	Músculos flexores do quadril lado esquerdo
MFT	músculos flexores do tronco
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
NFPA	Associação Nacional de Proteção contra Incêndios
OP	Operacional
PT	Pico de Torque
PTN	Pico de Torque Normalizado
SB	Seção de Bombeiro
SGB	Subgrupamento de Bombeiro

SIATE	Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma e Emergência
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
TAF	Teste de Aptidão Física
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Taxa de Desenvolvimento de Torque
THE	Teste de Habilidade Específica
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL	17
1.1.1 Objetivos específicos.....	17
1.1.2 Hipóteses	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 FUNÇÕES E ATRIBUIÇÕES DOS BOMBEIROS.....	19
2.1.1 Monitoramento da aptidão física dos bombeiros	20
2.2 FORÇA MUSCULAR.....	21
2.3 DOR MUSCULOESQUELÉTICA	25
2.3.1 Dor musculoesquelética em bombeiros.....	26
3 MÉTODOS	29
3.1 DELINEAMENTO	29
3.2 LOCAL DA PESQUISA	29
3.3 AMOSTRA.....	29
3.4 DESENHO EXPERIMENTAL	30
3.5 PROCEDIMENTOS DAS AVALIAÇÕES.....	32
3.5.1 Avaliações antropométricas	32
3.5.2 Teste para quantificar os parâmetros de força isométrica.....	32
3.5.3. Medidas de dores e desconforto musculoesquelético.....	40
3.5.4. Avaliação do perfil de atividade física	42
3.6 VARIÁVEIS DE ESTUDO	42
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
4 RESULTADOS	44
4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	44

4.2 NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA.....	45
4.3 PICO DE TORQUE NORMALIZADO	48
4.4 TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE	49
4.5 ÍNDICE DE PICO DE TORQUE DOS MEMBROS CONTRALATERAIS.....	50
4.6 RAZÃO DE PICO DE TORQUE AGONISTAS/ANTAGONISTAS	51
4.7 ESCALA DE DOR	51
4.8 ÁRVORE DE DECISÃO.	54
4.9 REGRESSÃO LINEAR.....	57
5 DISCUSSÃO.....	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS.....	67
ANEXO I – DIAGRAMA DE CORLETT	72
APÊNDICE I – QUESTIONÁRIO	73
APÊNDICE II – TCLE	76

1 INTRODUÇÃO

As atividades dos bombeiros militares envolvem a prevenção e combate a incêndios, buscas, salvamentos e socorros públicos (CORNELL et al., 2017). Tais atividades são complexas e envolvem risco à vida para resgatar pessoas, animais, salvaguardar propriedades, bem como o próprio bombeiro. Durante o combate a incêndio, os bombeiros precisam estar preparados para remover vítimas, controlar e reduzir a propagação do fogo e dos danos ambientais por longos períodos (MICHAELIDES et al., 2011).

Essas demandas impõem o uso de equipamentos específicos de proteção individual (por exemplo: calça, capa, capacete, equipamento de proteção respiratória autônoma), os quais podem chegar a aproximadamente 27 Kg (CORNELL et al., 2017). Dentre as demandas, é fundamental o transporte e manuseio de materiais como escadas de 12m (47 Kg) e mangueiras aduchadas de incêndio (18 Kg); nos serviços de resgate veicular o emprego de ferramentas hidráulicas para desencarceramento (19,4 Kg) em posições não ergonômicas por longos períodos utilizando de força isométrica, entre tantas outras que norteiam a rotina operacional (salvamento vertical, buscas terrestres e aquáticas, atendimento pré-hospitalar e combate a incêndios florestais). Diante deste cenário, o peso dos equipamentos associado às posturas adotadas para a realização das atividades representa uma sobrecarga expressiva.

Outro importante trabalho desenvolvido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná (CBMPPR) é o de normatizar, analisar, vistoriar, licenciar e fiscalizar as medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em edificações, estabelecimentos e áreas de risco (CSCIP, 2021). Estas atividades necessitam que o bombeiro militar desenvolva uma rotina exclusivamente administrativa, onde um período significativo do seu turno de trabalho é sentado à frente do computador com relatórios, rotinas e analisando projetos impressos. Estes bombeiros juntamente com os demais do setor compras, frotas, recursos humanos e planejamento realizam o serviço administrativo (ADM).

Bombeiros no contexto de sua essência necessitam de um estado de prontidão a emergências que demandem atividades físicas altamente vigorosas (BYCURA et al.,

2019). Portanto, a manutenção da performance física é evidente, uma vez que grande parcela das atividades dos bombeiros requer elevado condicionamento físico dado o alto risco envolvido nas atividades operacionais (SOTERIADES et al., 2011). De fato, vários estudos, referem os bombeiros como “atletas táticos” (SCOFIELD; KARDOUNI, 2015), visto que precisam atuar de forma técnica e precisa.

A força muscular é um componente importante da aptidão física e operacional dos bombeiros. Se esta não for suficiente para o cumprimento das demandas, podem ocorrer lesões, acidentes e até mesmo a morte (HAYNES et al., 2017). De fato, durante os incêndios ou em situações de salvamento e transporte de vítimas a produção ou geração de potência é crucial (CORNELL, et al., 2017). Testes que avaliem e monitorem a força e/ou torque muscular (pico e taxa de desenvolvimento torque) são importantes para garantir a atuação desejável dos bombeiros (LINDBERG et al., 2014).

Existem evidências de que lesões e dores musculoesqueléticas podem ser causadas por falta de capacidade dos músculos em manter o desempenho, bem como por assimetrias entre hemicorpos (isto é, grupos musculares de membros bilaterais, flexores direitos versus flexores esquerdo) e entre os músculos agonistas e antagonistas (ex. flexores do joelho versus extensores do joelho) (NADLER et al., 2001; KRZYKAŁA et al., 2018; MALY et al., 2019). Os bombeiros realizam constantemente movimentos assimétricos ou carregamentos unilaterais. Conseqüentemente, atividades assimétricas ou unilaterais executadas repetidamente podem acarretar desequilíbrios musculares, dores e lesões (KNAPIK et al., 1991; NADLER et al., 2001; MCGILL, 2016; KRZYKAŁA et al., 2018; TAVARES et al., 2020). Yahia e colaboradores (2010) e Tavares e colegas (2020) demonstraram uma razão inversa entre a força dos músculos flexores e extensores do tronco em indivíduos com dores lombares comparados a assintomáticos. Adicionalmente foi observada uma maior predisposição a lesões em atletas que apresentaram uma relação de força antagonista/agonista (flexor/extensor) inferior a 50% — os flexores do joelho (isquiotibiais) produzem menos de 50% da força dos extensores do joelho (quadríceps) (YEUNG, SUEN, YEUNG, 2009; ORCHARD et al., 2012).

As dores musculoesqueléticas persistentes afetam a saúde, bem-estar e a atuação dos bombeiros (CAREY et al., 2011, LUSA et al., 2015). Bos e colaboradores (2004) reportaram que aproximadamente 50% dos bombeiros apresentaram reduções no

desempenho das atividades ocupacionais decorrentes de dores nas costas. Nos Estados Unidos Associação Nacional de Proteção contra Incêndios, estimou aproximadamente 29.550 lesões musculoesqueléticas entre os bombeiros (NFPA, 2018). No estudo de Soteriades et al. (2019) 40% dos bombeiros relataram dores musculoesqueléticas, sendo as dores nas costas (26%), dor no ombro (20,6%) e problemas no joelho (20,1%), como os locais do corpo mais acometidos. Os distúrbios musculoesqueléticos são as causas mais comuns para a aposentadoria precoce dos bombeiros – 43% dos casos (BOS et al., 2004). Embora as forças musculares assimétricas tenham sido associadas a várias atividades ocupacionais e a condições patológicas (ORCHARD et al., 2012, KRZYKAŁA et al., 2018), não são claras estas relações em bombeiros.

As características ergonômicas são frequentemente citadas como fatores de risco para o desenvolvimento de dores musculoesqueléticas, estas incluem padrões de movimento repetitivos; tempo de recuperação insuficiente; levantamento constante de cargas e outros esforços manuais vigorosos; vibração e baixa temperatura (NACHEMSON, 1999; JIN et al., 2000).

Além dos aspectos relacionados a força muscular e ergonômicos do trabalho, variáveis como a idade, sexo, massa corporal também podem ser fatores intervenientes que podem influenciar no surgimento e na intensidade das dores. Como exemplo, o estudo de Jahnke e colegas (2013) mostrou que bombeiros obesos são 5,2 vezes mais propensos a sofrerem uma lesão musculoesquelética e tem 4,9 vezes mais chances de faltar ao trabalho do que os com peso normal. Existe uma complexidade na interação entre dor musculoesquelética e exposição a cargas externas (função laboral), condição física, relações sociodemográficas que não foram esclarecidas entre os bombeiros.

A descrição e a relação destas variáveis poderão contribuir para definir estratégias de prevenção e/ou redução de patologias, em especial as dores musculoesqueléticas em bombeiros militares. Diretrizes específicas de treinamento físico podem ser desenvolvidas para os bombeiros se um ou mais aspectos da força muscular e resistência puderem ser identificados como preditores contra as dores musculoesqueléticas, com isso os programas de exercícios físicos terão maior efetividade por estarem direcionados às necessidades ou demandas físicas específicas dos bombeiros.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a associação entre as dores musculoesqueléticas em bombeiros militares e as características sociodemográficas, perfil de atividade física, função laboral e desequilíbrios musculares.

1.1.1 Objetivos Específicos

- a) Identificar a capacidade de produzir o torque – pico de torque (PT) e taxa de desenvolvimento de torque (TD) – dos músculos do tronco, membros inferiores e superiores de bombeiros militares.
- b) Identificar a assimetria entre os hemicorpos dos músculos dos membros inferiores e superiores de bombeiros militares.
- c) Identificar a assimetria entre os grupos musculares agonistas e antagonistas do tronco, membros inferiores e superiores de bombeiros militares.
- d) Identificar a ocorrência e a intensidade de dores musculoesqueléticas em bombeiros militares.
- e) Analisar a associação entre as dores musculoesqueléticas (DME) e a capacidade de produzir torque (PT e TD), variáveis sociodemográficas, função exercida (operacional ou administrativa) e perfil de atividade física dos bombeiros militares.

- f) Analisar a associação entre as dores musculoesqueléticas (DME) e a assimetrias entre hemicorpos e entre grupos musculares agonistas e antagonistas dos músculos do tronco, membros inferiores e superiores, variáveis sociodemográficas, função exercida (operacional ou administrativa) e perfil de atividade física de bombeiros militares.

1.1.2 Hipóteses

H₁- Haverá associação entre idade, IMC, perfil de atividade física e intensidade da dor musculoesquelética.

H₂- Haverá uma a associação positiva entre os locais do corpo com maiores assimetrias musculares e os locais com maiores intensidades de dor musculoesquelética.

H₃ - Haverá uma associação negativa entre a intensidade da dor e a capacidade de produzir o torque muscular (pico e taxa de desenvolvimento de torque).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNÇÕES E ATRIBUIÇÕES DOS BOMBEIROS

De acordo com a Constituição Federal do Brasil a segurança pública é polo ativo do estado por intermédio das instituições enumeradas no Art. 144.

Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:
I - Polícia federal;
II - Polícia rodoviária federal;
III - Polícia ferroviária federal;
IV - Polícias civis;
V - Polícias militares e corpos de bombeiros militares.
VI - Polícias penais federal, estaduais e distrital.
(BRASIL, 1988).

No Estado do Paraná, o Corpo de Bombeiros Militar (CBMPR) tem as suas missões dispostas na Constituição Estadual, de 5 de outubro de 1989, sendo estas:

Art. 48A. Ao Corpo de Bombeiros Militar, força estadual, instituição permanente e regular, organizada com base na hierarquia e disciplina militares, compete a coordenação e a execução de atividades de defesa civil, o exercício do poder de polícia administrativa referente à prevenção a incêndios e desastres, o combate a incêndio e a desastres, a prevenção de acidentes na orla marítima e fluvial, buscas, salvamentos, socorros públicos e o atendimento pré-hospitalar, além de outras atribuições definidas em lei. (PARANÁ, 1989).

Segundo Maciel (2013) o bombeiro militar é um profissional que é treinado para apagar ou minimizar incêndios, resgatar pessoas em situação de perigo, salvaguardar bens materiais, ajudar e fornecer assistência nos desastres naturais e nos acidentes causados pelo homem. Dentro deste cenário a quantidade de peso que o bombeiro totalmente equipado é submetido, tendo a roupa – jaqueta, calça, capacete, bota e balaclava (capuz) – que pesa aproximadamente 15 Kg, o que equivale a uma perda de 20% na capacidade cardiorrespiratória. Somado ao equipamento de proteção respiratória – máscara e cilindro de ar – totalizam 27 Kg (MACIEL, E. 2013). É importante salientar que a pluralidade dos serviços gera outras cargas temporárias como o arraste de mangueira de 30 metros, que sem considerar a força da água sob pressão e o atrito com

o solo ao arrastar, pesa mais 12 Kg. Consubstanciando a isto durante o combate a incêndios, os bombeiros precisam estar preparados para resgatar vítimas (MICHAELIDES et al., 2011).

2.1.1 Monitoramento Da Aptidão Física Dos Bombeiros

No Brasil, o ingresso e a permanência dos bombeiros militares requerem a realização de testes de aptidão física. Os testes têm por objetivo identificar o desempenho físico e específico, saúde e podendo ser preditores de lesão (MALY et al., 2018; FRIO MARINS et al., 2019). O teste de habilidade específica (THE) é aplicado unicamente no ingresso do bombeiro militar. O THE é composto por provas de natação, mergulho em apneia, resgate e deslocamento de equilíbrio em transposição de vão – estas provas podem variar de ano para ano. Por outro lado, o teste de aptidão física (TAF) é realizado em vários momentos na carreira (especificamente para a promoção e como fases de concursos internos) e tem validade de 12 meses. O TAF inclui corrida de 12 minutos (capacidade cardiorrespiratória), tração na barra fixa para homens e isometria na barra para mulheres (força de membros superiores) ou flexão de braço e um teste de agilidade (*shuttle run test*) (PARANÁ, 2012).

Nos Estados Unidos da América, os bombeiros realizam o *Candidate Physical Ability Test* (CPAT), é um teste altamente específico, ou seja, inclui movimentos intimamente relacionados com a atividade operacional. O teste é composto por oito estações contínuas que envolvem: subida em escadas, arrasto de mangueiras, transportar equipamento, entrada forçada, busca, transporte de escada, resgate, arrombamento e empurrão e puxão de telhado. Ademais, o teste requer que os bombeiros executem as atividades trajados com o uniforme e portando os equipamentos de proteção individuais (EPIs) (ou com pesos corporais adicionais simulando a carga adicional absoluta) abaixo do tempo limite especificado em edital.

A elevada especificidade do CPAT é um fator relevante, visto que envolve demandas que se aproximam à realidade das atividades dos bombeiros. Entretanto, em termos científicos, a performance física dos bombeiros brasileiros neste contexto não é conhecida.

Por outro lado, o TAF é de fácil aplicação e validade de constructo, porém desconsidera os aspectos específicos (por exemplo: subida em escadas, arrasto de mangueiras, transportar equipamentos) e não avalia vários elementos físicos envolvidos nas atividades operacionais, tais como a força e resistência dos músculos do tronco e dos membros inferiores. Além disso, o TAF não requer a vestimenta de trajes especiais e o uso de EPIs necessários durante o combate a incêndios e outros tipos de resgates. O uso destes EPIs impõe desconfortos térmicos e físicos que não estão presentes e podem influenciar o desempenho no teste.

2.2 FORÇA MUSCULAR

Para Knuttgen (1987) e Kraemer (2009) a força muscular é a quantidade máxima de torque, que um músculo ou grupamento muscular pode gerar em um padrão específico de movimento em determinada velocidade específica. Outra definição que pode ser utilizada é de Guedes; Guedes (2006) que considera força como o nível de tensão próximo do máximo podendo ser produzido por músculos ou grupos musculares específicos mediante contrações voluntárias das fibras musculares, por curto espaço de tempo.

A força muscular é descrita como a capacidade do músculo produzir tensão ao se ativar, ou seja, ao se contrair ocorre o deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina, gerando tensão no tecido muscular, que passa para os tendões e ossos que estão ligados, gerando assim um torque nas articulações envolvidas (BADILLO, 2001).

O conceito de força muscular pode ser entendido como a capacidade do tecido muscular em exercer tensão contra uma resistência, envolvendo fatores mecânicos e fisiológicos que determinam o movimento ou não de um segmento corporal (BARBANTI, 1979; FOSS, 2000).

A partir da disposição das fibras musculares no ventre muscular, pode-se constatar que cada um dos mais de 660 músculos esqueléticos no corpo contém vários envoltórios de tecido conjuntivo fibroso que variam em seu comprimento, as denominadas fibras, que por sua vez se afunilam em suas extremidades distal e proximal para fundir-se e unir-se às bainhas do tecido intramuscular para formar o denso e

resistente tecido conjuntivo dos tendões, e estes, se conectando ao periósteo, a cobertura mais externa do osso (McARDLE; KACTH e KATCH, 2003).

Cada fibra muscular é inervada, ou recebe estímulo por uma ramificação de um neurônio motor (HOWLEY; FRANKS, 2000). Sendo assim, torna-se impossível separar um músculo de seu nervo motor, e um único nervo motor pode inervar apenas alguns ou diversos milhares de fibras musculares que compõem a unidade motora contrátil, assim, quando um nervo motor é ativado a partir de um simples reflexo ou pelos centros cerebrais superiores, todas as fibras musculares inervadas por esta unidade motora se contraem (WILMORE, 1993).

