



JOÃO FRANCISCO MENDES QUENTAL VALENTE

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

# AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO TRABALHO NO SETOR DE ENCHIMENTO DE UMA INDÚSTRIA DE GASES INDUSTRIAIS

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa  
setembro, 2023





# AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO TRABALHO NO SETOR DE ENCHIMENTO DE UMA INDÚSTRIA DE GASES INDUSTRIAIS

JOÃO FRANCISCO MENDES QUENTAL VALENTE

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Orientadora:** Doutora Ana Teresa Martins Videira Gabriel  
Professora Auxiliar Convidada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

## **Júri:**

**Presidente:** Doutora Isabel Maria do Nascimento Lopes Nunes,  
Professora Associada com Agregação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

**Arguentes:** Doutora Filipa Catarina Vasconcelos da Silva Pinto Marto Carvalho, Professora Auxiliar da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa

**Orientadora:** Doutora Ana Teresa Martins Videira Gabriel, Professora Auxiliar Convidada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa.



## **AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO TRABALHO NO SETOR DE ENCHIMENTO DE UMA INDÚSTRIA DE GASES INDUSTRIAIS**

Copyright © João Francisco Mendes Quental Valente, Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero deixar um enorme agradecimento à minha orientadora, Professora Ana Teresa Gabriel por toda a disponibilidade e orientação que ofereceu no desenvolvimento desta dissertação.

Um grande obrigado à Eng<sup>a</sup> Susana Marques por me ter permitido este desafio, por me receber nas instalações da empresa e por todo o seu apoio e orientação ao longo do estudo.

Um grande agradecimento geral também à empresa e a todos os funcionários com que me cruzei pela forma como me receberam. Um especial obrigado aos trabalhadores do setor do enchimento pela sua contribuição ao desenvolvimento deste estudo e pela sua constante disponibilidade e boa disposição.

Quero também agradecer à Professora Cláudia Ollay e ao Professor Flávio Kanazawa pelos conselhos e conhecimentos transmitidos que foram muito importantes para a interpretação do estudo.

Por último, um enorme agradecimento à minha família e amigos que sempre me apoiaram nesta jornada.



## RESUMO

Um dos desafios mais prementes no âmbito da saúde ocupacional são as lesões músculo-esqueléticas, sendo a sua relevância ampliada devido aos impactos que têm na saúde dos trabalhadores. Este cenário emergente despertou uma consciência crescente tanto nas empresas quanto nos trabalhadores sobre os potenciais impactos adversos que as lesões músculo-esqueléticas podem ter.

No contexto atual, enfatiza-se a importância da Ergonomia para a redução do risco subjacente ao desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Ao longo dos anos, diversos métodos foram desenvolvidos para analisar variados tipos de tarefas, com base nas características do posto de trabalho e do trabalhador. Esses métodos produzem resultados valiosos que permitem identificar fatores de risco e quantificar o nível de risco enfrentado pelos trabalhadores. Este conhecimento é fundamental para suportar a implementação de medidas de intervenção ergonômica adequadas em contextos específicos.

O propósito primordial dessas medidas é a redução do risco de LMERT, se não a sua eliminação completa, visando, assim, melhorar as condições de saúde e o conforto dos trabalhadores no ambiente laboral.

Dada a relevância deste tema, foi realizado um estudo no setor do enchimento, nas instalações de uma empresa de gases industriais. O principal objetivo, passou pela aplicação de métodos ergonômicos de análise e avaliação do risco nas tarefas identificadas como críticas no processo de atividades do setor.

As tarefas críticas foram identificadas através de inúmeras observações ao local de trabalho juntamente com várias entrevistas informais e a elaboração de um questionário que foi aplicado aos trabalhadores, de forma a obter o *feedback* necessário. Com efeito, com o auxílio de uma pesquisa bibliográfica, selecionaram-se os métodos ergonômicos a aplicar em cada tarefa considerada crítica.

Analisando os resultados obtidos através destes métodos, efetuou-se uma análise comparativa que permitiu obter o nível de risco a que os trabalhadores estavam sujeitos, do qual se conclui que as posturas inadequadas são o fator de risco mais crítico e presente no processo de atividades. Com efeito, puderam ser propostas medidas de melhoria de

engenharia, de cariz organizacional e medidas adicionais. A implementação destas medidas visa a redução do nível de risco associado às tarefas em análise, procurando garantir o bem-estar e a saúde dos trabalhadores.

**Palavas chave:** Ergonomia, Lesões músculo-esqueléticas, Avaliação do Risco, Movimentação de garrafas, RULA, REBA, OWAS, SI, KIM, MAC, Guia de *Mital*, Modelo de *Shoaf*.

## ABSTRACT

One of the most pressing challenges in the field of occupational health is musculoskeletal injuries, and their relevance is magnified due to the impacts they have on workers' health. This emerging scenario has sparked a growing awareness among both companies and workers of the potential adverse impacts that musculoskeletal disorders (MSDs) can have.

In the current context, the importance of Ergonomics in analysing and reducing the risk underlying the development of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) is emphasised. Various methods have been developed to analyse different types of tasks, based on the characteristics of the workplace and the worker. These methods produce valuable results that make it possible to identify risk factors and quantify the level of risk faced by workers. This knowledge is essential to support the implementation of appropriate ergonomic intervention measures in specific contexts.

The primary purpose of these measures is to reduce the risk of WMSD, if not eliminate it completely, thus aiming to improve the health conditions and comfort of workers in the labour environment.

Given the relevance of this topic, a study was carried out in the filling sector, on the premises of an industrial gases company. The main objective was to apply ergonomic methods to analyse and assess risk in the tasks identified as critical in the process of the sector's activities.

The critical tasks were identified through numerous observations of the workplace along with several informal interviews and the drafting of a questionnaire that was administered to the workers in order to obtain the necessary feedback. With the help of a literature search, the ergonomic methods to be applied to each critical task were selected.

By analysing the results obtained through these methods, a comparative analysis was carried out which made it possible to obtain the level of risk to which the workers were subject, from which it can be concluded that inadequate postures are the most critical risk factor present in the activity process. As a result, engineering improvement measures, organisational measures and additional measures were proposed. The implementation of

these measures aims to reduce the level of risk associated with the tasks being analysed, in an attempt to guarantee the well-being and health of the workers.

