



ACADEMIA MILITAR

Identificação de fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas na guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*

Autor: Aspirante de Cavalaria Beatriz de Campos Damião

Orientador: Tenente-Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto Lucena

Coorientadores: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Capitão de Artilharia Cristiano Fonseca de Almeida

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Cavalaria

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023



ACADEMIA MILITAR

Identificação de fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas na guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*

Autor: Aspirante de Cavalaria Beatriz de Campos Damião

Orientador: Tenente-Coronel de Cavalaria Rui Jorge Palhoto Lucena

Coorientadores: Professora Doutora Paula Cristina Pires Simões

Capitão de Artilharia Cristiano Fonseca de Almeida

Mestrado Integrado em Ciências Militares na Especialidade de Cavalaria

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023

EPÍGRAFE

*“Without effort, your talent is nothing more than unmet potential. Without effort,
your skill is nothing more than what you could have done but didn’t”.*

Angela Duckworth

DEDICATÓRIA

À minha mãe,

Pelo seu otimismo e incansável apoio nesta longa jornada.

Ao José,

Pela sua ajuda, paciência e carinho nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Todo este trabalho não seria possível sem o apoio de todos aqueles que me acompanharam desde o primeiro dia, nem sem os contributos de todos os que tornaram esta investigação possível.

Agradeço ao meu orientador, Tenente-Coronel de Cavalaria Rui Lucena, por ter aceite o desafio de orientar este trabalho e por toda a dedicação, disponibilidade e preocupação que demonstrou, não só no decorrer de toda a investigação, mas como também ao longo de todo este meu percurso.

Ao meu coorientador, Capitão de Artilharia Cristiano Almeida, pela sua orientação, espírito crítico e rigor imposto, que contribuíram para a realização deste trabalho. À minha coorientadora, Professora Doutora Paula Simões, pela sua prontidão, ajuda e precioso apoio facultado na análise estatística da investigação. Ao Professor Nuno Almeida, por todas as recomendações dadas e por disponibilizar-se prontamente a partilhar o seu conhecimento.

Ao profissionalismo dos docentes do Laboratório de Biomecânica e Morfologia Funcional, da Faculdade de Motricidade Humana, da Universidade de Lisboa, que contribuíram decisivamente para a concretização do estudo experimental, e que sempre se disponibilizaram para ajudar em qualquer altura, em tudo aquilo que fosse preciso.

Ao Grupo de Carros de Combate da Brigada Mecanizada, nomeadamente aos quatro militares do 1.º Esquadrão, que prontamente disponibilizaram o seu tempo para participarem no estudo experimental, e ao Capitão de Cavalaria Nuno Silva, pela sua disponibilidade e cooperação na obtenção das respostas aos inquéritos por questionário.

Quero ainda agradecer a toda a minha família, pelo sua constante preocupação e apoio incondicional em tudo o que fui precisando ao longo destes anos. Deixo um agradecimento especial à minha mãe, a quem eu devo tudo, e que sempre esteve disponível para me ouvir e ajudar em tudo o que eu precisei. Obrigada pelo teu otimismo e palavras de conforto, e por me mostrares que acreditando, com esforço e dedicação tudo é possível de alcançar.

Por último, mas de todo menos importante, ao meu namorado José, por todo o amor, ajuda, motivação e paciência ao longo de todo o meu percurso. Obrigada por fazeres de mim uma pessoa melhor e por me encorajares e animares nos momentos mais difíceis e me incentivares sempre a fazer mais e melhor.

A todos o meu sincero Obrigado!

RESUMO

Este trabalho de investigação tem como principal objetivo analisar o grau de risco músculo-esquelético dos militares pertencentes a uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, no desempenho das suas funções, e identificar os fatores de risco associados, com o propósito de, num futuro próximo, ser possível desenvolver medidas de prevenção e mitigação para estes militares em específico, de forma a diminuir a incidência e consequência deste tipo de lesões.

Neste estudo são apresentados os resultados de inquéritos realizados através de questionários e, também, uma análise cinemática dos militares, recorrendo-se, assim, a dois tipos de amostra. A primeira amostra é constituída por 57 militares portugueses, que integram ou já integraram as guarnições do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, tendo o propósito de conhecer a perceção dos militares acerca da realização das suas tarefas, tendo em conta a exigência muscular, o conforto da sua posição dentro do seu respetivo posto de combate, as posturas que assumem e os movimentos que realizam inerentes à sua função, bem como toda a sintomatologia associada a todos estes aspetos. A segunda amostra é constituída por 4 militares que desempenham diferentes funções e pertencem a uma guarnição do Grupo de Carros de Combate da Brigada Mecanizada Portuguesa, com o objetivo de realizar uma análise cinemática de corpo inteiro aquando do desempenho de uma sequência de tarefas simulando uma missão de 2 horas, e posteriormente uma análise ergonómica tendo por base o método de avaliação postural *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Foi ainda criado um indicador que associado ao método do REBA permitiu analisar o nível de risco de lesão músculo-esquelético de cada uma das tarefas tendo como referência o tempo despendido pelos militares nessas tarefas.

Neste estudo é possível concluir que os militares apresentam uma correta perceção acerca do seu desempenho nas suas respetivas tarefas dentro da guarnição, e que o nível de risco de lesão músculo-esquelética é muito elevado, no geral, para todo o tipo de tarefas realizadas por cada um dos membros da guarnição. No entanto, quando associadas ao tempo de execução, apenas as tarefas principais intimamente ligadas à respetiva função dos militares continuam a apresentar um nível de risco muito elevado.

PALAVRAS-CHAVE: Fatores de risco; Lesões músculo-esqueléticas; Carro de Combate *Leopard 2 A6*; Guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*; REBA; Nível de risco.

ABSTRACT

The main objective of this research study is to analyze the musculoskeletal risk level of the military personnel belonging to a Main Battle Tank (MBT) Leopard 2 A6 crew, during the performance of their duties, and to identify the associated risk factors, with the purpose of, in the nearest future, being able to develop prevention and mitigation measures for these specific military personnel, in order to decrease the incidence and consequence of this type of injuries.

In this study are presented results of questionnaire surveys and a kinematic analysis of the military personnel, thus using two types of samples. The first sample composed by 57 portuguese military personnel, who integrate, or integrated, the MBT Leopard 2 A6 crew, with the purpose of knowing their perception about the performance of their tasks, taking into account the muscular demand, the comfort of their position within their combat post, the postures they assume and the movements they perform inherent to their role, as well as all the symptomatology associated to all these aspects. The second sample is made up of 4 soldiers who perform different roles and belong to a MBT Leopard 2 A6 crew of the Armored Squadron of the Portuguese Mechanized Brigade, with the objective of performing a whole-body kinematic analysis during the performance of a sequence of tasks, simulating a two-hour mission, and later an ergonomic analysis, based on the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method of postural evaluation. It was also created an indicator that associated with the REBA, allowed the analysis of the level of risk of musculoskeletal injury for each of the tasks, having as reference the time spent by the military crew members in these tasks.

In this study it is possible to conclude that the soldiers had the correct perception about their performance in their respective tasks within the crew, and that the level of risk of musculoskeletal injury is very high, overall, for all types of tasks performed by each of the crew members. However, when associated with the time spent in the execution, only the main tasks intimately related to the respective role of the crew members continue to present a very high level of risk.

KEYWORDS: Risk factors; Musculoskeletal injuries; Main Battle Tank *Leopard 2 A6*; Main Battle Tank *Leopard 2 A6* Crew; REBA; Level of risk.

ÍNDICE GERAL

EPÍGRAFE.....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	x
LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xii
INTRODUÇÃO	1
PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO	4
CAPÍTULO 1 - O CARRO DE COMBATE <i>LEOPARD 2 A6</i>	4
1.1. Definição de Carro de Combate e origem do <i>Leopard 2 A6</i>	4
1.2. Características do CC <i>Leopard 2 A6</i>	4
1.3. Constituição e funções principais da guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i>	5
CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO	6
2.1. Complexo músculo-esquelético	6
2.2. Definição de Cinesiologia	7
2.2.1. Plano de movimentos	8
2.2.2. Caracterização dos movimentos básicos	10
CAPÍTULO 3 - LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS.....	12
3.1. Caracterização das lesões músculo-esqueléticas.....	12
3.2. Fatores de risco associados às LMERT.....	12
3.3. LME em ambiente militar	14
3.3.1. LME nos Carros de Combate	15
3.4. Programas de prevenção de LME	16
CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO RISCO MÚSCULO-ESQUELÉTICO	17

4.1. Definição de Ergonomia.....	17
4.2. Posturas de trabalho e as LMERT.....	17
4.3. Métodos de avaliação do risco de LMERT	18
PARTE II – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E TRABALHO DE CAMPO	21
CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS.....	21
5.1. Objetivos e questões de investigação	21
5.2. Tipo de estudo, abordagem e método científico	22
5.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	23
5.4. Amostra: composição e justificação.....	25
5.5. Métodos de análise de dados	26
5.5.1. Análise estatística dos questionários	26
5.5.2. Análise dos dados cinemáticos.....	26
5.5.3. Método REBA.....	27
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS	29
6.1. Resultados do Questionário.....	29
6.2. Resultados da Análise Cinemática	37
6.3. Resultados da Análise Ergonómica.....	39
CAPÍTULO 7 - DISCUSSÃO DE RESULTADOS	42
7.1. Análise dos Questionários.....	42
7.2. Análise Ergonómica	44
7.3. Relação entre as duas análises.....	45
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
APÊNDICES.....	I
ANEXOS.....	XIX

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Constituição do músculo esquelético.....</i>	7
Figura 2 <i>Divisões dos três planos de movimentos</i>	9
Figura 3 <i>Posições iniciais de referência</i>	10
Figura 4 <i>Cálculo das pontuações.....</i>	28
Figura 5 <i>Níveis de Risco do REBA.....</i>	28
Figura 6 <i>Posição no CC consoante a Função no CC</i>	29
Figura 7 <i>Conforto na Posição dentro do CC consoante a Função no CC</i>	30
Figura 8 <i>Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor na Posição</i>	31
Figura 9 <i>Espaço no CC consoante a Função no CC</i>	31
Figura 10 <i>Média da Exigência Muscular consoante a Função no CC.....</i>	32
Figura 11 <i>Dor na Realização dos Movimentos consoante a Função no CC</i>	33
Figura 12 <i>Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor na Realização de Movimentos</i>	34
Figura 13 <i>Dor Após o Desempenho das Tarefas consoante a Função no CC.....</i>	34
Figura 14 <i>Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor Após o Desempenho das Tarefas.....</i>	35
Figura 15 <i>Contagem das Funções na guarnição com Lesões provocadas inerentes às suas funções.....</i>	36
Figura 16 <i>Contagem das Funções na guarnição com Lesões Antigas não Provocadas no CC (esquerda) e o seu Agravamento (direita)</i>	36
Figura 17 <i>Scores REBA dos quatro militares pertencentes à guarnição do CC Leopard 2 A6.....</i>	39
Figura 18 <i>Níveis do Score de Risco Normalizado.....</i>	40
Figura 19 <i>Scores de Risco Normalizados das tarefas dos militares da guarnição do CC.....</i>	41
Figura 20 <i>Frequência na Posição n.º 1 consoante a Função no CC</i>	XIV
Figura 21 <i>Frequência na Posição n.º 2 consoante a Função no CC</i>	XIV
Figura 22 <i>Frequência na Posição n.º 3 consoante a Função no CC</i>	XV
Figura 23 <i>Frequência na Posição n.º 4 consoante a Função no CC</i>	XV
Figura 24 <i>Percentagem de militares da guarnição com Lesões Provocadas inerentes à Função.....</i>	XVI

Figura 25	<i>Percentagem de militares da guarnição com Lesões Antigas</i>	XVI
Figura 26	<i>Percentagem de militares da guarnição com Agravamento de Lesões Antigas.....</i>	XVI
Figura 27	<i>Folha de Registo do REBA</i>	XIX

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 <i>Objetivos específicos da investigação</i>	2
Tabela 2 <i>Estrutura do TIA</i>	3
Tabela 3 <i>Definição dos seis movimentos básicos</i>	11
Tabela 4 <i>Classificação dos fatores de risco de LMERT</i>	14
Tabela 5 <i>Exemplo de alguns Métodos Observacionais</i>	20
Tabela 6 <i>Relação entre o Objetivo Geral e a Questão Central</i>	21
Tabela 7 <i>Relação entre Objetivos Específicos e Questões Derivadas</i>	22
Tabela 8 <i>Caracterização da amostra</i>	25
Tabela 9 <i>Sequência de tarefas realizada pelo Apontador, divididas por tempo de execução</i>	37
Tabela 10 <i>Sequência de tarefas realizada pelo Chefe de Carro, divididas por tempo de execução</i>	37
Tabela 11 <i>Sequência de tarefas realizada pelo Municiador, divididas por tempo de execução</i>	38
Tabela 12 <i>Sequência de tarefas realizada pelo Condutor, divididas por tempo de execução</i>	38
Tabela 13 <i>Imagens Representativas das Tarefas do Apontador</i>	X
Tabela 14 <i>Imagens Representativas das Tarefas do Chefe de Carro</i>	XI
Tabela 15 <i>Imagens Representativas das Tarefas do Municiador</i>	XII
Tabela 16 <i>Imagens Representativas das Tarefas do Condutor</i>	XIII
Tabela 17 <i>Ângulos Articulares do Apontador</i>	XVII
Tabela 18 <i>Ângulos Articulares do Chefe de Carro</i>	XVII
Tabela 19 <i>Ângulos Articulares do Condutor</i>	XVIII
Tabela 20 <i>Ângulos Articulares do Municiador</i>	XVIII

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICES	I
APÊNDICE A – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO.....	I
APÊNDICE B – CONSENTIMENTO INFORMADO	VIII
APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DAS TAREFAS	X
APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS QUESTIONÁRIOS.....	XIV
APÊNDICE E – ÂNGULOS ARTICULARES	XVII
ANEXOS	XIX
ANEXO A – FOLHA DE REGISTO DO REBA	XIX

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

APA	<i>American Psychological Association</i>
CC	Carros de Combate
GPS	<i>Global Positioning System</i>
Hz	Hertz
IBM	<i>International Business Machines</i>
IGAS	Inspeção Geral das Atividades em Saúde
IMUs	<i>Inertial Measurement Units</i> (Unidades de Medição Inercial)
LME	Lesões Músculo-Esqueléticas
LMERT	Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho
LUBA	<i>Loading on the Upper Body Assessment</i>
MBT	<i>Main Battle Tank</i>
mm	Milímetros
NBQ	Nuclear, Biológico e Químico
NEP	Norma de Execução Permanente
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NSCA	<i>National Strength and Conditioning Association</i>
OE	Objetivos Específicos
OG	Objetivo Geral
OWAS	<i>Ovako Working Posture Analysis System</i>
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
QC	Questão Central
QD	Questões Derivadas
QEC	<i>Quick Exposure Check</i>
REBA	<i>Rapid Entire Body Assessment</i>
RULA	<i>Rapid Upperlimb Assessment</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
STA	<i>Soft Tissue Artefact</i> (Artefacto de Tecidos Moles)
TIA	Trabalho de Investigação Aplicada

INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) está enquadrado na área da Motricidade Humana, e encontra-se integrado na estrutura curricular referente ao ciclo de estudos do Mestrado Integrado em Ciências Militares, na especialidade de Cavalaria, estando subordinado ao tema “Identificação de fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas na guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*”.

Atualmente, as lesões músculo-esqueléticas são as principais ameaças para a saúde e para a prontidão das forças militares (Bullock et al., 2010), tendo se tornado numa forte realidade no Exército Português. Estas lesões acabam por, consequentemente, tornar-se redutoras do nível de prontidão do militar, causar danos físicos e psicológicos, reduzir o moral e ainda assumir-se como dispendiosas tanto em tempo como em dinheiro (Van Tiggelen et al., 2008). Este tipo de lesões quando ocorrem no decorrer de uma tarefa ligada à atividade profissional, são designadas por lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho, e normalmente resultam da repetibilidade, da sobrecarga e da postura adotada durante o desempenho dessas tarefas no âmbito profissional (Uva et al., 2008).

Deste modo, torna-se necessário desenvolver estratégias de prevenção eficazes de lesões músculo-esqueléticas, através da identificação das suas causas e fatores de risco (Jones et al., 2000). Uma dessas estratégias é a avaliação dos riscos ergonómicos, que faz parte do processo de gestão de riscos e que concorre para uma análise dos acidentes e dos potenciais perigos para a saúde, tendo o propósito de reduzir os possíveis riscos que estejam relacionados com o trabalho, através da identificação dos mesmos. Quando estes riscos são identificados, devem ser tomadas medidas para os reduzir e/ou minimizar a sua incidência (Grooten & Elin, 2018).

Medir a exposição aos fatores que podem contribuir para o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas tem servido como base para os programas de prevenção e redução de riscos, e, no que diz respeito aos fatores físicos biomecânicos, foram desenvolvidos alguns métodos para avaliar a exposição a esses fatores de risco associados às lesões músculo esqueléticas relacionadas com o trabalho (David, 2005). No entanto, no que diz respeito a estas estratégias, os programas de prevenção de lesões músculo-esqueléticas encontram-se pouco desenvolvidos no meio militar, sendo apontadas como questões prioritárias de investigação (Lovalekar et al., 2018).

Desta forma, é identificado como uma lacuna existente no nosso Exército o estudo de lesões causadas por execução de tarefas de grande stress físico ou de execução repetitiva, bem como a investigação sobre a prevenção de lesões músculo-esqueléticas.

O objetivo geral (OG) desta investigação é analisar o grau de risco músculo-esquelético dos militares pertencentes a uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, no desempenho das suas funções, e identificar os fatores de risco associados, com o propósito de se vir mais tarde a

desenvolver medidas de mitigação para estes militares em específico, de forma a diminuir a incidência destas lesões e eventuais consequências das mesmas. De forma a seguir uma abordagem lógica e sequencial, e alcançar o objetivo acima proposto, foram idealizados quatro objetivos específicos (OE), indicados na Tabela 1.

Tabela 1

Objetivos específicos da investigação

OE1	Conhecer a percepção dos militares de uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> acerca do desempenho das suas tarefas, tendo em conta a exigência muscular, o conforto da sua posição no respetivo posto de combate, as posturas que assumem, os movimentos que realizam inerentes à função e a sintomatologia associada a estes aspetos.
OE2	Determinar o nível de risco para cada uma das tarefas inerentes às funções dos militares pertencentes a uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> .
OE3	Identificar as tarefas mais críticas de cada um dos militares pertencentes a uma guarnição de Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> .
OE4	Identificar a função da guarnição do Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> mais suscetível de contrair lesões músculo-esqueléticas.

Após a definição e apresentação dos objetivos, foi levantada a seguinte questão central (QC) de investigação: **“Quais são os fatores e o grau de risco músculo-esquelético dos militares que fazem parte de uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*?”**.

No que diz respeito à estrutura e formatação, este TIA está em conformidade com a Norma de Execução Permanente (NEP) 522/1.^a publicada pela Academia Militar em 20 de janeiro de 2016 e com a 7.^a edição das Normas *American Psychological Association* (APA), e encontra-se dividido em duas partes, uma de cariz teórico e outra de cariz prática. Em concordância com a Tabela 2, no que concerne à Parte I, esta evidencia o enquadramento teórico necessário à compreensão da investigação desenvolvida, e encontra-se subdividida em quatro capítulos: (1) O Carro de Combate *Leopard 2 A6*, (2) Análise do Movimento Humano, (3) Lesões Músculo-Esqueléticas, e (4) Avaliação Ergonómica do Risco Músculo-Esquelético. Por sua vez, a Parte II, é dedicada à explicação da estrutura metodológica adotada para esta investigação e ao trabalho de campo realizado, bem como à análise e confrontação dos resultados obtidos com os conceitos teóricos da revisão da literatura efetuada, encontrando-se, assim, subdividida em três capítulos: (5) Metodologia, Métodos e Materiais, (6) Resultados, e (7) Discussão de Resultados; e ainda as Conclusões e

Recomendações alusivas à investigação realizada seguidas das Referências Bibliográficas consideradas pertinentes. Como complemento, na parte pós-textual do TIA, estão os Apêndices e Anexos relevantes para esta investigação.

Tabela 2

Estrutura do TIA

Trabalho de Investigação Aplicada			
Introdução			
Parte I – Enquadramento Teórico			
Capítulo 1. O Carro de Combate <i>Leopard</i> 2 A6	Capítulo 2. Análise do Movimento Humano	Capítulo 3. Lesões Músculo-Esqueléticas	Capítulo 4. Avaliação Ergonómica do Risco Músculo-Esquelético
Parte II - Enquadramento Metodológico e Trabalho de Campo			
Capítulo 5. Metodologia, Métodos e Materiais	Capítulo 6. Resultados	Capítulo 7. Discussão de Resultados	
Conclusões e Recomendações			
Referências Bibliográficas			
Parte Pós-Textual (Apêndices e Anexos)			

PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

CAPÍTULO 1 - O CARRO DE COMBATE *LEOPARD 2 A6*

1.1. Definição de Carro de Combate e origem do *Leopard 2 A6*

Um Carro de Combate (CC) constitui-se como um meio de transporte com um grande poder de fogo sobre o campo de batalha e confere proteção do fogo inimigo direto (Forty, 2009).

O *Leopard 2* é um CC desenvolvido no início dos anos 70 na Alemanha, que entrou ao serviço em 1979 e substituiu o anterior *Leopard* como o CC da *Bundeswehr*¹. As suas diferentes versões têm servido nas Forças Armadas da Alemanha e de outros países (Silva et al., 2022).