A aplicação correta da força durante a realização do movimento aprendido relativamente complexo depende de uma série de padrões neuromusculares coordenados, e não apenas da força dos grupos musculares recrutados para essa atividade, desta forma, conclui-se que os mecanismos de controle neural acoplados por diversas vias regulam esses movimentos (McARDLE; KACTH e KATCH, 2003).

Força e resistência são componentes musculares distintos embora inter-relacionados, ou seja, na realização do trabalho muscular, quando o avaliado utiliza contrações musculares em tensão próxima do máximo, predominam os componentes direcionados à força muscular (GUEDES; GUEDES, 2006). No entanto, à medida que se vai elevando o tempo de exposição do trabalho muscular, os componentes associados à força muscular perdem importância, e os componentes voltados à resistência muscular paulatinamente vão se tornando mais relevantes (GUEDES; GUEDES, 2006).

O tipo de trabalho realizado pode apresentar maior ou menor predisposição do tipo de fibra: do tipo I ou de contração lenta e do tipo II ou de contração rápida. (FOSS; KETEVAN, 2000; GUEDES; GUEDES, 2006; McARDLE; KACTH e KATCH, 2003). Apesar da maioria dos músculos apresentarem composição tanto de fibras do tipo I como do tipo II, a proporção dos diferentes tipos de fibras depende, fundamentalmente, do código genético. Contudo, parece existir evidências de que as fibras musculares podem adaptar-se às características dos esforços físicos realizados (FLECK; KRAEMER, 2006).

As fibras de contração rápida denominadas do tipo II apresentam alto nível de miosina ATPase e geram energia para a ressíntese de ATP de maneira mais imediata, o que favorece a realização de contrações rápidas e vigorosas. Sua cor é mais pálida por

possuir pouca mioglobina. Esse tipo de fibra muscular depende do sistema glicolítico no curto prazo e é ativado prioritariamente em esforço físico que depende da produção de energia por intermédio do metabolismo anaeróbio (FLECK; KRAEMER, 2006); (McARDLE; KACTH e KATCH, 2003).

Alguns pesquisadores têm proposto a subdivisão das fibras de contração rápida em IIa e IIb. Aparentemente, as diferenças entre ambas estão relacionadas às moléculas de miosina. As fibras do tipo IIa apresentam capacidade oxidativa mais elevada; em contrapartida, porém, capacidade glicolítica menor que as do tipo IIb, o que resulta em característica metabólica intermediária: oxidativo-glicolítica. As fibras do tipo IIb têm taxas glicolíticas mais elevadas, portanto, apresentam potencial metabólico essencialmente anaeróbico (McARDLE; KACTH e KATCH, 2003; FOSS; KETEVAN, 2000).

A ação muscular depende da intensidade do estímulo e do desenvolvimento da força gerada. A força pode se apresentar em ações isométricas, concêntricas e excêntricas. A ação isométrica ocorre quando o torque produzido pelo músculo na articulação é contraposto a uma força externa idêntica, impedindo que haja movimento, ocorrendo assim uma tensão “estática”.

Na ação concêntrica o torque produzido pelo músculo será maior que a força externa enfrentada, e então o músculo sofrerá “encurtamento”, processo que os filamentos de actina deslizam sobre os filamentos de miosina, aproximando-os do centro do sarcômero, também chamando de trabalho positivo. Enquanto na ação excêntrica, o torque produzido pelo músculo será menor que a resistência encontrada em oposição da ação assim “alongando” o músculo. Processo inverso ao citado na ação anterior ou trabalho negativo.

A ação concêntrica geralmente é executada posteriormente a uma ação excêntrica, sendo que o conjunto das duas ações poderá ser denominado “dinâmico” já que é composto por ciclo de alongamento-encurtamento que geram movimentos (KRAEMER; HAKKINEN 2004).

A contração isocinética, outra classificação da contração muscular, caracteriza-se por ações de músculo específico ou de grupo muscular com velocidade constante ao longo de todo o curso do movimento da articulação. Logo, independentemente do ângulo articular considerado, a tensão muscular será a mesma na medida em que o braço da

alavanca contra a qual o avaliado está aplicando a tensão muscular é controlado e se move em velocidade fixa previamente estabelecida (McARDLE; KACTH e KATCH, 2003; GUEDES; GUEDES, 2006).

Dentre as formas de gerar força muscular, o treinamento de força ou treinamento com pesos ou cargas, difundiu-se como uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para o condicionamento em nível de atletas como para melhorar a forma física e saúde da população em geral (FLECK; KRAEMER, 1997).

A Força pode ser subdividida em capacidades de força, como por exemplo: força de resistência, força máxima e força explosiva ou potência. A força de resistência é a capacidade de o sistema neuromuscular sustentar níveis de força moderado por um determinado intervalo de tempo; já a máxima pode ser desenvolvida por uma contração muscular máxima. A força de potência é a capacidade de o sistema neuromuscular mobilizar a musculatura com finalidade de alcançar altos níveis de força no menor tempo possível, também conhecida como potência (PLATONOV, 2004; WEINECK, 2005).

Para Carvalho & Carvalho (2006), ao determinar a força explosiva, considera-se o nível de força expressa e o tempo necessário e a potência seria a velocidade necessária para vencer um tipo de resistência. A potência muscular pode ser medida a partir da altura máxima atingida em um teste de salto vertical com contramovimento e a resistência muscular a partir de um teste de repetições submáximas realizados em um determinado tempo até a falha concêntrica (BROWN, WEIR, 2001).

A força muscular é um componente importante da aptidão física e operacional dos bombeiros. Se os níveis de força muscular não forem suficientes para as demandas das tarefas podem ocorrer lesões, acidentes e até mesmo a morte (CORNELL et al., 2017; HAYNES et al., 2017). O peso dos equipamentos (proteção e operacionais), as tarefas e o ambiente de trabalho estressante impõem uma grande carga física sobre os bombeiros. O esforço excessivo é considerado a principal causa de fatalidades (FAHY et al., 2015) e a segunda principal causa de distúrbios musculoesqueléticos entre bombeiros (HAYNES; MOLIS, 2015). Desta forma, a força muscular é uma capacidade física importante tanto para a realização das demandas como para garantir a saúde e bem-estar dos bombeiros.

2.3 DOR MUSCULOESQUELÉTICA

Os distúrbios musculoesqueléticos (DME) são caracterizados por dor e perda da função física do corpo, o que limita as atividades de um indivíduo. De acordo com a definição da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho os DME relacionados ao trabalho abrangem uma ampla gama de doenças inflamatórias e degenerativas do sistema musculoesquelético do corpo. Esses incluem:

- a) inflamação dos tendões (tendinite e tenossinovite), principalmente nos punhos e antebraços, cotovelos e ombros, e em ocupações que envolvam períodos prolongados de trabalho repetitivo e estático;
- b) dor e comprometimento funcional dos músculos (mialgia), ocorrendo predominantemente nas regiões do ombro e pescoço, e nas ocupações que envolvem posições estáticas;
- c) compressão neural, ou “síndromes de aprisionamento”, ocorrendo particularmente no punho e antebraço;
- d) distúrbios degenerativos que ocorrem na coluna, geralmente na região cervical ou lombar, principalmente entre os trabalhadores envolvidos na movimentação manual ou em tarefas físicas pesadas – tais distúrbios podem ocorrer nas articulações, como quadril ou joelho.

Esses distúrbios podem ser crônicos e seus sintomas podem aparecer após exposição prolongada a fatores de risco relacionados ao trabalho, como posturas inadequadas, tarefas repetitivas, carregar cargas pesadas e aplicar constantemente a força.

Ao mesmo tempo, existem muitas definições alternativas dos DME relacionados ao trabalho. Algumas dessas definições limitam o domínio da observação a uma parte específica do corpo – por exemplo, distúrbios de membros superiores relacionados ao trabalho – por exemplo, lesão por esforço repetitivo (LER), transtorno de trauma cumulativo (CTD) ou transtornos por uso excessivo. Tanto ‘transtornos’ quanto ‘doenças’ são usados neste contexto, dependendo do surgimento histórico de tais doenças: algumas das definições enfatizam o fator de risco ‘repetitivo’, como as LER; outros – como os CTDs ou os transtornos de uso excessivo – sublinham o fato de que “as

demandas de trabalho habitualmente excedem a capacidade do trabalhador de responder a essas demandas” (PUTZ-ANDERSON, 1988).

Os DME representam mais de 50% das doenças entre os profissionais. De acordo com o *Fourth European Working Conditions Survey* (EWCS) de 2005, um em cada quatro trabalhadores cita problemas com dores nas costas, enquanto 22,8% dos trabalhadores afirmam sofrer de dores musculares nos ombros e pescoço ou nos membros superiores e inferiores. Cerca de 4,3% mais homens do que mulheres relatam dores nas costas e 3,5% mais homens citam dores musculares, embora as características do trabalho sejam significativamente diferentes.

A dor é mecanismo de proteção que o corpo utiliza para que o indivíduo reaja no intuito de remover o estímulo doloroso (HALL; GUYTON, 2011). A dor musculoesquelética pode assim ser definida: “experiência sensitiva e emocional desagradável associada ou relacionada à lesão real ou potencial dos tecidos. Essas lesões incluem uma variedade de distúrbios que causam a dor em ossos, articulações, músculos, ou estruturas circunjacentes” (SBED, 2018).

Segundo a Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor (2018) a dor pode ser aguda ou crônica, focal ou difusa. A dor lombar é o exemplo mais comum da dor musculoesquelética crônica. Como resultado, o lastro econômico da dor musculoesquelética ocupa o segundo lugar, ficando apenas atrás das doenças cardiovasculares, acometendo um em cada três dos adultos por meio do uso excessivo da musculatura esquelética e sendo responsável por 29% de absenteísmo do trabalho por doença (SBED, 2009). Os distúrbios musculoesqueléticos são um grande problema nos trabalhadores em geral, limitando a capacidade de trabalho (HOY et al., 2010; MONNIER et al., 2015).

2.3.1 Dor Musculoesquelética Em Bombeiros

As dores musculoesqueléticas afetam a saúde, bem-estar e a atuação dos bombeiros (LUSA et al., 2015). De fato, aproximadamente 50% dos bombeiros apresentaram reduções no desempenho das atividades operacionais devido às dores nas costas (BOS et al., 2004).

Nos Estados Unidos, a Associação Nacional de Proteção contra Incêndios (NFPA), estimou aproximadamente 29.550 lesões musculoesqueléticas entre os bombeiros (NFPA, 2018). Um estudo epidemiológico mostrou que 40% dos bombeiros apresentaram lesões ou dores musculoesqueléticas, sendo as dores nas costas (26%), dor no ombro (20,6%) e problemas no joelho (20,1%), como os locais do corpo mais acometidos (SOTERIADES et al., 2019). Os distúrbios musculoesqueléticos são as causas mais comuns para a aposentadoria precoce dos bombeiros – 43% dos casos (BOS et al., 2004).

Estudos com bombeiros mostram que os maiores níveis de saúde e condicionamento físico, como composição corporal (MICHAELIDES et al., 2008; WILLIAMS-BELL et al., 2009), capacidade aeróbica (WILLIFORD et al., 1999; WILLIAMS-BELL et al., 2009), potência muscular (MICHAELIDES et al., 2011), força (MICHAELIDES et al., 2011; RHEA; ALVAR; GRAY, 2004; SHEAFF et al., 2010) e resistência muscular (MICHAELIDES et al., 2011; RHEA; ALVAR; GRAY, 2004), estão relacionadas ao melhor desempenho nas atividades operacionais e menor risco de lesões musculoesqueléticas.

Storer et al. (2014) relatou que apenas 36% dos bombeiros possuem níveis recomendados de prática de atividade física (30 minutos, 3 dias por semana) e que 50% dos bombeiros atingem os níveis recomendados de exercício resistido (≥ 2 dias por semana) (GARBER et al., 2011).

Níveis adequados de saúde e aptidão do bombeiro são considerados necessários pela NFPA para realizar com segurança as “tarefas de trabalho essenciais” de combate a incêndios (por exemplo, puxar mangueiras, arrambamentos, transporte de equipamentos etc.) (NFPA, 2013). Apesar das diretrizes e recomendações, as pesquisas sugerem que muitos bombeiros não possuem níveis adequados de saúde e aptidão para realizar tarefas de trabalho com segurança (MICHAELIDES et al., 2011, RHEA; ALVAR; GRAY, 2004, STORER et al., 2014).

Estudos indicaram a relação DME e a redução e assimetria de forças musculares entre hemicorpos (isto é, grupos musculares de membros bilaterais, flexores direitos versus flexores esquerdo) e entre os músculos agonistas e antagonistas (exemplo os flexores do joelho versus extensores do joelho) (NADLER et al., 2001; KRZYKAŁA et al., 2018; MALY et al., 2019). O aumento do risco de lesão está associado a uma relação de

força antagonista/agonista (flexor/extensor) inferior a 50%, como exemplo, os músculos Isquiotibiais (flexores do joelho) ao produzirem menos de 50% da força dos extensores do joelho (quadríceps) (ZVIJAC et al., 2013).

Uma diferença inferior a 10% entre os lados é usada como valor normal no teste isocinético (NOYES; BARBER; MANGINE, 1991). O estudo de Knapik e colaboradores (1991) demonstrou que jogadores de futebol com uma diferença de 15% na força muscular do membro inferior dominante para a não dominante têm 2,5 vezes mais chances de sofrer uma lesão. Também em não-atletas, essa discrepância na força muscular do membro inferior pode ser importante, por exemplo, há uma tendência de as mulheres romperem o ligamento cruzado anterior (LCA) esquerdo com mais frequência do que o LCA direito, independentemente da atividade física (BROPHY et al., 2010; NEGRETE; SCHICK; COOPER, 2007). Os bombeiros realizam constantemente movimentos assimétricos ou carregamentos unilaterais. Consequentemente, atividades assimétricas ou unilaterais executadas repetidamente podem acarretar desequilíbrios musculares, dores e lesões (KNAPIK et al., 1991; NADLER et al., 2001; MCGILL, 2016; KRZYKAŁA et al., 2018; TAVARES et al., 2020). Embora as forças musculares assimétricas tenham sido associadas a várias atividades ocupacionais e a condições patológicas (ORCHARD et al., 2012, KRZYKAŁA et al., 2018), não são claras estas relações em bombeiros.

3 MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO

O presente estudo possui um delineamento transversal, de natureza quantitativa, de característica descritiva e exploratória (THOMAS, NELSON; SILVERMAN, 2012).

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no 6º Grupamento de Bombeiros, com sede em São José dos Pinhais, no Estado do Paraná (o Comando do Grupamento autorizou o desenvolvimento da pesquisa na totalidade das unidades de bombeiros lotadas em São José dos Pinhais, Piên, Araucária, Lapa, Fazenda Rio Grande, Rio Negro, Pinhais e Piraquara).

3.3 AMOSTRA

O estudo foi realizado com a participação de 41 bombeiros-militares dos 264 do 6º Grupamento de Bombeiros, sendo 17 bombeiros (16 masculinos e 1 feminino) do serviço administrativo (ADM) e 24 bombeiros (20 masculinos e 4 femininos) do serviço operacional (OP). Foram prospectados presencialmente nas 3 (três) sedes de Subgrupamento (SGB) – São José dos Pinhais, Araucária e Pinhais – bem como nas Seções de Bombeiros (SB) de Piraquara, Fazenda Rio Grande e por intermédio de videoconferência nas SBs da Lapa e Rio Negro. Os militares participantes destes eventos iniciais foram incentivados a convidar os demais bombeiros, sendo realizado o compartilhamento das informações em grupos de *Whatsapp*, para obtenção de uma maior adesão, pois alguns bombeiros não estavam presentes nas visitas, em especial devido ao regime de escala 24 x 48 horas (alguns estavam de folga). A SB de Piên não participou da presente prospecção por contar com uma estrutura mista em seu efetivo – militares e agentes de defesa civil.

3.3.1 Critérios de Elegibilidade

O recrutamento seguiu os seguintes critérios para elegibilidade: (1) ser bombeiro-militar da ativa; (2) estar classificado no 6º Grupamento de Bombeiros – devido a autorização inicial de prospecção; (3) não ter lesão ou doença que impeça a realização dos testes físicos ou qualquer exercício proposto e descrito no presente estudo; (4) aceitar o convite para participação de forma voluntária; (5) completar de maneira integral a avaliação proposta.

O projeto de pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) com o número 62937322.3.0000.5547. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE II), seguindo as normas do Conselho Nacional de Saúde (Resolução nº 466).

3.4 DESENHO EXPERIMENTAL

Os participantes foram orientados em seu local de trabalho nas Seções de Bombeiros pessoalmente pela equipe avaliadora quanto ao escopo do trabalho e incentivados a responderem no *Google Forms*² o questionário internacional de atividade física na sua versão longa (IPAQ), adicionadas questões particulares da população (APÊNDICE I). As informações coletadas foram divididas em:

- (i) informações pessoais – idade, sexo, tempo na corporação, cargo, tempo no cargo, posto ou graduação, atividades desempenhadas e seus tempos (ex. atendimento pré-hospitalar no SIATE, serviço de combate a incêndios e resgates, serviços de vistoria e análise de projetos e outros administrativos);
- (ii) informações sobre a prática de atividade física – tipo, horas semanais, frequência e duração dos treinos.