**Keywords:** Ergonomics, Musculoskeletal disorders, Risk Assessment, Cylinder manipulation, RULA, REBA, OWAS, SI, KIM, MAC, Mital, Shoaf

# ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Índice.....	xi
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas .....	xvii
Siglas.....	xix
1 Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Metodologia .....	3
1.4 Estrutura da dissertação .....	3
2 Fundamentos teóricos.....	5
2.1 Ergonomia .....	5
2.2 LMERT .....	6
2.2.1 Caracterização e classificação das LMERT .....	7
2.2.2 Principais fatores de risco associados às LMERT .....	9
2.2.3 Impactos e custos associados às LMERT.....	10
2.3 Contexto legislativo.....	11
2.4 Medidas de controlo do risco.....	13
2.4.1 Medidas de Engenharia .....	14
2.4.2 Medidas Organizacionais e Administrativas .....	15

2.4.3	Equipamentos de Proteção Individual .....	15
2.5	Metodologias de análise e avaliação do risco.....	16
2.5.1	Metodologias de nível I .....	17
2.5.2	Metodologias de nível II.....	18
2.5.3	Metodologias de nível III.....	21
3	Metodologia do estudo.....	23
3.1	Descrição da Metodologia.....	23
3.2	Questionário.....	25
3.3	Seleção dos métodos de avaliação ergonómica.....	26
3.3.1	RULA.....	26
3.3.2	REBA .....	27
3.3.3	OWAS.....	28
3.3.4	SI .....	29
3.3.5	MAC .....	30
3.3.6	Modelo de <i>Shoaf</i> .....	31
3.3.7	Guia de Mital.....	33
3.3.8	KIM-PP.....	35
4	Caracterização da empresa e processo produtivo .....	37
4.1	Descrição da empresa .....	37
4.2	Descrição do processo produtivo no setor do enchimento .....	38
4.3	Caracterização da Amostra .....	41
4.4	Caracterização do contexto de trabalho .....	43
4.5	Descrição das tarefas.....	48
4.6	Identificação das Sub-tarefas críticas.....	53
5	Apresentação e Discussão dos Resultados .....	55
5.1	Sub-tarefas B12, C10 e E4.....	55
5.1.1	Aplicação do RULA .....	55
5.1.2	Aplicação do <i>Strain Index</i> .....	56
5.1.3	Comparação entre RULA e SI.....	57

5.2	Sub-tarefas B3, B7, C4, C6.....	58
5.2.1	Aplicação do RULA .....	58
5.2.2	Aplicação do <i>Strain Index</i> .....	59
5.2.3	Comparação entre RULA e SI.....	60
5.3	Sub-tarefas A2, C8 e E2.....	61
5.3.1	Aplicação do OWAS .....	61
5.3.2	Aplicação do RULA .....	62
5.3.3	Aplicação do REBA .....	63
5.3.4	Comparação entre RULA, REBA e OWAS .....	64
5.4	Sub-tarefas A3, C3, C7, D3 e E1 (garrafas pequenas).....	65
5.4.1	Aplicação do MAC .....	66
5.4.2	Aplicação do Modelo de <i>Shoaf</i> .....	67
5.4.3	Aplicação do Guia de <i>Mital</i> .....	70
5.4.4	Comparação do MAC, Modelo de <i>Shoaf</i> e Guia de <i>Mital</i> .....	72
5.5	Sub-tarefas A3, C3, C7, D3 e E1 (garrafas grandes).....	73
5.5.1	Aplicação do KIM-PP.....	74
5.5.2	Aplicação do Guia de <i>Mital</i> .....	75
5.5.3	Comparação do KIM-PP e Guia de <i>Mital</i> .....	77
6	Propostas de melhoria .....	79
6.1	Medidas de Engenharia.....	79
6.2	Medidas organizacionais.....	80
6.3	Medidas adicionais.....	81
7	Conclusão .....	83
7.1	Síntese conclusiva.....	83
7.2	Limitações.....	85
7.3	Sugestões de trabalho futuro .....	85
	Bibliografia .....	87
	Apêndice A Questionário de caracterização da amostra.....	93
	Anexo A Folha de Pontuação RULA.....	99

Anexo B Folha de Pontuação REBA .....	101
Anexo C Folha de Pontuação OWAS .....	103
Anexo D Folha de Pontuação SI.....	105
Anexo E Folhas de Pontuação MAC.....	107
Anexo F Folha de Pontuação KIM-PP .....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Hierarquia das medidas de prevenção e proteção do risco .....	14
Figura 2.2 - Caracterização dos métodos segundo a especificidade .....	17
Figura 3.1 - Esquema da metodologia utilizada.....	24
Figura 4.1 - Fluxograma do processo de atividades do setor do enchimento .....	41
Figura 4.2 - Layout completo da fábrica.....	44
Figura 4.3 - Zona de Triagem.....	45
Figura 4.4 - Layout da Zona de Triagem.....	45
Figura 4.5 - Zona de enchimento.....	46
Figura 4.6 - Layout da zona de Enchimento .....	47
Figura 4.7 - Layout da zona de <i>Picking</i> e Acondicionamento .....	48
Figura 6.1 - Cinta de aperto retrátil automático recomendada.....	80
Figura A.1 - Folha de pontuação RULA.....	99
Figura B.1 - Folha de Pontuação REBA .....	101
Figura C.1 - Pontuação OWAS segundo a postura efetuada .....	103
Figura C.2 - Pontuação final do OWAS.....	104
Figura D.1 - Folha de Pontuação SI.....	105
Figura E.1 - Pontuação MAC referente à frequência de transporte .....	107
Figura E.2 -Fluxograma MAC para tarefas do tipo transportar .....	108



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - LMERT desenvolvidas em cada região anatómica.....	8
Tabela 2.2 - Principais legislações portuguesas direcionadas à prevenção de LMERT.....	12
Tabela 2.3 - Caracterização dos métodos de nível II utilizadas neste estudo .....	18
Tabela 3.1 - Níveis de risco do RULA.....	27
Tabela 3.2 - Níveis de risco do REBA .....	28
Tabela 3.3 - Níveis de risco do OWAS.....	28
Tabela 3.4 - Níveis de classificação dos parâmetros da método SI.....	29
Tabela 3.5 - Multiplicadores dos parâmetros do SI .....	30
Tabela 3.6 - Níveis de risco do SI.....	30
Tabela 3.7 - Níveis de risco final do MAC .....	31
Tabela 3.8 - Interpretação do nível de risco associado ao IPS/IPR.....	33
Tabela 3.9 - Níveis de ação do KIM .....	35
Tabela 4.1 - Caracterização da amostra .....	42
Tabela 4.2 - Descrição da tarefa de Triagem.....	49
Tabela 4.3 - Descrição da tarefa de Enchimento.....	49
Tabela 4.4 - Descrição da tarefa de Enchimento CO2.....	50
Tabela 4.5 - Descrição da tarefa de Armazenamento .....	50
Tabela 4.6 - Descrição da tarefa de Picking.....	51
Tabela 4.7 - Fatores de Risco das sub-tarefas.....	51
Tabela 5.1 - Aplicação do RULA. ....	56
Tabela 5.2 - Aplicação do SI. ....	57
Tabela 5.3 - Níveis de risco das sub-tarefas B12, C10, E4.....	58
Tabela 5.4 - Aplicação do RULA. ....	59
Tabela 5.5 - Aplicação do SI. ....	60
Tabela 5.6 - Níveis de risco das sub-tarefas B3, B7, C4 e C6.....	61
Tabela 5.7 - Aplicação do OWAS. ....	62
Tabela 5.8 - Aplicação do RULA .....	62