O *Leopard 2 A6* distingue-se das versões anteriores, devido á sua blindagem de terceira geração, constituída por materiais compostos com o reforço adicional da torre na parte frontal com blindagem em cunha e de abas protetoras laterais. Destaca-se ainda pelos seus sofisticados sistemas de pontaria e pelo seu armamento principal mais moderno: a peça L55 com um calibre de 120mm (Silva et al., 2022). Esta peça confere um maior poder de fogo, o que permite aumentar a capacidade de adquirir os alvos a longas distâncias, e que, consequentemente, garante ao CC a vantagem tática no campo de batalha (Branco, 2008).

1.2. Características do CC *Leopard 2 A6*

De acordo com o Manual Técnico do CC *Leopard 2 A6* (Exército Português, 2014), o *Leopard 2 A6* está inserido na classe média de CC, possuindo um trilho vivo, suspensão com barras de torção, roletes guia e um sistema elétrico de rotação da torre de 360°. É uma viatura blindada com um peso total, em ordem de batalha, de 59,90 toneladas e está equipado com um motor a diesel de 12 cilindros dispostos numa configuração em “V”. Relativamente à sua composição, esta viatura é dividida em duas partes: a torre e o casco, e é constituída por quatro compartimentos: o de combate, o do motor, o de condução e o de trem de rodagem, sendo que o compartimento de combate é o único que está na torre do CC. No que diz respeito aos sistemas de pontaria, o CC *Leopard 2 A6* está equipado com um periscópio panorâmico PERI R17-A2, que permite ao Chefe de Carro observar a 360°; com um sistema

¹ Forças Armadas unificadas da Alemanha.

principal de pontaria EMES 15-A2, que permite a observação, o seguimento e a identificação de alvos; e um sistema secundário de pontaria FERO Z18-A3, que funciona como backup em caso de falha do EMES 15-A2. Relativamente ao armamento, este CC tem uma peça L55 com um calibre de 120mm de alma lisa, uma metralhadora coaxial com um calibre de 7,62mm, uma metralhadora antiaérea também com um calibre de 7,62mm e ainda um sistema lança potes de fumos. Quanto aos seus equipamentos, é importante referir que possui uma câmara térmica, que ajuda o apontador na deteção de alvos em períodos visibilidade reduzida; uma câmara traseira de condução, que auxilia o condutor nas manobras e condução para a retaguarda; um sistema de navegação de posicionamento global (GPS, do inglês *Global Positioning System*); um sistema automático de deteção e extinção de incêndios; um sistema hidráulico de selagem; e um sistema de proteção Nuclear, Biológico e Químico (NBQ) e de ventilação. No que diz respeito à proteção, o CC *Leopard 2 A6* apresenta uma blindagem modular composta de 3.^a geração, que resulta da combinação do aço com outros materiais em camadas. Tanto a parte da frente, como o casco do CC têm um reforço de blindagem de forma a resistirem a minas anticarro ou a outros engenhos explosivos improvisados. Tanto a frente e a lateral da torre, como a escotilha do condutor possuem uma blindagem adicional. O *bunker* das munições é de rápido acesso e está na zona com maior proteção blindada do CC.

1.3. Constituição e funções principais da guarnição do CC *Leopard 2 A6*

A guarnição do CC *Leopard 2 A6* é constituída por quatro elementos: o Chefe de Carro, o Apontador, o Municiador e o Condutor. Cada um dos elementos da guarnição assume funções específicas no seu respetivo posto de combate dentro do CC, sendo que o do condutor é no casco no compartimento de condução enquanto que o dos outros três elementos é na torre no compartimento de combate. Tendo em conta o Manual de Avaliação de Guarnições de CC *Leopard 2 A6* (Exército Português, 2020), as tarefas principais do Chefe de Carro são: exercer o comando e controlo do CC, comandar e controlar a sua guarnição e supervisionar o tiro, podendo também auxiliar no operar dos sistemas de armas do CC. O Apontador é responsável por colocar em funcionamento todos os sistemas de controlo de tiro do CC e operar esses mesmos sistemas. Já o Municiador é responsável por retirar as munições do *bunker* e municiar a peça do CC. Por fim, o Condutor é responsável por colocar o CC em funcionamento, conduzi-lo e operar todos os componentes necessários presentes no seu posto de combate.

CAPÍTULO 2 - ANÁLISE DO MOVIMENTO HUMANO

2.1. Complexo músculo-esquelético

O corpo humano, na sua interação com o ambiente, é suportado pelos seus ossos, no entanto, são os músculos os responsáveis por estabilizar as forças externas do ambiente com as forças internas controladas pelo sistema nervoso (Neumann, 2002). Embora existam três tipos de músculo: o esquelético, o liso e o cardíaco, é o músculo esquelético o responsável pela maioria dos movimentos corporais e posturas do corpo humano (Seely et al., 2005).

No que concerne ao tecido muscular esquelético, este é bastante especializado, sendo o responsável pela contração e pelo encurtamento muscular. Para a realização destas tarefas é necessário que o músculo esquelético possua quatro características funcionais fundamentais, nomeadamente: a contratilidade², a excitabilidade³, a extensibilidade⁴ e a elasticidade⁵ (Hamill & Knutzen, 2008; National Strength and Conditioning Association [NSCA], 2017; Seely et al., 2005).

Apesar destas características definirem o tecido muscular esquelético, durante a realização de movimentos, no que diz respeito à contratilidade, os músculos podem desempenhar funções diferentes relativamente à movimentação das alavancas ósseas e dos ossos em si. Desta forma, os músculos podem ser classificados em quatro papéis distintos: (1) agonistas, quando são os principais a contrair para produzir o movimento, (2) antagonistas, quando são aqueles que se opõem ao movimento, (3) sinergistas, quando contraem na mesma direção que os agonistas, ajudando no movimento, e (4) estabilizadores, aqueles que fixam ou estabilizam uma articulação em prol do movimento de outra pelos agonistas (NSCA, 2017).

No que diz respeito à sua estrutura, como representado na Figura 1, o músculo esquelético está ligado ao osso por um tendão e é composto por feixes musculares que, por sua vez, são formados por conjuntos de fibras musculares. Estas fibras musculares estão associadas a pequenas quantidades de tecido conjuntivo, vasos sanguíneos e nervos (Seely

² A contratilidade é a capacidade que o músculo tem de contrair e consequentemente produzir uma certa quantidade de força (Seely et al., 2005).

³ A excitabilidade é a capacidade que o músculo tem para responder aos estímulos enviados pelo sistema nervoso (Seely et al., 2005).

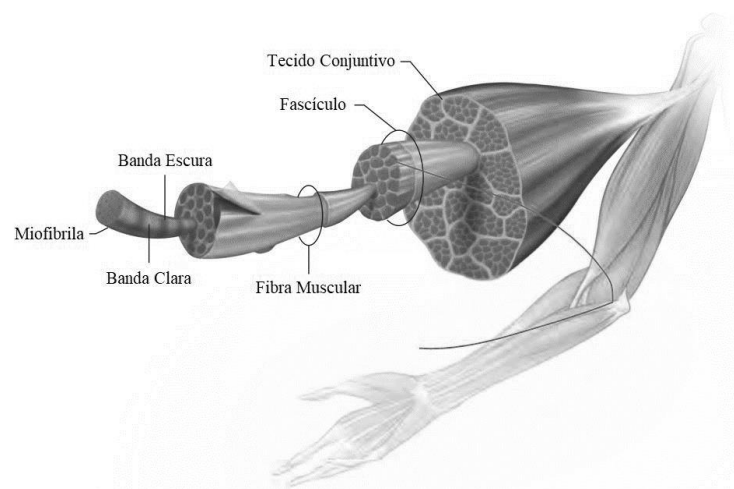
⁴ A extensibilidade é a capacidade que o músculo tem de voltar ao seu normal comprimento quando em repouso e até mesmo passar do limite do mesmo até certo grau (Seely et al., 2005).

⁵ A elasticidade é a capacidade que o músculo tem de passar para lá do seu comprimento, isto é, ser estirado, e voltar ao seu comprimento normal quando em repouso (Seely et al., 2005).

et al., 2005). Ao tecido conjuntivo que envolve todo o músculo em si dá-se o nome de epimísio. Já dentro do músculo as fibras musculares estão agrupadas por fascículos, e cada uma está rodeada por um tecido conjuntivo denso protetor designado por perimísio. Além disso, cada fibra muscular é constituída por inúmeras miofibrilas que se estendem por todo o comprimento das mesmas, alongando-se, assim, de uma extremidade do músculo esquelético até à outra (Hamill & Knutzen, 2008; NSCA, 2017; Seely et al., 2005).

Figura 1

Constituição do músculo esquelético



Nota. Adaptado de NSCA (2017).

2.2. Definição de Cinesiologia

A Cinesiologia é a ciência que estuda o movimento humano, sendo utilizada para descrever qualquer forma de anatomia, avaliação fisiológica, psicológica ou mecânica do movimento humano. Desta forma, a cinesiologia é focada no sistema músculo-esquelético, mais concretamente no seu movimento do ponto de vista anatómico, juntamente com as ações musculares durante a execução desses movimentos, quer estes sejam simples ou complexos (Hamill & Knutzen, 2008).

As análises cinesiológicas do movimento são consideradas análises qualitativas, uma vez que são feitas através da observação do movimento e posteriormente pela decomposição do mesmo, de forma a identificar a contribuição de cada grupo muscular na sua execução. Tomemos como exemplo a análise cinesiológica do ato de levantar de uma cadeira referida pelos autores Hamill e Knutzen (2008), que para ser executada seria necessário a execução

dos seguintes movimentos: extensão da anca, extensão do joelho e flexão plantar através dos isquiotibiais, do quadricípite femoral e do tricípite sural, respetivamente.

Uma vez que a análise cinesiológica do movimento é feita através dos contributos anatómicos, é importante abordar o conceito de anatomia funcional. A anatomia funcional é o estudo dos componentes do corpo humano necessários à realização de um movimento, e torna-se um conceito importante, uma vez que, o seu principal foco não é a localização dos grupos musculares, mas sim o tipo de movimento por eles realizado, o que, por conseguinte, faz com que seja uma mais valia nas análises cinesiológicas, especialmente nas que estão vocacionadas para o desporto e que, consequentemente, auxiliam na prevenção de lesões (Hamill & Knutzen, 2008).

Para a realização de uma análise do movimento é imprescindível ter alguns conceitos bem presentes, tais como os acima descritos, a explicação dos diferentes planos do movimento e a caracterização dos movimentos básicos existentes.

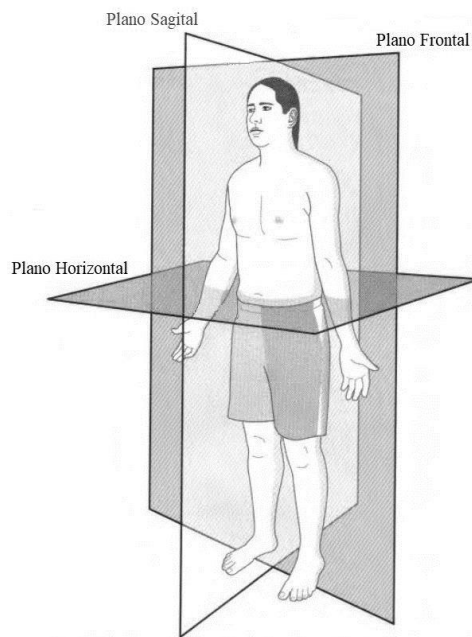
2.2.1. Plano de movimentos

Quando se procede a uma análise de movimento é importante identificar o plano sobre o qual esse movimento é realizado, para tal, existe o plano frontal, o plano transversal e o plano sagital (Hamill & Knutzen, 2008), de acordo com a Figura 2.

Para descrever os movimentos do corpo em relação a um plano é necessário que a execução dos movimentos seja realizada ao longo desse mesmo plano ou paralelo ao mesmo. O plano frontal é um plano paralelo à sutura coronal do crânio e que desta forma atravessa o corpo verticalmente, dividindo-o em frente e retaguarda. O plano transversal atravessa o corpo horizontalmente e divide-o em parte superior e parte inferior. O plano sagital é um plano paralelo à sutura sagital do crânio e divide o corpo em duas partes iguais, direita e esquerda (Neumann, 2002).

Figura 2

Divisões dos três planos de movimentos

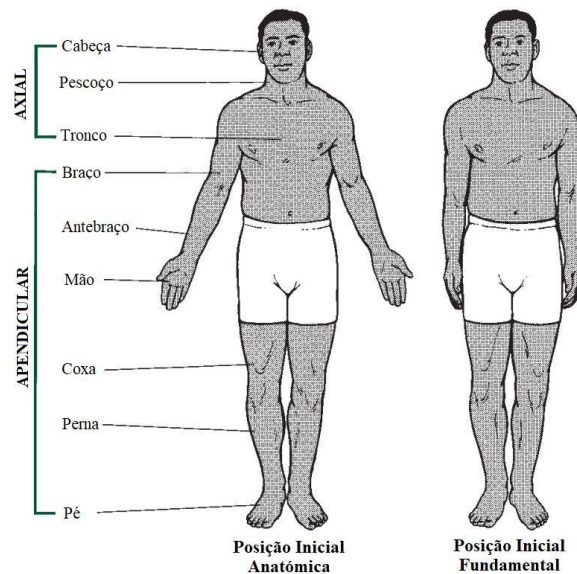


Nota. Adaptado de Neumann (2002).

A descrição do movimento em relação a um plano é sempre expressa relativamente a uma posição inicial, como tal, existe uma posição inicial de referência designada por posição anatómica. Nesta posição, o corpo encontra-se ereto com a cabeça voltada para a frente, os braços encontram-se ao longo do corpo com as palmas das mãos voltadas para a frente e as pernas encontram-se unidas com a ponta dos pés voltadas também para a frente. Contudo, existe ainda uma outra posição inicial que pode ser usada para referência aquando a realização de movimentos, designada por posição fundamental. Esta posição é em tudo semelhante à outra, com exceção dos braços, pois, na posição fundamental, estes encontram-se numa posição mais relaxada ao longo do corpo e com as palmas das mãos viradas para dentro em direção ao tronco (Hamill & Knutzen, 2008), como demonstrado na Figura 3.

Figura 3

Posições iniciais de referência



Nota. Adaptado de Hamill e Knutzen (2008).

2.2.2. Caracterização dos movimentos básicos

De acordo com os autores Hamill e Knutzen (2008), existem 6 movimentos básicos do corpo que ocorrem nas articulações, sendo estes: a flexão, a extensão, a adução, a abdução, a rotação interna e a rotação externa, explicados na Tabela 3. Os autores admitem ainda haver outros movimentos especializados, mas, consideram que tecnicamente estes também fazem parte dos seis movimentos básicos. São considerados como movimentos especializados: a flexão lateral, a elevação e a depressão, a protração e a retração, a supinação e a pronação, a circundação, a inversão e a eversão, e, também, a dorsiflexão e a plantarflexão.

Já outros autores como Seely et al. (2005), fazem a divisão dos movimentos básicos em movimentos angulares, movimentos circulares e movimentos especiais. De acordo com os autores, os movimentos angulares são aqueles que implicam a alteração do ângulo entre duas partes do corpo, sendo a flexão, a extensão, a abdução e a adução os mais comuns. Já os movimentos circulares são aqueles onde ocorre a rotação de um segmento em torno de um eixo, sendo a rotação interna, a rotação externa, a pronação, a supinação e a circundação exemplos desses movimentos. Por fim, os movimentos especiais são aqueles que estão

exclusivos a certas articulações e não são definidos pelos outros movimentos, como é o caso da elevação, da depressão, da protração, da retração, da eversão e da inversão.

Tabela 3

Definição dos seis movimentos básicos

Movimentos Básicos	Definição
Flexão	Movimento onde o ângulo relativo de uma articulação entre dois segmentos adjacentes diminui.
Extensão	Movimento onde o ângulo relativo de uma articulação entre dois segmentos adjacentes aumenta à medida que se juntam.
Adução	Movimento de retorno do segmento para trás em direção à linha média do corpo ou segmento.
Abdução	Movimento de afastamento da linha média do corpo ou do segmento.
Rotação interna	Movimento de um segmento em torno de um eixo vertical que atravessa o segmento, de modo a que a superfície anterior do segmento se desloque em direção à linha média do corpo ou segmento.
Rotação externa	Movimento em que a superfície anterior se afasta a partir da linha média e da superfície posterior do segmento move-se em direção à linha média.

Nota. Adaptado de Hamil e Knutzen (2009).

CAPÍTULO 3 - LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

3.1. Caracterização das lesões músculo-esqueléticas

As lesões músculo-esqueléticas (LME) são perturbações do sistema músculo-esquelético que incluem “condições inflamatórias e degenerativas que afetam os músculos, tendões, ligamentos, articulações, nervos periféricos, e vasos sanguíneos de apoio” (Punnett & Wegman, 2004, p.13).

Quando este tipo de lesões ocorre no decorrer de uma tarefa ligada à atividade profissional, estas designam-se por lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT), e são normalmente lesões que resultam da repetibilidade, da sobrecarga e da postura adotada durante o desempenho de uma tarefa no âmbito profissional (Uva et al., 2008). Desta forma, define-se as LMERT como “lesões de estruturas orgânicas como os músculos, as articulações, os tendões, os ligamentos, os nervos, os ossos e doenças localizadas do aparelho circulatório, causadas ou agravadas principalmente pela atividade profissional e pelos efeitos das condições imediatas em que essa atividade tem lugar” (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007, p.1).

As LME podem ter duas origens: aguda/traumática, como por exemplo as fraturas, ou origem de uso crónico/excessivo. Esta última é a origem mais comum das LMERT, uma vez que esta se caracteriza por uma repetida exposição a esforços durante um longo período de tempo (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007).

3.2. Fatores de risco associados às LMERT

De acordo com a autora Pombeiro (2011, p.9), os fatores de risco são definidos como aqueles que “resultam das condições do trabalho, do processo ou das tarefas que contribuem para o risco de desenvolver uma LMERT”. A existência destes fatores potencia o aparecimento de uma lesão, e, por isso, deve ter-se em especial atenção três variáveis que contribuem para o risco de LMERT, sendo estas: a frequência, a intensidade e a duração da exposição ao fator de risco (Uva et al., 2008).

O aparecimento da lesão ocorre quando existe um desequilíbrio entre o que são as solicitações na realização das tarefas no trabalho, com as capacidades que o indivíduo que as realiza possui (Uva et al., 2008). Normalmente, este desequilíbrio está mais relacionado com fatores de stress ergonómicos, tais como: a repetição de movimentos, a realização de esforços excessivos, a adoção de posturas não naturais, a movimentação de cargas e a

exposição a vibrações, e que o risco deste desequilíbrio aumenta quando há uma combinação de dois ou mais destes fatores (Punnett & Wegman, 2004).

No âmbito das LMERT, os fatores de risco estão classificados em três grupos (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007):

- Fatores de risco físicos;
- Fatores de risco individuais;
- Fatores de risco organizacionais e psicossociais.

De acordo com a Tabela 4, os fatores de risco físicos são os que estão relacionados com a atividade de trabalho, envolvendo fatores de risco biomecânicos, isto é, a forma como o indivíduo é afetado pelas forças, posturas e movimentos intrínsecos à realização das suas tarefas; os fatores de risco individuais são os que estão relacionados com as características pessoais do indivíduo; e os fatores de risco organizacionais e psicossociais são aqueles que estão relacionados com forma como o trabalho em si é organizado e gerido, e, também, com a percepção do indivíduo em relação à envolvente de trabalho.

Tabela 4*Classificação dos fatores de risco de LMERT*

Classificação	Fatores de Risco
Fatores de risco físicos	• Movimentos repetitivos; • Posturas forçadas ou estáticas, por exemplo, mãos acima do nível dos ombros ou posição sentada ou de pé durante muito tempo; • Compressão localizada exercida por ferramentas ou superfícies; • Vibrações; • Frio ou calor excessivos; • Iluminação deficiente suscetível, por exemplo, de causar um acidente; • Elevados níveis de ruído, suscetíveis de causar tensão física.
Fatores de risco individuais	• Antecedentes clínicos; • Capacidade física; • Idade; • Obesidade; • Tabagismo.
Fatores de risco organizacionais e psicossociais	• Trabalho exigente, falta de controlo sobre as tarefas executadas e baixos níveis de autonomia; • Baixos níveis de satisfação com o trabalho; • Trabalho monótono, repetitivo, executado a um ritmo rápido; • Falta de apoio por parte dos colegas, dos supervisores e das chefias.

Nota. Adaptado de Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2007).

3.3. LME em ambiente militar

Cada vez mais as LME são as principais ameaças para a saúde e para a prontidão das forças militares (Bullock et al., 2010). As lesões são, consequentemente, redutoras do nível de prontidão do militar, causadoras de danos físicos e psicológicos, redutoras do moral e ainda são dispendiosas em tempo e em dinheiro (Van Tiggelen et al., 2008). Desta forma, as LME, além de serem uma ameaça à aptidão física dos militares e reduzirem o efetivo capaz de cumprir a missão, são também um grande encargo económico no que diz respeito à saúde, e, por isso, faz com que sejam uma das principais causas de incapacidade física nos militares e, por conseguinte, de uma maior existência de baixas médicas (Nindl et al., 2013).

As LME mais frequentes de ocorrer em ambiente militar são as originadas por uso excessivo, ‘*overuse*’, pois a exigência física da atividade desenvolvida pelos militares é comparável à exigência física de atletas profissionais. A diferença é que os militares atuam por um maior período de tempo e com outras variáveis que não são controladas e, por isso, essas lesões tendem a durar cinco vezes mais do que as LME traumáticas (Van Tiggelen et al., 2008).

No que diz respeito aos fatores de risco, existem estudos que incluem a realização de deportes, a movimentação de cargas muito pesadas, o permanecer de pé durante um longo período de tempo e o percorrer de longa distância a pé, como fatores de risco de LME identificados no meio militar (Yancosek et al., 2012). Também o baixo nível de aptidão física dos militares, no decorrer de atividade intensa, é identificado como uma possível causa para as LME, no entanto, não há dados conclusivos que corroborem essa mesma possibilidade (Taanila et al., 2015). Contudo, dentro deste tema da atividade física, apesar de haver atividades mais propícias às LME como, por exemplo, a corrida, as marchas e as pistas de obstáculos, o que começa a ter-se em conta nas investigações sobre os fatores de risco de LME é o tempo de exposição dos militares a estas atividades e já não só propriamente as atividades em si (Lovalekar et al., 2021).