Após o convite e o preenchimento do questionário (APÊNDICE I), foram agendadas individualmente as avaliações físicas, em que presencialmente na sala de

² LINK Questionário I: <https://forms.gle/Q4dJqhPHxELPiSTX8>

avaliação física do 6º Grupamento de Bombeiros, em São José dos Pinhais, foram realizadas as avaliações antropométricas (massa corporal, braços de alavanca, circunferência abdominal). Após um breve aquecimento de 60 segundos com saltos estacionários (polichinelos), foram realizados os testes de força isométrica (célula de carga) na seguinte sequência:

a) Teste Força Isométrica do Tronco

- 1) músculos extensores do tronco (MET);
- 2) músculos flexores do tronco (MFT);

b) Teste Força Isométrica dos Membros Inferiores

- 3) Músculos flexores do quadril lado direito (MFQ-D);
- 4) Músculos flexores do quadril lado esquerdo (MFQ-E);
- 5) Músculos extensores do quadril lado direito (MEQ-D);
- 6) Músculos extensores do quadril lado esquerdo (MEQ-E);
- 7) Músculos extensores do joelho lado direito (MEJ-D);
- 8) Músculos extensores do joelho lado esquerdo (MEJ-E);
- 9) Músculos flexores do joelho lado direito (MFJ-D);
- 10) Músculos flexores do joelho lado esquerdo (MFJ-E);

c) Teste Força Isométrica dos Membros Superiores

- 11) Músculos extensores do cotovelo lado direito (MEC-D);
- 12) Músculos extensores do cotovelo lado esquerdo (MEC-E);
- 13) Músculos flexores do cotovelo lado direito (MFC-D);
- 14) Músculos flexores do cotovelo lado esquerdo (MFC-E);
- 15) Músculos abdutores do ombro lado direito (MABO-D);
- 16) Músculos abdutores do ombro lado esquerdo (MABO-E);
- 17) Músculos adutores do ombro lado direito (MADO-D);
- 18) Músculos adutores do ombro lado esquerdo (MADO-E);

Após concluídas estas etapas foram respondidas as informações relacionadas às dores musculoesqueléticas por intermédio do *Google Forms* (ANEXO I) - diagrama de Corlett e Manenica (1980).

3.5 PROCEDIMENTOS DAS AVALIAÇÕES

3.5.1 Avaliações Antropométricas

A massa corporal foi avaliada através de pesagem em balança digital, com resolução de 0,1 Kg, descalços, apenas de bermuda leve e camiseta, com o peso corporal distribuído igualmente nos membros inferiores. A estatura referida pelo militar compôs o cálculo ($\text{Massa Corporal (Kg)} / \text{Estatura}^2 (\text{m}^2)$) para determinação do IMC (EKNOYAN, 2008). A circunferência abdominal foi determinada com o auxílio de fita antropométrica com precisão de 0,01 m, posicionada perpendicularmente ao solo na linha da cicatriz umbilical, com o avaliado na posição ortostática, com as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular, região occipital e cabeça orientada no plano de Frankfurt.

Para composição dos valores referente aos braços de alavanca para obtenção do torque, com o auxílio de fita antropométrica com precisão de 0,01 m, foram tomadas medidas entre a região de aplicação da força e articulação de interesse, sendo aferidas: da região axilar ao quadril (com os braços cruzados à frente do tronco), do quadril ao joelho, do joelho ao maléolo, do ombro à empunhadura (com o braço estendido na posição de execução ao ponto de apreensão do puxador *crossover*) e do cotovelo à empunhadura, todos pelo lado direito do avaliado.

3.5.2 Teste para quantificar os Parâmetros de Força Isométrica

A contração isométrica foi aplicada para indicar o PT e a TD, sendo definidas como o maior desempenho (valor) entre os três ensaios máximos. Para a determinação do pico de torque normalizado (PTN) – medida que visa reduzir a distorção entre indivíduos com pesos diferentes – foi realizada a divisão do PT pelo peso corporal em Kg. Os testes isométricos têm sido realizados por produzirem uma maior padronização das ações e por não dependerem da velocidade de execução de movimentos. Os

participantes tiveram um período de familiarização do teste nas posições definidas da pesquisa (BENTO et al., 2010).

Na determinação do Índice de Pico de Torque, valor que representa a simetria entre os músculos contralaterais foi utilizada a relação dada pela equação (1) e o valor tomado em módulo (DAI et al., 2019; MILES et al., 2019):

$$\text{índice } PT = \frac{(A - B)}{\text{Máx}(A, B)} \quad \text{Equação (1)}$$

A: Membro Direito.

B: Membro Esquerdo.

Para a determinação da Razão de Pico de Torque entre os músculos agonistas e antagonistas foi utilizada a relação dada pela equação (2) (ABOUREZK et al., 2017, AGEBERG & ROOS, 2016):

$$\text{Razão } PT = \frac{B}{A} \quad \text{Equação (2)}$$

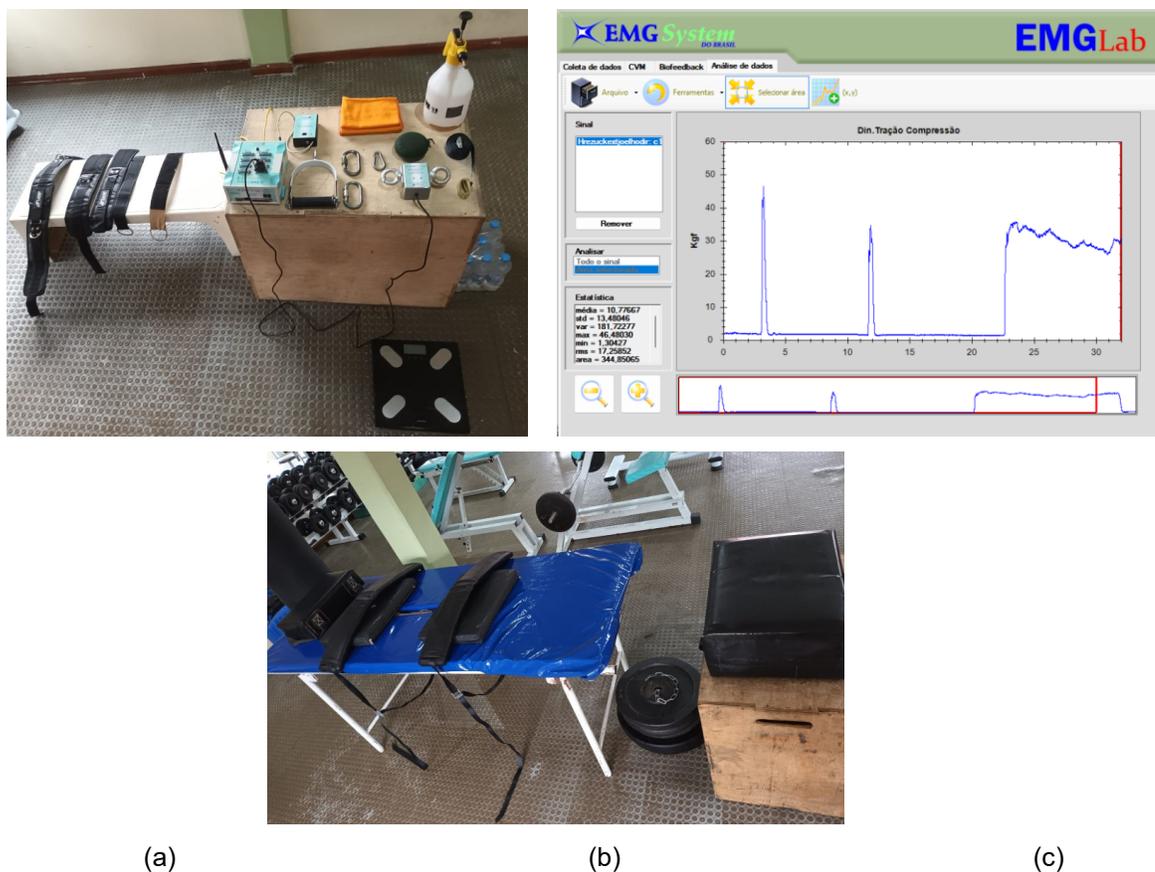
B: Abdutor de Ombro; ou Extensor de Cotovelo; ou Flexor de Tronco; ou Flexor de Quadril; ou Flexor de Joelho.

A: Adutor de Ombro; ou Flexor de Cotovelo; ou Extensor de Tronco; ou Extensor de Quadril; ou Extensor de Joelho.

A força foi determinada por um medidor de tensão (Sistema EMG do Brasil, São José dos Campos, Brasil). A frequência de aquisição dos dados de força foi 1000 Hz. Este foi fixado na porção distal do segmento avaliado por meio de uma corrente metálica estreita, que foi preso a uma alça ajustável com velcro (para os MMSS foi utilizado puxador *crossover* estribo emborrachado) (FIGURA 1). O pico de torque (N.m) foi calculado pelo produto da força pico em Kgf multiplicado pelo fator de conversão 9,80665 N/Kgf e pela distância em metros, está determinada entre o ponto de aplicação de força

(ponto central de ligação da célula de carga sobre a cinta de velcro ou pegador *crossover* – ponto de fixação) e o centro articular do segmento analisado, este determinado por meio de uma fita métrica (RODACKI et al., 2012; BENTO et al., 2010).

FIGURA 1: equipamentos utilizados na pesquisa.



FONTE: O autor (2023).

Cada participante recebeu orientações para familiarização dos movimentos e teve tempo de descanso de 10 segundos entre cada uma das 3 (três) tentativas do exercício no segmento. Para a troca de segmento a ser testado, o participante teve tempo de descanso prolongado, mas não monitorado, pois este era o tempo para que a equipe de coleta realizasse os ajustes de reposicionamento de equipamentos e captura de dados, sendo então realizado novo período de testes com 3 (três) tentativas no próximo movimento proposto. Foi solicitado aos participantes a execução de um esforço máximo (ou seja, estender e ou flexionar o mais forte possível) com o segmento preponderante,

no qual foi posicionado a aproximadamente 90°. Os movimentos analisados foram extensão, flexão do tronco; extensão e flexão do quadril, joelho e cotovelo, abdução e adução de ombros, bilateralmente.

Com o cabo da célula de carga (tensão – EMG System) retesado e fixado na cinta com velcro (ou puxador) nas articulações, os participantes receberam motivações verbais previamente gravadas³, de modo a padronizar o estímulo bem como os tempos das vozes de comando em toda sessão e o feedback verbal sobre seu desempenho a cada tentativa. As posições para a realização das contrações isométricas consistiram em uma flexão do tronco na posição deitada, com joelhos estendidos, pernas fixadas na maca com cintas de velcro, tronco paralelo ao solo e membros superiores cruzados à frente do tronco. Para os extensores do tronco, a posição deitada em pronação foi empregada, os participantes posicionados com os membros inferiores estendidos fixadas na maca com cintas de velcro, os membros superiores apoiavam o corpo sobre anteparo até momentos antes da execução do movimento, instante este que os membros superiores assumiam a posição cruzados à frente do tronco. Em ambas as posições um cinto de tração com velcro foi fixado na altura do processo xifoide.

Para os músculos extensores (FIGURA 2) e flexores do quadril, a posição deitada sobre a maca foi empregada (decúbito ventral e decúbito dorsal, respectivamente) e os participantes foram posicionados com os joelhos estendidos – logo acima desta articulação foi fixada uma cinta com ilhós para pontos de tração – com a região pélvica e tronco fixados com cinta de velcro e feixe para evitar movimentos indesejados.

³ LINK: <https://drive.google.com/file/d/1oeUSuisq6oG12Dp2F9FdrqXJqkuZOLwF/view?usp=sharing>

FIGURA 2: extensão de quadril.



FONTE: O autor (2023).

Nas avaliações dos músculos flexores (FIGURA 3) e extensores do joelho, os participantes foram posicionados sentados na maca sendo afixados com cintas para evitar instabilidades na execução do movimento, e uma cinta de velcro foi fixada no tornozelo.

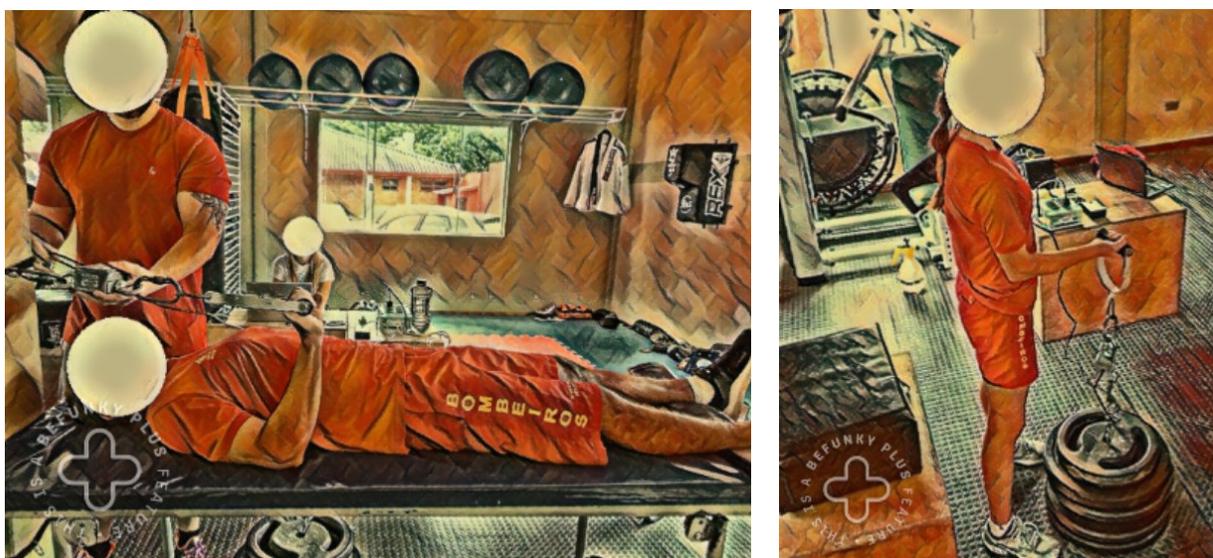
FIGURA 3: flexão do joelho.



FONTE: O autor (2023).

Para os músculos extensores do cotovelo (FIGURA 4), os participantes foram posicionados deitados em decúbito dorsal sobre a maca, e com o membro superior ao lado do corpo e com o cotovelo num ângulo de 90°, segurando o puxador crossover em posição pronada. Para os músculos flexores do cotovelo (FIGURA 4), os participantes na posição de pé com o membro superior ao lado do corpo e cotovelos a 90° destes, mantidos paralelos ao solo, segurando o puxador crossover na posição supinada.

FIGURA 4: extensão e flexão do cotovelo.



(a)

(b)

FONTE: O autor (2023).

Na avaliação dos músculos abdutores e adutores do ombro (FIGURA 5), os participantes foram posicionados em posição ortostática com o membro superior estendido à frente do corpo e perpendicular a este, consequentemente o membro de interesse paralelo ao solo com a mão em posição neutra segurando o puxador crossover.

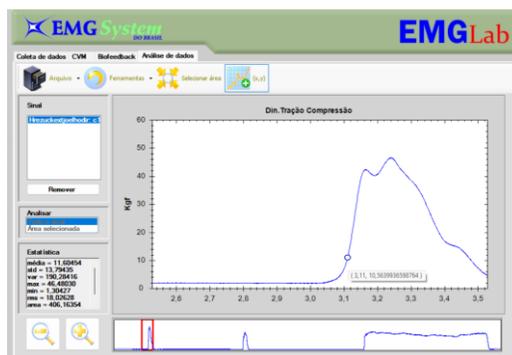
FIGURA 5: abdução e adução de ombro.



FONTE: O autor (2023).

A taxa de desenvolvimento de torque (TD) foi calculada com auxílio do *Software Excel* como sendo o coeficiente angular da reta da curva força-tempo da equação $Y = a.X + b$, como resultada da regressão linear dos dados de saída (1000 Hz) do teste entre os correspondentes a aproximadamente 20% ($T_{20\%MAX}$) e 80% ($T_{80\%MAX}$) do torque máximo durante uma contração isométrica. Esta rotina é apresentada a seguir:

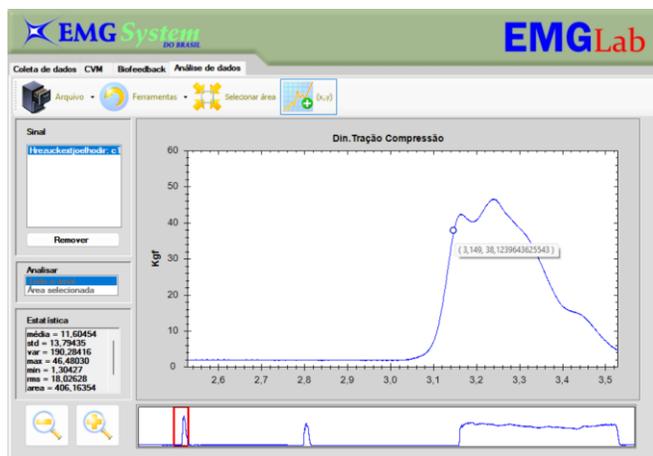
- a) Determinação visual no início da curva com proporcionalidade (FIGURA 6):

FIGURA 6: determinação $T_{20\%MAX}$.

FONTE: O autor (2023).

b) Determinação visual no término da curva com proporcionalidade (FIGURA 7):

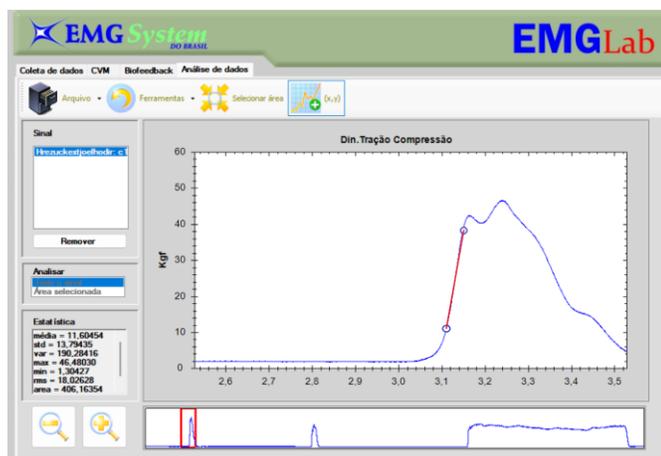
FIGURA 7: determinação $T_{80\%MAX}$.