Tabela 5.9 - Aplicação do REBA.....	63
Tabela 5.10 - Níveis de risco das sub-tarefas A2, C8 e E2.....	64
Tabela 5.11 - Parâmetros necessários para o cálculo das frequências.....	65
Tabela 5.12 - Aplicação do MAC.....	66
Tabela 5.13 - Aplicação do Modelo de <i>Shoaf</i> (média).....	67
Tabela 5.14 - Aplicação do Modelo de <i>Shoaf</i> (mais pesado).....	68
Tabela 5.15 - Aplicação do Modelo se <i>Shoaf</i> (menos pesado).....	69
Tabela 5.16 - Aplicação do Modelo de <i>Shoaf</i> (menos novo).....	69
Tabela 5.17 - Aplicação do Modelo de <i>Shoaf</i> (mais novo).....	70
Tabela 5.18 - Multiplicadores de ajustamento.....	71
Tabela 5.19 - Aplicação do Guia de <i>Mital</i> para ambas as frequências.....	71
Tabela 5.20 - Níveis de risco referentes à movimentação de garrafas pequenas.....	72
Tabela 5.21 - Aplicação do KIM.....	75
Tabela 5.22 - Aplicação do Guia de <i>Mital</i> .....	76
Tabela 5.23 - Níveis de risco referentes à movimentação de garrafas grandes.....	77
Tabela F.1 - Pontuação do parâmetro do número de movimentações KIM-PP.....	109
Tabela F.2 - Pontuação do parâmetro carga KIM-PP.....	109
Tabela F.3 - Pontuação do parâmetro precisão e velocidade de movimentação KIM-PP.....	110
Tabela F.4 - Pontuação do parâmetro postura KIM-PP.....	110
Tabela F.5 - Pontuação do parâmetro condições de trabalho KIM-PP.....	110

## SIGLAS

<b>B50</b>	Garrafas grandes
<b>CDC</b>	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
<b>EPI</b>	Equipamento de proteção individual
<b>EU-OSHA</b>	Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho
<b>HSE</b>	<i>Health and Safety Executive</i>
<b>IEA</b>	<i>International Ergonomics Association</i>
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>IPS</b>	Índice Pessoal de Segurança
<b>IRS</b>	Índice Relativo de Segurança
<b>LME</b>	Lesões músculo-esqueléticas
<b>LMERT</b>	Lesões músculo-esqueléticas Relacionadas com o Trabalho
<b>MMC</b>	Movimentação Manual de Cargas
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>R</b>	Risco Potencial
<b>SST</b>	Segurança e Saúde no Trabalho
<b>Wa</b>	Cadência de Trabalho Atual
<b>Wr</b>	Cadência de Trabalho Recomendada



## INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo, é realizada uma introdução do tema em estudo nesta dissertação. É realizado um enquadramento do tema, os objetivos delineados para o estudo e a forma como a dissertação está estruturada.

### 1.1 Enquadramento

A ergonomia desempenha um papel cada vez mais crucial na indústria moderna, influenciando diretamente a saúde e a produtividade dos trabalhadores, bem como a eficiência geral das operações (OIT, 2019). Neste contexto, este subcapítulo procura delinear o pano de fundo que motiva e justifica a pesquisa sobre a aplicação de métodos de análise e avaliação do risco associado à ergonomia do posto de trabalho num meio industrial de gases industriais. Assim, a análise e avaliação ergonómica do risco são práticas essenciais em ambientes de trabalho de inúmeras indústrias.

Independentemente do setor, a análise do risco ergonómico desempenha um papel crucial na prevenção de lesões músculo-esqueléticas, distúrbios de esforço repetitivo e outros problemas de saúde ocupacional (Hignett & McAtamney, 2000). Ao identificar os riscos associados a posturas inadequadas, movimentos repetitivos ou movimentações manuais de carga, as empresas podem implementar medidas de correção e prevenção. Isso resulta num ambiente de trabalho mais seguro e na redução do risco de desenvolvimento de LMERT.

A ergonomia não se limita apenas à segurança, mas também desempenha um papel na melhoria da eficiência operacional. Ao otimizar os processos de trabalho para eliminar movimentos desnecessários, promover posturas adequadas e minimizar a fadiga dos trabalhadores, as empresas podem aumentar a produtividade e a qualidade das operações (Carayon & Smith, 2000).

Pesquisas conduzidas por (Grooten & Johansson, 2018) destacaram que a análise e avaliação do risco de LMERT podem resultar numa melhoria das economias a longo prazo. A redução de lesões e doenças relacionadas com o trabalho significa menos despesas com tratamento médico, licenças médicas e compensações aos trabalhadores. Além disso, uma força de trabalho saudável e produtiva resulta em menor rotatividade de pessoal e custos associados à formação de novos funcionários.

A conformidade com regulamentações de segurança e saúde ocupacional é fundamental em qualquer setor. A análise e avaliação ergonómica do risco ajudam as empresas a cumprir essas regulamentações e evitar penalizações significativas. Além disso, demonstra um compromisso com a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, o que pode melhorar a reputação da empresa (EU-OSHA, 2019).

## 1.2 Objetivos

A nível ergonómico, o número de atividades que põem em causa o bem-estar dos trabalhadores no setor industrial, devido aos fatores de risco presentes, é muito elevado. Assim, este estudo passa por analisar e avaliar o nível de risco associado às atividades do setor de enchimento do polo de distribuição de uma empresa de produção e distribuição de gases industriais. Com efeito, pretende-se aplicar métodos adequados a cada tarefa de forma a avaliar o nível de risco e, por análise, comparação e discussão dos resultados obtidos, fornecer propostas de melhoria que, se forem implementadas no processo de atividades do setor em questão, poderão eliminar ou reduzir o risco associado.

A empresa que foi foco de análise neste estudo, demonstrou interesse em que fosse realizada uma análise e avaliação ergonómica do setor de enchimento. O cerne desta motivação partiu da incógnita que representa o nível de risco presente na tarefa da movimentação de garrafas B50 (grandes).