3.3.1. LME nos Carros de Combate

As LME e os seus fatores de risco nos CC são ainda um tema pouco desenvolvido, contudo, no âmbito desta temática, Nissen et al. (2009) realizaram um estudo que tinha como objetivo comparar a incidência de LME nas guarnições dos CC do exército dinamarquês com as dos militares de outras armas e serviços. Os autores chegaram à conclusão que os padrões das LME nas guarnições dos CC não eram significativamente diferentes dos padrões dos restantes militares das outras unidades. Não obstante, verificaram que, o facto de estar a executar-se a mesma função na guarnição do CC já há algum tempo, aproximadamente dois anos, aumentava o risco de contrair uma lesão.

Ainda no que diz respeito a este tema, Baptista (2013) analisou algumas tarefas realizadas pelos elementos da guarnição do CC *Leopard 2 A6*, mais especificamente o municiar do CC (tarefa da guarnição como um todo) e posteriormente o municiar da peça (tarefa do municador), com o objetivo de perceber qual seria o melhor modelo de treino para as guarnições do CC *Leopard 2 A6*, tendo em conta as suas exigências físicas no desempenho das suas funções, e qual o melhor modelo adaptado às suas missões

operacionais. Com este estudo, o autor concluiu que o treino físico dos militares das guarnições dos CC *Leopard 2 A6* não estava bem orientado para as características específicas das duas tarefas analisadas e que este devia ser mais orientado às suas necessidades, do que propriamente apenas à manutenção da forma física destes militares.

3.4. Programas de prevenção de LME

Embora as LME sejam um problema de saúde significativo, há investigadores que afirmam que estas podem ser evitadas através da melhoria da aptidão física, no que diz respeito à capacidade cardiorrespiratória, força muscular, resistência muscular, flexibilidade, potência, velocidade, equilíbrio e agilidade. No entanto, como referido, as atuais evidências sobre a relação entre as LME e os componentes específicos da aptidão física em ambiente militar não são conclusivas (De La Motte et al., 2017).

Para desenvolver estratégias de prevenção eficazes de LME torna-se necessário determinar as suas causas e os fatores de risco associados, e não apenas a sua gravidade e consequências, uma vez que o conhecimento das causas e dos fatores é o que permite a concentração de esforços na prevenção dessas lesões (Jones et al., 2000). Existem já programas de prevenção das LME, baseados em treinos de flexibilidade, potência, velocidade, equilíbrio e agilidade, que, quando seguidos, ajudam na mitigação dessas lesões. Contudo, ainda não existe nenhum programa específico de identificação de fatores de risco de LME (De La Motte et al., 2017). Um outro aspeto importante na prevenção de lesões, e que tem potencial para ter sucesso, especialmente no meio militar, é o ambiente físico e organizacional disciplinado, bem como as normas e cultura sociais específicas influenciadoras do comportamento dos indivíduos (Van Tiggelen et al., 2008).

Ao nível militar, como já referido, também a questão dos programas de prevenção das LME está pouco desenvolvida e é apontada como uma necessidade prioritária de investigação. Segundo os autores Lovalekar et al. (2018), que realizaram um estudo no *4th International Congress on Soldiers' Physical Performance*, através de inquéritos por questionário, identificaram as prioridades relacionados com a saúde e o desempenho físico do pessoal militar, sendo que as questões sobre '*Musculoskeletal injuries: injury mitigation programs*' e sobre '*Musculoskeletal injuries: overuse injuries*' encontravam-se com um alto grau de prioridade e necessidade de investigação no meio militar.

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO RISCO MÚSCULO-ESQUELÉTICO

4.1. Definição de Ergonomia

De acordo com The Eastman Kodak Company (2004, p.2) a Ergonomia é “uma atividade multidisciplinar que se esforça para reunir informação sobre as capacidades e as aptidões das pessoas, e para utilizar essa informação na concepção de empregos, produtos, locais de trabalho e equipamentos”. Desta forma, há parâmetros que são estabelecidos de forma a permitir a integração das condições de trabalho com as características psicofisiológicas de quem desempenha um trabalho em específico, a fim de garantir o bem-estar e segurança do trabalhador e um desempenho eficaz do trabalho em si (Universidade Estadual de Campinas, 2001).

Quando é abordado o conceito de ergonomia surge também o conceito de fatores humanos utilizado como sinónimo deste. Ambos os conceitos retratam a interação de uma pessoa com uma tarefa por esta a ser executada, sempre focados na segurança dessa mesma interação. No entanto, a ergonomia foca-se em perceber como é que as condições de trabalho afetam as pessoas, preocupando-se com a sua segurança, bem-estar e satisfação, e, ao mesmo tempo, com a produtividade do trabalho. Já os fatores humanos focam-se mais no comportamento das pessoas com as tarefas a desempenhar e com as condições dadas para tal, tendo como objetivo a redução do erro humano no desempenho do trabalho (The Eastman Kodak Company, 2004).

4.2. Posturas de trabalho e as LMERT

As posturas de trabalho adotadas, de acordo com os graus de solicitação muscular, ritmos de trabalho e características das tarefas a desempenhar, podem levar ao aparecimento de LME. Estas lesões normalmente são de carácter cumulativo à exposição repetida de um certo esforço e de uma certa postura (Inspeção Geral das Atividades em Saúde [IGAS], 2018). Normalmente as posturas de trabalho mais comuns são as posturas sentado e de pé, sendo que, quando em comparação, admite-se que a postura de pé é a mais exigente, uma vez que, acarreta um maior esforço e utilização muscular, normalmente sobrecarregando os membros inferiores (Freitas & Cordeiro, 2013).

Para adotar uma postura sentado é normal que se exerça um maior esforço na coluna vertebral, e por isso, é recomendado que não haja distância entre as costas e o encosto do assento, de forma a que se consiga obter um apoio na zona dos rins. O encosto deve permitir que a coluna vertebral fique direita e reta sem que os ombros descaíam para frente. O assento deve ser regulável de forma a ter a altura certa de acordo com a altura do utilizador e os objetos que se encontram a seu uso em seu redor. As pernas devem ter os quadris paralelos ao chão, e estes devem perfazer um ângulo pouco mais de 90º com os joelhos, de forma a que a verticalidade da coluna vertebral seja mantida (Universidade Estadual de Campinas, 2001).

Já para adotar a postura de pé, uma vez que esta é a mais exigente, porque obriga a um maior esforço e uma maior utilização muscular, é recomendado que se evite curvar as costas para a frente, mas ao mesmo tempo que não se force muito para que estas fiquem direitas. Os ombros devem estar ligeiramente para trás, a cabeça deve estar erguida e o abdominal deve estar contraído. Quando se permanece nesta postura durante um longo período de tempo, é aconselhado o uso de um suporte, de forma a alternar a posição dos pés, de modo a ir alternando a concentração do peso nas duas pernas e aliviando a carga exercida nas mesmas (Universidade Estadual de Campinas, 2001).

Quando associadas a estas posturas estão envolvidos movimentos de flexão, torção e/ou rotação, o risco de contrair uma lesão aumenta, uma vez que há uma maior solicitação dos segmentos corporais, e, conseqüentemente, um maior desgaste das articulações e uma maior sobrecarga e fadiga muscular (Freitas & Cordeiro, 2013). De acordo com a IGAS (2018), a adoção de posturas de trabalho incorretas leva a um certo tipo de LME mais comuns de acordo com a região do corpo mais solicitada, sendo as mais frequentes:

- Nos membros inferiores: bursites e entorses;
- Nos membros superiores, pescoço e ombros: síndrome cervical, síndrome do túnel cárpico, epicondilites e tendinites;
- Na coluna vertebral: cervicalgias, lombalgias, dorsalgias, hérnias discais e dor ciática.

4.3. Métodos de avaliação do risco de LMERT

Medir a exposição aos fatores que podem contribuir para o aparecimento de LME foi ganhando protagonismo e tem servido como base para os programas de prevenção e redução de riscos. Essa fundamentação permitiu que esses programas comesçassem a ser baseados em

princípios de ergonomia e a incorporar a avaliação de todos os elementos do sistema de trabalho, de forma a alcançar as melhores soluções. Para tal, no que diz respeito aos fatores físicos biomecânicos, foram desenvolvidos alguns métodos para avaliar a exposição a esses fatores de risco associados às LMERT (David, 2005).

Esses métodos são classificados em três categorias: (1) Questionários de Autoavaliação, (2) Métodos Observacionais, e (3) Métodos Diretos (David, 2005; Li & Buckle, 1999; Santos, 2020).

Os questionários de autoavaliação são preenchidos pelos trabalhadores e são utilizados para recolher dados sobre os fatores de risco aos quais se encontram expostos e à sintomatologia associada a esses fatores (David, 2005; Li & Buckle, 1999). São exemplos mais recorrentes deste método, o *Body Map* de Corlett e Bishop elaborado em 1976, o Questionário Nórdico Estandarizado criado por Kuorinka em 1987 e ainda a sua versão mais recente o *Nordic Musculoskeletal Questionnaire* formulado por Hedge em 2005 (Santos, 2020).

Os métodos observacionais foram desenvolvidos para avaliar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco físicos, e estão divididos em duas categorias: (1) métodos observacionais simples e (2) métodos observacionais avançados. Os métodos observacionais simples, representados na Tabela 5, servem para registar dados sobre as tarefas, movimentos, força e posturas dos trabalhadores no local de trabalho, posteriormente introduzidos e registados em folhas de trabalho, e que permitem obter um índice ou uma pontuação (*Score*) sobre a exposição a esses fatores de risco (David, 2005; Santos, 2020).

Tabela 5*Exemplo de alguns Métodos Observacionais*

Método	Finalidade
Ovako Working Posture. Analysis System (OWAS)	Análise Postural do Corpo Inteiro
Rapid Upperlimb Assessment (RULA)	Análise da Parte Superior do Corpo e Membros Superiores
National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Lifting Equation	Identificação e Análise de Fatores de Risco
Quick Exposure Check (QEC)	Avaliação da Variação da Exposição do Risco para Tarefas Estáticas e Dinâmicas
Rapid Entire Body Assessment (REBA)	Avaliação do Risco para Corpo Inteiro para Atividades Dinâmicas
Loading on the Upper Body Assessment (LUBA)	Análise Postural com Carga na Parte Superior do Corpo e Membros Superiores

Nota. Adaptado de David (2005) e de Li e Buckle (1999).

Os métodos observacionais avançados utilizam-se para uma avaliação postural em atividades mais dinâmicas e são baseados em vídeos, que, posteriormente, são analisados através de um *software* informático específico. Estes métodos tem a facilidade de analisar vários segmentos articulares ao mesmo tempo, bem como determinar distâncias do movimento, mudanças angulares, velocidade e acelerações (David, 2005).

Por fim, existem os métodos diretos que se baseiam em sensores diretamente colocados nos trabalhadores e que permitem a medição das variáveis de exposição aos fatores de risco no trabalho. É habitual nestes métodos o uso de goniómetros que fornecem um registo contínuo do movimento das articulações durante a execução de tarefas, de acelerómetros tri-axiais que permitem uma análise dos movimentos e posturas, e ainda de eletromiografia, que é uma técnica utilizada para quantificar a tensão muscular (David, 2005; Santos, 2020).

PARTE II – ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E TRABALHO DE CAMPO

CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA, MÉTODOS E MATERIAIS

5.1. Objetivos e questões de investigação

Os objetivos de investigação servem para esclarecer o propósito e a direção que o investigador pretende com o seu estudo. No decorrer da investigação, surgem também as questões de investigação que servem para definir qual é o assunto ou problema que se pretende investigar. Assim sendo, estes objetivos podem servir como um complemento à questão de investigação de forma a estruturarem o processo de pesquisa para obter uma resposta (Saunders et al., 2012).

Desta forma, o OG do presente trabalho de investigação foca-se em “Analisar o grau de risco músculo-esquelético dos militares pertencentes a uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, no desempenho das suas funções, e identificar os fatores de risco associados”, o qual será alcançado aquando da resposta à QC: “Quais são os fatores e o grau de risco músculo-esquelético dos militares que fazem parte de uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*?”, como apresentado na Tabela 6.

A questão de investigação pode ser utilizada para gerar outras questões de investigação mais detalhadas, ou pode ainda ser utilizada como base a partir da qual se pode escrever um conjunto de objetivos de investigação mais específicos (Saunders et al., 2012). Deste modo, definiram-se os OE que estão alinhados com as questões derivadas (QD) levantadas para esta investigação, como evidenciado na Tabela 7.

Tabela 6

Relação entre o Objetivo Geral e a Questão Central

Objetivo Geral	Questão Central
OG - Analisar o grau de risco músculo-esquelético dos militares pertencentes a uma guarnição do Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> , no desempenho das suas funções, e identificar os fatores de risco associados.	QC - Quais são os fatores e o grau de risco músculo-esquelético dos militares que fazem parte de uma guarnição do Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> ?

Tabela 7

Relação entre Objetivos Específicos e Questões Derivadas

Objetivos Específicos	Questões Derivadas
OE1 - Conhecer a percepção dos militares de uma guarnição do CC Leopard 2 A6 acerca do desempenho das suas tarefas, tendo em conta a exigência muscular, o conforto da sua posição no respetivo posto de combate, as posturas que assumem, os movimentos que realizam inerentes à função e a sintomatologia associada a estes aspetos.	QD1 - Qual é a percepção dos militares pertencentes a uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> acerca da exigência muscular, do conforto da sua posição no respetivo posto de combate, das posturas que assumem e dos movimentos que realizam inerentes à função, e da sintomatologia associada a estes aspetos?
OE2 - Determinar o nível de risco para cada uma das tarefas inerentes às funções dos militares pertencentes a uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> .	QD2 - Qual é o nível de risco para cada uma das tarefas realizadas no desempenho das respetivas funções pelos militares de uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> ?
OE3 - Identificar as tarefas mais críticas de cada um dos militares pertencentes a uma guarnição de Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> .	QD3 - Quais são as tarefas mais críticas inerentes às funções de cada um dos militares pertencentes a uma guarnição do CC <i>Leopard 2 A6</i> ?
OE4 - Identificar a função da guarnição do Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> mais suscetível de contrair lesões músculo-esqueléticas.	QD4 - Qual é a função da guarnição do Carro de Combate <i>Leopard 2 A6</i> que concorre para o maior risco de contrair lesões músculo-esqueléticas?

5.2. Tipo de estudo, abordagem e método científico

A escolha da abordagem e do método científico são as partes centrais no desenvolvimento de todo o processo de investigação⁶, que, por sua vez, permite alcançar a resposta à questão de investigação (Saunders et al., 2012).

O presente trabalho de investigação está inserido nos estudos científicos descritivos⁷, mais concretamente assumindo-se como um estudo de caso, uma vez que se baseia no trabalho de campo para estudar uma dada entidade no seu contexto real (Freixo, 2012). O raciocínio usado nesta investigação tem por base a observação de factos particulares de casos reais e concretos, de forma a adquirir uma generalização da realidade empírica, estando

⁶ O desenho da investigação “representa esquematicamente o caminho percorrido durante o estudo” (Reis, 2022, p.76).

⁷ Os estudos descritivos “(...) visam obter mais informações, quer seja sobre as características de uma população, quer seja sobre os fenómenos em que existem poucos trabalhos de investigação” (Fortin, 1999, p. 161).

assim baseado no método indutivo (Freixo, 2012; Reis, 2022). Sucede com uma abordagem de carácter quantitativa⁸, uma vez que para esta investigação se assume uma estratégia quantitativa, no que diz respeito a necessidade de recolha e análise estatística dos dados obtidos através do trabalho de campo.

5.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

No que concerne à recolha de dados é de reiterar que esta realizou-se em dois momentos distintos. Por um lado, na elaboração da revisão da literatura, que tinha o propósito de apurar o estado da arte e definir conceitos que se constituíram como modelo de análise para a investigação. A recolha de informação baseou-se essencialmente em fontes primárias⁹, no que diz respeito à legislação nacional e europeia sobre as LMERT, aos documentos doutrinários do Exército Português no que concerne aos CC, bem como aos artigos científicos e dissertações de mestrado no âmbito dos diferentes subtemas abordados. Baseou-se igualmente em fontes secundárias¹⁰, nomeadamente em livros técnicos tanto na área da ergonomia como no que diz respeito ao complexo músculo-esquelético e à cinesiologia.

Por sua vez, na fase empírica desta investigação, recorreu-se a dois meios de recolha de dados: (1) inquéritos por questionário¹¹ e (2) um estudo experimental, onde se realizou uma análise cinemática¹² com recurso a sensores inerciais.

Os inquéritos por questionário aplicaram-se a militares portugueses, que integram ou já integraram as guarnições do CC *Leopard 2 A6*, através da plataforma *Google Forms*, tendo o propósito de conhecer a perceção que os militares, que desempenham ou já desempenharam funções numa guarnição, têm da execução das suas tarefas, tendo em conta a exigência muscular, o conforto da sua posição dentro do seu respetivo posto de combate, as posturas que assumem e os movimentos que realizam inerentes à sua função, bem como

⁸ Abordagem que se baseia num “(...) processo sistemático de colheita de dados observáveis e quantificáveis. É baseado na observação de factos objetivos, de acontecimentos e de fenómenos que existem independentemente do investigador” (Freixo, 2012, p. 171).

⁹ As fontes primárias “são as informações originais, contemporâneas aos factos que estão a ser estudados e diretamente ligados ao objeto do estudo” (Reis, 2022, p. 72).

¹⁰ As fontes secundárias são as informações “(...) que já foram recolhidas e estão disponíveis para serem utilizadas para outros estudos que tratam a mesma temática” (Reis, 2022, p. 72).

¹¹ O questionário “é formado por uma série ordenada de perguntas a serem feitas, por escrito, aos respondentes, e tem como objetivo obter informações sobre opiniões, interesses, expectativas relativas às questões e objetivos de investigação” (Reis, 2022, p. 99).

¹² A cinemática é o ramo da Mecânica que descreve o movimento de um corpo sem ter em conta como é que este se desencadeou, ou seja, não tem em consideração as forças ou os binários que podem produzir o movimento (Neumann, 2002).

toda a sintomatologia associada a todos estes aspetos (APÊNDICE A). Para alcançar esse objetivo, algumas das perguntas foram feitas com base em alguns instrumentos de avaliação já existentes, nomeadamente:

- A Escala de Classificação Numérica que é um instrumento para a mensuração da intensidade de dor e tem 11 avaliações possíveis, uma vez que se encontra numerada de 0 a 10, sendo que o 0 representa nenhuma dor e o 10 representa uma dor muito intensa (Haefeli & Elfering, 2005). Apesar de ser uma escala de avaliação da intensidade de dor, tem potencial e já é usada em alguns casos como uma escala de rastreio de dor (Krebs et al., 2007).

- A Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) que foi um instrumento, desenvolvido pelo investigador Gunnar Borg, para determinar o empenho, o esforço, a dificuldade em respirar e a fadiga aquando a realização de um esforço físico. Assume-se, portanto, como uma medida da exigência que o indivíduo sente ao realizar uma tarefa física, o que se torna muito pertinente para as práticas da saúde e segurança no trabalho (Williams, 2017). A escala tem 15 patamares, indo do 6 a 20, sendo que 6 representa um esforço muito fácil e 20 o esforço máximo (Borg, 1982), e, segundo o autor Canino et al. (2020), pode ser utilizado como uma ferramenta adequada para quantificar a carga no contexto militar.

No que diz respeito ao estudo experimental, a análise cinemática foi realizada ao corpo inteiro de quatro militares pertencentes a uma guarnição de CC *Leopard 2 A6*, tendo sido registada a 240Hz com um sistema de unidades de medição inercial (IMUs, do inglês *Inertial Measurement Units*), designado por *Xsens MVN* (*Xsens technologies, Enschede, Países Baixos*). O sistema *Xsens* consiste em 17 IMUs colocadas nos pés, pernas, coxas, pélvis, esterno, cabeça, omoplatas, braços, antebraços e mãos, dentro de um fato de lycra. Estes sensores foram colocados segundo as recomendações do fabricante (Mvn et al., 2015), e sobre os ossos sempre que possível, de forma a reduzir o artefacto de tecidos moles (STA, do inglês *Soft Tissue Artefact*) (Chiari et al., 2005). Estes rastreadores de movimento foram ligados a um *Body Pack* que recolheu e transmitiu os dados para um computador pessoal.

Após a colocação dos IMUs, foi feito um registo das dimensões corporais dos militares, como altura do corpo, o comprimento do sapato, a envergadura do braço, a altura do tornozelo, a altura da anca, a largura da anca, a altura do joelho, a largura do ombro, a altura do ombro e a altura da sola do sapato. Estas medidas foram inseridas na escala corporal ajustada pelo modelo MVN da *Xsens* e posteriormente combinadas com os procedimentos de calibração (*n-pose*, *walk* e *t-pose*) para obter o alinhamento do sensor com o segmento corporal (Roetenberg et al., 2009).

Para calibrar os sensores, realizou-se uma calibração estática e dinâmica, de forma a reconstruir o modelo e alinhar os sensores com a orientação do segmento corporal. No processo de calibração, os militares permaneceram inicialmente na posição *n-pose*, e, seguidamente, caminharam alguns metros para a frente e regressaram para trás à posição inicial. Finalmente, já na posição inicial, colocaram-se passivamente na posição *t-pose*, que consistia em ficar numa posição reta com os braços abduzidos a 90° e as palmas das mãos viradas para o chão. Após os procedimentos de calibração, cada militar, individualmente, executou um conjunto de tarefas inerentes à função que desempenham por pertencerem a uma guarnição do CC *Leopard 2 A6*.