FONTE: O autor (2023).

c) Reta interpolatriz com coeficiente de proporcionalidade “a” (FIGURA 8):

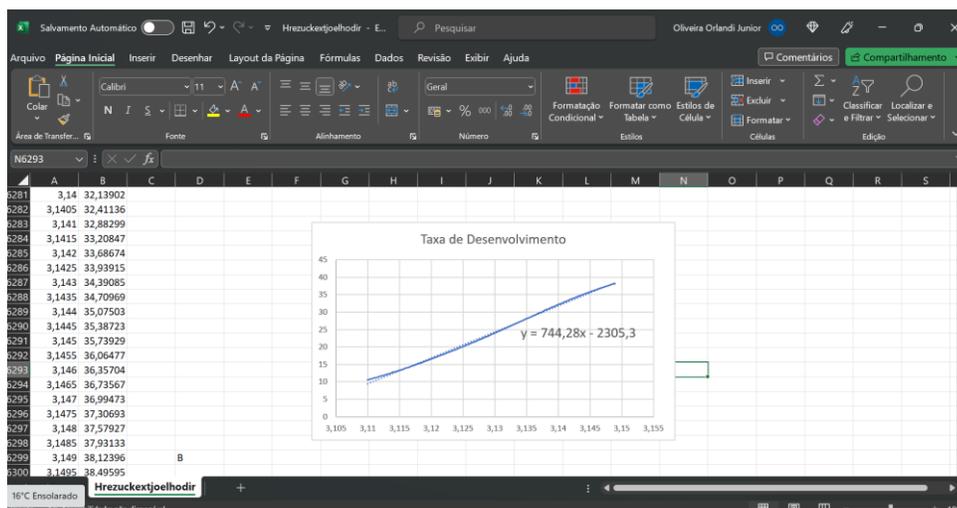
FIGURA 8: traçado interpolatriz $T_{20\%MAX}$ a $T_{80\%MAX}$.



FONTE: O autor (2023).

d) Após extração dos dados “.TXT” para o *Excel*, foram determinados os pontos de início e término da reta interpolatriz com razão de proporcionalidade, gerando com a presença de todos os pontos intermediários uma linha de tendência com regressão linear promovida pelo *software*, sendo apresentado equação afim do tipo $Y = a.X + b$ (FIGURA 9).

FIGURA 9: determinação do coeficiente angular (TD) da reta interpolatriz no EXCEL.



FONTE: O autor (2023).

3.5.3. Medidas de dores e desconforto musculoesquelético

Todos os participantes foram instruídos a preencher o diagrama de Corlett no *Google Forms*⁴ (CORLETT & MANENICA, 1980). O diagrama é uma representação do corpo humano dividido em 28 partes e oferece ao avaliado um índice de dor em uma escala que varia de 1 (ausência de dor/desconforto) a 5 (dor/desconforto extrema). Assim, o avaliado pode pontuar de 1 a 5 a sua percepção de dor/desconforto nas 28 partes do seu corpo no momento que o respondia (FIGURA 10). Isso permite oferecer respostas com relação à existência de dor, sua localização e sua intensidade. Para verificar o relato de dor de maneira geral, foi realizado o somatório dos 28 segmentos corporais. O valor 28 corresponde a não relato de dor geral e o valor 140 corresponde a dor geral extrema. A análise também foi realizada por segmentos:

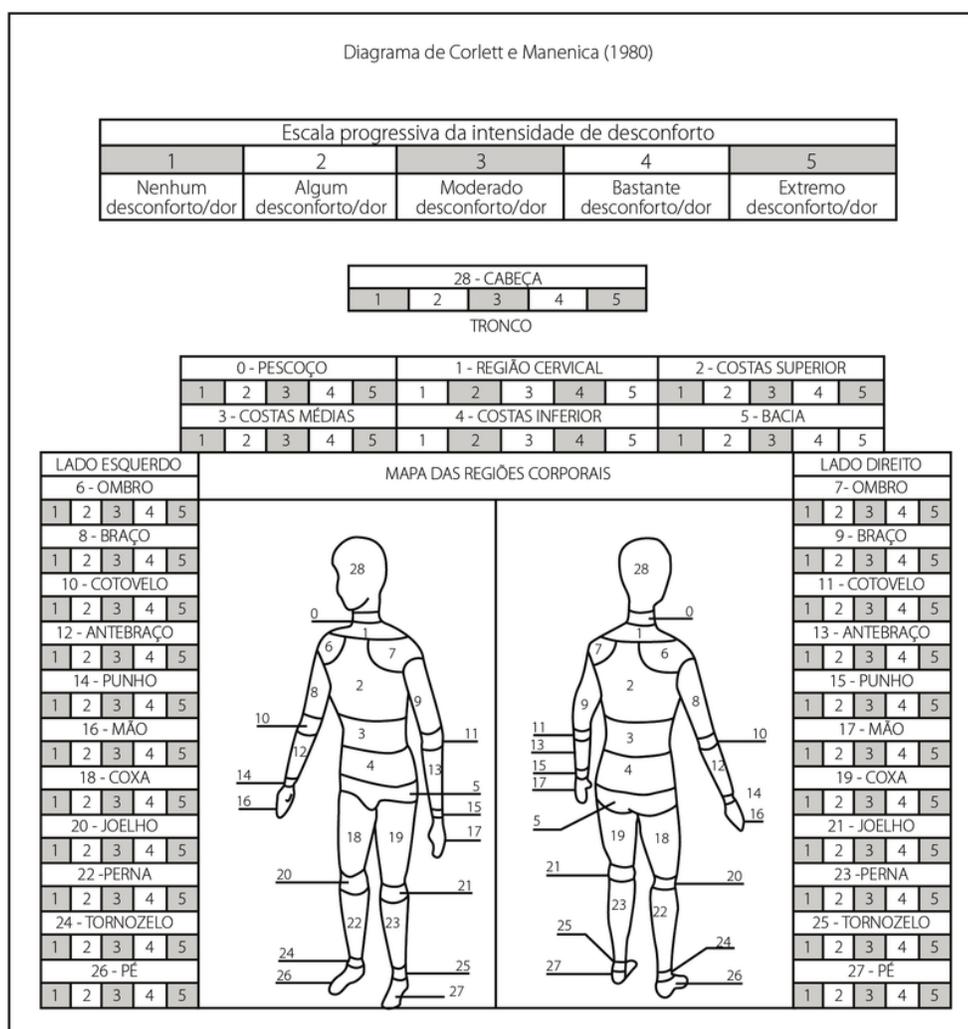
- a) Para os membros superiores (MMSS – direito + esquerdo) foram considerados os valores atribuídos para: ombros, braços, cotovelos, antebraços, punhos e mãos sendo o valor 12 para indicar ausência de dor e 60 para dor máxima.

⁴ LINK Vídeo de instrução:

<https://drive.google.com/file/d/12mfedwNJUNTjNLoNRL9jkuKZXc6Cd1x0/view?usp=drivesdk>

- b) Para o tronco os dados advêm dos segmentos: pescoço, cervical, costas superior e média, lombar e quadril sendo o valor 6 para sem dor e 30 para dor máxima.
- c) Para os membros inferiores (MMII – direito + esquerdo): coxas, joelhos, panturrilhas, tornozelos e pés (o valor 10 para ausência de dor e 50 para dor máxima).

FIGURA 10 - Diagrama de Corlett.



FONTE: Corlett & Manenica, 1980.

3.5.4. Avaliação do perfil de atividade física

No IPAQ na versão com formato longo, há questões relativas a atividades físicas realizadas em uma semana normal, com intensidade vigorosa, moderada e leve, todas com duração de no mínimo 10 minutos contínuos, divididos em quatro categorias de atividade física, sendo elas: (i) atividades físicas no trabalho, (ii) atividade física como meio de transporte, (iii) atividade física em casa e (iv) atividades físicas de recreação, esporte, exercício e lazer, esta versão acrescenta uma questão referente ao tempo sentado, dividida em tempo médio sentado durante um dia de semana e durante um dia de final de semana. De forma geral é consenso que o IPAQ tem boa estabilidade e apresenta boa aceitação em estudos epidemiológicos realizados com diversas populações (VESPASIANO et al. 2012). Para os bombeiros militares do 6º GB foi adaptado nesta pesquisa questões sobre o TAF e características descritivas como peso, estatura, idade, escolaridade, tempo de serviço no CB, tipo de serviço (ADM ou OP).

O Standard Metabolic Equivalent (MET) é responsável por identificar a medida de intensidade de esforço que é exigida de um trabalhador durante a realização de suas funções (RAVAGNANI et al., 2013). O IPAQ permite uma estimativa do gasto energético total, o que acaba facilitando também a classificação das atividades como leves, moderadas e vigorosas, onde atividades moderadas, são atividades que resultam em um gasto de 3,5 a 6 MET, enquanto atividades vigorosas, são atividades com um gasto superior a 6 MET (PARDINI et al. 2001). Martin (2018) adota para gerar um score padrão para as atividades de bombeiros, de acordo com a duração (minutos), frequência (dias) e intensidade, para a caminhada intensidade equivalente a 3,3 MET, para atividades moderadas a 4,0 MET e as vigorosas o valor equivalente a 8,0 MET.

3.6 VARIÁVEIS DE ESTUDO

A variável dependente do estudo é a intensidade da DME. Sendo a variável independente a capacidade de produzir o torque máximo (PT) e rápido (TD) dos músculos e a assimetria de torque (agonista e antagonista, lado direito e esquerdo) dos músculos do tronco, membros superiores e inferiores.

Entre as variáveis de confusão, ou seja, às intervenientes, estão o IMC, massa corporal, circunferência abdominal, idade, perfil de atividade física realizada pelo militar, função laboral, tempo na função.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A distribuição dos dados foi testada quanto normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk com correção de Lilliefors ($n < 30$). A análise descritiva composta por média, desvio padrão foi utilizado quando a distribuição foi normal, quando não, foram submetidos a uma análise descritiva composta por mediana, 1º quartil e 3º quartil. Já na comparação entre as variáveis de agrupamento foram submetidos ao teste t para amostras não pareadas e o teste de Mann-Whitney.

Foi realizada uma análise de árvore de decisão usando o algoritmo para identificar a combinação ideal e mínima de fatores de risco necessários para prever o surgimento da dor musculoesquelética. O algoritmo C5.0 é uma abordagem de classificação que gera uma árvore em um esquema *top-down* com base nas informações (variáveis) fornecidas. No processo de construção da árvore de decisão, o ponto de corte é calculado automaticamente como um ramo para variáveis contínuas. Para melhorar o desempenho do modelo, geramos 33 árvores de decisão impulsionadas. Conduzimos poda global com severidade de poda de 75% para evitar *overfitting*. O tamanho mínimo do nó foi definido em 7 indivíduos. Além disso, validação cruzada de 14 vezes foi realizada para testar a estabilidade da árvore de decisão. Ainda, foi utilizado um modelo de regressão linear como referência para avaliar o modelo de árvore de decisão. Essa análise de regressão linear foi realizada por meio de uma abordagem passo a passo regressiva usando as mesmas variáveis de predição da análise da árvore de decisão. Todas as análises foram realizadas usando IBM SPSS *Statistics* V.25, IBM SPSS *Modeler* V.18 (IBM Tóquio, Japão) e JAMOVI V.2.3.28. O nível de significância estatística adotado foi $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta as características sociodemográficas e antropométricas dos bombeiros militares, bem como os resultados decorrentes dos testes de torque realizados individualmente e formulários IPAQ e Corlett.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

Inicialmente, cerca de 100 bombeiros foram convidados diretamente e estimulados a incentivar outros bombeiros do 6º GB, que totalizam 263, para participar do estudo. Destes, 80 responderam ao questionário IPAQ na primeira etapa da coleta, no entanto 39 não compareceram para a realização dos testes práticos e conseqüentemente formulário de dor. Deste modo, a amostra final do estudo foi composta por 41 bombeiros militares, que foram separados em 2 grupos: Serviço administrativo (n = 17; 16 masculinos e 1 feminino) e Operacional (n = 24, 20 masculinos e 4 femininos).

Dentre as características antropométricas, os indivíduos do Administrativo apresentaram IMC superior ao Operacional ($t(39) = 2,664$, $p = 0,011$). Não foram identificadas outras diferenças significativas nas demais características pesquisadas, como pode ser visto na TABELA 1.

Tabela 1: Comparação das características descritivas da amostra de acordo com os grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24).

	Serviço	Média ± DP	Mediana (1° – 3°Q)	Shapiro-Wilk (p)	p
Tempo de Serviço (anos)	Administrativo	13,35 ± 6,43	12 (9 – 17)	0,045	0,739 (U = 191)
	Operacional	13,93 ± 8,17	10 (9 – 17)	<0,001	
Idade (anos)	Administrativo	37,47 ± 5,58	38 (33 – 42)	0,843	0,629 (t = -0,486)
	Operacional	38,46 ± 6,92	36,5 (33,8 – 43,8)	0,068	
Massa Corporal (Kg)	Administrativo	84,53 ± 13,69	79,9 (76,7 – 90,6)	0,271	0,272 (U = 162)
	Operacional	78,13 ± 12,18	81,4 (73,7 – 84,7)	0,041	
Estatura (m)	Administrativo	1,74 ± 0,06	1,75 (1,73 – 1,80)	0,188	0,403 (U = 172)
	Operacional	1,76 ± 0,09	1,78 (1,72 – 1,79)	0,018	
IMC (Kg/m ²)	Administrativo	27,68 ± 3,28	27,4 (25,1 – 28,4)	0,051	0,011* (t = 2,664)
	Operacional	25,20 ± 2,68	25,2 (23,55 – 26,32)	0,336	
Relação Cintura/Quadril (m/m)	Administrativo	0,88 ± 0,07	0,9 (0,84 – 0,93)	0,683	0,083 (t = 1,778)
	Operacional	0,84 ± 0,08	0,83 (0,79 – 0,89)	0,478	

DP: desvio padrão; Q: quartil.

FONTE: O autor (2023).

A correlação de Spearman para o IMC e a Relação Cintura/Quadril apresentou resultado significativo ($p < 0,001$) com forte correlação positiva ($Rho = 0,736$), o que pode indicar a composição corporal que melhor justifique o incremento no IMC do pessoal administrativo.

4.2 PERFIL DE ATIVIDADE FÍSICA

A Tabela 2 apresenta os dados coletados por intermédio do IPAQ, e comparados os *Standards Metabolics Equivalent* (MET) entre os fatores de agrupamento (Administrativo e Operacional). Com o teste U de Mann Whitney nas variáveis de Atividade no Trabalho ($U = 290,500$; $z = 2,289$; $p = 0,023$) e as Atividades em Casa ($U = 279,000$; $z = 1,986$; $p = 0,047$), foram encontradas diferenças significativas entre os

bombeiros militares, tendo os indivíduos do Operacional como mais ativos nestes ambientes.

TABELA 2: Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação à atividade física e gasto energético (MET).

Atividades/ Variáveis (MET)	Serviço	Mediana	1º Quartil	3º Quartil	Shapiro-Wilk (p)	p
Trabalho	Administrativo	831	297	1413	<0,001	0,023*
	Operacional	1879	955	2781	<0,001	
Transporte	Administrativo	231	165	462	<0,001	0,251
	Operacional	447	157	693	0,044	
Casa	Administrativo	640	320	1480	<0,001	0,049*
	Operacional	1900	830	4370	0,001	
Lazer	Administrativo	2659	1692	4200	0,354	0,255
	Operacional	1591	409	3406	0,008	
Caminhada	Administrativo	693	495	1122	0,020	0,853
	Operacional	743	446	1815	0,006	
Moderada	Administrativo	1680	640	2840	<0,001	0,104
	Operacional	2640	1745	5130	0,001	
Vigorosa	Administrativo	1920	1120	3120	<0,001	0,534
	Operacional	2280	1380	4520	0,055	
Total	Administrativo	4413	3902	6897	<0,001	0,300
	Operacional	5674	4312	10121	<0,001	

FONTE: O autor (2023).

Quanto a prática esportiva, existe uma correlação negativa moderada entre o número de treinos semanais (avaliados quanto a frequência e intensidade – MET) em relação a idade ($Rho = -0,422$, $p = 0,006$) e consequentemente o tempo de serviço na instituição ($Rho = -0,345$, $p = 0,027$).

Corroborando com os valores apresentados na Tabela 2, em que apresenta o nível superior de Atividade no Trabalho para os bombeiros do Operacional, pode-se afirmar ao observar a Tabela 3 que os bombeiros militares que atuam no Administrativo

permanecem durante um dia normal da semana mais tempo na posição sentado ($U = 57,000$; $z = -3,937$; $p < 0,001$).

TABELA 3: Comparação entre grupos do serviço administrativo ($n = 17$) e operacional ($n = 24$) em relação ao comportamento sedentário.

	Serviço	Média \pm DP	Mediana (1° – 3°Q)	Shapiro-Wilk (p)	p
Tempo Sentado Durante Um Dia de Semana Normal (minutos)	Administrativo	402,4 \pm 252,6	300 (240 – 540)	<0,001	<0,001* (U = 57)
	Operacional	176,3 \pm 87,3	180 (112 – 240)	0,347	
Tempo Sentado Durante Um Dia de Final de Semana Normal (minutos)	Administrativo	294,7 \pm 130,0	300 (240 – 360)	0,515	0,314 (U = 166)
	Operacional	265,0 \pm 135,5	240 (180 – 300)	0,004	

FONTE: O autor (2023).

Avaliando o nível de treinamento entre os agrupamentos, somando os treinos realizadas no horário de trabalho e fora dele, as respostas não apresentaram diferença significativa ($p = 0,712$), sendo $5,10 \pm 2,82$ treinos realizados por semana para a amostra geral. Assumindo ainda treinamento com intervalo de tempo unitário (Δt) igual para todas as seções e considerando a intensidade dos treinamentos com a contabilização dos METs não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,367$).