Com efeito, delinearam-se os seguintes objetivos para a presente dissertação:

- Analisar e avaliar as tarefas identificadas como críticas, relativamente ao risco de ocorrência de LMERT, no setor do enchimento pela aplicação de vários métodos de avaliação ergonómica do risco de LMERT.
- Comparar e discutir os resultados provenientes da aplicação dos métodos de avaliação ergonómica do risco de LMERT.
- Sugerir medidas de intervenção ergonómica com vista a eliminar ou reduzir o nível de risco ao qual os trabalhadores alocados ao setor em questão estão sujeitos.

## **1.3 Metodologia**

Foi realizado um estudo ergonómico com vista a analisar e avaliar as diversas atividades executadas pelos trabalhadores designados ao setor do enchimento de garrafas do polo de produção secundária e distribuição.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que proporcionou uma compreensão aprofundada da relevância do tema. Esse conhecimento, aliado a um período de observação do processo de atividades das instalações, conduziu à definição dos objetivos iniciais do estudo.

De seguida, desenvolveu-se um questionário que desempenhou um papel fundamental neste estudo, permitindo caracterizar a amostra de trabalhadores envolvidos no setor de enchimento. Nesta fase, também se efetuou uma descrição do contexto de trabalho, detalhando as tarefas efetuadas e identificando aquelas que revelaram ser mais críticas. Esta identificação teve como base o período de observação e a opinião dos trabalhadores. Com a recolha destas informações identificaram-se os fatores de risco de cada tarefa e, conseqüentemente, foi possível selecionar e aplicar os métodos de avaliação ergonómica. Os resultados obtidos permitiram pensar e propor as melhorias sugeridas.

## **1.4 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos.

Neste capítulo, é fornecido um contexto para o estudo, incluindo uma contextualização do âmbito em que foi realizado, os objetivos propostos e um resumo da metodologia utilizada para alcançá-los.

O segundo capítulo aborda a informação teórica relevante relacionada com a temática do estudo. Esta informação foi recolhida por meio de uma pesquisa bibliográfica e inclui conceitos essenciais da ergonomia; caracterização e classificação das LMERT, bem como os fatores de risco mais comuns e referentes custos e impactos; legislação relevante e riscos associados à saúde; caracterização das metodologias de análise e avaliação do risco; medidas de controlo do risco.

Num terceiro capítulo, apresenta-se a metodologia adotada ao longo do estudo, incluindo uma descrição da forma como são aplicados os métodos ergonómicos de avaliação selecionados.

O quarto capítulo fornece um contexto sobre a empresa onde o estudo foi conduzido. Isso inclui a caracterização da empresa e da amostra dos trabalhadores alocados ao setor do enchimento, uma descrição do processo de atividades e do contexto de trabalho do setor sob análise, bem como a descrição das tarefas e identificação das sub-tarefas críticas.

No quinto capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos métodos de avaliação ergonômica a cada conjunto de sub-tarefas críticas identificadas e realizada uma análise, discussão e comparação dos resultados obtidos.

No sexto capítulo, são apresentadas propostas de melhoria destinadas a melhorar as condições de trabalho dos trabalhadores e a reduzir os riscos a que estão sujeitos durante a realização das suas tarefas diárias.

Por último, o sétimo capítulo resume as conclusões gerais retiradas do estudo. Também são identificadas as principais limitações e obstáculos encontrados durante o processo e são feitas sugestões para trabalhos futuros.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

No presente capítulo, apresentam-se os principais fundamentos teóricos da temática em estudo. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, foi possível fundamentar as definições de ergonomia, LMERT e contexto legislativo associado. São também abordadas as medidas de prevenção do risco existentes e como se classificam e caracterizam as metodologias de análise e avaliação do risco.

### 2.1 Ergonomia

A maioria das inadequações presentes no ambiente laboral exercem impactos significativos tanto sobre o trabalhador como sobre a empresa e a comunidade. Portanto, um ambiente de trabalho cuidadosamente concebido e estruturado, que incorpora princípios e recomendações da ergonomia, concede vantagens ao indivíduo, concomitantemente estimula um acentuado incremento nos níveis de eficiência e excelência produtiva para a entidade empresarial (Grooten & Johansson, 2018).

A palavra "ergonomia" tem as suas raízes em duas palavras: "ergon," que se refere ao trabalho, e "nomos," que se relaciona com as leis naturais. Esta disciplina científica concentra-se na aplicação das leis naturais que regem a atividade humana. Por outras palavras, procura adaptar o ambiente, sistemas, produtos e até o próprio trabalho às características que englobam as limitações e capacidades físicas e mentais do ser humano. Esta área de estudo tem como principal objetivo compreender as interações que se estabelecem entre o trabalhador e o ambiente em que atua, com a finalidade de otimizar tanto o bem-estar humano quanto o desempenho das organizações (IEA, 2023).

A ergonomia abrange três domínios distintos: física, cognitiva e organizacional. O primeiro domínio considera as características anatómicas, antropométricas, fisiológicas e

biomecânicas dos trabalhadores, estando especialmente relacionado com a atividade física (White, 1999). O segundo ramo está intrinsecamente ligado às competências a nível cognitivo, restrições e processos intelectuais inerentes ao ser humano, englobando aspetos como a perceção e memorização, o raciocínio e a execução de respostas motoras. A interação deste domínio com os componentes de um sistema abarca também a sobrecarga mental imposta ao indivíduo, o processo de tomada de decisões, a focalização da atenção e a perceção, bem como a exposição ao stress ocupacional (IEA, 2023; White, 1999).

A fim de alcançar esses objetivos, é de enorme importância avaliar os requisitos de uma tarefa específica, levando em consideração as capacidades dos trabalhadores para executá-la dentro de um período determinado. O ideal seria que os requisitos das tarefas estivessem alinhados com as capacidades de 75% a 95% da população de trabalhadores. Porém, caso os requisitos de uma tarefa ultrapassem as capacidades desse percentil, torna-se necessário ajustar os procedimentos e/ou as ferramentas de trabalho. Por outro lado, se a percentagem acomodada estiver abaixo de 75% e o ajuste dos procedimentos não for viável, então a execução da tarefa deve ser designada apenas aos trabalhadores cujas capacidades excedam os requisitos da tarefa (Fernandez, 1995; Simões, 2015).

A ergonomia almeja desempenhar um papel positivo no contexto económico das organizações, uma vez que melhora a eficiência dos trabalhadores e reduz os custos associados a perdas de qualidade. Esta disciplina científica pode ser uma aliada estratégica para as empresas, auxiliando-as a atingir os seus objetivos (Dul & Neumann, 2009; Wilson, 2000).