Importa ainda referir que, antes de iniciar o estudo experimental, os quatro militares foram informados sobre o estudo, os seus objetivos e procedimentos, tendo lido e assinado um consentimento informado (APÊNDICE B).

5.4. Amostra: composição e justificação

Nesta investigação, a população alvo¹³ considerada caracteriza-se por todos os militares que fazem ou já fizeram parte de uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, sendo a amostra¹⁴ constituída por 57 militares, que possuem o curso de CC e têm experiência no desempenho de funções na guarnição do mesmo. Esta amostra está intimamente ligada aos inquéritos por questionário e caracteriza-se como uma amostra aleatória simples¹⁵.

Tabela 8

Caracterização da amostra

Função	Sexo		Altura (cm)			Peso (kg)			Idade		
	Masc	Fem	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd	Mín	Máx	Méd
Chefe de Carro	31	6	157	191	175	53	103	74	22	52	34
Apontador	7	0	162	183	173	55	110	74	19	32	23
Condutor	7	0	172	180	176	64	80	74	19	24	22
Municiador	5	1	165	185	177	60	84	75	20	33	25

¹³ A população alvo “(...) é formada pelo conjunto total dos elementos ou indivíduos que possuem características comuns, e que são definidas por um conjunto de critérios de seleção para os quais o investigador deseja fazer generalizações” (Reis, 2022, p. 86).

¹⁴ A amostra “é um subconjunto dos elementos que compõem a população e é representativa se as suas características se assemelham tanto quanto possível às da população” (Freixo, 2012, p. 214).

¹⁵ Na seleção aleatória simples, os elementos de um conjunto são escolhidos “(...) segundo técnicas que permitem a cada elemento ter uma probabilidade igual de fazer parte da amostra” (Freixo, 2012, p. 213).

Na Tabela 8, a amostra encontra-se dividida por funções e por cada uma delas estão apresentados alguns dados sociodemográficos com as medidas de tendência central (média) e de dispersão (valores mínimos e máximos).

No que concerne ao estudo experimental, a amostra passa a ser constituída por quatro militares pertencentes a uma guarnição do 1.º Pelotão, do 1.º Esquadrão, do Grupo de Carros de Combate da Brigada Mecanizada Portuguesa. Esta amostra também se assume como uma amostra aleatória simples.

5.5. Métodos de análise de dados

5.5.1. Análise estatística dos questionários

Para este trabalho de investigação, recorreu-se essencialmente a técnicas de estatística descritivas¹⁶, uma vez que são as que melhor se adequam à descrição e compreensão das relações entre as variáveis em estudo, permitindo assim um melhor controlo da informação obtida (Reis, 2009). Para a análise estatística foi utilizado o software da *International Business Machines (IBM) Corporation*, o *IBM Statistical Package for the Social Science (SPSS) Statistics*.

De forma a analisar a informação e extrair as conclusões necessárias, recorreu-se a tabelas e representações gráficas, nomeadamente gráficos de barras, gráficos circulares e gráficos de médias, fazendo recurso ao cálculo estatístico, utilizando medidas de localização, tais como o cálculo do valor médio e dos percentis (Marôco, 2018).

5.5.2. Análise dos dados cinemáticos

Os dados cinemáticos da realização das tarefas pelos quatro militares foram registados em computador e transmitidos sob a forma de uma personagem 3D. Todos esses dados foram então exportados do *software Xsens MVN Analyse 2018.0.3* para o *software Visual 3D (C-motion, Inc. Germantown, EUA)*, e foram inicialmente examinados visualmente para, através de uma imagem representativa da realização da tarefa, caracterizar cada uma dessas mesmas tarefas executadas pelos quatro militares pertencentes à guarnição do CC, sendo que, para esta imagem representativa, foi escolhida a postura mais exigente na realização de cada uma das tarefas (APÊNDICE C). Posteriormente, foram calculados os ângulos articulares do pescoço, tronco, ombros, cotovelos, joelhos e punhos para cada um

¹⁶ A Estatística Descritiva “consiste na recolha, apresentação, análise e interpretação de dados numéricos através da criação de instrumentos adequados: quadros, gráficos e indicadores numéricos” (Reis, 2009, p.15).

dos militares em todas as tarefas que executaram, com o propósito de realizar uma análise ergonômica dos movimentos e posturas, de modo a verificar o grau de risco de LME das tarefas desempenhadas. Os ângulos foram retirados segundo um referencial (x,y,z) e, de acordo com os planos e movimentos básicos explicados no Capítulo 2, associou-se os movimentos realizados aos três ângulos fornecidos pelo *software* Visual 3D em cada tarefa e selecionou-se os necessários à aplicação do método de avaliação postural REBA.

5.5.3. Método REBA

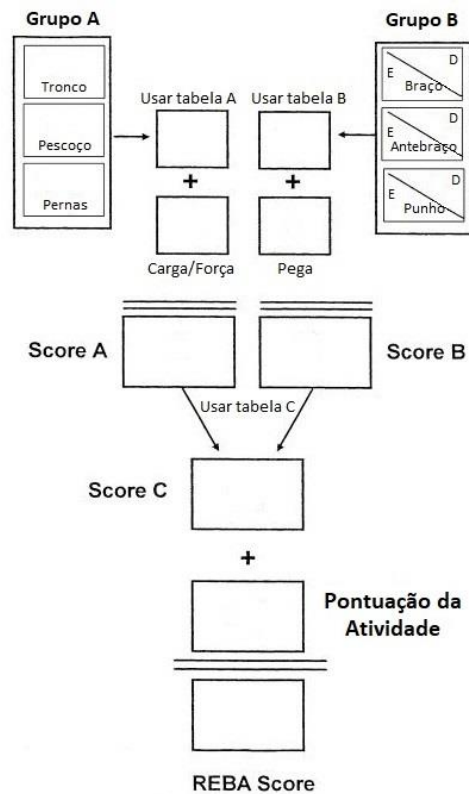
O REBA, desenvolvido em 1995 por Sue Hignett e Lynn McAtamney, é um método de análise postural do corpo inteiro, destinado a avaliar a postura em determinada tarefa e posteriormente obter um nível de risco de LME associado a essa tarefa. Este método permite a divisão do corpo em segmentos independentes, sem a necessidade de usar um referencial, onde através da posição e ângulos das articulações umas em relação às outras, juntamente com a força aplicada, o tipo de pega e a natureza da atividade (dinâmica ou estática), avalia o risco músculo-esquelético das posturas de trabalho (Hignett & Mcatamney, 2000).

Este é um método quantitativo, baseado em pontuações, e por isso, torna-se necessário a utilização de uma folha de registro (ANEXO A) e a observação das tarefas que estão a ser avaliadas, quer seja em fotografia ou em vídeo. A pontuação final do REBA é calculado através de uma matriz, onde se juntam as pontuações dos diferentes grupos A e B, como evidenciado na Figura 4.

O grupo A, constituído pela região do pescoço, tronco e pernas origina uma pontuação (*Score A*), ao qual é acrescido, se existir, uma pontuação relativamente à carga ou força aplicada. O grupo B, constituído pela região do braço, antebraço e punho, origina uma pontuação (*Score B*), ao qual é acrescido, se existir, uma pontuação relativamente à pega necessária para agarrar ou transportar uma carga. O *Score A* soma-se ao *Score B* originando uma terceira pontuação, o *Score C*, que também pode ser modificada ou não com uma pontuação dada relativamente ao tipo de atividade, isto é, se a atividade é estática ou dinâmica.

Figura 4

Cálculo das pontuações



Nota. Adaptado de Hignett e Mcatamney (2000).

No final destas somas, como se verifica na Figura 5, chega-se à pontuação final REBA (REBA Score), que está balizada entre os valores 1 e 15, sendo que cada intervalo de valores indica um respetivo nível de risco e uma recomendação de ação a ser tomada.

Figura 5

Níveis de Risco do REBA

Nível de Ação	Pontuação REBA	Nível de Risco	Ação (Incluindo futura Avaliação)
0	1	Negligenciável	Não é necessária
1	2-3	Baixo	Possivelmente necessária
2	4-7	Médio	Necessária
3	8-10	Alto	Brevemente necessária
4	11-15	Muito Alto	Imediatamente necessária

Nota. Adaptado de Hignett e Mcatamney (2000).

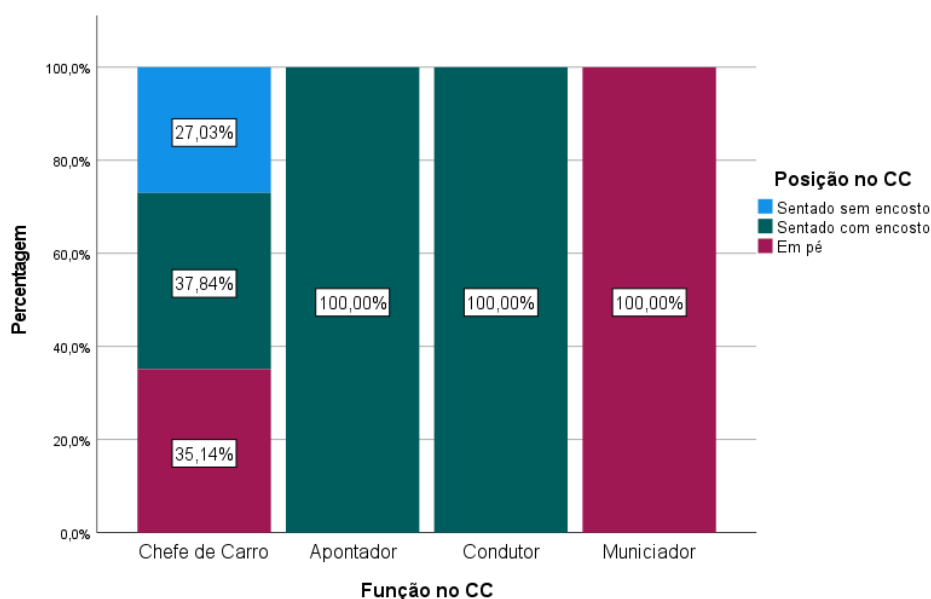
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS

6.1. Resultados do Questionário

No que diz respeito à posição, e de acordo com a Figura 6, verifica-se que o apontador e o municiador adotam a posição de sentado com encosto, que o municiador adota a postura de pé e que o chefe de carro adota as três posturas diferentes consoante o tipo de tarefa que está a desempenhar, sendo que a sua postura mais adotada é também a de sentado com encosto. Das posições que os militares adotam na postura de sentado, de acordo com o Manual de Ergonomia (Universidade Estadual de Campinas, 2001), apenas a posição n.º 1 é a correta postura para estar sentado, enquanto que as restantes posições, n.º 2, n.º 3 e n.º 4 se consideram como incorretas (APÊNDICE D).

Figura 6

Posição no CC consoante a Função no CC

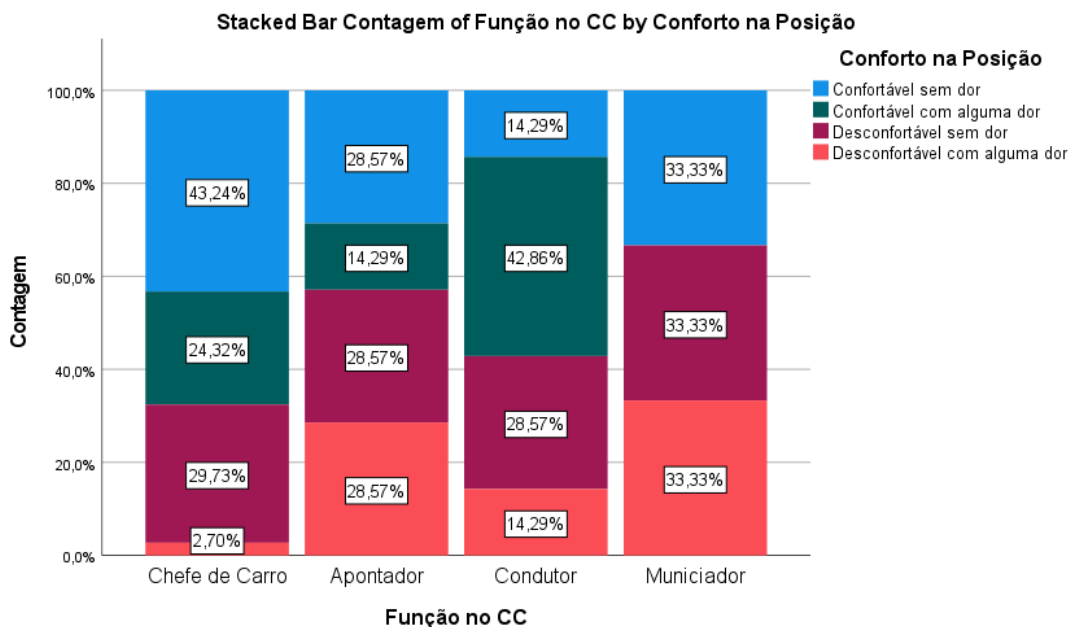


Quando confrontados sobre o conforto na sua posição e sintomatologia associada a esta, nota-se que o chefe de carro e o condutor são os que mais confortáveis estão na posição e que o municiador e o apontador são os que maior desconforto apresentam, como se verifica na Figura 7. É ainda de referir que o condutor é o que apresenta uma maior percentagem de dor associada ao conforto na sua posição dentro do seu respetivo posto de combate do CC,

e, que, associada a uma posição desconfortável, denota-se que o municiador e o apontador são os mais queixosos.

Figura 7

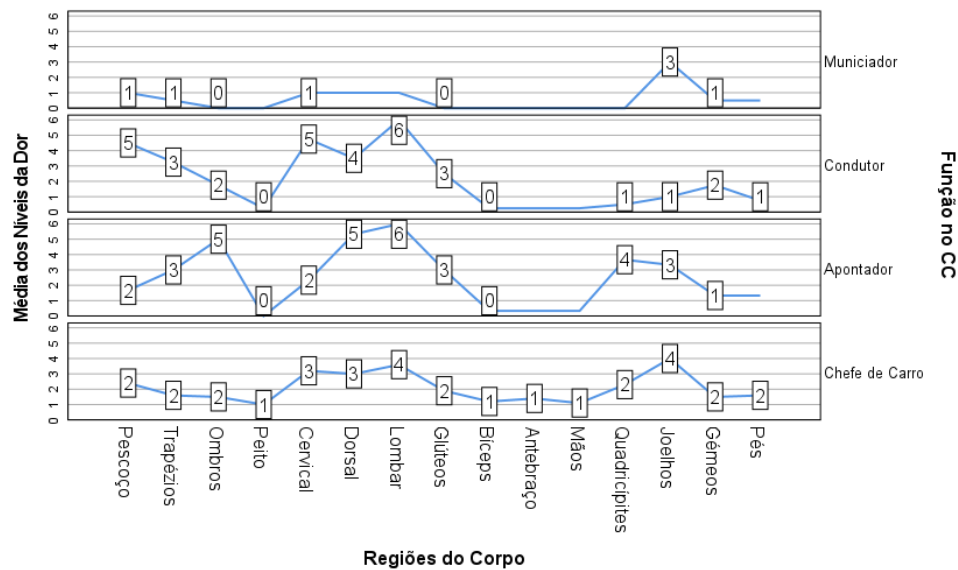
Conforto na Posição dentro do CC consoante a Função no CC



Ainda associado ao conforto na posição, relativamente aos militares que assumem dor, solicitou-se que quantificassem o nível de dor por região do corpo, como representa a Figura 8, sendo que, em média, dentro do respetivo posto de combate do CC, o municiador é mais queixoso na região dos joelhos, o condutor nas regiões da lombar, cervical e pescoço, o apontador nas regiões da lombar, dorsal e ombros, e por fim o chefe de carro apresenta maior sintomatologia nos joelhos e na lombar. No geral, tanto o chefe de carro como o municiador, apresentam-se como os membros da guarnição que menores níveis de dor têm associado ao conforto na posição, enquanto que, o apontador e o condutor apresentam níveis consideráveis de dor na parte superior do corpo.

Figura 8

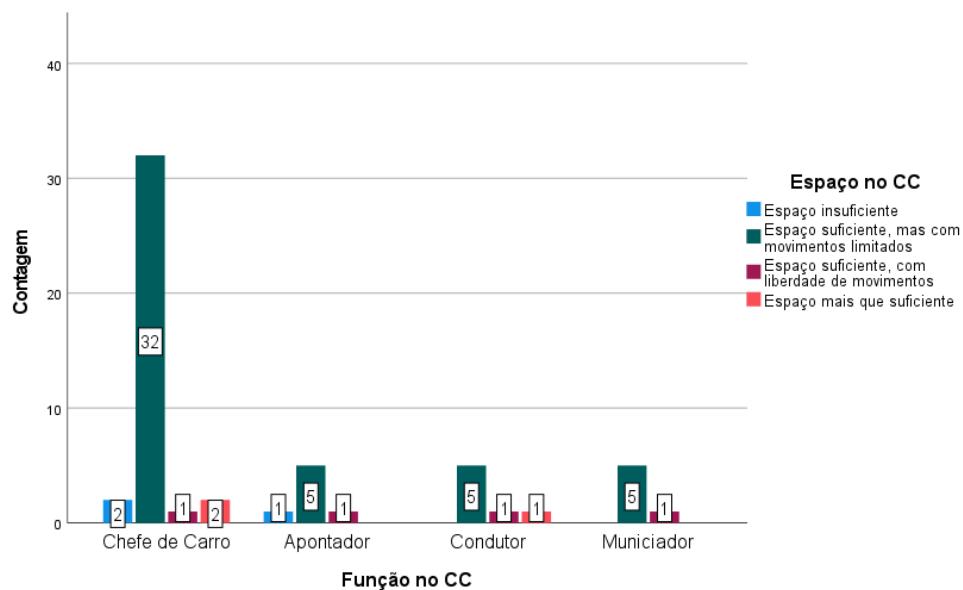
Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor na Posição



Associado ao espaço disponível para a realização dos movimentos, solicitou-se aos militares que caracterizem o seu posto de combate. Nota-se que, de acordo com a Figura 9, a maioria dos militares, em geral, considera que os seus postos de combate têm espaço suficiente, mas que se apresentam limitados na realização de movimentos.

Figura 9

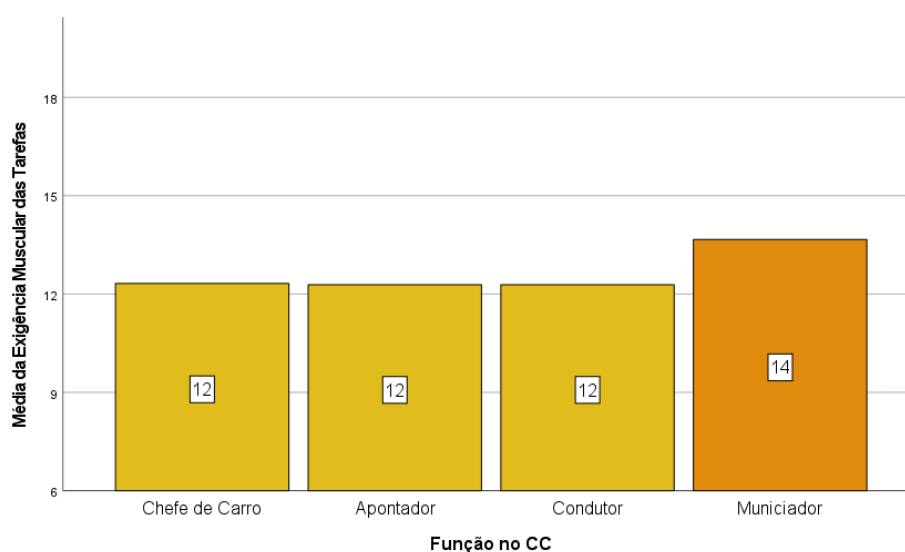
Espaço no CC consoante a Função no CC



No que diz respeito à exigência física associada ao desempenho das suas tarefas, observa-se, na Figura 10, que os militares da guarnição do CC classificam, em média, o seu trabalho como pouco exigente, sendo que os condutores, os apontadores e os chefes de carro consideram o desempenho das suas tarefas um pouco mais fácil que os municidores consideram o deles.

Figura 10

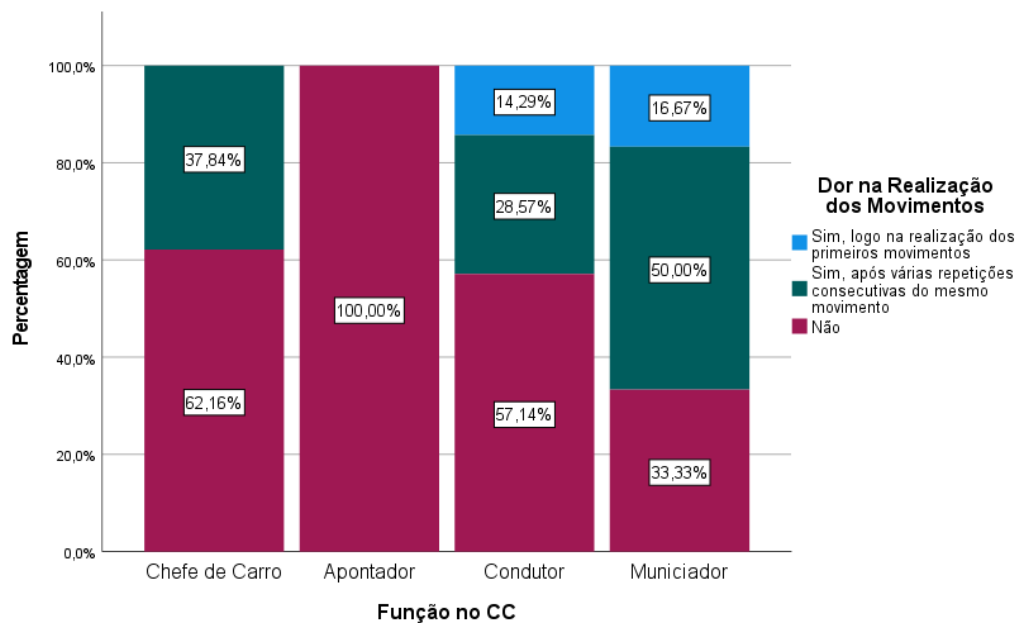
Média da Exigência Muscular consoante a Função no CC



No que diz respeito ao desempenho das suas tarefas, questionou-se aos militares sobre a dor sentida aquando os movimentos que realizam na sua execução. Como apresenta a Figura 11, o apontador é o único membro da guarnição que não apresenta dor na realização dos movimentos. O chefe de carro na maioria das vezes não apresenta dor, mas em algumas situações, após várias repetições dos mesmos movimentos, exhibe queixas. À semelhança deste, o condutor na maioria das vezes também não apresenta dor na realização dos movimentos, no entanto, quando apresenta, tanto é após várias repetições como é logo na realização dos primeiros movimentos. Já o municidor, é o que apresenta uma maior percentagem de sintomatologia associada aos movimentos que realiza nas suas tarefas, sendo que, cerca de 16% das vezes esta surge logo na realização dos primeiros movimentos e 50% das vezes esta surge após várias repetições dos mesmos movimentos.