TABELA 4: Comparação entre grupos do serviço administrativo ($n = 17$) e operacional ($n = 24$) em relação ao treinamento.

	Serviço	Média \pm DP	Mediana (1° – 3°Q)	Shapiro-Wilk (p)	p
Total de Treinos Realizados na Semana (n)	Administrativo	5,29 \pm 2,78	5 (4 – 7)	0,434	0,712 (t = 0,372)
	Operacional	4,96 \pm 2,90	5 (3 – 6)	0,421	
Total de [MET * Δt] em Treinos Semanais (n)	Administrativo	23,80 \pm 13,00	28 (14,6 – 32,0)	0,103	0,426 (U = 174)
	Operacional	25,00 \pm 21,30	22 (11,5 – 29,0)	<0,001	

@Valores adotados em intervalo unitário na ponderação considerando a intensidade referida dos treinamentos: leve=3,3; moderado=4,0; pesado=8,0.

FONTE: O autor (2023).

4.3 PICO DE TORQUE NORMALIZADO

Na Tabela 5 pode-se observar os picos de torque normalizados (PTN) pelo peso corporal em todos os bombeiros avaliados (Geral; n = 41), e os valores médios dos bombeiros do Serviço Administrativo (n = 17) e Operacional (n = 24). O PTN foi maior no Administrativo na comparação entre os grupos para flexão do tronco ($t(39) = 2,911$; $p = 0,006$) e para a extensão do tronco ($U = 111,000$; $z = -2,461$; $p = 0,013$).

TABELA 5: Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação ao Pico de torque normalizado (Média \pm Desvio Padrão) [10^{-2} N.m/Kg].

Articulação	Ação	Membro	Geral (n = 41)	Administrativo (n = 17)	Operacional (n = 24)	p
Ombro	Abdução	Direito	70,19 \pm 18,26	72,34 \pm 20,02	68,67 \pm 17,18	0,533
		Esquerdo	70,49 \pm 16,54	70,67 \pm 14,92	70,36 \pm 26,58	0,953
	Adução	Direito	86,18 \pm 22,88	88,29 \pm 16,88	84,69 \pm 26,58	0,625
		Esquerdo	83,02 \pm 23,02	86,11 \pm 23,30	80,83 \pm 23,06	0,476
Cotovelo	Flexão	Direito [#]	77,71 \pm 24,38	78,38 \pm 30,51	77,24 \pm 19,63	0,500
		Esquerdo	74,57 \pm 23,10	71,65 \pm 24,94	76,64 \pm 22,01	0,502
	Extensão	Direito	54,27 \pm 15,21	53,21 \pm 13,87	55,02 \pm 16,35	0,713
		Esquerdo	54,33 \pm 15,82	56,03 \pm 15,66	53,12 \pm 16,15	0,569
Quadril	Flexão	Direito	206,91 \pm 70,47	214,22 \pm 76,91	201,73 \pm 66,75	0,582
		Esquerdo	210,41 \pm 63,69	202,75 \pm 66,81	215,83 \pm 62,25	0,524
	Extensão	Direito	229,36 \pm 72,86	249,52 \pm 70,25	215,08 \pm 72,70	0,138
		Esquerdo	216,99 \pm 70,90	228,72 \pm 75,01	208,68 \pm 68,23	0,379
Joelho	Flexão	Direito [#]	127,45 \pm 62,25	129,26 \pm 52,99	126,17 \pm 69,15	0,487
		Esquerdo [#]	125,59 \pm 64,70	131,56 \pm 70,40	121,36 \pm 61,55	0,397
	Extensão	Direito	235,34 \pm 75,40	244,78 \pm 71,78	228,65 \pm 78,68	0,507
		Esquerdo	231,40 \pm 80,91	225,58 \pm 77,90	235,52 \pm 84,39	0,704
Tronco	Flexão	-	228,28 \pm 63,27	259,65 \pm 57,39	206,06 \pm 58,54	0,006*
	Extensão [#]	-	248,26 \pm 91,41	291,94 \pm 89,89	217,32 \pm 80,63	0,013*

[#] Não apresentaram distribuição normal – teste não paramétrico de *U de Mann Whitney*;

Cot. Flex. Direito [Mdn_{Adm}: 69,8 (64,7 – 81,4); Mdn_{Op}: 75,3 (66,1 – 88,6)]

Joe. Flex. Direito [Mdn_{Adm}: 118,0 (104,5 – 143,1); Mdn_{Op}: 111,3 (92,0 – 138,1)]

Joe. Flex. Esquerdo [Mdn_{Adm}: 111,4 (103,2 – 140,2); Mdn_{Op}: 104,8 (89,2 – 127,5)]

Ext. Tronco [Mdn_{Adm}: 290 (236 – 345); Mdn_{Op}: 293 (154 – 292)]

FONTE: O autor (2023).

4.4 TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE

Os valores da taxa de desenvolvimento de torque (TD) de todos os bombeiros pode ser vista na Tabela 6. Dos testes realizados, apenas as TD referentes à flexão de quadril (direito e esquerdo) e extensão de joelho esquerdo não tiveram diferença significativa, ou seja, todas as demais TD apresentaram diferença entre bombeiros militares do Operacional e Administrativo, com valores maiores para o Administrativo.

TABELA 6: Comparação entre grupos do serviço administrativo (n = 17) e operacional (n = 24) em relação a Taxa de desenvolvimento de força, Mdn (1º - 3º Quartil) [Kgf/s].

Articulação	Ação	Membro	Geral (n = 41)	Administrativo (n = 17)	Operacional (n = 24)	p
Ombro	Abdução	Direito	78 (50 - 128)	115 (78 - 161)	67 (35 - 87)	0,004*
		Esquerdo	84 (51 - 136)	110 (91 - 156)	60 (39 - 87)	0,003*
	Adução	Direito	145 (82 - 190)	172 (145 - 233)	122 (74 - 150)	0,012*
		Esquerdo	120 (73 - 230)	136 (114 - 273)	110 (54 - 155)	0,026*
Cotovelo	Flexão	Direito	197 (102 - 355)	268 (204 - 452)	134 (91 - 259)	0,014*
		Esquerdo	192 (115 - 386)	256 (192 - 548)	150 (94 - 226)	0,024*
	Extensão	Direito	165 (107 - 218)	211 (165 - 343)	122 (71 - 193)	0,005*
		Esquerdo	152 (74 - 269)	241 (185 - 335)	98 (54 - 160)	<0,001*
Quadril	Flexão	Direito	387 (259 - 643)	495 (378 - 697)	322 (230 - 488)	0,078
		Esquerdo	454 (243 - 635)	483 (353 - 662)	404 (238 - 523)	0,341
	Extensão	Direito	352 (262 - 520)	469 (329 - 604)	285 (221 - 402)	0,023*
		Esquerdo [#]	349 (257 - 473)	450 (349 - 604)	271 (202 - 402)	<0,001*
Joelho	Flexão	Direito	225 (147 - 499)	355 (283 - 553)	150 (128 - 252)	0,004*
		Esquerdo	240 (152 - 420)	281 (232 - 449)	182 (136 - 304)	0,021*
	Extensão	Direito	527 (315 - 812)	635 (524 - 829)	392 (270 - 556)	0,033*
		Esquerdo	374 (258 - 637)	558 (396 - 664)	327 (252 - 524)	0,113
Tronco	Flexão	-	250 (176 - 353)	307 (244 - 384)	222 (146 - 270)	0,014*
	Extensão	-	279 (233 - 475)	475 (366 - 683)	242 (154 - 272)	<0,001*

[#] Apresentaram distribuição normal – teste paramétrico *t-Student*;

Quadril Ext. Esq. (M_{adm}: 493 ± 182; M_{op}: 301 ± 136);

FONTE: O autor (2023).

4.5 ÍNDICE DE PICO DE TORQUE DOS MEMBROS CONTRALATERAIS

Na comparação entre os fatores de agrupamento Administrativo e Operacional, ao tomar-se um a um os membros contralaterais nos movimentos similares, na flexão dos cotovelos ocorreu diferença significativa dos valores médios, Mdn = 0,092 (1º Quartil: 0,052; 3º Quartil: 0,168) N.m/N.m e Mdn = 0,051 (1º Quartil: 0,014; 3º Quartil: 0,106) N.m/N.m para os Serviços Administrativos e Operacionais, respectivamente, $U = 114,500$; $z = -2,369$; $p = 0,018$.

TABELA 7: Índice de pico de torque dos membros contralaterais, Mdn (1º - 3º Quartil) [N.m/N.m].

Articulação	Ação	Geral	Administrativo	Operacional	p
Ombro	Abdutores	0,074 (0,037 – 0,095)	0,067 (0,037 – 0,100)	0,074 (0,043 – 0,090)	0,937
	Adutores	0,047 (0,014 – 0,158)	0,082 (0,045 – 0,169)	0,026 (0,014 – 0,094)	0,145
Cotovelo	Flexores	0,074 (0,029 – 0,147)	0,092 (0,052 – 0,168)	0,051 (0,014 – 0,106)	0,018*
	Extensores	0,046 (0,024 – 0,126)	0,057 (0,020 – 0,114)	0,042 (0,024 – 0,138)	0,895
Quadril	Flexores	0,141 (0,065 – 0,200)	0,133 (0,085 – 0,216)	0,144 (0,051 – 0,189)	0,761
	Extensores #	0,100 (0,057 – 0,171)	0,111 (0,066 – 0,186)	0,099 (0,046 – ,169)	0,623
Joelho	Flexores	0,073 (0,042 – 0,157)	0,068 (0,048 – 0,117)	0,098 (0,042 – 0,161)	0,682
	Extensores	0,083 (0,048 – 0,174)	0,069 (0,052 – 0,114)	0,110 (0,047 – 0,184)	0,427

Apresenta distribuição normal – teste paramétrico t-student; Quad. Ext. (M_{adm} : $0,1241 \pm 0,0914$; M_{op} : $0,1110 \pm 0,0766$).

FONTE: O autor (2023).

Com os PTN contralaterais tomados como medidas emparelhadas sem a distinção entre fatores de agrupamento e assumindo o lado direito com médias amostrais maiores que o lado esquerdo ($n = 35$ destros) foi observada assimetria entre hemicorpos nos torques de extensão dos quadris, $t(40) = 2,6405$, $p = 0,006$. Na flexão dos cotovelos ($n = 39$ destros) a amostra mostrou-se com valores diferentemente significativos nas comparações entre os PT contralaterais, $t(40) = 1,8914$, $p = 0,033$.

4.6 RAZÃO DE PICO DE TORQUE AGONISTAS/ANTAGONISTAS

Na comparação das razões que relacionam os músculos agonistas e antagonistas existiram diferenças significativas para a extensão/flexão do cotovelo esquerdo ($U = 118,500$; $z = -2,394$; $p = 0,017$) e flexão/extensão do quadril direito ($t(36,163) = -2,076$; $p = 0,045$).

TABELA 8: Razão de pico de torque dos membros agonistas/antagonistas, Mdn (1° - 3° Quartil) [N.m/N.m].

Articulação	Ação	Membro	Geral	Administrativo	Operacional	p
Ombro	Abdução/A dução	Direito#	0,810 (0,600 - 1,040)	0,790 (0,600 - 1,040)	0,830 (0,640 - 1,010)	0,569
		Esquerdo	0,900 (0,500 - 1,300)	0,900 (0,500 - 1,100)	0,900 (0,700 - 1,300)	0,732
Cotovelo	Extensão/ Flexão	Direito	0,700 (0,500 - 1,400)	0,700 (0,500 - 1,400)	0,700 (0,500 - 1,200)	1,000
		Esquerdo	0,700 (0,300 - 1,300)	0,800 (0,500 - 1,300)	0,700 (0,300 - 1,000)	0,017*
Quadril	Flexão/ Extensão	Direito#	0,900 (0,200 - 1,600)	0,900 (0,500 - 1,100)	1,050 (0,200 - 1,600)	0,045*
		Esquerdo	1,000 (0,600 - 2,000)	0,900 (0,600 - 1,200)	1,000 (0,800 - 2,000)	0,054
Joelho	Flexão/ Extensão	Direito	0,500 (0,300 - 3,000)	0,500 (0,400 - 1,900)	0,500 (0,300 - 3,000)	0,682
		Esquerdo	0,500 (0,200 - 2,600)	0,500 (0,400 - 2,600)	0,500 (0,200 - 1,400)	0,340
Tronco	Flexão/ Extensão	-	0,900 (0,400 - 2,000)	0,900 (0,600 - 1,700)	0,950 (0,400 - 2,000)	0,455

Apresentaram distribuição normal – teste paramétrico t-student;
Abd/Adu. Ombro Dir. ($M_{adm}: 0,811 \pm 0,100$; $M_{op}: 0,829 \pm 0,098$);
Flex/Ext. Quadril Dir. ($M_{adm}: 0,859 \pm 0,152$; $M_{op}: 0,992 \pm 0,286$);
FONTE: O autor (2023).

4.7 ESCALA DE DOR

Na análise e construção dos dados utilizados do diagrama de Corlett os agrupamentos foram realizados e seus somatórios representam o estado de percepção de dor como está apresentado na Tabela 9. Os valores do diagrama de Corlett não

apresentam distribuição normal, bem como não foi encontrada diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

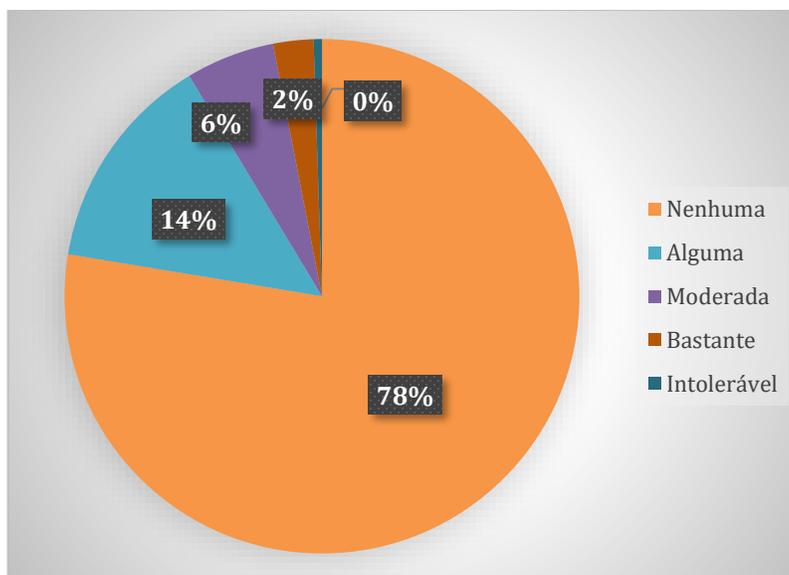
Tabela 9: Estatística descritiva dos níveis de dor para os segmentos corporais (n = 41).

Segmento	Σ ausência de dor	Σ dor máxima	Percentil		
			25°	50°	75°
Membros Superiores	12	60	13	14	16
Tronco	6	30	8	9	11
Membros Inferiores	10	50	10	12	14
Total	28	140	32	36	41

FONTE: O autor (2023).

Na contagem dos campos da escala Likert contidas no diagrama de Corlett foram encontradas seis vezes a indicação de dor intolerável, sendo referida por três pessoas. Gráfico 01 apresenta a distribuição percentual da contagem simples das vezes que foram assinalados/referidos os graus de sensação de dor. Destaque para a ausência de qualquer desconforto para 77,61% dentre todos os apontamentos possíveis.

Gráfico 1: Marcações no diagrama de Corlett.



Fonte: O autor (2023).

As dores lombares (n=31), na região cervical (n=21), joelho (direito, n=17; esquerdo, n=15) e ombros (direito, n=16; esquerdo, n=15) são as mais presentes nas referências dadas pelos bombeiros militares.

A Tabela 10 apresenta o rol ordenado quanto as proporções percentuais das respostas que manifestaram a presença de qualquer desconforto na região delimitada pelo diagrama de Corlett. As cinco primeiras posições mesmo com a quantificação e ponderação do nível de dor, não indicaram alterações nas cinco primeiras posições de destaque. Com isso conclui-se que dos voluntários avaliados a cada quatro indivíduos, três relataram algum tipo de desconforto ou dor na região lombar; e metade deles apontaram algum desconforto na região cervical, indicando que uma preocupação adicional com os fatores preditores de dores musculoesqueléticas na região do tronco. A principal DME presente em 75,61% dos bombeiros militares foi a região lombar, que dentro dos fatores de grupo Administrativo [Mdn: 2,00 (1,00 – 2,00)] e Operacional [Mdn: 2,50 (2,00 – 3,00)] ocorreu diferença significativa⁵ quanto ao nível de dor referida para este local (U = 137; p = 0,032). Para as demais partes na região tronco analisando isoladamente, não apresentam diferença.

⁵ Assumindo a hipótese alternativa: μ , administrativo < μ , operacional.

TABELA 10: Presença de desconforto pelo diagrama de Corlett.

Segmento	Presença de desconforto (%) [§]	Segmento	Presença de desconforto (%)
1º Lombar	75,61	12º Tornozelo Direito	14,63
2º Região Cervical	51,22	12º Cotovelo Esquerdo	14,63
3º Joelho Direito	41,46	12º Cotovelo Direito	14,63
4º Ombro Direito	39,02	13º Braço Esquerdo	12,20
4º Pescoço	39,02	13º Panturrilha Direita	12,20
5º Joelho Esquerdo	36,59	13º Perna Direita	12,20
6º Ombro Esquerdo	34,15	13º Antebraço Esquerdo	12,20
6º Costas Superior	34,15	13º Antebraço Direito	12,20
7º Pelve/ Quadril	26,83	14º Braço Direito	9,76
8º Punho Direito	24,39	14º Panturrilha Esquerda	9,76
9º Costas Média	21,95	14º Mão Direita	9,76
10º Perna Esquerda	19,51	15º Pé Direito	7,32
11º Punho Esquerdo	17,07	16º Pé Esquerdo	4,88
12º Tornozelo Esquerdo	14,63	16º Mão Esquerda	4,88

[§] Consideradas as indicações somente no segmento, com contagem simples de presença e ausência, sendo a razão tomada em %.