## **2.2 LMERT**

As LMERT representam um campo de preocupação significativo no domínio da saúde ocupacional. São definidas como uma categoria de condições de saúde que afetam o sistema musculoesquelético dos trabalhadores e têm uma relação direta com as atividades laborais desempenhadas (EU-OSHA, 2007). As LMERT são caracterizadas como síndromes de dor crónica e podem desenvolver-se em várias regiões anatómicas, onde o tronco e os membros superiores são as regiões mais afetadas (Hunter & Ed, 1994).

Este tipo de lesão pode manifestar-se de várias formas, resultando em dor, desconforto e limitações funcionais. As LMERT geralmente estão associadas a fatores de risco específicos no ambiente de trabalho, como movimentos repetitivos, posturas inadequadas ou estáticas, movimentação manual de cargas, exposição a vibrações (EU-

OSHA, 2019). Compreender as LMERT é fundamental para identificar estratégias de prevenção e intervenção eficazes.

É importante ressaltar que as LMERT, para além de um aspeto muito negativo na saúde dos trabalhadores, também têm implicações significativas para as organizações. O tratamento médico e a reabilitação das LMERT podem resultar em vários custos para as empresas, além de causar absenteísmo e queda na produtividade (Grooten & Johansson, 2018). Portanto, uma abordagem proativa para gerir e prevenir as LMERT é fundamental tanto para a saúde dos trabalhadores como para a saúde financeira das organizações (Bernard, 1997).

No que diz respeito aos sintomas relacionados com as LMERT, é notório que estes surgem frequentemente na forma de desconforto localizado, que pode variar de uma sensação ocasional a uma dor constante. Em fases mais avançadas, esta dor pode persistir de forma ininterrupta. Uma vez gradualmente desenvolvidos, estes sintomas têm tendência a manifestar-se mais no final de um dia de trabalho extenuante ou durante períodos de atividade intensa. No entanto, é possível encontrar alívio durante pausas para descanso (de Carvalho et al., 2009). O crescimento ou impacto dos sintomas pode ser categorizado em quatro estágios progressivamente mais graves. No estágio inicial, conhecido como estágio I, a dor é localizada e desaparece após períodos de repouso, não afetando a produtividade do trabalhador. O estágio II caracteriza-se pelo aumento da intensidade e persistência intermitente da dor durante a atividade laboral, com uma redução perceptível na produtividade. No estágio III, a dor é crónica, persistindo mesmo durante os períodos de descanso, resultando numa queda na produtividade e frequentemente conduzindo ao afastamento do trabalhador das suas funções. Finalmente, o estágio IV, pode ser identificado como o mais crítico e é caracterizado por uma dor intensa e constante, muitas vezes insuportável, que praticamente incapacita o trabalhador para qualquer tipo de atividade, inclusive tarefas não pertencentes ao ambiente de trabalho (de Carvalho et al., 2009).

### **2.2.1 Caracterização e classificação das LMERT**

A nível anatómico, é possível classificar as LMERT, de acordo com a parte do corpo afetada, em cinco categorias distintas: tendões, nervos, vasculares, articulações e músculos. A Tabela 2.1, apresenta as principais LMERT categorizadas de acordo com a região anatómica afetada.

Tabela 2.1 - LMERT desenvolvidas em cada região anatômica (adaptado de (Santos, 2009).

	<b>Tendões</b>	<b>Nervos</b>	<b>Vascular</b>	<b>Articulações</b>	<b>Músculo</b>
<b>Mão e punho</b>	-Doença de De Quervain -Tenossinovite estenosante digital -Contratura de Dupuytrem -Tendinite dos flexores	-Síndrome do túnel cárpico -Síndrome do canal de Guyon -Neurites digital	-Fenômeno de Reynaud -Ostonecrose do escafoíde	-	-Cãibras da mão
<b>Cotovelo</b>	-Epicondilite -Epitrocleite	-Síndrome do canal cubital -Síndrome do canal radial -Síndrome do interósseo posterior/anterior	-	-Bursite do cotovelo	-
<b>Ombro</b>	-Tendinite bicipital -Tendinite supra-espinhoso -Tendinite da coifa dos rotadores	-Síndrome do desfiladeiro torácico	-	-Bursite sub-a crômio-deltóidea	-
<b>Pescoço</b>	-	-Síndrome cervical	-	-	-Síndrome de tensão do pescoço
<b>Região Lombar</b>	-	-	-	- Hérnias discais	-
<b>Joelho</b>	-	-	-	-Bursite pré-patelar -Gonartrose -Tendinite rotuliana	-
<b>Tornozelo</b>	-	-	-	-Tendinite aquiliana	-

As LMERT podem ser categorizadas com base na estrutura afetada. Por exemplo, tendinites são lesões que ocorrem nos tendões, como a epicondilite, por exemplo. As síndromes canaliculares são lesões ao nível dos nervos, incluindo condições como a Síndrome do Túnel Cárpico e a Síndrome do Canal de Guyon. Por fim, as síndromes neurovasculares ocorrem quando há danos simultâneos nos nervos e vasos sanguíneos (Santos, 2009).

## 2.2.2 Principais fatores de risco associados às LMERT

Os fatores de Risco que contribuem para as LMERT são elementos cruciais na compreensão da origem e do desenvolvimento dessas condições. Esses fatores de risco desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento de LMERT, pois os trabalhadores estão sujeitos à exposição contínua a condições de trabalho que sobrecarregam o sistema musculoesquelético. Estes, podem ser divididos em físicos (ou biomecânicos), organizacionais ou individuais.

Entre os fatores de risco físicos que contribuem para as LMERT, destacam-se:

- **Movimentos Repetitivos:** Tarefas que exigem movimentos repetitivos, como digitação constante em escritórios ou montagem de peças em linhas de produção, podem aumentar significativamente o risco de LMERT. A repetição constante de movimentos pode causar fadiga muscular e desgaste das estruturas musculoesqueléticas (van der Windt et al., 2000).
- **Posturas Inadequadas:** Trabalhar em posições desconfortáveis ou posturas inadequadas pode levar a uma tensão excessiva nos músculos e articulações, tornando-os mais suscetíveis a lesões. Posturas prolongadas ou não naturais podem resultar em stress adicional no sistema musculoesquelético (Grandjean, 1997; van der Windt et al., 2000).
- **Movimentação manual de cargas:** O levantamento inadequado de objetos pesados sem a aplicação de técnicas seguras de levantamento pode causar tensões musculares, distensões e outros tipos de lesões. Esse fator de risco é especialmente relevante em ambientes de trabalho que envolvem a movimentação manual de cargas (Jaffar et al., 2011).
- **Vibrações:** A exposição prolongada a vibrações, como as geradas por equipamentos vibratórios em setores como construção, mineração e agricultura, pode contribuir para o desenvolvimento de condições musculoesqueléticas, como a síndrome das vibrações. Essa exposição pode afetar negativamente os tecidos moles e as articulações (Jaffar et al., 2011).