Figura 11

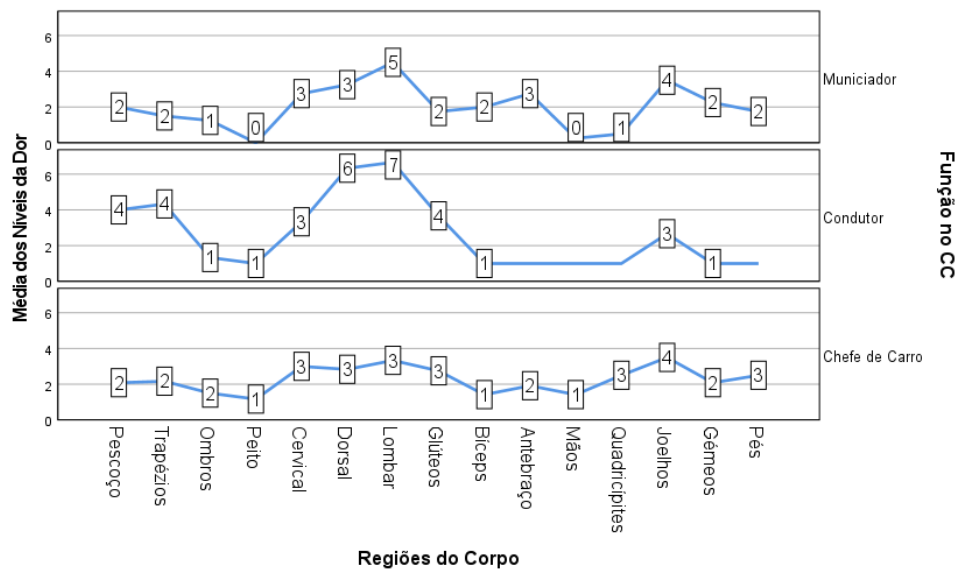
Dor na Realização dos Movimentos consoante a Função no CC



Novamente pediu-se aos militares que sentiam dor na realização dos movimentos, para a quantificarem em relação à região do corpo. De acordo com as respostas obtidas, apresentadas na Figura 12, observa-se que o condutor, em média, é o que apresenta maiores níveis de dor aquando a realização dos movimentos, sendo que as suas queixas são maioritariamente nas regiões da lombar e dorsal. Por sua vez, o municiador, em média, é mais queixoso nas regiões da lombar e dos joelhos. Já o chefe de carro, a nível geral, a média dos seus níveis de dor é baixa, tendo uma maior incidência apenas na região dos joelhos.

Figura 12

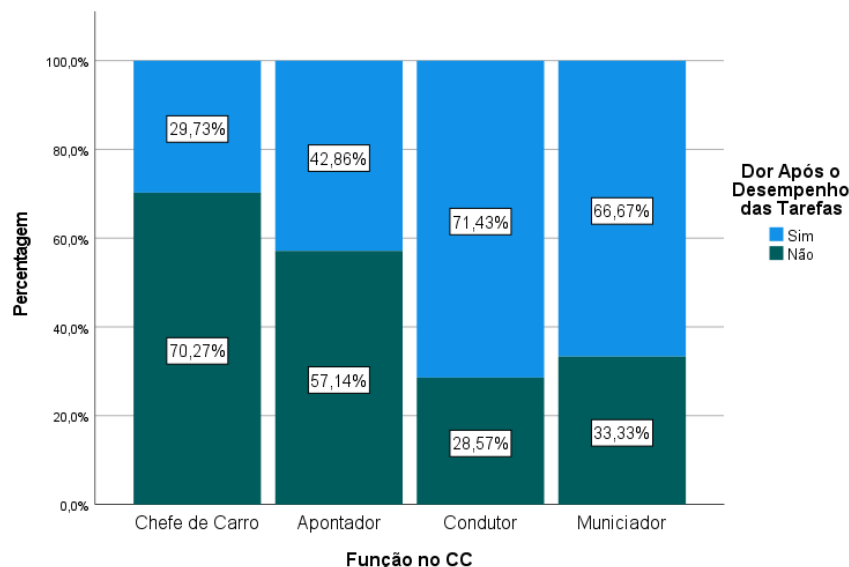
Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor na Realização de Movimentos



Quando questionados sobre a sintomatologia que sentiam após o desempenho das suas tarefas dentro do CC, nota-se que o condutor e o municiador são aqueles que maioritariamente sentem dor após a realização das suas tarefas, enquanto que o chefe de carro e o apontador são os que apresentam menos sintomatologia após a execução das tarefas, como se observa na Figura 13.

Figura 13

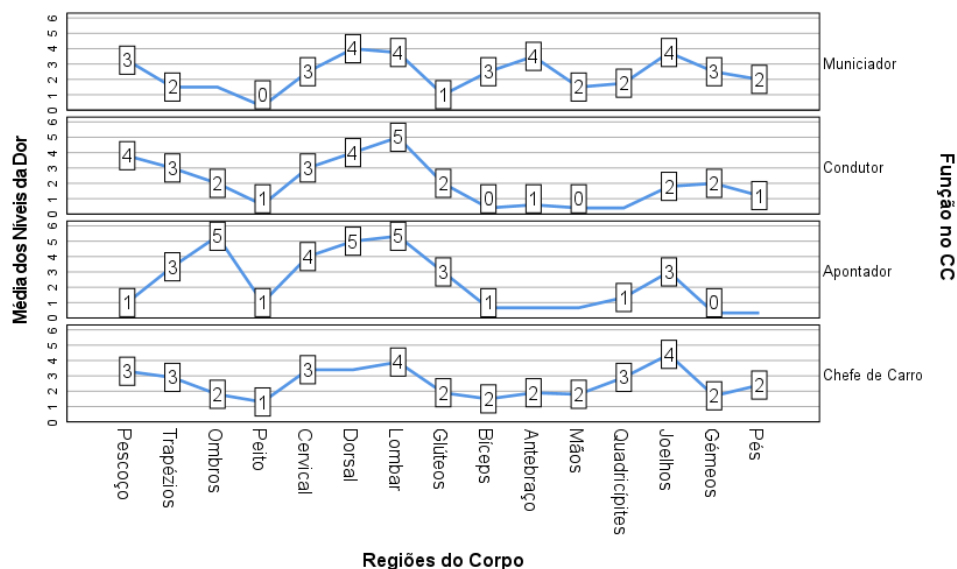
Dor Após o Desempenho das Tarefas consoante a Função no CC



Mais uma vez, pediu-se aos militares para quantificarem essa sintomatologia por região do corpo, o que permitiu verificar que o condutor, o apontador e o municionador são os que, em média, apresentam maiores níveis de dor, nomeadamente na região da coluna (cervical, dorsal e lombar) após o desempenho das suas tarefas, como apresenta a Figura 14. É ainda de referir que a região do pescoço e a região dos ombros são também regiões afetadas para o condutor e apontador, respetivamente. Já para o municionador, são também regiões críticas, a do antebraço e a dos joelhos. O chefe de carro apresenta níveis de dor baixos e constantes por todas as regiões do corpo, destacando-se as regiões da lombar e dos joelhos.

Figura 14

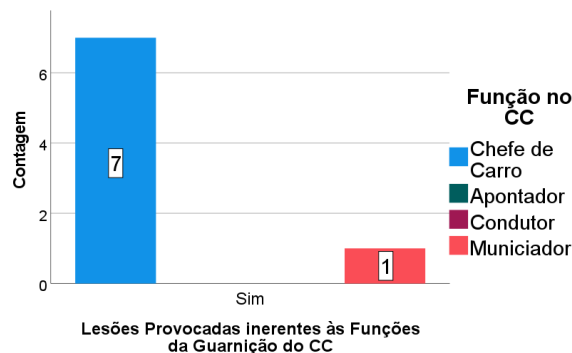
Relação entre Regiões do Corpo e Níveis de Dor Após o Desempenho das Tarefas



De forma a contextualizar a situação músculo-esquelética atual dos militares, questionou-se acerca do aparecimento de lesões provocadas no decorrer das suas tarefas enquanto membros de uma guarnição de CC *Leopard 2 A6*, onde apenas 14% dos inquiridos apresenta ter contraído lesões (APÊNDICE D), sendo que, essa percentagem corresponde a 7 chefes de carro e a 1 municionador, como evidencia a Figura 15.

Figura 15

Contagem das Funções na guarnição com Lesões provocadas inerentes às suas funções

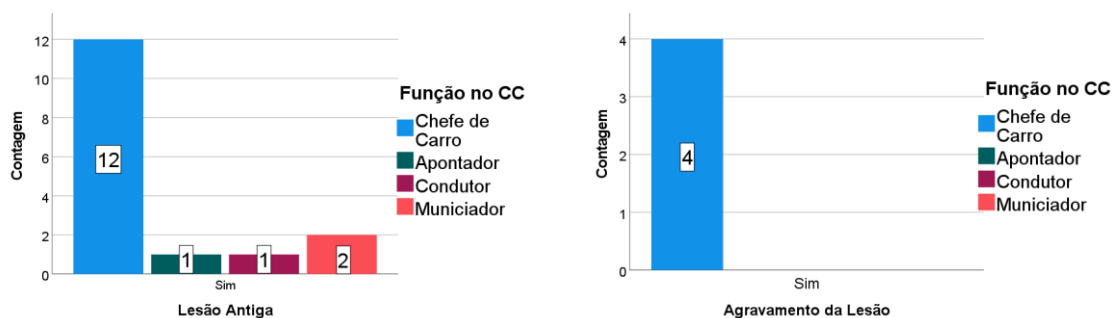


Os militares são ainda confrontados acerca da existência de lesões contraídas anteriormente ao desempenho das suas tarefas na guarnição, onde se verifica que 28% dos militares inquiridos já tinha lesões antes de desempenhar funções na guarnição do CC (APÊNDICE D), e onde, de acordo com a Figura 16 (esquerda), se verifica que, todas as funções têm, pelo menos, 1 militar que já apresentava uma lesão antiga.

Figura 16

Contagem das Funções na guarnição com Lesões Antigas não Provocadas no CC

(esquerda) e o seu Agravamento (direita)



No que diz respeito ao agravamento dessa lesão, devido ao normal desempenho das tarefas inerentes à sua função na guarnição, verifica-se que em 25% dos casos há agravamento da lesão antiga (APÊNDICE D), o que se revela ser apenas na função de Chefe de Carro, como observado na Figura 16 (direita).

6.2. Resultados da Análise Cinemática

No estudo experimental, cada um dos quatro militares realizou uma sequência de tarefas inerentes à sua função, tendo como referência uma missão de 2 horas, o que possibilitou uma divisão das tarefas em função do tempo de execução, como apresentado na Tabela 9, na Tabela 10, na Tabela 11 e na Tabela 12.

Tabela 9

Sequência de tarefas realizada pelo Apontador, divididas por tempo de execução

Tarefas do Apontador		
N.º	Descrição	Tempo (min)
1	Subida para o CC com a regra dos 3 apoios	1
2	Entrada pela escotilha do Chefe de Carro	1
3	Colocação na posição do lugar do Apontador	1
4	Colocação do apoio de costas	1
5	Ligação dos botões no computador balístico e no painel do Apontador	1
6	Ajuste das oculares e apoio de face	1
7	Sequência do tiro com os punhos do Apontador	108
8	Desvio do apoio de costas	1
9	Descida do banco	1
10	Saída da posição do Apontador	1
11	Saída do interior do CC pela escotilha do Chefe de Carro	1
12	Descida da torre para o casco do CC	1
13	Descida do CC	1

Tabela 10

Sequência de tarefas realizada pelo Chefe de Carro, divididas por tempo de execução

Tarefas do Chefe de Carro		
N.º	Descrição	Tempo (min)
1	Subida para o CC com a regra dos 3 apoios	1
2	Entrada pela escotilha do Chefe de Carro	1
3	Colocação na posição do lugar do Chefe de Carro	1
4	Observação fora do CC	40
5	Recolha do banco	1
6	Fecho da escotilha do Chefe de Carro	1
7	Observação pelo periscópio e pelo monitor do Chefe de Carro	70
8	Abertura da escotilha do Chefe de Carro	1
9	Colocação do banco na posição de observação pelo exterior	2
10	Saída do interior do CC pela escotilha do Chefe de Carro	1
11	Descida da torre para o casco do CC	0.5
12	Descida do CC	0.5

Tabela 11

Sequência de tarefas realizada pelo Municiador, divididas por tempo de execução

Tarefas do Municiador		
N.º	Descrição	Tempo (min)
1	Subida para o CC com a regra dos 3 apoios	1
2	Montagem da antiaérea no berço	2
3	Entrada pela escotilha do Municiador	1
4	Verificações à peça	2
5	Montagem do rádio	2
6	Ajuste do painel do Municiador	14
7	Abertura da culatra da peça	16
8	Abertura do bunker das munições	16
9	Retirada da munição do bunker	16
10	Introdução da munição na peça	16
11	Colocação da munição dentro da peça (Empurrar da munição)	16
12	Colocação na posição Municiador pronto (Momento do disparo)	16
13	Saída do interior do CC pela escotilha do Municiador	1
14	Descida da torre para o casco do CC	0.5
15	Descida do CC	0.5

Tabela 12

Sequência de tarefas realizada pelo Condutor, divididas por tempo de execução

Tarefas do Condutor		
N.º	Descrição	Tempo (min)
1	Subida para o CC com a regra dos 3 apoios	1
2	Entrada pela escotilha do Chefe de Carro	0.5
3	Passagem pelo lugar do Apontador	0.5
4	Entrada no lugar do Condutor	0.5
5	Colocação na posição do lugar do Condutor	0.5
6	Verificação aos extintores	1
7	Verificações ao painel do Condutor	3
8	Condução	107
9	Saída do interior do CC pela escotilha do Chefe de Carro	2
10	Descida da torre para o casco do CC	0.5
11	Descida do CC	0.5
Sequência de tarefas no caso de saída pela escotilha de emergência		
12	Retirada do encosto de costas	1
13	Abertura da escotilha de emergência do Condutor	1
14	Saída do interior do CC pela escotilha de emergência do Condutor	0.5
15	Saída de baixo do CC	0.5

Os dados cinemáticos da realização das tarefas permitiram o cálculo dos ângulos articulares do pescoço, tronco, ombros, cotovelos, joelhos e punhos para cada um dos militares em todas as tarefas que executaram. Estes ângulos foram posteriormente trabalhados e registados numa tabela, para facilitar a sua leitura e utilização no método de análise ergonómica (APÊNDICE E).

6.3. Resultados da Análise Ergonómica

A análise ergonómica foi realizada para todas as tarefas que cada militar executou, tendo sido aplicado o método do REBA para o lado esquerdo e para o lado direito do corpo dos militares. Após essa análise, para a pontuação final do REBA, escolheu-se sempre o lado que tinha a pontuação mais alta, uma vez que o que importa neste caso analisar é o maior risco de cada uma das tarefas executadas pelos quatro militares da guarnição do CC. Na Figura 17, é possível observar todos os Scores da análise ergonómica para cada uma das funções dos militares da guarnição.

Figura 17

Scores REBA dos quatro militares pertencentes à guarnição do CC Leopard 2 A6

Apontador				Chefe de Carro			
Tarefa	Score REBA E	Score REBA D	Score Final	Tarefa	Score REBA E	Score REBA D	Score Final
1	10	10	10	1	10	8	10
2	9	9	9	2	10	7	10
3	8	8	8	3	8	6	8
4	8	8	8	4	10	10	10
5	10	10	10	5	4	4	4
6	6	6	6	6	10	10	10
7	5	5	5	7	6	4	6
8	7	7	7	8	9	9	9
9	9	7	9	9	6	6	6
10	9	8	9	10	6	10	10
11	8	5	8	11	9	8	9
12	10	7	10	12	10	9	10
13	10	6	10				

Conductor				Municiador			
Tarefa	Score REBA E	Score REBA D	Score Final	Tarefa	Score REBA E	Score REBA D	Score Final
1	10	9	10	1	7	8	8
2	6	8	8	2	10	9	10
3	6	6	6	3	7	6	7
4	5	8	8	4	10	10	10
5	10	10	10	5	8	7	8
6	7	10	10	6	5	5	5
7	7	9	9	7	7	8	8
8	10	10	10	8	9	9	9
9	6	8	8	9	10	10	10
10	6	8	8	10	9	11	11
11	9	5	9	11	10	10	10
12	10	8	10	12	4	6	6
13	7	7	7	13	4	8	8
14	7	9	9	14	9	7	9
15	8	8	8	15	9	8	9

Após o cálculo do nível de risco das tarefas com o REBA, foi necessário ajustar as pontuações consoante o tempo despendido pelos militares na execução de cada uma das tarefas analisadas, tendo como finalidade a obtenção de uma pontuação de risco (*Score* de Risco) e posteriormente a identificação das tarefas mais críticas de provocarem LME em cada uma das quatro funções dos militares da guarnição. O *Score* de Risco (SR) foi obtido com base na equação (1).

$$SR_i = REBA_i \times \frac{T_i \times 100}{T_{Missão}}, (i = 1, 2, \dots, 15) \quad (1)$$

Sendo $REBA_i$ o *Score* Final do REBA, i a tarefa que está a ser analisada, T_i o tempo de execução da tarefa e $T_{Missão}$ o tempo total de duração da missão.

De forma a ser possível comparar os *Scores* de Risco das tarefas inerentes às quatro funções da guarnição do CC, calculou-se um indicador, o *Score* de Risco Normalizado (SRn), dado pela equação (2).

$$SRn_i = \frac{SR_i}{SR_{Max}} \quad (2)$$

Em que, SR_i é o *Score* de Risco acima calculado e SR_{Max} é o valor do *Score* de Risco mais elevado.

Como se pode verificar na Figura 18, este indicador permite balizar os valores do *Score* de Risco entre 1 e 100, sendo que estes intervalos têm como referência os valores dos níveis do risco do REBA e a sua proporção.

Figura 18

Níveis do Score de Risco Normalizado

Pontuação do SRn _i	Nível de Risco	Ação
1-7	Negligenciável	Não é necessária
8-20	Baixo	Possivelmente necessária
21-47	Médio	Necessária
48-67	Alto	Brevemente necessária
68-100	Muito Alto	Imediatamente necessária

Desta forma, como se observa na Figura 19, foi possível classificar as tarefas realizadas por cada um dos quatro militares pertencentes à guarnição com base no seu *Score* de Risco Normalizado e possível ação a ser tomada perante esse mesmo risco.

Figura 19

Scores de Risco Normalizados das tarefas dos militares da guarnição do CC

Apontador					Chefe de Carro				
Tarefa	Score REBA	Tempo (min)	SR	SRn	Tarefa	Score REBA	Tempo (min)	SR	SRn
1	10	1	8	2	1	10	1	8	2
2	9	1	8	2	2	10	1	8	2
3	8	1	7	1	3	8	1	7	2
4	8	1	7	1	4	10	40	333	95
5	10	1	8	2	5	4	1	3	1
6	6	1	5	1	6	10	1	8	2
7	5	108	450	100	7	6	70	350	100
8	7	1	6	1	8	9	1	8	2
9	9	1	8	2	9	6	2	10	3
10	9	1	8	2	10	10	1	8	2
11	8	1	7	1	11	9	0.5	4	1
12	10	1	8	2	12	10	0.5	4	1
13	10	1	8	2					

Condutor					Municiador				
Tarefa	Score REBA	Tempo (min)	SR	SRn	Tarefa	Score REBA	Tempo (min)	SR	SRn
1	10	1	8	1	1	8	1	7	5
2	8	0.5	3	1	2	10	2	17	11
3	6	0.5	3	1	3	7	1	6	4
4	8	0.5	3	1	4	10	2	17	11
5	10	0.5	4	1	5	8	2	13	9
6	10	1	8	1	6	5	14	58	40
7	9	3	23	3	7	8	16	107	73
8	10	107	892	100	8	9	16	120	82
9	8	2	13	1	9	10	16	133	91
10	8	0.5	3	1	10	11	16	147	100
11	9	0.5	4	1	11	10	16	133	91
12	10	1	8	1	12	6	16	80	55
13	7	1	6	1	13	8	1	7	5
14	9	0.5	4	1	14	9	0.5	4	3
15	8	0.5	3	1	15	9	0.5	4	3

CAPÍTULO 7 - DISCUSSÃO DE RESULTADOS

7.1. Análise dos Questionários

No que concerne à análise dos questionários, é possível relacionar todas as perguntas estatisticamente analisadas. Começando com a função de Condutor, pode verificar-se que a postura que ele adota no desempenho das suas funções, sentado com encosto, e a frequência em que se encontra com posturas mais incorretas, levam a uma maior queixa nas regiões da coluna e do pescoço, aquando naquela posição, e, mesmo quando tem de realizar movimentos e após o desempenho das suas tarefas, as queixas são as mesmas. Toda esta sintomatologia associada às tarefas que executa é coerente com o facto de as tarefas inerentes à sua função exigirem estar sempre na postura de sentado, pois há um maior esforço exercido em toda a coluna vertebral, afetando toda a musculatura envolvente. As dores sentidas também estão relacionadas com frequência com que adota as posturas menos corretas, pois de acordo com a Universidade Estadual de Campinas (2001) o recomendado para uma boa postura sentado é que não haja distância entre as costas e o encosto do assento de forma a criar um suporte na zona dos rins e permitir que a coluna vertebral se mantenha ereta sem que haja um descair dos ombros para a frente.