Fonte: O autor (2023).

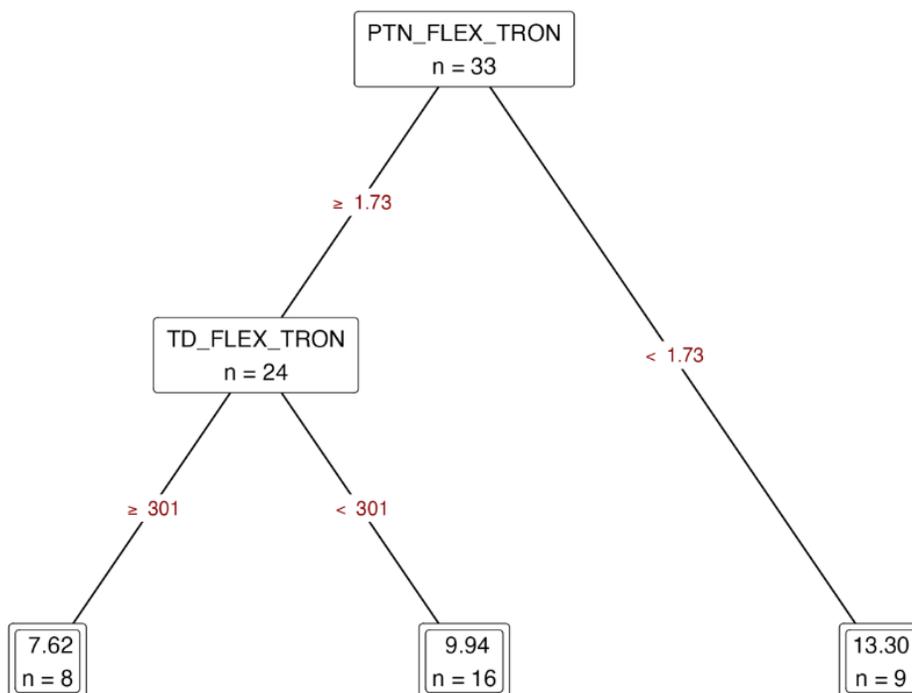
4.8 ÁRVORE DE DECISÃO.

Com análises tomadas no formato árvore de decisão entre as variáveis de pesquisa extraídas dos testes de torque (PTN e TD), comparados com os níveis de DME agrupado em MMSS, MMII e tronco, e Corlett total, no emprego de *Machine Learning*, o software, treinou com 33 amostras e testou os modelos com 8 amostras, direcionando as seguintes predições significativas:

- a) Tronco – A predição credita relação da DME no tronco com escore médio de 13,30 para aqueles indivíduos que desenvolvem PTN para flexão do tronco inferior a 1,73 N.m/Kg. Para valores acima desta linha de corte, a análise segue com a TD de torque de flexão de tronco, em que indivíduos com menor produção de torque rápido, abaixo de 301 Kg/s, apresentam escore 9,94 como indicação de dor (n=16). Concluindo a análise, aqueles com TD de

torque maior ou igual ao novo parâmetro de corte apresentam o menor índice de relação de DME, 7,62 em média (n=8). Os resultados descritos explicam 75,3% das causas relacionadas aos níveis de dor musculo esquelética ($R^2 = 0,753$) como indica a FIGURA 11.

FIGURA 11: Árvore de decisão tronco e DME.

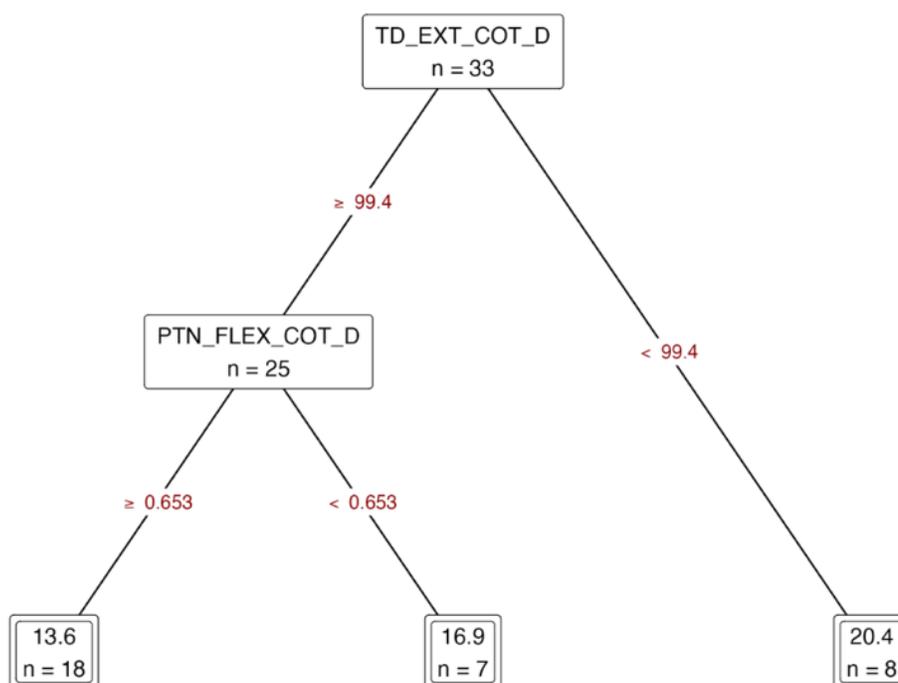


FONTE: O autor (2023).

- b) MMSS – Os testes convergem para uma correlação que explica 80,7% ($R^2 = 0,807$) das causas resultantes de DME nos MMSS, sendo a TD de torque de extensão do cotovelo direito o primeiro dado a ser percebido na análise. Quando a TD de torque for menor que 99,4 Kgf/s, os níveis de dor e desconforto assumem escores com valores de 20,4 (n=8), considerando 12 o valor para ausência total de qualquer desconforto. Para os bombeiros militares que apresentam uma produção de torque rápido do cotovelo direito as dores são menores, ou seja, execução da TD de extensão do cotovelo direito maior ou igual a 99,4 Kgf/s. Em seguida o PTN da flexão do cotovelo

direito conduz o direcionamento preditivo. Para PTN inferior a 0,653 N.m/Kg os escores de dor assumem a ordem de 16,9 (n=7). No oposto a DME têm valor 13,6 (n=18).

FIGURA 12: Árvore de decisão cotovelo e DME.

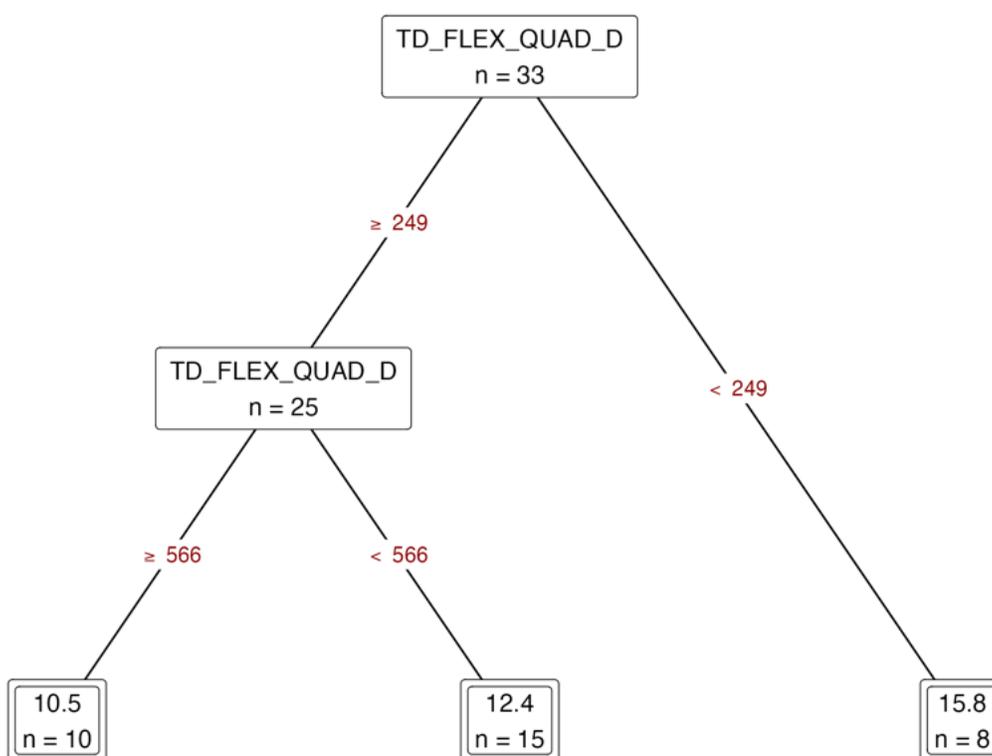


FONTE: O autor (2023).

- c) MMII – Os testes convergem para uma correlação que explica 85,2% ($R^2 = 0,852$) das causas resultantes de DME nos MMII, sendo a TD do flexor do quadril direito o dado a ser percebido na análise (FIGURA 13). Quando o valor da TD for menor que 249 Kgf/s, os níveis de dor e desconforto assumem valores de 15,8 pontos, presente em 8 indivíduos da amostra. Para os bombeiros militares com uma produção rápida de torque maior ou igual 249 Kgf/s as dores são menores. A execução da TD de flexão do quadril direito maior ou igual a 566 Kgf/s o escore de dor é de 10,5, encontrado em 10

bombeiros. Para a TD inferior a 566 Kgf/s o escore de dor assume a ordem de 12,4 para 15 bombeiros da amostra.

FIGURA 13: Árvore de decisão quadril e DME.



FONTE: O autor (2023).

4.9 REGRESSÃO LINEAR

Para estimar a associação da variável de desfecho (DME) com a TD de torque dos músculos flexão de tronco (X1) e PTN de flexão de tronco (X2), que representam 55,20% ($R=0,743$; $R^2 = 0,552$; $R^2_{\text{ajustado}} = 0,5286$; $p<0,0001$) dos fatores determinantes presentes, temos a equação interpolatriz $Y = 18,5340 - 0,0169.X1 - 1,8633.X2$.

Na predição das dores dos MMSS a equação $Y = 22,6491 - 0,0125.X1 - 6,0248.X2$ deve tomar como covariáveis a TD de extensão do cotovelo direito (X1) e o PTN de Flexão do Cotovelo Direito (X2), com isso os resultados são provenientes de 45,81% ($R=0,6770$; $R^2=0,4581$; $R^2_{Ajustado} = 0,4298$) dos fatores necessários para estimar a variável dependente, dor.

Na predição das dores dos MMII a equação $Y = 15,3375 - 0,0080.X1 + 0,0018.X2$ deve tomar como covariáveis a TD de torque do flexor do quadril direito (X1) e o TD de torque do flexor do quadril esquerdo (X2), com isso os resultados são provenientes de 54,97% ($R= 0,7414$; $R^2=0,5497$; $R^2_{Ajustado} = 0,5260$ $p<0,0001$) dos fatores necessários para estimar a variável dependente, dor.

5 DISCUSSÃO

O principal objetivo da presente pesquisa foi analisar a relação entre características sociodemográficas, perfil de atividade física no tempo de lazer, função laboral (setor operacional ou administrativo), desequilíbrio de força muscular e dores musculoesqueléticas. Em *prima facie* os resultados tomados quanto as características descritivas que apresentam aspectos relacionados ao nível de atividades realizadas, o grupo de bombeiros do setor OP tanto em casa – por trabalharem em regime de escala 24 x 48 horas, e por isso estão mais expostos a atividades em casa que os ADM – quanto no trabalho apresentaram maior número de METs, bem como o menor tempo sentado durante um dia normal da semana quando comparado aos bombeiros do setor ADM.

Os bombeiros militares do ADM apresentaram maior IMC, de $27,68 \pm 3,28 \text{ Kg/m}^2$, se comparado aos bombeiros do OP, IMC de $25,20 \pm 2,68 \text{ Kg/m}^2$. Contudo estudos como os de Canabarro e Rombaldi (2010) com soldados do OP do Corpo de Bombeiros de Pelotas – RS (n = 33), com tempo de serviço de $15,4 \pm 5,9$ anos o IMC foi de $27,5 \pm 3,9 \text{ kg/m}^2$; e o estudo de Boldori (2002) com um elevado número de bombeiros militares no estado de Santa Catarina (n = 1800), com média de idade de $34,6 \pm 5,89$ anos, o IMC foi de $25,22 \text{ kg/m}^2$, deste modo, os valores apresentados nesta pesquisa indicam características presentes em outras populações de bombeiros. Importante ressaltar que ocorreu forte correlação ($Rho = 0,736$) entre o IMC e a Relação Cintura/Quadril com isso presume-se que os bombeiros da amostra do ADM têm maior acúmulo de massa/volume na região abdominal.

Na análise ponderada, considerando tempo e intensidade, das atividades realizadas em casa e no trabalho, o efetivo operacional realiza cerca de duas vezes mais METs nas atividades domésticas e o dobro no ambiente laboral. Este fato está ligado às características de tempo de permanência na posição sentado em um dia de semana, sendo 1,5 vezes maior para o efetivo ADM. Os METs totais não foram diferentes, o que sugere que as atividades se equilibram na semana. De igual modo a média de número de treinos e intensidade semanais também se apresentaram similares, com expectativa média de 5 ± 3 treinos para a amostra, onde os mais jovens são mais empenhados.

Desta forma a hipótese H₁ que sugere uma associação negativa entre idade, IMC, intensidade da dor musculoesquelética e o perfil de atividade física, foi negada.

Ao explorar o índice de pico de torque, apenas na flexão de cotovelo apresentou diferença entre os bombeiros do setor OP e ADM, contudo com valores inferiores a 10% de assimetria. Na proporção dos valores assimétricos foi observada uma média de 14% dos indivíduos com assimetrias entre os membros contralaterais superiores a 20% por segmento. Contudo, a flexão do quadril foi o teste que apresentou maior número de indivíduos assimétricos 27% (n=11), contando com indivíduos assimétricos na ordem de 74,6%, 51,3%, 44,6%. Na análise da amostra, a flexão de cotovelo do membro dominante apresentou-se maior que o contralateral, bem como a extensão do quadril direito. Entretanto as assimetrias entre os lados (dominante e não dominante) não tiveram relação com a intensidade da dor musculoesquelética (DME) dos bombeiros.

Esta percepção de dor entre os bombeiros não apresentou distinção quanto ao tipo de serviço (ADM ou OP). Considerando os 1148 pontos avaliados nos 41 indivíduos, cerca de 77,61% destes não apresentam qualquer dor ou desconforto, seguido de algum desconforto em 13,76% dos segmentos corporais, 5,57% com dores moderadas e apenas 3,05% de indicações entre bastante e intolerável. Diferentemente do que diz Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor (2019) onde para população normal, um em cada três adultos são acometidos por dores musculoesqueléticas, os bombeiros militares em sua maioria sofrem de algum desconforto, sendo que apenas para a dor lombar a proporção chega a valores de três em cada quatro.

Um estudo epidemiológico mostrou que 40% dos bombeiros apresentaram lesões ou dores musculoesqueléticas, sendo as dores nas costas (26%), dor no ombro (20,6%) e problemas no joelho (20,1%), como os locais do corpo mais acometidos (SOTERIADES et al. 2019). Já Názaria e Cramm (2020) em um estudo de revisão sistemática sobre distúrbios musculoesqueléticos com bombeiros canadenses, apontam que a prevalência pontual de dor no joelho é de 26,3%, a dor nas costas é 24,61%, seguidos por dor no ombro 20,9%. Na presente pesquisa a amostra dos bombeiros do 6º GB, as proporções se mostraram superiores, contudo, os locais apresentam convergência, sendo as dores lombares com 75,61% de indicações, dores na região

cervical com 51,22%, dor no joelho direito com 41,46%, e ombro direito com 39,02% dos locais assinalados com DME.

De acordo com Oliveira e colaboradores (2009), a musculatura ao redor do tronco mais enrijecida ou forte reflete em melhor capacidade de absorver e dissipar cargas, e conseqüentemente, maior estabilidade na lombar. O problema é quando ocorre a perda da integridade mecânica em qualquer tecido do segmento corporal, como exemplo quando um músculo reduz sua capacidade em produzir força, aumentando assim assimetria de forças, e instabilidade que pode ser tanto a causa quanto o resultado de uma lesão (VAN DIEEN; SELEN; CHOLEWICKI, 2003). No caso específico dos bombeiros, principalmente os do serviço administrativo, uma boa parte do tempo eles passam sentados e, conseqüentemente, podem sofrer alterações biomecânicas que resultam em desequilíbrios muscular entre as forças extensoras e flexoras do tronco e diminuição da estabilidade e mobilidade do complexo lombar-pelve-quadril (TANAKA et al., 2013).

Entretanto, os bombeiros do serviço operacional, além de permanecerem uma boa parte do tempo sentados, eles também desempenham funções que pode exigir muito do sistema musculoesquelético, com movimentos repetitivos, manutenção da postura estática e dinâmica por tempo prolongado durante uma operação de salvamento, e principalmente movimentos que sobrecarregam a coluna vertebral (levantamento de macas, ferragens e materiais para busca e salvamento), motivos estes que também podem levar as dores no tronco e em outras regiões do corpo (SIQUEIRA; CAHÚ; VIEIRA, 2008). Na presente pesquisa, as queixas de dores musculoesqueléticas e especificamente a dor lombar não ficaram restritas a um único setor de atuação dos bombeiros, sugerindo que bombeiros de ambos os setores sofrem de dores musculoesqueléticas, mas por causas diferentes.