Numa outra vertente, há problemáticas referentes a fatores de risco organizacionais (ou psicossociais) que abordam a carga de trabalho mental dos trabalhadores e percepção destes no modo como o trabalho está organizado. Tarefas que exigem um esforço mental intenso e prolongado, como tomada de decisões complexas em ambientes de alta pressão, também podem desempenhar um papel na ocorrência de LMERT. O stress mental pode manifestar-se fisicamente, resultando em tensão muscular e desconforto (Nunes, 2012).

Os fatores de risco individuais referem-se a elementos que não têm uma conexão direta com o ambiente de trabalho e englobam características pessoais, como gênero, idade, características físicas (como altura e peso), níveis de condicionamento físico e historial clínico, tanto relacionado à saúde quanto a experiências profissionais e atividades fora do trabalho. Entre esses fatores individuais, destacam-se os antecedentes clínicos e a idade como elementos significativos na predisposição ao desenvolvimento de LMERT. A idade, por exemplo, desempenha um papel importante, uma vez que o sistema musculoesquelético passa por mudanças degenerativas naturais ao longo do tempo. Essas mudanças podem ser agravadas pela exposição a fatores de risco ao longo de períodos prolongados, tornando os trabalhadores mais idosos mais suscetíveis ao desenvolvimento de LMERT (Santos, 2009).

A compreensão aprofundada desses fatores de risco é crucial na identificação precoce de atividades mais críticas do ambiente de trabalho. A próxima seção discutirá em detalhes a incidência e os custos relativos às LMERT, destacando a importância de estratégias de prevenção eficazes.

### **2.2.3 Impactos e custos associados às LMERT**

As LMERT têm se mostrado uma preocupação crescente tanto para os trabalhadores quanto para as organizações. Neste subcapítulo, abordaremos a incidência dessas lesões e os custos a estas associados, destacando a importância de uma abordagem preventiva sólida.

As LMERT afetam uma ampla variedade de setores e ocupações. Os dados epidemiológicos indicam que essas lesões estão amplamente disseminadas e podem ocorrer em qualquer local de trabalho. A incidência varia dependendo do setor, das práticas de segurança no trabalho e da conformidade com as diretrizes da ergonomia (Eransus Izquierdo et al., 2007).

É importante notar que as LMERT podem ter um impacto significativo na saúde ocupacional. Anualmente, de acordo com estimativas divulgadas pela Organização Internacional do Trabalho, ocorrem cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho. Além disso, são relatadas 160 milhões de doenças profissionais que, lamentavelmente, retiraram as vidas de 2 milhões de trabalhadores (OIT, 2019). Tanto em nações desenvolvidas como em nações em desenvolvimento, verifica-se um aumento geral no número e na variedade de LMERT. É importante ressaltar que, embora a exposição a fatores de risco possa variar entre os países, as doenças profissionais têm uma incidência significativa em escala mundial. Essas discrepâncias espelham discrepâncias sociais, políticas, demográficas e profissionais que existem por todas as regiões do mundo. No contexto da União Europeia, anualmente, milhares de trabalhadores perdem a vida para doenças profissionais. Além disso, centenas

de milhões de dias de trabalho são perdidos devido a essas enfermidades. Em consequência, esses números exercem um impacto negativo sobre o Produto Interno Bruto (PIB) de cada país (OIT, 2019).

Trabalhadores que sofrem frequentemente de LMERT, enfrentam uma redução na qualidade de vida devido à dor crônica, limitações funcionais e até mesmo incapacidade permanente. Além disso, a incidência dessas lesões pode levar a uma pressão sobre os sistemas de saúde, resultando em consultas médicas frequentes, tratamentos prolongados e até mesmo cirurgias.

Os custos associados às LMERT são abrangentes e diversos. Incluem não apenas os custos diretos, como tratamento médico, fisioterapia e reabilitação, mas também custos indiretos, como absenteísmo, presenteísmo e substituição de pessoal. Ainda assim, os custos associados à reabilitação, são mais dispendiosos que os custos referentes à prevenção de LMERTs. Além disso, as organizações enfrentam custos adicionais em termos de perda de produtividade, diminuição da qualidade do trabalho, aumento das taxas de rotatividade de pessoal e possíveis litígios legais. Todos esses fatores contribuem para um impacto financeiro considerável nas empresas (Grooten & Johansson, 2018). Portanto, compreender o impacto e os custos, maioritariamente epidemiológicos e financeiros, associados às LMERT, é fundamental para justificar a implementação de estratégias de prevenção eficazes. A prevenção não apenas protege a saúde dos trabalhadores, mas também contribui para uma otimização da economia das organizações, tornando-a uma parte essencial da gestão de riscos ocupacionais.

## **2.3 Contexto legislativo**

A legislação portuguesa, no contexto da prevenção de LMERT, alinha-se com as Diretivas Europeias e aborda os princípios gerais de prevenção a serem seguidos. Esta estabelece obrigações para os empregadores, mas não especifica métodos específicos de avaliação do risco. É relevante destacar que um elemento crucial na avaliação do progresso de uma nação reside no seu enquadramento jurídico e regulamentar destinado a salvaguardar os direitos dos trabalhadores e promover a preocupação com as condições laborais. A integração de Portugal na União Europeia impulsionou significativamente as condições de segurança e saúde no trabalho (SST). Esta evolução na legislação e regulamentação reflete o compromisso de Portugal em criar um ambiente de trabalho seguro e saudável para seus trabalhadores (Legislação Nacional - Segurança e Saúde no Trabalho, 2023).

Na Tabela 2.2, apresentam-se os decretos de lei do governo português, com relação ao presente estudo, direcionadas à prevenção de LMERT.

Tabela 2.2 - Principais legislações portuguesas direcionadas à prevenção de LMERT (adaptado de (Santos, 2009)

<b>Legislação portuguesa</b>	<b>Diretiva</b>	<b>Objetivos</b>
Decreto-Lei 3/2014	89/391/CEE	Aprova o regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho.
Decreto-Lei 347/93	89/654/CEE	Prescrições mínimas de segurança e de saúde nos locais de trabalho.
Decreto-Lei 348/93	89/656/CEE	Adequação dos equipamentos de proteção individual (EPI).
Decreto-Lei 50/2005	89/655/CEE	Adequação dos equipamentos de trabalho.