Na função de Apontador também é adotada a postura de sentado com encosto, e, no que diz respeito à frequência, esta é baixa na postura correta e elevada nas mais incorretas, o que se reflete nas queixas na posição e após o desempenho das suas tarefas principalmente nas regiões da coluna e dos ombros. Na realização de movimentos era de esperar que não houvesse sintomatologia associada uma vez que, segundo o Manual PTE 245-01 Avaliação de Guarnições de CC *Leopard 2 A6* (2020), a função do Apontador é a responsável pelo funcionamento de todos os sistemas de controlo de tiro, estando apenas focado em fazer toda a sequência que permite a execução do tiro, permanecendo sempre na mesma posição para conseguir observar através do seu sistema de pontaria.

A função de Municiador é a única onde se adota sempre uma postura de pé, que é uma postura muito mais exigente, porque requer uma maior solicitação da musculatura acabando por sobrecarregar os membros inferiores, como defendem os autores Freitas e Cordeiro (2013). Desta forma, a região dos joelhos é apontada como uma das mais críticas quando os municiadores estão na sua posição, dentro do seu posto de combate. Durante o desempenhar das suas tarefas, com a realização de movimentos, as queixas são mais acentuadas, especialmente nas regiões da dorsal e da lombar. No após desempenho das suas

tarefas, as queixas permanecem nas mesmas regiões, acrescentando a região dos antebraços. Esta sintomatologia pode ser justificada de acordo com os mesmos autores Freitas e Cordeiro (2013), que afirmam que, o facto de associado às posturas adotadas estarem envolvidos movimentos de flexão, torção e rotação, exige sempre uma maior solicitação dos segmentos corporais e musculatura envolvida, acabando por levar a um maior desgaste das articulações e, consequentemente, a uma maior sobrecarga física e uma elevada fadiga muscular.

Por fim, temos a função de Chefe de Carro que, em média, tanto na posição e realização de movimentos, como após o desempenho das tarefas, é aquela que valores mais baixos e constantes apresenta, no que diz respeito aos níveis de dor por região do corpo. No que concerne à sua posição, esta varia consoante as suas tarefas, e por isso, os chefes de carro podem tanto adotar a postura de sentado como a postura em pé, sendo que, nas posturas sentado, a frequência em que adota a postura correta é maior do que em comparação com os restantes membros da guarnição. No entanto, é de notar que estes adotam com alguma frequência a postura n.º 2, o que se relaciona com as suas dores sentidas nas regiões da cervical, da lombar e dos joelhos, tanto no adotar da sua posição no posto de combate e na realização dos movimentos, como após o desempenho das suas funções.

Ainda sobre a análise dos inquéritos por questionário, no que diz respeito ao esforço, a perceção dos militares é que, em média, as funções de Apontador, de Condutor e de Chefe de Carro são menos exigentes que a função de Municiador, e que, segundo a PSE, que permite determinar a fadiga aquando a realização de um esforço físico (Williams, 2017), as tarefas dos chefes de carro, dos apontadores e dos condutores são classificadas como perto do patamar do ‘ligeiramente cansativo’ enquanto que a dos municidores está a atingir o patamar do ‘cansativo’.

Em relação as lesões provocadas no decorrer das tarefas no CC e o agravamento de lesões antigas, verifica-se que 14% dos inqueridos já tiveram lesões provocadas inerentes à função que desempenham no CC *Leopard 2 A6*, sendo que essa percentagem remete-se para 7 chefes de carro e 1 municidor. Estes dados não se apresentam coerentes com a perceção dos militares sobre os outros aspetos questionados, no entanto, considera-se que este elevado número de chefes de carro, se deve ao facto da maior parte da amostra ter sido composta por militares com esta mesma função. Isso prende-se com o facto de que a função de Chefe de Carro é a única que permite militares dos quadros permanentes do Exército, o que garante com que estes também desempenhem as tarefas inerentes à sua função consecutivamente durante mais anos, do que os militares que desempenham as funções de Apontador, Condutor e Municidor. Toda esta questão também está vertida na questão sobre o agravamento de

lesões antigas, onde 25% dos militares inquiridos sofreu um agravamento da lesão, sendo que essa percentagem é constituída apenas por militares que desempenham a função de Chefe de Carro.

7.2. Análise Ergonómica

No que concerne aos resultados da análise ergonómica, através do método REBA, das tarefas realizadas pelos militares pertencentes a uma guarnição de CC *Leopard 2 A6* era de esperar que a pontuação final obtida fosse consideravelmente elevada para todas as tarefas, porque para a realização desta análise foi escolhida a posição mais exigente de cada uma das tarefas e o REBA é um método desenvolvido de forma a não depender de referenciais, mas sim usar a posição e os ângulos articulares uns em relação aos outros para avaliar o risco de LME (Hignett & Mcatamney, 2000). Desta forma, tarefas como ‘subida para o CC’ ou ‘entrada pela escotilha’, que são tarefas que exigem o adotar de posturas não naturais, mas, que no geral são tarefas de fácil e curta execução, apresentassem valores muito elevados. Assim sendo, após a criação do indicador *Score* de Risco Normalizado (SRn), que permitiu ter em conta o tempo despendido em cada uma das tarefas, é possível identificar-se as tarefas mais críticas e que concorrem para um maior risco de LME para cada um dos quatro militares da guarnição. Estas tarefas identificadas como mais críticas estão intimamente ligadas ao tempo de execução das mesmas, uma vez que, de acordo com IGAS (2018), a exposição repetida de um certo esforço e de uma certa postura leva a um carácter cumulativo de LME.

Desta análise constata-se que, para os condutores a tarefa mais exigente e que concorre para um maior risco de LME é a condução, estando esta associada a uma postura sentada e durante um longo período de tempo. Para os apontadores, a sua tarefa mais exigente e com maior risco de LME é a da sequência de tiro, que representa a sua principal tarefa enquanto membro da guarnição. Para os chefes de carro as tarefas que apresentam maior risco são a observação fora do CC e a observação pelo periscópio e pelo monitor do chefe de carro, pois estas tarefas exigem o adotar de posturas mais estáticas durante um maior período de tempo. Por último, para os municiadores existe um conjunto de tarefas (tarefa n.º 6 à n.º 12) que são mais exigentes e apresentam maior risco de LME, sendo estas todas as tarefas relacionadas com o muniamento da peça do CC. Os municiadores ainda apresentam outras tarefas, que, apesar de não tão exigentes como as do muniamento, também demonstram, apesar de baixo, um risco de LME que se relaciona com o facto de

que para a realização destas tarefas, e derivado à pequena dimensão do posto de combate, os municiadores tenham de adotar posturas e posições menos confortáveis para as realizar. Todas as restantes tarefas de todas as funções têm um risco considerado negligenciável, porque apesar de serem realizadas com esforço e posturas exigentes e menos corretas, o tempo que os militares despendem a realizá-las é muito baixo, o que faz com que o risco de LME, consequentemente, também seja baixo.

7.3. Relação entre as duas análises

Após estas duas análises realizadas, é possível estabelecer uma relação entre a perceção que os militares têm das suas tarefas e a exigência e risco das mesmas, onde se verifica que as tarefas, que demoram tempo na sua realização, são aquelas que prejudicam mais as regiões do corpo que os militares apontaram como tendo queixas, e que está igualmente relacionado à posição e aos movimentos que estes realizam no desempenhar dessas tarefas, pois em concordância com a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2010), os fatores relacionados com a atividade de trabalho e que envolvem fatores de risco biomecânicos são provocados pela forma como o indivíduo é afetado pelas forças, posturas e movimentos intrínsecos à realização das suas tarefas.

Esta relação está igualmente em concordância com os autores Punnett e Wegman (2004) e Uva et al. (2008), que explicam que o aparecimento de LME é provocado pela existência de um desequilíbrio entre as solicitações exigidas pela realização da tarefa e as capacidades que o indivíduo que as realiza possui. Os autores defendem que esse desequilíbrio está relacionado com fatores de stress ergonómico, nomeadamente a repetição de movimentos, a realização de esforços excessivos, a adoção de posturas não naturais, a movimentação de cargas e a exposição a vibrações. Afirmam ainda que, quanto maior for a conjugação destes fatores, maior é o risco de criar esses desequilíbrios e, consequentemente, desenvolver uma LME.

É ainda possível observar-se que a perceção dos militares sobre a exigência muscular relacionada com o desempenho das suas tarefas é coerente com o cálculo do *Score* de Risco Normalizado, sendo possível identificar, tendo em conta a tarefa e o tempo despendido na mesma, a função de Municiador e a função de Condutor como as funções mais críticas dentro de uma guarnição do CC *Leopard 2 A6*.

Para a função de Condutor, os dados dos inquéritos por questionário revelaram que estes militares apresentam, no geral, uma sintomatologia maior ao nível da coluna. Pela

análise ergonómica, consegue verificar-se que a tarefa de conduzir é a mais crítica para estes militares. A condução é uma tarefa que exige que estes estejam, durante mais tempo, sempre na mesma postura, e que adotem as mesmas posições na maior parte do tempo. A boa execução desta tarefa, e devido ao espaço do seu posto de combate, não permite aos militares aliviarem a carga da musculatura da região da coluna.

Para a função de Apontador, os dados dos questionários salientam uma maior queixa a nível da região da coluna e da região dos ombros. Pela análise ergonómica, foi possível observar que a tarefa mais crítica dos apontadores é a tarefa associada à sequência de tiro, que é aquela onde ele passa 90% do tempo de missão a realizar. Esta tarefa exige que os militares estejam sempre na mesma postura e que exerçam um esforço na musculatura da coluna e dos ombros, de forma a estarem perto do sistema de pontaria e ao mesmo tempo conseguirem movimentar, através dos punhos do apontador, a peça do CC. O pouco espaço que existe no posto de combate destes militares também não permite a liberdade de muitos movimentos, nem o adotar de outra postura ou posição, sem que comprometa o correto desempenho das suas tarefas.

Para a função de Chefe de Carro, os dados estatísticos apresentam constantes e baixos níveis de dor no geral. Essa informação juntamente à da posição e postura que eles adotam, permite deduzir que esses constantes e baixos níveis de dor se devem ao facto de os chefes de carro serem os militares da guarnição que têm mais espaço dentro do posto de combate para realizar movimentos e, conseqüentemente, ajustar a sua posição. São também a função da guarnição que possui a possibilidade de ir alternando entre a postura sentada e a postura em pé. No entanto, há regiões que se destacam como mais queixosas, sendo estas as regiões da cervical, lombar e dos joelhos. Na análise ergonómica, foram identificadas duas tarefas mais exigentes, que são aquelas onde estes militares têm de permanecer mais tempo na mesma postura e têm menos liberdade para adotar outras posições. Na tarefa de observar fora do CC (tarefa n.º 4), os chefes de carro adotam a postura de pé, o que permite associar à sua sintomatologia na região dos joelhos devido à sobrecarga que é exercida na parte inferior do corpo. Na tarefa de observar pelo periscópio e pelo monitor (tarefa n.º 7), os chefes de carro adotam a postura de sentado com uma posição muito parecida à dos apontadores, e que segundo a sua percepção, não é a forma mais correta de estar sentado, o que permite associar às maiores dores sentidas nas regiões da cervical e da lombar.

Para a função de Municador, os dados dos questionários revelam que estes militares são os que têm mais dores e os que consideram ter uma maior exigência física no desempenho das suas tarefas. A sua sintomatologia é bastante mais elevada nas regiões da

dorsal, da lombar, dos joelhos e dos antebraços. Após a análise ergonômica, verifica-se que os municiadores são os militares da guarnição com um maior número de tarefas de elevado risco de LME, sendo que estas estão associadas ao processo de municiamento da peça do CC. As posturas, as posições e os movimentos que os militares realizam no desempenho desta sequência de tarefas são mais exigentes e menos corretas, o que nos permite relacionar com a sintomatologia sentida, pois os municiadores realizam essas suas tarefas com cargas pesadas. Estes militares têm de carregar e movimentar as munições até à culatra da peça para as introduzir, o que também exige um grande esforço no ‘empurrar’ da munição para que a peça fique corretamente municiada. Desta forma, todo este conjunto de circunstâncias levam a que o risco de LME, no desempenho destas tarefas, seja mais elevado e que este seja agravado pelo número de vezes que os militares têm de realizar toda esta sequência durante uma missão. Este pressuposto é suportado pelos autores Uva et al. (2008), que afirmam que os fatores que potenciam o aparecimento de LME têm três variáveis associadas que contribuem para o aumento do risco de lesão, nomeadamente a frequência, a intensidade e a duração da exposição a esse mesmo fator de risco.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como referido no início deste trabalho de investigação, as lesões são uma das principais ameaças ao bem-estar e prontidão dos militares, e a identificação das suas causas e dos seus fatores de risco são imprescindíveis para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e mitigação dessas lesões. É conhecido também que, apesar de estes programas de prevenção e mitigação de LME serem uma prioridade de investigação, no que diz respeito diretamente aos militares que desempenham funções nos CC, estes encontram-se pouco desenvolvidos. Assim, este estudo enquadra-se na identificação dos fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas nos militares da guarnição do CC *Leopard 2 A6*, de forma a estudar o nível de risco da execução das suas tarefas dentro do CC e futuramente que mudanças podem ser implementadas para uma redução desse mesmo nível de risco. Neste contexto foi definido como principal objetivo desta investigação “analisar o grau de risco músculo-esquelético dos militares pertencentes a uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*, no desempenho das suas funções, e identificar os fatores de risco associados”, e, de forma a atingir este objetivo, foram propostos objetivos mais específicos que estão intimamente ligadas às questões de investigação lançadas.

Deste modo, sobre a QD n.º 1, **“Qual é a perceção dos militares pertencentes a uma guarnição do CC *Leopard 2 A6* acerca da exigência muscular, do conforto da sua posição no respetivo posto de combate, das posturas que assumem e dos movimentos que realizam inerentes à função, e da sintomatologia associada a estes aspetos?”**, conclui-se que os militares apresentam uma correta perceção em relação ao desempenho das suas respetivas tarefas dentro da guarnição, verificando-se que todas as posições e posturas adotadas pelos militares e sintomatologia associada corresponde aos dados obtidos pelo estudo ergonómico, havendo assim uma relação estabelecida entre os resultados dos inquéritos por questionário e a análise ergonómica das tarefas de cada um dos militares pertencentes à guarnição do CC.

Quanto à QD n.º 2, **“Qual é o nível de risco para cada uma das tarefas realizadas no desempenho das respetivas funções pelos militares de uma guarnição do CC *Leopard 2 A6*?”**, é possível constatar que apenas utilizando o método observacional REBA, o nível de risco de LME é muito elevado, no geral, para todo o tipo de tarefas realizadas por cada um dos membros da guarnição. No entanto, como era esperado tais resultados, uma vez que o método é baseado em posições dos segmentos corporais e em relações entre os diferentes

ângulos articulares nessas posições, foi necessário recorrer à variável tempo gasto em cada uma das tarefas analisadas. Desta forma, foi possível constatar que as tarefas que, apesar de exigirem dos militares um adotar de posturas menos naturais e de certa maneira mais exigentes, por serem de relativamente fácil e de rápida e curta execução, não concorrem para um risco tão elevado de LME. É ainda possível concluir que as tarefas que apresentam um alto e muito alto nível de risco de lesão são as principais e intimamente inerentes à função dos militares e ao bom cumprimento da sua missão, e que todas as outras tarefas realizadas pela guarnição aquando o desempenho das suas respetivas funções apresentam um risco considerado negligenciável, uma vez que o tempo de execução dessas mesmas tarefas é muito mais baixo em relação às de que dependem diretamente da sua função.

No que diz respeito à QD n.º 3, **“Quais são as tarefas mais críticas inerentes às funções de cada um dos militares pertencentes a uma guarnição do CC Leopard 2 A6?”**, pode concluir-se que após o cálculo do *Score* de Risco Normalizado, existem tarefas específicas que apresentam um maior risco de LME. A exigência física necessária para adotar as posturas exigidas nos postos de combate e para realizar os movimentos inerentes ao desempenho das suas funções está dependente da frequência com que se realiza os movimentos e também com a duração em que se está nas posições e posturas mais exigentes. Desta forma, as tarefas consideradas mais críticas são as tarefas onde os militares despendem mais tempo em certo tipo de posturas ou que demoram mais tempo a executar movimentos repetitivos ou a realizar esforços excessivos. No caso dos apontadores é na realização da sequência de tiro, que exige uma adoção de posturas não naturais e uma grande permanência nessa posição. No caso dos condutores, a tarefa mais crítica é a condução, tarefa inerente à sua função e como tal, é aquela onde estes militares passam a maioria do tempo a executar. No caso dos chefes de carro, as tarefas mais críticas caracterizam-se pela necessidade de adotar posturas exigentes e estáticas durante um longo período de tempo, sendo estas as tarefas de observação tanto pelo exterior do CC, como pelo periscópio e monitor do chefe de carro. Em último, no caso dos municidores, as tarefas mais críticas são as que estão intimamente ligadas ao municimento da peça do CC e que exigem a execução de movimentos repetitivos, juntamente com o manuseamento de cargas excessivas, ao mesmo tempo que adotam posturas muscularmente mais exigentes e não naturais.

Relativamente à QD n.º 4, **“Qual é a função da guarnição do Carro de Combate Leopard 2 A6 que concorre para o maior risco de contrair lesões músculo-esqueléticas?”**, identifica-se a função de Municidor como a mais exigente no que diz respeito ao desempenho físico das tarefas numa guarnição de CC, por ser a que mais fatores

de risco apresenta em simultâneo na execução das suas tarefas inerente à função. Os municiadores adotam durante todo o tempo de execução das suas tarefas a postura em pé, e além disso adotam posturas menos naturais e mais exigentes para a realização dessas mesmas tarefas e, conseqüentemente, para o cumprimento da sua missão, têm uma maior sobrecarga muscular por ser o único elemento da guarnição que tem de movimentar cargas pesadas e ao mesmo tempo executar movimentos repetitivos com essas cargas sempre para o mesmo lado, criando uma descompensação e um aumento de tensão muscular na parte superior do corpo.

Após terem sido respondidas todas as QD, é agora necessário responder àquela que é a QC desta investigação: **“Quais são os fatores e o grau de risco músculo-esquelético dos militares que fazem parte de uma guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*?”**. Chegado ao final deste trabalho de investigação é possível concluir que, após um estudo incidido nos fatores físicos biomecânicos, os militares, pertencentes às guarnições dos CC *Leopard 2 A6*, são afetados por um grande conjunto de riscos físicos definidos pela Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, sendo estes a execução de movimentos repetitivos, a adoção de posturas forçadas e estáticas quer sentado quer em pé, e a realização de esforços excessivos na movimentação e no levantamento de cargas pesadas. A exposição a todos estes fatores potencia o aparecimento de LME, sabendo que é necessário sempre equacionar outras variáveis tais como a intensidade, a frequência e a duração da exposição a estes fatores de risco. Quanto ao grau de risco músculo-esquelético, para estes militares em específico, o grau, no geral, será sempre de elevado a muito elevado, uma vez que as tarefas, que concorrem para um maior risco de aparecimento de LME, são aquelas que, segundo o Manual de Avaliação das Guarnições de CC *Leopard 2 A6*, constam como as tarefas principais para cada uma das funções desempenhadas nesse CC, e que mais associadas estão aos fatores de stress ergonómico. É importante relembrar também que, para este caso, foram analisadas as tarefas tendo em conta uma missão com a duração de 2 horas, sendo que, quanto maior for o tempo de duração de uma missão, maior vai ser o tempo despendido nessas tarefas principais, o que, conseqüentemente, fará com que as tarefas que já têm um risco muito elevado permaneçam assim classificadas e que outras tarefas que à partida em 2 horas não são tão exigentes, com o aumento do tempo, também aumentem o seu risco de provocar LME.

Como contributos desta investigação salientam-se a identificação dos fatores de risco físicos de LME, bem como a análise cinemática com recurso a IMUs e a análise ergonómica realizada aos membros de uma guarnição do CC dentro dos seus postos de combate, de forma a perceber o nível de risco que estes militares têm ao desempenhar as suas tarefas. Este

estudo apresenta-se de cariz prático e de aplicabilidade real e diária, na medida em que ao estudar os fatores que levam a lesões causadas pela execução de tarefas de grande stress físico, é possível aprofundar este tema e chegar a medidas de mitigação que levem à diminuição do número de lesões em serviço no Exército Português. Contribui, também, para que seja feita uma revisão do treino físico geral destes militares em concreto, adaptando-o às necessidades que a execução das suas tarefas exige.

Apontam-se como limitações a este estudo o tempo para a realização do trabalho de campo e os meios utilizados, na medida em que não foi possível realizar a análise cinemática dos militares da guarnição com o CC *Leopard 2 A6* em movimento, o que iria permitir estudar a influência de outros fatores, como a vibração e o ruído. O tempo de realização deste trabalho, no geral, também foi limitador no que diz respeito ao estudo da eletromiografia, principalmente nas tarefas do Municiador, uma vez que é o único que movimentava cargas pesadas.