Desta forma a análise das variáveis cinéticas do tronco é extremamente relevante, pois a força muscular do tronco é essencial para a realização de atividades cotidianas e do trabalho (BUTCHER et al., 2007; WILLARDSON, 2007). Na presente pesquisa o valor médio do torque dos músculos flexores e extensores do tronco dos bombeiros foi similar aos indivíduos normais sem lombalgia (DESCARREAUX et al., 2004; BERARD et al., 2014, ZOUITA et al., 2018).

A relação entre o pico de torque dos flexores e extensores pode ser um parâmetro importante para avaliar o equilíbrio muscular do tronco. Em indivíduos saudáveis os músculos extensores do tronco são mais fortes que os flexores, e a razão de flexores divididos por extensores fica em torno de 0,7 e 0,8, entretanto, para pessoas com dor lombar pode ultrapassar o valor 1 (BERARD et al., 2014; ZOUITA et al., 2018). Os testes de pico de torque dos músculos do tronco realizados no presente estudo indicaram uma razão de 0,91 (flexores/extensores) no qual os valores dos músculos flexores do tronco são levemente inferiores aos extensores. Um estudo realizado com policiais militares indicou uma razão de 1,3 sugerindo os músculos flexores do tronco mais fortes que os extensores (TAVARES et al., 2020). Diante disso a manutenção de treinos que envolvam melhoras nas relações entre flexores e extensores de tronco podem garantir aos bombeiros uma melhor qualidade de vida e conseqüentemente desempenho laboral, embora essa relação agonista/antagonista não tenha tido relação direta com as DME, a manutenção dos índices relativos na faixa de 0,7 a 0,8 são importantes.

Um achado importante do presente estudo foi a relação negativa entre a intensidade da dor lombar moderada a leve, com o pico de torque dos flexores do tronco normalizado pelo peso corporal, esta relação também foi encontrada no estudo de Tavares e colegas (2020) e Tanaka e colaboradores (2013). A capacidade dos indivíduos saudáveis em produzir torques maiores dos músculos flexores do tronco em comparação as pessoas com dor lombar crônica (DLC) é um achado comum na literatura (LEETUN et al., 2004, LIDDLE et al., 2004, SCHELLENBERG et al., 2007). A maior capacidade dos músculos flexores tem sido associada ao aumento da pressão intra-abdominal, que é um dos mecanismos relacionados à melhora da estabilidade do tronco (CHOLEWICKI et al., 1999).

Importante destacar que a diferença é significativa entre os bombeiros que desempenham atividades administrativas e operacionais no PT dos flexores do tronco, sendo estes mais fracos neste segmento corporal (cerca de 26%), ressalta-se que além das atividades mais complexas desenvolvidas no turno de serviço, como resgates, combates a incêndio, salvamentos, atendimentos pré-hospitalares independente de horário do dia e da noite, o efetivo operacional também é mais suscetível a DME devido ao seu baixo grau de PTN e TD dos músculos flexores do tronco – tal fato pode advir da

rotina regular de treinamentos físicos desenvolvido pelos bombeiros do ADM, o que pode não ocorrer nos bombeiros do OP, por conta da irregularidade nos cronogramas de trabalho semanal e em especial as ocorrências que ocorrem sem aviso prévio. A relação negativa entre o pico de torque dos músculos flexores e a intensidade da dor reforça a relevância de programas de treinamento destinados a melhorar a força dos músculos abdominais, mesmo em indivíduos supostamente bem condicionados, como os bombeiros.

A taxa de desenvolvimento de torque também foi outra variável preditora da dor lombar moderada e leve encontrada no presente estudo. Os indivíduos mais fortes na flexão de tronco ($>1,73$ N.m/Kg) apresentam uma melhor associação com os índices mais confortáveis de dor no tronco e total. Àqueles que desenvolvem números inferiores a $1,73$ N.m/Kg para terem menores incidências de dores devem desenvolver uma taxa de desenvolvimento de força inferior a 301 Kg/s. Descarreaux et al. (2004) concluíram que indivíduos com DLC são capazes de produzir o mesmo torque isométrico que seus pares sem DLC. Entretanto, diferenças foram encontradas na taxa de desenvolvimentos de torque dos participantes com DLC, os autores sugeriram a heterogeneidade do grupo com DLC com diferentes tempos para atingir o torque máximo, sendo este um mecanismo de retroalimentação podendo ser relacionada a dor.

No início (<75 ms) a taxa de desenvolvimento de torque é influenciada pelos componentes neuromusculares (com a frequência de ativação e recrutamento de neurônios motores) e propriedades internas do músculo (como a mobilidade do cálcio) (DESCARREAUX et al., 2004). Para intervalos de tempo posteriores (>75 ms), as alterações na TD têm forte relação com a produção de força muscular máxima, como o tamanho do músculo, área relativa de fibras de contração rápida e distribuição de fibras musculares (ANDERSEN & AAGAARD, 2006; FOLLAND et al., 2014). Descarreaux e colegas (2004), sugerem que indivíduos assintomáticos atingiram o pico de torque em menos tempo do que os indivíduos com lombalgia. A literatura demonstrou que indivíduos com esse sintoma apresentam alterações no controle motor como atraso no início da ativação dos músculos do tronco durante movimentos rápidos dos membros superiores (MARSHALL & MURPHY, 2010; MEHTA et al., 2010).

Similar ao estudo de Descarreaux e colegas (2004), na presente pesquisa não apenas o pico de torque, mas a taxa de desenvolvimento de torque se mostrou importante para prever a dor musculoesquelética também nos membros superiores e inferiores dos bombeiros militares. Uma capacidade reduzida na potência durante a contração isométrica também foi demonstrada em mulheres com mialgia do trapézio quando comparadas com controles saudáveis (ANDERSEN et al., 2008). Além disso, TD têm sido sugeridas como uma ferramenta clínica útil por ser muito sensível em resposta à tratamentos no processo de reabilitação (ANDERSEN et al., 2009).

Na presente pesquisa dos 41 bombeiros avaliados, 28 reportaram algum tipo de queixa de dor musculoesquelética nos MMII. Entretanto, não foram identificadas assimetrias de forças entre os lados direito e esquerdo, e a razão flexora e extensora do joelho manteve-se dentro do padrão de normalidade e não correlacionaram com a intensidade da dor. As sinergias entre os músculos do tronco e dos MMII durante a manutenção da postura ereta e/ou sentada enfatizam a importância da avaliação das forças destes seguimentos. Um achado interessante na presente pesquisa foi a relação negativa da dor com a taxa de desenvolvimento de torque dos músculos flexores do quadril.

Os músculos responsáveis pela flexão do quadril são iliopsoas e o reto femoral. A postura sentada durante longos períodos pode levar a fraqueza e ao encurtamento destes músculos que podem acentuar a curvatura lombar (quando muito encurtados) ou reduzir a curvatura lombar (quando enfraquecidos), sendo desta forma reconhecida como um dos fatores que incrementam as cargas aplicadas sobre os discos intervertebrais e até mesmo sobre o posicionamento da pelve durante os diferentes movimentos sobrecarregando assim os MMII (KLEIN, 1991).

Para os MMSS, os bombeiros do OP apresentaram TD de força significativamente inferiores à dos bombeiros do ADM, dando destaque neste momento para os valores de TD da extensão do cotovelo direito (OP = 122 Kgf/s; ADM = 211 Kgf/s) que apresentaram na análise de árvore de decisão maiores valores preditores DME para os bombeiros com TD < 99,4 Kgf/s. Neste sentido os bombeiros militares do serviço operacional tendem a sofrer maiores desconfortos/dores relacionados aos membros superiores. Nos indivíduos que desenvolvem taxas superiores, o PTN flexão do cotovelo

direito > 0,653 N.m/Kg pode ampliar o perfil de qualidade referente a DME, pois os indivíduos mais fortes apresentam menores índices de DME.

Mais uma vez, a população mais exposta a atividades moderadas e vigorosas no ambiente de trabalho, bem como aos riscos ocasionados pelas incertezas laborais devidos aos atendimentos operacionais típicos da missão bombeiro militar, estão mais suscetíveis a DME. Muito embora exista um desequilíbrio entre os músculos contralaterais responsáveis pela flexão de cotovelos, lado direito mais forte que o esquerdo, estas não foram significativamente relacionadas às dores musculoesqueléticas. Desta forma, a hipótese H2, a qual sugere a associação positiva entre os locais no corpo com maiores assimetrias nos torques musculares e a intensidade da dor musculoesquelética foi negada.

Entretanto, a hipótese H3 que indica a associação negativa entre a intensidade da dor e a capacidade de produzir o torque muscular (pico e taxa de desenvolvimento de torque), foi parcialmente aceita.

O presente estudo teve como limitações o controle de variáveis como sono, período de descanso prévio aos testes – podem ter ocorrido atendimentos pelos bombeiros do OP no período da madrugada na véspera dos testes – bem como os períodos do dia quais foram aplicados, divididos em dois horários por turno (turnos da manhã e tarde), considerando que os indivíduos foram aleatoriamente encaixados na rotina e oportunidade para a avaliação individual. Outro ponto significativo a ressaltar trata-se do tempo de aprendizado do teste, algumas pessoas apresentam maior adaptação aos movimentos e dinâmica do estudo, muito embora tenha sido feita a explicação e familiarização em cada etapa os indivíduos apresentam características diferentes. Por fim, para garantir a reprodutibilidade e evitar as distorções quanto aos resultados, a Sala de Educação Física na sede do 6º GB em São José dos Pinhais foi adotada como espaços laboratorial para os testes práticos, com isso alguns voluntários tiveram deslocamentos de 75 Km (aproximadamente 1h20min) e possivelmente por conta dos 117 Km distância entre a sede e a SB de Rio Negro corroborou para que nenhum bombeiro desta região tenha sido voluntário para participar das fases presenciais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve o objetivo de identificar associação entre as dores musculoesqueléticas em bombeiros e características sociodemográficas, perfil de atividade física, função laboral, desequilíbrios musculares. Os resultados encontrados sugerem que algumas relações entre taxa de desenvolvimento e pico de torque normalizado podem ser preditores de dores no tronco, membros superiores e inferiores. Nenhuma das variáveis pode, isoladamente, explicar a relação de dor musculoesquelética, contudo o conjunto de efeitos positivos encontrados pode melhorar o direcionamento do treinamento, bem como indicar a população mais vulnerável e suscetível às DME, em especial a dor lombar presente em 75% dos bombeiros militares que compuseram a amostra.

REFERÊNCIAS

- BARATTA, R.; SOLOMONOW, M.; ZHOU, B.H.; LETSON, D.; et al. **R. Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability.** Am. J. Sports Med.1988.
- BOS, J., MOL, E., VISSER, B. **Frings-Dresen M. Risk of health complaints and disabilities among Dutch firefighters.** Int Arch Occup Health. 2004; doi: 10.1007/s00420-004-0537-y.
- BUTLER, R.; KIESEL, K.; PLISKY, P. **Inter rater reliability of video taped performance on the Functional Movement Screen using the100-point scoring scale.** Athl Train Sports Health Care, 2012; doi:10.3928/19425864- 20110715-01
- BYCURA, D. K.; DMITRIEVA, N. O.; SANTOS, A. C.; WAUGH, K. L.; RITCHEY, K. M. **Efficacy of a Goal Setting and Implementation Planning Intervention on Firefighters' Cardiorespiratory Fitness.**J. Strength Cond. Res.2019.
- CAREY, M. G.; AL-ZAITI, S. .S, et al. **Sleep Problems, depression, substance use, social bonding, and quality of life in professional firefighters.** *J Occup Environ Med.* 2011;53:928–932. doi: 10.1097/JOM.0b013e318225898f.
- CORNELL, D. J.; GNACINSKI, S. L.; MEYER, B. B.; EBERSOLE, K. T. **Changes in Health and Fitness in Firefighter Recruits: An Observational Cohort Study.**Med. Sci. Sports Exerc, 2017.
- DUNN, K. M.; JORDAN, K.; CROFT, P. R. **Characterizing the course flow back pain: a latent class analysis.** Am J Epidemiol, 2006; doi: 10.1093/aje/kwj100.
- FAHY, R. F.; LE BLANC, P. R.; MOLIS, J. L. **Firefighter Fatalities in the United States–2015.** Quincy, MA: National Fire Protection Association; 2016.
- FROHM, A.; HEIJNE, A.; KOWALSKI, J.; SVENSSON, P.; MYKLEBUST, G. **A nine-test screening battery for athletes: a reliability study.** Scand J MedSci Sports. 2012. PubMed doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01267.
- GARBER, C. E; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; et al. **American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise.** Med Sci Sports Exercise, 2011.
- HAYNES, H. J. G.; MOLIS, J. L. **U.S. firefighter injuries – 2014.** Quincy, MA: National Fire Protection Association; 2015. 35 p.
- JAHNKE, S. A.; POSTON, W. S. C.; HADDOCK, C. K.; JITNARIN, N. **Obesity and incident injury among career firefighters in the central United States.** Obesity, 2013.

HAYNES, H. J.; MOLIS, J. L. **United States Firefighter Injuries-2016. Available online, 2017, Disponível em:** <<https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/NFPA-Journal/2017/November-December-2017>>. Acessado em: 17 fev. 2022.

KNAPIK, J. J; BAUMAN. C. L; JONES, B. H.; et al. **Preseasons treng thand flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes.** Am J Sports Med, 1991.

KRZYKAŁA, M.; LESZCZYŃSKI, P.; GRZEŚKOWIAK, M.; PODGÓRSKI, T.; WOŹNIEWICZ-DOBRY ŃNSKA, M.; KONARSKA, A.; STRZELCZYK, R.; LEWANDOWSKI, J.; KONARSKI, J. **Does field hockey increase morphofunctional asymmetry? A pilot study.** Homo, 2018.

KRZYKAŁA, M.; LESZCZYŃSKI, P.; GRZEŚKOWIAK, M.; PODGÓRSKI, T.; WOŹNIEWICZ-DOBRY ŃNSKA, M.; KONARSKA, A.; STRZELCZYK, R.; LEWANDOWSKI, J.; KONARSKI, J. **Does field hockey increase morphofunctional asymmetry? A pilot study.** Homo, 2018.

KUORINKA, B.; JONSSON, A.; et al. **Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms, Applied Ergonomics**, vol. 18, no. 3, pp. 233–237, 1987.

KUORINKA, I.; JONSSON, B.; KILBOM, A.; VINTERBERG H.; et al. **Standardized Nordic questionnaires for analysis of musculoskeletal symptoms.** ApplErgon. 1987; doi: 10.1016/0003-6870(87)90010-X.

LINDBERG, A. S.; OKSA, J.; MALM, C. **Laboratory or field tests for evaluating firefighters' work capacity?.** P Lo S ONE 2014.

LUSA, S.; MIRANDA, H.; LUUKKONEN, R.; PUNAKALLIO, A. **Sleep disturbances predict long-term changes in low back pain among Finnish fire fighters: 13-year follow-up study.** Int Arch Occup Environ Health, 2015.

MALY, T.; SUGIMOTO, D.; IZOVSKA, J.; ZAHALKA, F.; MALA, L. **Effect of Muscular Strength, Asymmetries and Fatigue on Kicking Performance in Soccer Players.** Int. J Sports Med. 2018.

McGILL, S. M.; **Low Back Disorders**, 3rd ed.; Human Kinetics, Inc.: Champaign, IL, USA, 2016; pp. 187–191.

MARINS, E.; DAVES, J. J.; CABISTANY, L.; BARTEL, C.; ET AL. **Aerobic fitness, upper-body strength and agility predict performance on an occupational physical ability test among police officers while wearing personal protective equipment.** J Sports Med Phys. Fit, 2019.

MICHAELIDES, M. A.; PARPA, K. M., HENRY, L. J.; et al. **Assessment of physical**

fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. J Strength Cond Res, 2011.

MICHAELIDES, M. A.; PARPA, K. M.; THOMPSON, J.; BROWN, B. **Predicting performance on a firefighter's ability test from fitness parameters.** Res Q Exerc Sport, 2008.

MICHAELIDES, M. A.; PARPA, K. M.; HENRY, L. J.; THOMPSON, G. B.; BROWN, B.S. **Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities.** J. Strength Cond. Res, 2011.

MICHAELIDES, M. A.; PARPA, K. M.; HENRY, L. J.; THOMPSON, G. B.; BROWN, B.S. **Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities.**J. Strength Cond. Res, 2011.

MINICK, K. I; KIESEL, K. B.; BURTON, L.; TAYLOR, A.; et al. **Inter rater reliability of the Functional Movement Screen.** J Strength Cond Res, 2010. PubMed doi:10.1519/JSC.0b013e3181c09c04

MINICK, K. I.; KIESEL, K. B.; BURTON, L.; et al. **Inter rater reliability of the Functional Movement Screen.** J StrengthCond Res, 2010.

NADLER, S. F.; MALANGA, G. A.; FEINBERG, J. H.; et al. **Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study.** Am J Phys Med Rehabil, 2001. PubMed doi:10.1097/00002060-200108000-00005.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 1582: Standard on Comprehensive Occupational Medical Program for Fire Departments.** Quincy, MA: National Fire Protection Association, Technical Committee on Fire Service Occupational Safety and Health, 2013.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA report – Firefighter fatalities in the United States.** Retrieved from, 2018. Disponível em: <<https://www.nfpa.org/News-andResearch/Fire-statistics-and-reports/Fire-statistics/The-fire-service/Fatalities-and-injuries/Firefighterfatalities-in-the-United-States>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

NEWTON, R.U.; NIMPHUS, S.; SHIM, J. K.; DOAN, B. K.; PEARSON, D. R.; et al. **Determination of functional strength imbalance of the lower extremities.** J Strength Cond Res, 2006.