O Decreto de Lei N.º 3/2014 aprova o regime jurídico da promoção da segurança no trabalho procedendo à segunda alteração da Lei N.º 102/2009, da qual se enfatiza a importância da qualidade de vida no trabalho, particularmente quando sustentada por condições de segurança, higiene e saúde. Reflete a relevância dada pelo ordenamento jurídico-constitucional português a essas questões, alinhando-se com as preocupações globais sobre trabalho e saúde. Este decreto de lei busca atingir vários objetivos, incluindo a criação de referências estratégicas e um quadro jurídico abrangente para a efetiva prevenção de riscos profissionais, o cumprimento das obrigações decorrentes da ratificação da Convenção n.º 155 da OIT, a adaptação às diretrizes da Diretiva n.º 89/391/CEE sobre segurança e saúde dos trabalhadores e a institucionalização em modos eficazes de envolvimento e comunicação entre todas as entidades envolvidas no âmbito da segurança, saúde dos trabalhadores e do ambiente laboral (Decreto-Lei N.º 3/2014 | DR, 2014).

A Diretiva 89/654/CEE, datada de 30 de novembro de 1989, trata das prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho. Esta, define o conceito de "local de trabalho" como o espaço destinado à colocação dos postos de trabalho nas instalações da empresa e/ou do estabelecimento, bem como qualquer outra área localizada nas instalações da empresa e/ou do estabelecimento que o trabalhador possa aceder durante o exercício da sua atividade (Decreto de Lei N.º 347/93, 1993).

A Diretiva 89/656/CEE, também de 30 de novembro de 1989, que versa sobre os requisitos mínimos de segurança e saúde no uso de equipamento de proteção individual pelos trabalhadores no local de trabalho, é uma diretiva específica inserida no âmbito da Diretiva-Quadro 89/391/CEE. Esta diretiva estabelece os critérios mínimos para a utilização de EPI por parte dos trabalhadores e define as obrigações dos empregadores. Além desta

diretiva de SST, existem também regulamentos da União Europeia que estabelecem requisitos e procedimentos harmonizados para os EPI disponibilizados no mercado da União Europeia (*Decreto-Lei n.º 348/93 | DR, 1993*).

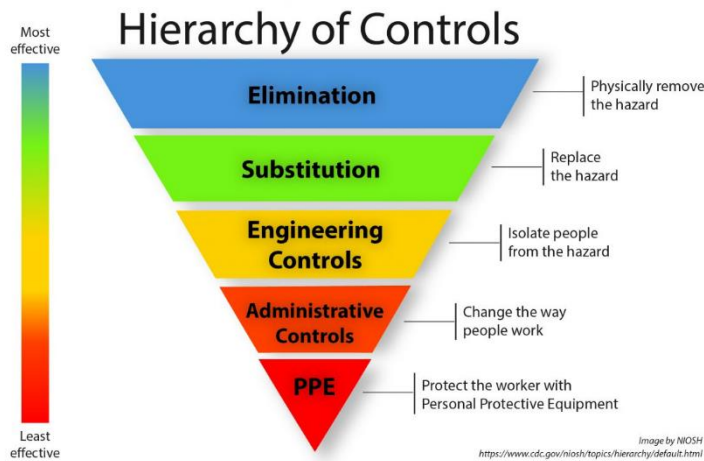
Relativamente ao Decreto-Lei n.º 50/2005, datado de 25 de fevereiro, estabelece a responsabilidade do empregador em disponibilizar e certificar-se de que os equipamentos utilizados pelos colaboradores sejam apropriados para as tarefas a serem executadas, assegurando, desse modo, a segurança e o bem-estar dos trabalhadores durante o uso desses equipamentos. Além disso, o decreto-lei exige procedimentos que envolvem processos de autorização e iniciativas de capacitação e formação, com o objetivo de garantir a utilização apropriada e segura dos equipamentos (Decreto-Lei N.º 50/2005).

## **2.4 Medidas de controlo do risco**

A segurança ocupacional é uma prioridade fundamental em qualquer ambiente de trabalho. A implementação de medidas de prevenção e proteção desempenha um papel vital na redução de riscos ocupacionais, minimizando acidentes, lesões e doenças relacionadas com o trabalho. Essas medidas podem ser divididas em três categorias: medidas de engenharia; medidas organizacionais e administrativas; equipamentos de proteção individual (EU-OSHA, 2018).

Para que haja sucesso na aplicação ou implementação das medidas de prevenção, é imprescindível colaborar efetivamente com uma variedade de partes interessadas, incluindo a gerência, os profissionais de SST e os próprios trabalhadores (Burgess-Limerick, 2018). Em conformidade com os princípios de ergonomia, a abordagem mais eficaz para atenuar os efeitos adversos dos fatores de risco existentes é implementação de medidas preventivas, envolvendo a eliminação ou a redução do risco que os trabalhadores estão sujeitos. Para alcançar este propósito, várias estratégias são adotadas e postas em prática, abrangendo medidas de engenharia, organizacionais ou de proteção. É fundamental respeitar a hierarquia estabelecida entre essas medidas, procurando sempre aplicar primeiro as mais eficazes, conforme ilustrado na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Hierarquia das medidas de prevenção e proteção do risco (CDC, 2023)



### 2.4.1 Medidas de Engenharia

As medidas de engenharia representam uma abordagem proativa para a gestão de riscos no local de trabalho, focando-se na eliminação ou minimização dos fatores de risco diretamente no ambiente físico (Stanton, 2005). Estas, são algumas estratégias de medidas de engenharia em detalhes (EU-OSHA, 2018):

- Componentes do sistema ajustáveis: Permitir que os trabalhadores ajustem a altura das mesas e cadeiras para se adaptarem à sua altura e preferência, de forma a evitar esforço excessivo e desconforto.
- Iluminação Adequada: Garantir que os locais de trabalho tenham iluminação adequada para evitar fadiga ocular e melhorar a visibilidade de tarefas detalhadas.
- Ferramentas e Equipamentos: Fornecer ferramentas e equipamentos projetados ergonomicamente, como alças ou pegas ajustáveis em ferramentas manuais e controlos de máquinas de fácil acesso.
- Redesign do Layout: O design de locais de trabalho deve ter em consideração a ergonomia para minimizar a tensão física nos trabalhadores, reduzindo assim o risco de lesões musculoesqueléticas.

No caso da eliminação completa do risco não ser uma opção viável, é possível adotar abordagens parciais para mitigar o risco ou, pelo menos, garantir que ele seja reduzido ao mínimo por meio da utilização de dispositivos mecânicos de assistência ou suporte. Exemplos desses dispositivos incluem plataformas elevatórias e carrinhos de transporte, que oferecem um nível significativo de segurança com intervenção humana mínima

necessária. Além disso, essas soluções costumam ser mais económicas em comparação com as mencionadas anteriormente (CDC, 2023).