Recomenda-se que, em trabalhos futuros, seja estudado os fatores que aqui foram identificados, mas, com o CC em movimento, aproveitando para estudar também a parte da eletromiografia no Municiador e ainda o impacto que a vibração e o ruído têm no risco músculo-esquelético dos militares da guarnição do CC *Leopard 2 A6*. De forma a complementar este estudo, seria pertinente relacionar estes fatores de risco físicos com os fatores de risco pessoais dos militares que desempenham funções na guarnição deste CC. Seria igualmente relevante estudar o risco músculo-esqueléticos dos militares nas tarefas que desempenham fora do CC antes e após a saída para uma missão, como por exemplo as tarefas nas verificações à viatura, as tarefas necessárias para a equipar com o armamento e material necessário para a missão, bem como as tarefas relacionadas com o seu municiamento em si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2007). *Introdução às lesões músculo-esqueléticas*. <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheets/71>
- Baptista, D. J. L. (2013). *A Importância da Educação Física Militar, para Ministar Treino da Guarnição de Carros de Combate* [Academia Militar]. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/7987>
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
- Branco, V. (2008). Leopard 2 A6 - O apurar da Raça. *Revista de Cavalaria*, 3ª Série(Nº 15), 26–29.
- Bullock, S. H., Jones, B. H., Gilchrist, J., & Marshall, S. W. (2010). Prevention of Physical Training-Related Injuries. *American Journal of Preventive Medicine*, 38(1S), S156–S181. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.10.023>
- Canino, M. C., Foulis, S. A., Cohen, B. S., Walker, L. A., Taylor, K. M., Redmond, J. E., & Sharp, M. A. (2020). Quantifying Training Load during Physically Demanding Tasks in U.S. Army Soldiers: A Comparison of Physiological and Psychological Measurements. *Military Medicine*. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz445>
- Chiari, L., Della Croce, U., Leardini, A., & Cappozzo, A. (2005). Human movement analysis using stereophotogrammetry: Part 2: Instrumental errors. *Gait & Posture*, 21(2), 197–211. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2004.04.004>
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190–199. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- De La Motte, S. J., Lisman, P., Gribbin, T. C., Murphy, K., & Deuster, P. A. (2017). A Systematic Review of the Association Between Physical Fitness and Musculoskeletal Injury Risk: Part 3 - Flexibility, Power, Speed, Balance, and Agility. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519>
- Exército Português. (2014). *(PTE) MT 23-2350 Carro de Combate Leopard 2 A6: Vol. Volume 1*.
- Exército Português. (2020). *PTE 245-01 Avaliação de Guarnições de CC LEOPARD 2 A6*.
- Fortin, M.-F. (1999). *O Processo de Investigação: Da concepção à realização*. Lusociência.
- Forty, G. (2009). *The Illustrated Guide to Tanks of the World*. Hermes House.

- Freitas, L. C., & Cordeiro, T. C. (2013). *Segurança e saúde do trabalho: Guia para micro, pequenas e médias empresas* (ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho (ed.)).
- Freixo, M. J. V. (2012). *Metodologia Científica: Fundamentos, Métodos e Técnicas* (4.^a ed.). Epistemologia e sociedade.
- Grooten, W. J. A., & Elin, J. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de la Salud*, 16(Special Issue), 8–38. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840>
- Haefeli, M., & Elfering, A. (2005). Pain assessment. *European Spine Journal*, 15, S17–S24. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1044-x>
- Hamill, J., & Knutzen, K. M. (2008). *Biomechanical Basis of Human Movement* (Third Edit). Lippincott Williams & Wilkins.
- Hignett, S., & Mcatamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201–205.
- Inspecção Geral das Atividades em Saúde [IGAS]. (2018). Manual de Segurança e Saúde no Trabalho. Em *Inspecção Geral das Atividades em Saúde*. https://www.igas.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/04/Manual_Seguranca_e_saude_no_trabalho.pdf
- Jones, B. H., Perrotta, D. M., Canham-Chervak, M. L., Nee, M. A., & Brundage, J. F. (2000). Injuries in the military: A review and commentary focused on prevention. *American Journal of Preventive Medicine*, 18(3 SUPPL.), 71–84. [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(99\)00169-5](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(99)00169-5)
- Krebs, E. E., Carey, T. S., & Weinberger, M. (2007). Accuracy of the Pain Numeric Rating Scale as a Screening Test in Primary Care. *Journal of General Internal Medicine*, 22(10), 1453–1458. <https://doi.org/10.1007/s11606-007-0321-2>
- Li, G., & Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), 674–695. <https://doi.org/10.1080/001401399185388>
- Lovalekar, M., Hauret, K., Roy, T., Taylor, K., Blacker, S. D., Newman, P., Yanovich, R., Fleischmann, C., Nindl, B. C., Jones, B., & Canham-Chervak, M. (2021). Musculoskeletal injuries in military personnel—Descriptive epidemiology, risk factor identification, and prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24, 963–969. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2021.03.016>
- Lovalekar, M., Sharp, M. A., Billing, D. C., Drain, J. R., Nindl, B. C., & Zambraski, E. J. (2018). International consensus on military research priorities and gaps — Survey

- results from the 4th International Congress on Soldiers' Physical Performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.028>
- Marôco, J. (2018). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (7.^a ed.). ReportNumber.
- Mvn, U. G., Biomech, M. V. N., Link, M. V. N., & Awinda, M. V. N. (2015). *MVN User Manual*.
- National Strength and Conditioning Association [NSCA]. (2017). *NSCA's Essentials of Tactical Strength and Conditioning*. 1, 28–48.
- Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation* (First Edit). Mosby.
- Nindl, B. C., Williams, T. J., Deuster, P. A., Butler, N. L., & Jones, B. H. (2013). Strategies for optimizing military physical readiness and preventing musculoskeletal injuries in the 21st century. *The United States Army Medical Department Journal*. http://www.cs.amedd.army.mil/amedd_journal.aspx
- Nissen, L. R., Guldager, B., & Gyntelberg, F. (2009). Musculoskeletal disorders in main battle tank personnel. *Military Medicine*, 174(9), 952–957. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-03-5508>
- Pombeiro, A. S. S. (2011). *A Utilização de Esquemas de Rotatividade de Tarefas na Prevenção das Lesões Músculo-Esqueléticas*. Universidade do Porto.
- Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
- Reis, F. L. (2022). *Investigação Científica e Trabalhos Académicos* (2.^a ed.). Edições Sílabo.
- Reis, E. (2009). *Estatística Descritiva* (7^a Edição). Edições Sílabo.
- Roetenberg, D., Luinge, H., & Slycke, P. (2009). Xsens MVN: Full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors. *Xsens Technologies*. www.xsens.com,
- Santos, M. (2020). Métodos para detetar o Risco de surgirem Lesões Músculo-Esqueléticas relacionadas com o Trabalho- sabemos o suficiente? *Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional*, 10, 1–66. <https://doi.org/10.31252/rpso.18.07.2020>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students* (Sixth Edit). Pearson Education.
- Seely, R. R., Stephens, T. D., & Tate, P. (2005). *Anatomia & Fisiologia* (6.^a ed.). Lusociência - Edições Técnicas e Científicas, Lda.
- Silva, O., Leal, J., Oliveira, S., & Antunes, M. (2022). Projeto de Modernização do CC Leopard 2 A6: Mid-Life Upgrade. *Atoleiros*, Nº 36, 111–116.

- Taanila, H., Suni, J. H., Kannus, P., Pihlajamäki, H., Ruohola, J. P., Viskari, J., & Parkkari, J. (2015). Risk factors of acute and overuse musculoskeletal injuries among young conscripts: a population-based cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0557-7>
- The Eastman Kodak Company. (2004). *Kodak's Ergonomic Design for People at Work* (2.^a ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Universidade Estadual de Campinas. (2001). *Manual sobre Ergonomia*. Gráfica da Universidade Estadual de Campinas. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Uva, A. S., Carnide, F., Serranheira, F., Miranda, L. C., & Lopes, M. F. (2008). Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho: Guia de Orientação para a Prevenção. Em *Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas - Direção Geral de Saúde*. Gráfica Miradouro, S.A. <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/lesoes-musculoesqueleticas-relacionadas-com-o-trabalho-pdf.aspx>
- Van Tiggelen, D., Wickes, S., Stevens, V., Roosen, P., & Witvrouw, E. (2008). Effective prevention of sports injuries: A model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 42(8), 648–652. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.046441>
- Williams, N. (2017). The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale. Em *Occupational Medicine* (Vol. 67, Número 5, pp. 404–405). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqx063>
- Yancosek, K. E., Roy, T., & Erickson, M. (2012). Rehabilitation programs for musculoskeletal injuries in military personnel. *Current Opinion in Rheumatology*, 24(2), 232–236. <https://doi.org/10.1097/BOR.0b013e3283503406>

APÊNDICES

APÊNDICE A – INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO

O presente questionário serve para fins meramente académicos, inserindo-se no estudo “Identificação de fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas na guarnição do Carro de Combate Leopard 2 A6”, que tem como objetivo analisar o grau de risco e identificar os fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas associadas às funções dos elementos de uma guarnição do Carro de Combate Leopard 2 A6.

Esse trabalho de investigação pretende observar os movimentos e posturas exigidas a cada militar da guarnição dos Carros de Combate Leopard 2 A6, e perceber, através de uma análise ergonómica desses movimentos e posturas, se estes são suscetíveis de criar lesões a médio e/ou longo prazo, para que no futuro seja possível criar medidas de mitigação que ajudem a diminuir a incidência ou a recuperar das lesões provocadas por esses mesmos fatores que serão identificados.

O principal objetivo deste questionário é conhecer a perceção que os militares, que desempenham ou já desempenharam funções numa guarnição, têm da execução das suas tarefas, tendo em conta as posturas que assumem, o conforto da sua posição dentro do Carro de Combate, os movimentos que realizam no desempenhar das suas funções e a dor associada a estes.

Não existem respostas certas ou erradas e o seu preenchimento demorará cerca de 5 minutos. Pedimos apenas que responda de forma sincera e em caso de dúvidas não hesite em colocá-las através do e-mail: damiao.bc@exercito.pt.

Declaro ter tomado conhecimento dos objetivos do questionário da participação que me é solicitada, dando o meu consentimento. Estou ciente de que a minha participação é voluntária e que posso abandonar o questionário a qualquer altura. Estou também ciente de que os dados recolhidos serão apenas utilizados para fins de investigação e que serão tratados confidencialmente.

- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo (Avançar para o fim do questionário)

Indique a sua idade:

R.: _____

Indique o seu sexo:

☐ Masculino

☐ Feminino

Indique o seu peso (em quilogramas):

R.: _____

Indique a sua altura (em centímetros):

R.: _____

Leia atentamente as perguntas e responda de forma sincera.

1. Qual é a sua função dentro da guarnição do carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

☐ Chefe de Carro

☐ Apontador

☐ Condutor

☐ Municiador

2. Em qual posição passa mais tempo no desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

☐ Sentado sem encosto

☐ Sentado com encosto

☐ Em pé (Avançar para a pergunta 4)

☐ Outro: _____

3. Na sua posição sentado, quais as posturas que adota com mais frequência?

Preencha cada postura de 1 a 4, sendo que:

1 = "Nunca"; 2 = "Poucas vezes"; 3 = "Frequentemente"; 4 = "Sempre".

* Marcar apenas uma cruz por postura.

		1	2	3	4
Posição 1		☐	☐	☐	☐
Posição 2		☐	☐	☐	☐
Posição 3		☐	☐	☐	☐
Posição 4		☐	☐	☐	☐

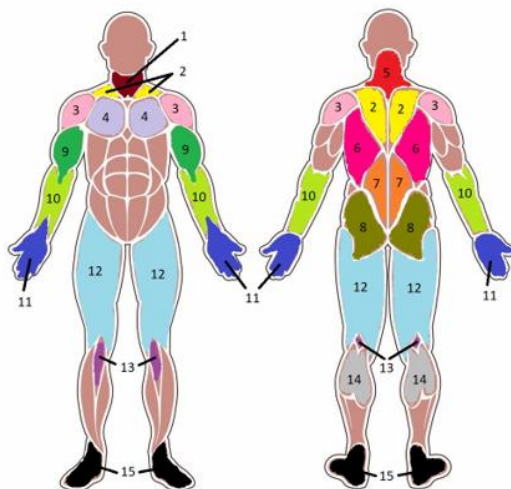
4. Como considera a sua posição dentro do carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

- ☐ Confortável sem dor (Avançar para a pergunta 6)
- ☐ Confortável com alguma dor
- ☐ Desconfortável sem dor (Avançar para a pergunta 6)
- ☐ Desconfortável com alguma dor

5. Indique, de acordo com as diferentes zonas do corpo, como considera ser o nível da dor que sente.

* Selecione apenas um nível de dor por zona do corpo.



Zona do Corpo	Nível									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - Pescoço										
2 - Trapézios										
3 - Ombros										
4 - Peito										
5 - Cervical										
6 - Dorsal										
7 - Lombar										
8 - Glúteos										
9 - Bíceps										
10 - Antebraço										
11 - Mãos										
12 - Quadríceps										
13 - Joelhos										
14 - Gêmeos										
15 - Pés										

6. Considera que tem o espaço necessário para a boa execução dos seus movimentos no desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

- ☐ Espaço insuficiente
- ☐ Espaço suficiente, mas com movimentos limitados
- ☐ Espaço suficiente, com liberdade de movimentos
- ☐ Espaço mais que suficiente

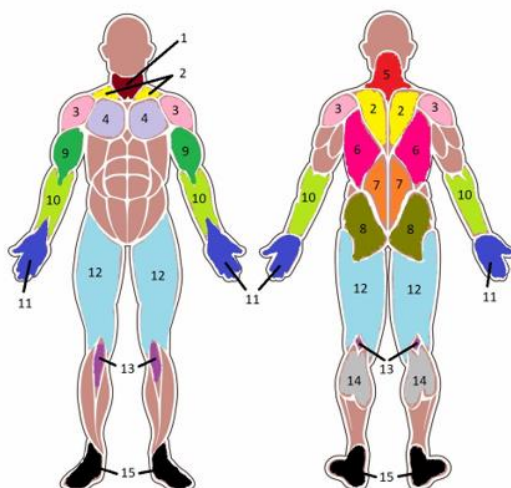
7. Aquando o desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*, sente dor na execução dos movimentos referidos anteriormente?

* Marcar apenas uma.

- ☐ Sim, logo na realização dos primeiros movimentos
- ☐ Sim, após várias repetições consecutivas do mesmo movimento
- ☐ Não (Avançar para a pergunta 9)

8. Indique, de acordo com as diferentes zonas do corpo, como considera ser o nível da dor que sente.

* Selecione apenas um nível de dor por zona do corpo.



Zona do Corpo	Nível									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - Pescoço										
2 - Trapézios										
3 - Ombros										
4 - Peito										
5 - Cervical										
6 - Dorsal										
7 - Lombar										
8 - Glúteos										
9 - Bíceps										
10 - Antebraço										
11 - Mãos										
12 - Quadríceps										
13 - Joelhos										
14 - Gêmeos										
15 - Pés										

9. Como classifica a exigência muscular associada as suas tarefas no desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

6/7	Muito Fácil	8
9	Fácil	10
11	Relativamente Fácil	12
13	Ligeiramente Cansativo	14
15	Cansativo	16
17	Muito Cansativo	18
19	Extremamente Cansativo	20
	Exaustivo	

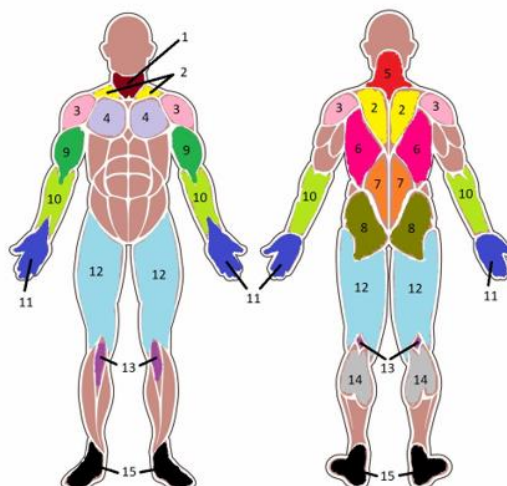
10. Sente dor depois do desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

- ☐ Sim
- ☐ Não (Avançar para a pergunta 12)

11. Indique, de acordo com as diferentes zonas do corpo, como considera ser o nível da dor que sente.

* Selecione apenas um nível de dor por zona do corpo.



Zona do Corpo	Nível									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 - Pescoço										
2 - Trapézios										
3 - Ombros										
4 - Peito										
5 - Cervical										
6 - Dorsal										
7 - Lombar										
8 - Glúteos										
9 - Bíceps										
10 - Antebraço										
11 - Mãos										
12 - Quadricípites										
13 - Joelhos										
14 - Gêmeos										
15 - Pés										

12. Já teve alguma lesão provocada no decorrer das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

☐ Sim

☐ Não

13. Já teve ou tem alguma lesão antiga que não está relacionada com desempenho das suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

☐ Sim

☐ Não (Avançar para o fim do questionário)

14. Essa sua lesão agravou com a realização das tarefas associadas às suas funções no carro de combate *Leopard*?

* Marcar apenas uma.

☐ Sim

☐ Não

Muito obrigada pela sua colaboração.

APÊNDICE B – CONSENTIMENTO INFORMADO

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Título do Estudo: Identificação de fatores de risco de lesões músculo-esqueléticas na guarnição do Carro de Combate *Leopard 2 A6*

Investigador Responsável: Aspirante de Cavalaria Beatriz Damião

E-mail: damiao.bc@exercito.pt

Orientador: Tenente Coronel de Cavalaria Rui Lucena

Eu, abaixo-assinado, declaro que:

- a) Fui informado de que a presente investigação se destina à realização de um Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) no âmbito da Motricidade Humana, sendo necessário para a recolha de dados obter imagens tridimensionais através de sensores, bem como a captação de imagens e registos vídeos;
- b) Para tal está prevista a utilização de sensores colocados nas diferentes articulações do corpo durante a realização das tarefas associadas à função, desempenhadas dentro do respetivo compartimento de combate do CC *Leopard 2 A6*, no exterior do CC e ainda dentro da torre de instrução;
- c) Está igualmente previsto a gravação e registo fotográfico de todo o processo acima referido;
- d) Foi-me garantido, no que diz respeito aos dados recolhidos, que estes serão usados para fins meramente académicos e que a identificação dos participantes nesta investigação será mantida em anonimato;
- e) Sei que a qualquer momento me posso recusar a participar ou a interromper a participação na presente investigação, sem nenhum tipo de penalização ou repercussão;

- f) Compreendi a informação suprarreferida e tive oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas.

**Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado.
Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico,
garantindo o anonimato.**

Assinatura do Participante:

Data:

___/___/___

Assinatura do Investigador:

Data:

___/___/___

APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO DAS TAREFAS

Tabela 13

Imagens Representativas das Tarefas do Apontador

N.º	N.º	N.º
1	6	11
2	7	12
3	8	13
4	9	
5	10	

Tabela 14

Imagens Representativas das Tarefas do Chefe de Carro

N.º	N.º	N.º
1	6	11
2	7	12
3	8	
4	9	
5	10	

Tabela 15

Imagens Representativas das Tarefas do Municiador

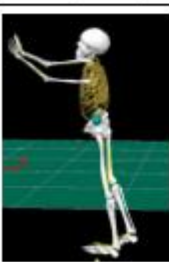
N.º	N.º	N.º
		
		
		
		
		

Tabela 16

Imagens Representativas das Tarefas do Condutor

N.º	N.º	N.º
1	6	11
2	7	12
3	8	13
4	9	14
5	10	15

APÊNDICE D – ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS QUESTIONÁRIOS

Figura 20

Frequência na Posição n.º 1 consoante a Função no CC

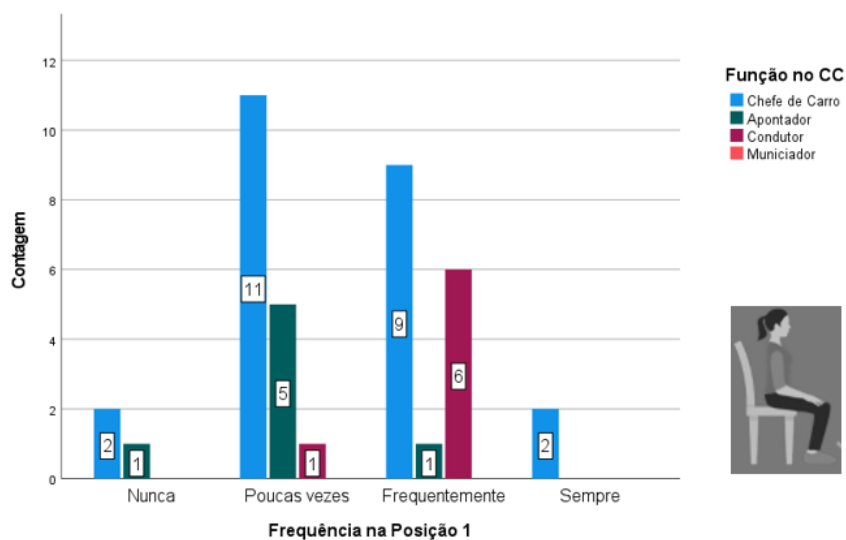


Figura 21

Frequência na Posição n.º 2 consoante a Função no CC

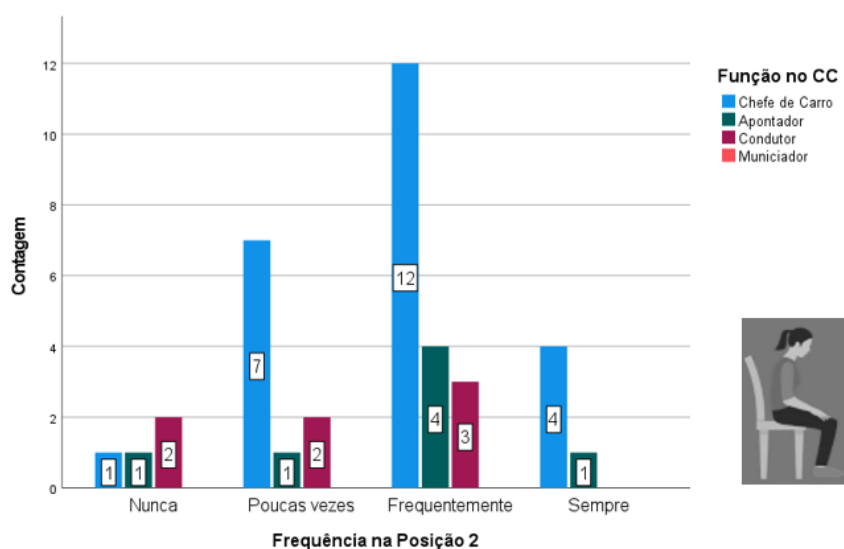


Figura 22

Frequência na Posição n.º 3 consoante a Função no CC

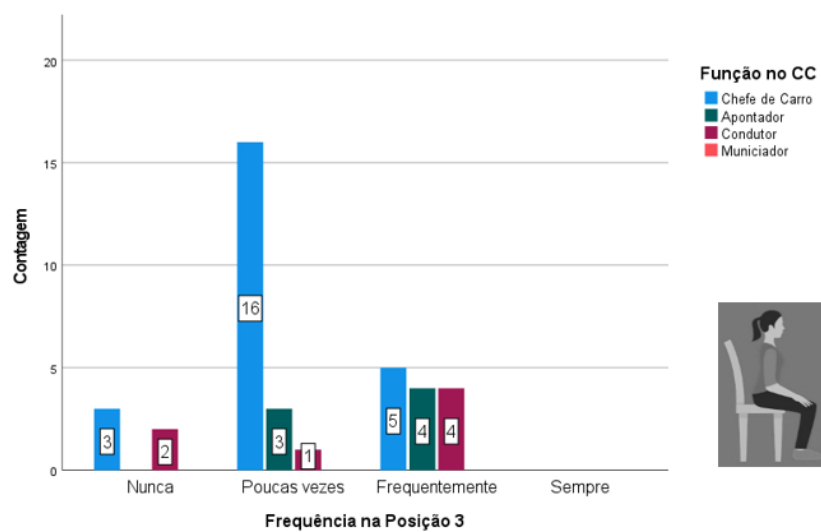


Figura 23

Frequência na Posição n.º 4 consoante a Função no CC

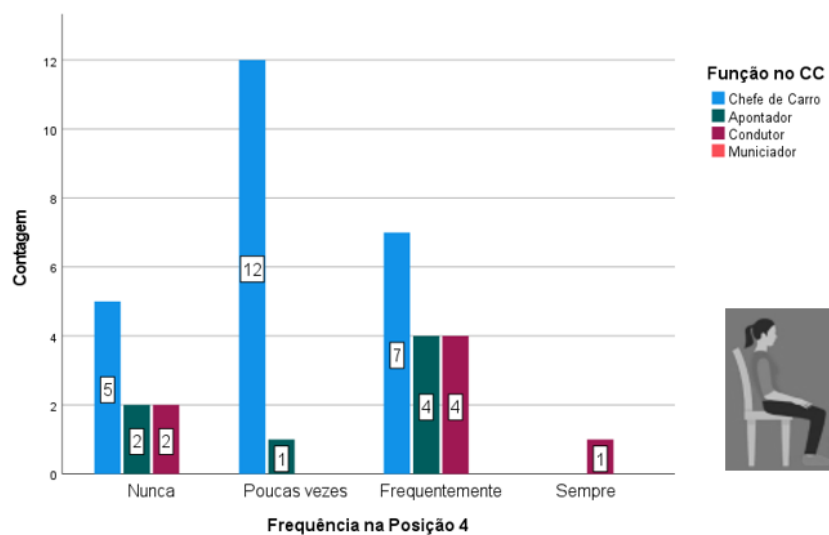


Figura 24

Percentagem de militares da guarnição com Lesões Provocadas inerentes à Função

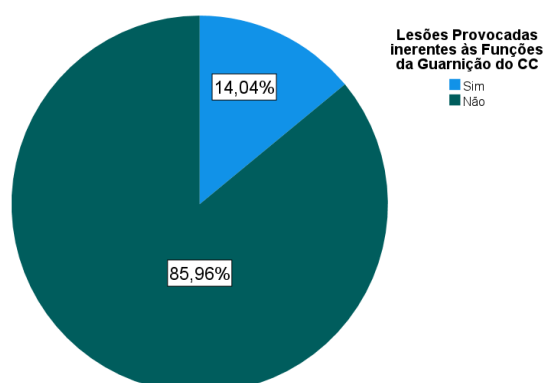


Figura 25

Percentagem de militares da guarnição com Lesões Antigas

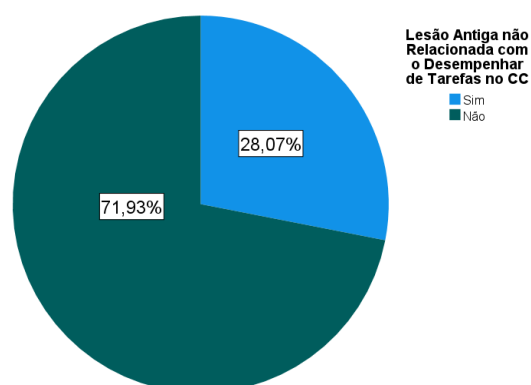
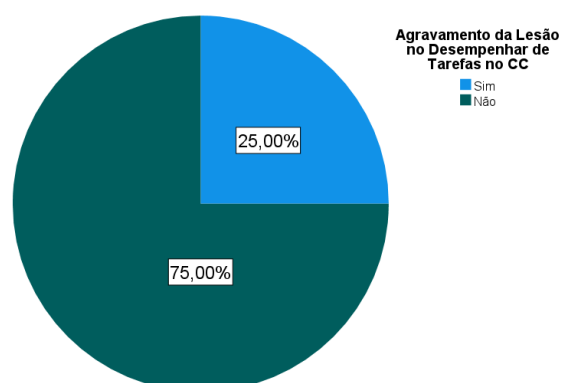


Figura 26

Percentagem de militares da guarnição com Agravamento de Lesões Antigas



APÊNDICE E – ÂNGULOS ARTICULARES

Tabela 17

Ângulos Articulares do Apontador

Nº Tarefa	Pescoço			Tronco			Lado Esquerdo						Lado Direito					
	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	Joelho		Ombro		Cotovelo	Punho		Joelho		Ombro		Cotovelo
							Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)		Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)	Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	
1	-10,89	-27,41	-2,10	6,98	-32,55	-14,85	-130,91	-36,93	-76,01	-82,07	20,58	-14,86	-27,05	-39,08	-100,52	-41,02	0,49	30,01
2	3,11	-17,47	11,18	2,59	-55,49	8,34	-130,27	-15,88	-56,66	-20,05	0,88	-16,58	-23,19	-6,74	-50,59	-19,25	10,71	-79,66
3	1,82	-44,88	20,05	4,91	-18,70	-4,11	-104,66	12,54	-49,08	-101,35	3,52	-23,02	-101,23	-0,22	-62,25	-100,98	9,10	-11,41
4	6,30	-45,63	42,37	20,63	-31,05	13,67	-107,88	20,87	-27,36	-37,87	0,51	-15,94	-101,47	12,72	-48,63	-99,06	-7,67	10,79
5	1,55	-23,39	-21,35	-0,03	-13,43	16,18	-98,62	-17,01	-51,63	-128,63	-4,58	-21,58	-90,71	4,10	-57,99	-112,55	15,83	-16,53
6	20,44	-11,22	45,55	-7,58	-10,92	8,26	-99,75	15,08	-87,90	-93,10	-3,14	-36,78	-92,61	-3,01	-16,06	-33,96	17,05	3,49
7	1,62	-14,07	-5,35	-2,92	-23,69	2,09	-98,38	-3,66	-16,37	-92,02	-27,31	-47,54	-90,34	-4,52	-26,72	-78,08	-7,04	-24,56
8	-14,15	-42,96	-2,46	6,49	-19,59	11,72	-104,87	20,71	-27,77	-52,70	-24,45	17,51	-94,60	-14,36	-5,06	-50,54	-5,52	-5,60
9	12,48	-3,00	18,31	-24,16	-40,96	-17,46	-117,64	28,20	-56,17	-104,47	-8,85	2,43	-116,40	-14,32	-29,65	-2,25	-1,77	0,81
10	-6,65	-0,40	4,76	-9,33	-25,93	-23,97	-107,28	26,82	-83,78	-71,88	-11,64	-31,26	-96,77	0,74	-86,08	-67,55	17,50	-20,79
11	3,15	-41,70	-1,79	6,61	-13,73	-12,05	-104,30	-36,39	-113,42	-67,70	-33,41	3,45	-2,30	-37,24	-112,28	-87,08	-16,77	-4,87
12	-2,71	-36,25	14,27	13,90	-36,57	20,55	-114,73	-12,11	-69,59	-40,59	-24,37	4,52	-21,62	5,16	-19,46	-44,63	6,23	-84,63
13	4,88	-44,17	2,77	7,45	-31,99	4,16	-113,10	-39,81	-129,22	-36,06	-25,19	-25,71	-6,22	-0,84	-106,95	-63,63	-4,34	36,25

Tabela 18

Ângulos Articulares do Chefe de Carro

Nº Tarefa	Pescoço			Tronco			Lado Esquerdo						Lado Direito					
	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	Joelho		Ombro		Cotovelo	Punho		Joelho		Ombro		Cotovelo
							Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)		Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)	Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	
1	2,86	25,85	-20,68	8,62	-17,59	33,41	-115,25	-36,72	-128,25	3,65	15,88	-21,75	-9,94	-29,61	-37,15	-79,30	-10,53	-106,20
2	-4,63	-7,79	15,13	-0,79	-57,12	18,43	-141,52	-13,75	-72,77	-13,83	20,10	-14,56	-32,55	-6,54	-72,10	-0,56	18,90	-96,18
3	1,92	-6,42	-19,92	-3,76	-27,14	6,33	-134,11	4,60	-63,02	-50,53	9,59	-51,25	-121,57	-28,76	11,63	-87,65	20,36	-49,85
4	10,30	16,59	0,47	-8,20	-36,81	0,74	-84,32	-48,00	-81,56	-102,00	10,81	-23,94	-57,20	-69,87	-160,96	-109,19	28,68	-16,88
5	-3,72	-16,66	-10,17	-13,06	-21,14	-52,53	-28,58	5,89	-9,26	-25,57	29,70	-77,78	-13,85	6,95	-6,02	39,39	23,96	13,25
6	8,25	-34,45	16,06	19,36	-14,97	33,79	-116,90	4,60	-51,38	-81,99	10,82	-15,88	-117,44	-32,31	100,70	-105,09	16,05	-42,88
7	-2,12	8,05	4,92	-4,27	-27,50	-3,53	-128,79	-0,01	-56,10	-89,79	11,83	-44,88	-125,97	20,62	-0,68	99,20	7,41	21,53
8	28,13	18,04	17,72	4,99	-23,75	58,39	-108,89	6,83	-98,61	-65,27	-0,39	-20,42	-101,10	1,12	95,67	-141,66	10,10	-29,49
9	-27,63	0,15	24,98	-19,37	-33,05	-30,14	-38,26	29,25	-41,16	-21,02	41,03	-40,28	-32,69	-28,07	-51,28	31,04	4,46	-44,46
10	-10,26	-11,06	10,53	-16,99	-30,96	-4,35	-24,72	-53,36	36,97	-115,69	35,02	-74,46	-130,64	-26,76	-87,36	1,42	17,41	-6,29
11	-15,57	-12,10	-2,63	10,23	-54,80	-0,06	-108,82	-11,68	-48,15	1,15	27,92	-26,48	-37,41	-24,66	-76,50	-46,05	-4,12	-29,79
12	-5,08	-0,36	11,32	-5,23	-46,33	-11,16	-125,05	-18,83	-96,70	-77,06	46,31	-51,28	-52,12	62,91	-112,47	24,61	10,26	-8,77

Tabela 19

Ângulos Articulares do Condutor

Nº Tarefa	Pescoço			Tronco			Lado Esquerdo							Lado Direito						
							Joelho	Ombro		Cotovelo	Punho		Joelho	Ombro		Cotovelo	Punho			
	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+/-) / E(-)	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+/-) / E(-)	Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)	Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)		
1	5,32	18,58	-9,88	4,27	-28,10	-14,74	-113,64	-22,22	-127,83	-44,22	13,73	-15,37	-4,97	-22,68	-52,49	-82,72	1,93	-21,71		
2	1,27	-20,54	-0,03	-5,27	-51,13	1,49	-108,69	-2,58	-49,64	-6,97	23,34	-37,42	-150,76	-22,46	-58,85	4,28	18,02	-48,91		
3	-4,34	-45,82	-6,53	-5,41	-6,98	-1,28	-114,25	4,24	-71,02	-32,50	7,76	13,68	-126,44	-34,52	-73,14	-75,84	4,31	9,73		
4	-6,67	-43,14	1,70	2,55	-8,14	-7,41	-68,52	-4,10	-26,47	-113,11	29,44	-47,01	-60,47	-46,46	-64,69	-101,30	14,30	-25,26		
5	-5,12	-28,14	11,11	15,30	-34,63	11,88	-83,50	-7,73	-68,32	-20,91	-12,81	-1,06	-62,75	-28,31	36,92	124,83	9,43	-16,56		
6	7,70	-28,25	61,55	8,96	-30,70	19,66	-47,74	-6,76	-28,78	-32,02	7,65	-10,07	-77,59	-18,08	39,76	95,06	14,67	-24,36		
7	12,79	-44,29	-43,71	-3,34	-60,26	6,04	-105,19	4,72	18,51	-83,29	-11,32	-11,29	-118,48	-11,13	-87,63	-52,75	-30,44	-25,02		
8	0,16	-36,94	-22,95	7,37	-37,44	34,69	-54,91	-27,54	-53,19	-86,45	-18,12	6,15	-56,85	-18,04	-49,52	168,91	26,54	-35,99		
9	1,64	-42,58	39,75	-10,32	-17,84	21,78	-17,09	-35,51	17,20	-117,04	-4,23	-13,45	-120,64	-3,23	56,07	-151,27	22,22	-36,31		
10	1,75	-43,69	-28,43	-11,09	-14,28	6,67	-11,90	-7,05	2,82	-14,02	12,19	-20,30	-117,89	-8,32	23,40	-40,81	4,28	-8,38		
11	4,50	-41,67	-5,50	7,12	-17,98	21,38	-129,12	0,72	-99,18	-42,55	-0,85	6,58	-18,20	-48,04	-2,77	-110,01	11,15	-27,26		
12	-5,73	-46,32	-20,62	-20,19	-36,46	-16,40	-119,62	-31,09	-24,22	-35,84	40,59	-62,25	-109,12	4,03	-3,80	-122,70	-10,99	-15,15		
13	2,58	-18,39	8,97	-5,37	-50,34	-27,96	-160,03	-3,77	-65,79	-43,71	-4,12	-1,10	-83,94	20,97	-41,11	-88,06	11,09	-18,56		
14	11,06	-65,44	4,43	-6,20	-6,55	11,61	-140,42	-40,41	-42,84	-76,49	0,91	-21,45	-103,65	-72,56	-139,57	-96,77	-14,86	-3,77		
15	-39,18	-82,07	19,43	29,93	-48,38	34,35	-82,67	44,25	-30,40	-47,21	-4,32	24,08	-105,97	-37,12	11,08	-64,74	35,21	-31,61		

Tabela 20

Ângulos Articulares do Municiador

Nº Tarefa	PESCOÇO			TRONCO			Lado Esquerdo							Lado Direito								
	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	Flexão Lateral D(-) / E(+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Torção D(+)/ E(-)	JOELHO		OMBRO		COTOVELO		PUNHO		JOELHO		OMBRO		COTOVELO		PUNHO	
							Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)	Flexão (-) / Extensão (+)	Abdução (-) / Adução (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Flexão (-) / Extensão (+)	Desvio Radial (+) / Desvio Ulnar (-)	Flexão (+) / Extensão (-)				
1	2,44	-13,05	29,24	6,34	-9,11	-10,67	-47,49	6,49	-92,83	-48,91	-22,48	-0,06	-16,28	-71,94	-129,44	-38,87	-8,82	-20,25				
2	24,95	19,64	-22,91	2,11	-48,60	4,12	-12,67	-14,06	-98,42	-6,50	-36,91	-16,28	-7,91	-8,71	-35,24	-51,17	-0,49	-21,48				
3	5,28	-33,50	2,13	10,69	-13,33	13,14	-116,19	2,12	-42,81	-92,71	-19,34	10,41	-13,58	-45,04	-45,83	-81,91	-20,02	-35,04				
4	-17,21	7,26	-14,80	-21,83	-21,46	-2,61	-33,06	0,21	-79,69	-36,47	-13,81	-6,49	-7,56	-32,27	-107,35	-89,12	-27,30	-18,83				
5	5,42	24,39	-4,63	11,16	9,60	-15,40	4,52	-16,66	-110,74	-24,70	-12,00	-24,80	-18,12	-2,66	-92,16	-41,55	-13,61	-43,07				
6	-3,57	18,57	26,36	2,19	12,18	-17,69	-5,00	-34,01	-84,26	-68,03	-23,77	-1,54	-16,48	-2,74	-77,31	-37,78	-6,02	-31,82				
7	7,87	-33,94	-28,15	5,11	-12,79	11,11	-13,45	-10,32	-10,91	-50,45	-28,72	-6,50	-38,78	-41,57	3,56	-78,49	-22,88	-30,29				
8	-0,97	-26,72	26,37	9,22	6,88	7,26	-2,54	-38,96	-112,98	-84,73	-26,49	-27,00	-31,12	-37,85	-64,92	-39,36	-7,81	0,45				
9	-8,67	-1,58	-30,83	-2,01	10,74	9,00	-19,39	-23,57	-47,32	-63,64	-17,86	-7,38	-11,55	-16,94	14,65	-65,03	-10,42	-33,53				
10	3,95	-10,22	-47,31	12,92	22,31	8,36	-3,12	-7,57	-19,28	-82,38	-16,35	-12,04	0,87	-55,74	19,87	-80,23	-18,35	-40,67				
11	24,57	-17,20	-11,59	-9,14	5,07	-14,69	-13,41	-27,21	-18,19	-114,45	-13,21	12,73	-26,79	-18,85	-49,31	-77,14	3,89	-77,33				
12	1,39	-1,58	26,08	-7,74	6,97	5,20	-28,92	-49,17	-65,31	-80,93	-18,24	-6,96	-2,42	-63,40	-49,21	-17,63	-16,36	-43,51				
13	1,80	-25,01	2,78	-2,48	-12,41	9,09	-9,33	-3,17	-64,31	-73,33	-37,07	9,84	-70,30	-53,40	-77,77	-82,85	-24,50	-32,96				
14	17,41	-9,98	29,37	-13,78	-50,26	26,13	-132,18	-9,81	-51,50	-29,33	-24,80	-2,35	-114,09	-21,31	-18,67	0,52	3,53	-34,94				
15	-0,70	-15,76	54,53	-9,12	-21,19	-7,65	-32,82	-22,87	-99,54	-25,54	-25,26	-5,57	-26,37	-10,15	-91,86	-61,59	3,63	-41,63				

ANEXOS

ANEXO A – FOLHA DE REGISTO DO REBA

Figura 27

Folha de Registo do REBA

REBA Employee Assessment Worksheet

Task Name: _____ Date: _____

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

1 0-20° 2 20°-45° 3 45°-90°

Neck Score: _____

Step 1a: Adjust...
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position

1 0° 2 0°-20° 3 20°-60° 4 60°+

Trunk Score: _____

Step 2a: Adjust...
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs

1 Both legs down 2 One leg raised 3 30°-60° 4 60°+

Leg Score: _____

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, Locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score

If load < 11 lbs.: +0
If load 11 to 22 lbs.: +1
If load > 22 lbs.: +2
Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

Force / Load Score: _____

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

Score A: _____

Scoring
1 = Negligible Risk
2-3 = Low Risk. Change may be needed.
4-7 = Medium Risk. Further Investigate. Change Soon.
8-10 = High Risk. Investigate and Implement Change
11+ = Very High Risk. Implement Change

Table A

	Neck											
	1				2				3			
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk	1	1	2	3	1	1	2	3	1	2	3	4
Posture	2	2	3	4	3	4	5	6	4	5	6	7
Score	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9

Table B

	Lower Arm					
	1			2		
Wrist	1	2	3	1	2	3
Upper Arm	1	1	2	2	1	2
Score	2	1	2	3	2	3
	3	3	4	5	4	5
	4	4	5	6	5	6
	5	6	7	8	7	8
	6	7	8	8	8	9

Table C

	Score B											
Score A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:

1 20°-20° 2 20° 3 20°-45° 4 45°-90°

Upper Arm Score: _____

Step 7a: Adjust...
If shoulder is raised: +1
If upper arm is abducted: +1
If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position:

1 60°-100° 2 0°-60° 3 100°+

Lower Arm Score: _____

Step 9: Locate Wrist Position:

1 15°-15° 2 15°+ 3 15°+

Wrist Score: _____

Step 9a: Adjust...
If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score

Well fitting Handle and mid range power grip, **good: +0**
Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part, **fair: +1**
Hand hold not acceptable but possible, **poor: +2**
No handles, awkward, unsafe with any body part, **unacceptable: +3**

Coupling Score: _____

Step 12: Score B, Find Column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Score B: _____

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
+1 Action causes rapid large range changes in postures or unstable base

Activity Score: _____

Table C Score + Activity Score = REBA Score

Original Worksheet Developed by Dr. Alan Hedge. Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205