NOSSE, L. J.; **Assessment of selected reports on the strength relationship of the knee musculature.** J Ortho Sports PhysTherap, 1982.

ORCHARD, J. W.; DRISCOLL, T.; SEWARD, H.; ORCHARD, J. J. **Relationship between interchange usage and risk of hamstring injuries in the Australian Football League.** J SciMed Sport, 2012.

PARANÁ, PMPR. **PORTARIA DO COMANDO-GERAL Nº 084**, 2012.

PEDERSEN, L. L.; ANDERSEN, M. B.; JORGENSEN, K.; et al. **Effect of specific resistance training on musculoskeletal pain symptoms: dose-response relationship.** Journal of Strength and Conditioning Research, vol. 27, no. 1, pp. 229–235, 2013.

RHEA, M. R.; ALVAR, B. A.; GRAY, R. **Physical Fitness And Job Performance Of Firefighters.** J Strength Cond Res, 2004.

SCHNEIDERS, A. G; DAVIDSSON, A.; HORMAN, E., SULLIVAN, S. J. **Functional Movement Screen normative values in a young, active population.** Int J Sports PhysTher, 2011.

SCOFIELD, D. E.; KARDOUNI, J. R. **The Tactical Athlete: A Product of 21st Century Strength and Conditioning.** Strength Cond. J, 2015.

SHEAFF, A.K.; BENNETT, A.; HANSON, E. D.; et al. **Physiological determinants of the candidate physical ability test in firefighters.** J Strength Cond Res, 2010.

STORER, T. W.; DOLEZAL, B. A.; ABRAZADO, M. L.; et al. **Firefighter health and fitness assessment: a call to action.** J Strength Cond Res, 2014.

SOTERIADES, E. S.; SMITH, D. L.; TSISMENAKIS, A. J.; BAUR, D. M.; KALES, S. N. **Cardiovascular disease in US firefighters: A systematic review.**Cardiol. Rev.2011

SOTERIADES, E. S.; SMITH, D. L.; TSISMENAKIS, A. J.; BAUR, D. M.; KALES, S. N. **Cardiovascular disease in US firefighters: A systematic view.** Cardiol. Rev, 2011.

TEYHEN, D. S.; SHAFFER, S. W.; UMLAUF, J. A.; et al. **Automation to improve efficiency of field pedient injury prediction screening.** J Strength Cond Res, 2012; PubMed doi:10.1519/JSC.0b013e31825d80e6

TEYHEN, D. S.; SHAFFER, S. W.; LORENSON, C. L.; et al. **The Functional Movement Screen: a reliability study.** J Orthop Sports Phys Ther, 2012. PubMed doi:10.2519/jospt.2012.3838.

WILLIFORD, H. N.; DUEY, W.J.; OLSON, M. S.; ET AL. **Relationship between fire fighting suppression tasks and physical fitness.** Ergonomics, 1999.

WILLIAMS-BELL, F. M.; VILLAR, R.; SHARRATT, M. T.; HUGHSON, R. L. **Physiological**

demands of the firefighter candidate physical ability test. Med Sci Sports Exercise, 2009.

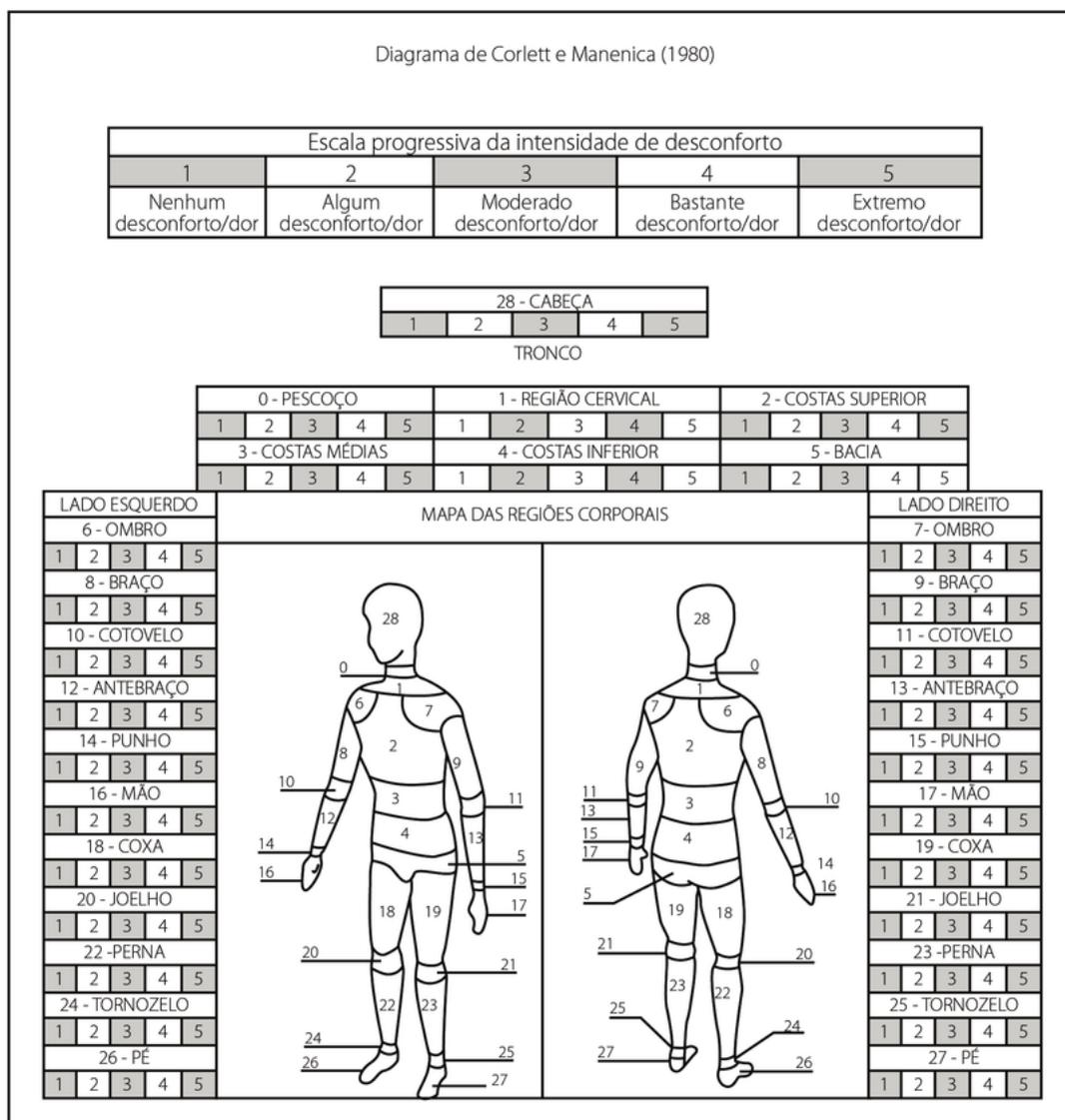
ZVIJAC, J. E.; TORISCELLI, T. A.; MERRICK, S.; KIEBZAK, G.M. **Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from theNFL Scouting Combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players.** Am. J. Sports Med, 2013.

YEUNG, S. S.; SUEN, A. M.; YEUNG, E. W. **A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: Preseason muscle imbalance as a possible risk factor.** Br J Sports Med, 2009.

YAHIA, A.; GHROUBI, S.; KHARRAT, O.; JRIBI, S.; ELLEUCH, M.; ELLEUCH, M. H. **A study of isokinetic trunk and knee muscle strength in patients with chronic sciatica.** Ann. Phys. Rehabil. Med, 2010.

ZVIJAC, J. E.; TORISCELLI, T. A.; MERRICK, S.; KIEBZAK, G. M. **Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from theNFL Scouting Combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players.** Am. J. Sports Med, 2013.

ANEXO I – DIAGRAMA DE CORLETT



Fonte: Diagrama de Corlett e Manenica, (1980).

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO

1. ANAMNESE

NOME: _____ SEXO: _____			
POSTO/GRADUAÇÃO: _____			
Predominância dos Serviços			
ADMNISTRATIVO <input type="checkbox"/> SE OPERACIONAL :			
SOCORRISTA <input type="checkbox"/>			
CONDUTOR <input type="checkbox"/>			
COMBATENTE <input type="checkbox"/>			
ADE:	PESO:	ALTURA:	IMC:
TEMPO SERVIÇO:	CIRCUNF. ABDOMINAL:		TEVE COVID-19?

1.1 DADOS SOBRE ATIVIDADE PROFISSIONAL

a. Quais experiências profissionais teve nos últimos 12 meses? (tempo em meses dentre as funções Administrativo e Operacional – Socorrista, Condutor, Combatente)

2. DADOS SOBRE TREINAMENTO FÍSICO

b. Realiza treinamento físico militar nos horários disponibilizados pela instituição?

Se sim, qual(is)? 1x() 2x() ___() Não ()

- c. Como você considera a intensidade deste treinamento? (Levíssimo, Leve, Moderada ou vigorosa)
- d. Faz quanto tempo?
- e. Realiza treinamento físico além dos horários disponibilizados pela instituição?
Se sim, qual(is)? 1x() 2x() ___() Não ()
- f. Como você considera a intensidade deste treinamento? (Levíssimo, Leve, Moderada ou vigorosa)
- g. Faz quanto tempo?
- h. Qual objetivo do seu treinamento? (Hipertrofia, Emagrecimento, Saúde, Lazer, Estética, Operacionalidade, Concurso, Resistência aeróbica, Fortalecimento do Core, Recuperação)
- i. Quando e por qual ocasião foi o seu último TAF?
- j. Quantos pontos atingiu? Apto ou Inapto?
- k. Das provas alternativas (barra fixa, isometria, flexão) qual escolhe? Ou não tem escolha em razão da idade?
- l. Qual prova tem maior dificuldade no TAF? Por quê?

3. HISTÓRICO DE LESÕES

m. Possui, atualmente, alguma lesão muscular ou óssea? Se sim, qual(is)?

n. Nos últimos 12 meses sofreu alguma lesão muscular ou óssea? Se sim, qual(is)?

o. Quando você pratica algum tipo de exercício você sente algum tipo de dor ou desconforto? Se sim, qual? Em qual exercício?

p. Descreva como ocorreu a lesão e quanto tempo faz:

q. Já sofreu alguma lesão decorrente da atividade laboral? Se sim, Como? Quais? Quanto tempo faz?

r. Teve afastamento do serviço operacional por alguma lesão não decorrente da atividade laboral? Se sim, quais? Quanto tempo faz?

s. Sente algum desconforto ou dor em alguma atividade desempenhada na sua rotina diária de trabalho? Se sim, quais? Quanto tempo faz?

t. Na sua opinião qual o momento mais propenso a ter uma lesão musculoesquelética durante o turno de serviço?

APÊNDICE II – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: ASSOCIAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, NÍVEL E TIPO DE ATIVIDADE FÍSICA NO TEMPO DE LAZER, FUNÇÃO LABORAL, DESEQUILÍBRIO DE TORQUES MUSCULARES E DORES MUSCULOESQUELÉTICAS EM BOMBEIROS.

Pesquisador(es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones: OLIVEIRA ORLANDI JUNIOR. RUA CORONEL VICTOR AGNER KENDRICK, Nº 461, SÍTIO CERCADO, CURITIBA, PARANÁ. TELEFONE (41) 99949-1585

Local de realização da pesquisa: SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PIÊN, ARAUCÁRIA, LAPA, FAZENDA RIO GRANDE, RIO NEGRO, PINHAIS E PIRAQUARA.

Endereço, telefone do local: AVENIDA RUI BARBOSA, Nº 4995, AFONSO PENA, SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, PARANÁ. TELEFONE

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

O participante será orientado em seu local de trabalho nas Seções de Bombeiros pessoalmente pela equipe avaliadora quanto ao escopo do trabalho e incentivados a responderem formulário no Google Forms com questões qualificadoras no formato de inquérito de morbidade referida (IMR). As informações coletadas serão divididas em: informações pessoais – idade, sexo, tempo na corporação, cargo, tempo nocargo, posto ou graduação, atividades desempenhadas e seus tempos (p.ex. atendimento pré-hospitalar no SIATE, serviço de combate a incêndios e resgates, serviços de vistoria e análise de projetos e outros administrativos). Informações sobre a prática de exercício

físico (ativada praticada, horas semanais- frequência e duração dos treinos). Informações relacionadas às dores musculoesqueléticas - diagrama de Corlett e Manenica (1980).

Após o convite e o preenchimento dos questionários, serão agendadas individualmente as avaliações físicas (meses de agosto e setembro de 2022). Na sala de avaliação física do 6º Grupamento de Bombeiros serão realizadas as avaliações antropométricas (altura, massa corporal e circunferência abdominal). Após um breve aquecimento (corrida na esteira, 5 minutos de corrida a 9 km/h em esteira ergométrica), serão realizados os testes de força isométrica (célula de carga) na seguinte sequência:

a) Teste Força Isométrica do Tronco

- 1) músculos extensores do tronco (MET);
- 2) músculos flexores do tronco (MFT);

b) Teste Força Isométrica dos Membros Inferiores

- 3) Músculos flexores do quadril lado direito (MFQ-D);
- 4) Músculos flexores do quadril lado esquerdo (MFQ-E);
- 5) Músculos extensores do quadril lado direito (MEQ-D);
- 6) Músculos extensores do quadril lado esquerdo (MEQ-E);
- 7) Músculos extensores do joelho lado direito (MEJ-D);
- 8) Músculos extensores do joelho lado esquerdo (MEJ-E);
- 9) Músculos flexores do joelho lado direito (MFJ-D);
- 10) Músculos flexores do joelho lado esquerdo (MFJ-E);

c) Teste Força Isométrica dos Membros Superiores

- 11) Músculos extensores do cotovelo lado direito (MEC-D);
- 12) Músculos extensores do cotovelo lado esquerdo (MEC-E);
- 13) Músculos flexores do cotovelo lado direito (MFC-D);
- 14) Músculos flexores do cotovelo lado esquerdo (MFC-E);
- 15) Músculos abdutores do ombro lado direito (MABO-D);
- 16) Músculos abdutores do ombro lado esquerdo (MABO-E);
- 17) Músculos adutores do ombro lado direito (MADO-D);
- 18) Músculos adutores do ombro lado esquerdo (MADO-E);

1. Apresentação da pesquisa.

Durante os incêndios ou em situações de salvamento e transporte de vítimas a força e a capacidade de sustentar esforços por determinados períodos são cruciais para os Bombeiros. As tarefas desenvolvidas pelos bombeiros podem levar a uma grande sobrecarga, fadiga, lesões e dores musculoesqueléticas. Estas dores musculoesqueléticas persistentes afetam a saúde, bem-estar e a atuação dos bombeiros. Aproximadamente 40% dos bombeiros relataram lesões musculoesqueléticas, sendo as dores nas costas (26%), dor no ombro (20,6%) e problemas no joelho (20,1%), como os locais do corpo mais acometidos.

2. Objetivos da pesquisa.

Assim o objetivo desta pesquisa é analisar a relação entre características sociodemográficas, nível e tipo de atividade física no tempo de lazer, função laboral, desequilíbrio de força muscular e dores musculoesqueléticas

3. Participação na pesquisa.

Importante salientar que as principais informações foram manifestas no item informações ao participante, sendo apresentado neste instante que não existem grupos de controle nessa pesquisa e ela se dará em um único momento/encontro.

4. Confidencialidade.

Apenas a equipe de trabalho terá acesso às informações coletadas, sendo os dados tabulados e apresentados como resultado desta pesquisa, sendo garantido que não existe a possibilidade de divulgação de qualquer nome ou informação que leve ao candidato.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: trata-se de atividades simples, sendo monitorado a todo momento por equipe com conhecimento em primeiros socorros. Em caso de algum desconforto, ou mal-estar, o participante será encaminhado ao serviço de atendimento médico mais próximo do local da realização da pesquisa, pelos responsáveis do estudo. Ressalta-se que o trabalho será desenvolvido em unidades do Corpo de Bombeiros do Paraná.

5b) Benefícios: a presente pesquisa trará ao candidato informações individuais sobre as características em estudo (força e resistência entre agonista e antagonista, lado esquerdo e lado direito do corpo) ainda apresentara possíveis indicadores de lesões musculoesqueléticas em bombeiros, que corroborará para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento desta população.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: a) ser voluntário; b) ser bombeiro militar da ativa; c) não ter lesão ou doença que impeça a realização dos testes físicos ou qualquer exercício proposto e descrito no presente estudo.

6b) Exclusão: a) não comparecer aos testes físicos propostos, b) ou deixar de responder os questionários.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

É importante salientar que o participante pode deixar a pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo a sua condição de trabalho ou mesmo de ordem disciplinar. Podendo a qualquer momento solicitar esclarecimentos sobre os procedimentos ou sobre a pesquisa. O acesso aos dados será apenas da equipe de trabalho sobre a tutela do pesquisador, sendo vedada a divulgação e amplo conhecimento dos dados correlacionados aos nomes dos participantes voluntários. Caso seja do interesse do

pesquisador obter informações sobre o resultado, este poderá registrar sua intenção verbalizando ao responsável da pesquisa que encaminhará via email após conclusos os trabalhos.

8. Ressarcimento e indenização.

Ressarcimento: não se apresentam custos para a participação.

Indenização: danos materiais causados que não advenham de imprudência ou negligência serão cobertos pela equipe de pesquisa. haverá indenização sempre que a pesquisa ocasionar algum tipo de dano ao participante.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

-

Nome Completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: __/__/____ Telefone: _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: __/__/2022_

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Oliveira Orlandi Júnior
 Assinatura pesquisador (a): _____ Data: __/__/__
 (ou seu representante)

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Oliveira Orlandi Junior via e-mail: oliveirajunior@alunos.utfpr.edu.br ou telefone: (41) 99949-1585

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR,
Telefone: 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.