## **2.4.2 Medidas Organizacionais e Administrativas**

Além das mudanças físicas no ambiente de trabalho, medidas organizacionais e administrativas são fundamentais para melhorar a segurança e a gestão de riscos ocupacionais. Embora demonstrem uma eficiência considerável, esse tipo de abordagem apenas reduz a duração da exposição do trabalhador a um fator de risco específico. Assim, estas medidas devem ser implementadas quando não é possível eliminar ou reduzir significativamente o risco através das medidas de engenharia, funcionando como um complemento a estas (Nunes, 2012). Abaixo, descrevem-se algumas estratégias e práticas organizacionais e administrativas relevantes (EU-OSHA, 2018):

- **Formação e Educação:** Fornecer treino de formação contínuo para os trabalhadores é essencial para conscientizá-los sobre os riscos presentes no local de trabalho e para garantir que saibam como usar equipamentos e seguir procedimentos de segurança.
- **Pausas programadas:** Programar mais pausas de curta duração distribuídas ao longo do turno de trabalho, de forma relaxar o sistema músculo-esquelético de posturas inadequadas e/ou intensos níveis esforço derivados da execução das atividades de trabalho.
- **Avaliação e Melhoria contínua:** A avaliação regular de riscos no ambiente de trabalho, juntamente com a aplicação de medidas corretivas, é fundamental para identificar eventuais fatores de risco.
- **Monitorização e Auditoria:** Realizar auditorias regulares de segurança e monitorizar o cumprimento das políticas de segurança ajudam a identificar áreas que precisam de melhoria.
- **Rotação de tarefas:** Procurar definir, para os trabalhadores, uma rotação de tarefas bem distribuída e organizada no processo de atividades, de forma a reduzir a sobrecarga física imposta nos músculos aquando da realização de uma única tarefa durante longos períodos.

## **2.4.3 Equipamentos de Proteção Individual**

Conforme estabelecido na Diretiva 89/656/CEE do Conselho, datada de 30 de novembro de 1989, um EPI é definido como qualquer equipamento concebido para ser utilizado ou conservado pelo trabalhador com o propósito de o resguardar contra riscos que

possam constituir ameaças à sua segurança, incluindo qualquer componente ou acessório associado a esse dispositivo (*Decreto-Lei n.º 348/93 | DR, 1993*).

Os EPIs são exigidos quando as medidas de engenharia ou medidas organizacionais não conseguem adequadamente limitar ou evitar o risco a que o trabalhador está sujeito. A responsabilidade recai sobre o empregador, que é obrigado a fornecer esses equipamentos gratuitamente aos trabalhadores. Em todos os casos, os EPIs devem atender aos seguintes critérios (*Decreto-Lei n.º 348/93 | DR, 1993*):

- Ser adequados para reduzir os riscos existentes sem criar riscos adicionais.
- Ser compatíveis com as condições no local de trabalho.
- Levar em consideração as necessidades ergonómicas e de saúde do trabalhador.
- Ser adaptáveis ao utilizador, após ajustes apropriados.

Além disso, a empresa deve disponibilizar informações adequadas sobre a utilização de cada EPI para assegurar a sua eficácia e segurança.

De forma a assegurar uma utilização correta dos EPI, é de extrema importância promover uma educação eficaz, incluindo informações detalhadas e formação adequada para os futuros utilizadores. Além disso, a escolha dos EPI deve ser realizada com precisão e atenção, tendo em conta as características da atividade de cada trabalhador e o nível de risco associado às suas funções e atividades laborais. Uma seleção inadequada pode resultar em efeitos contraproducentes à segurança, indo contra o objetivo pretendido. Adicionalmente, é fundamental que todas as informações relacionadas à utilização de cada EPI estejam prontamente disponíveis para todos os trabalhadores (EU-OSHA, 2018).

## **2.5 Métodos de análise e avaliação do risco**

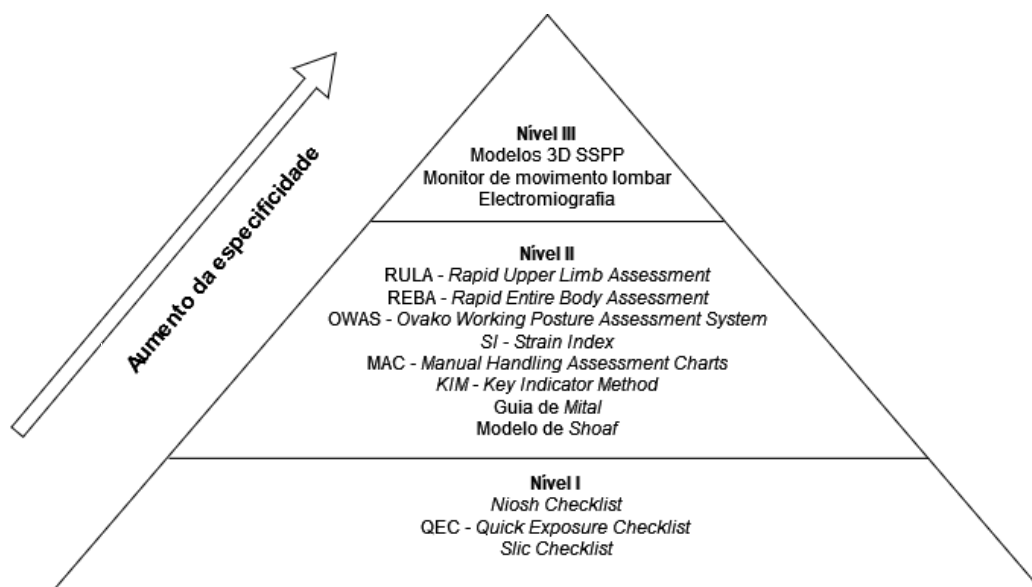
Para conduzir uma análise ergonómica das atividades laborais, existem diversos métodos que levam em conta aspetos biomecânicos, fisiológicos, psicofísicos e epidemiológicos. Estes métodos são categorizados em três níveis de intervenção. Na Figura 2.2, pode-se observar como estes se classificam quanto à sua especificidade.

Cada nível engloba vários métodos, todos estes distintos, variando em termos de custo e complexidade na sua implementação. Com efeito, a escolha do método a aplicar deve ser orientada pelo caso em avaliação, pois nem todos os métodos se ajustam a todas as situações. Deste modo, essa seleção deve basear-se em três aspetos: as características e particularidades do caso em questão; considerações práticas e a preferência do avaliador (Dempsey et al., 2005).

O utilizador deve realizar a seleção dos métodos sempre ciente das condições de trabalho e recursos existentes, pois, por vezes, originam-se limitações relativas à recolha de informação e dados necessárias ao desenvolvimento do estudo. Questões de natureza financeira, por exemplo, podem influenciar a disponibilidade a certos equipamentos ou ferramentas que poderiam auxiliar no trabalho do utilizador (Dempsey et al., 2005).

Relativamente à preferência do utilizador, trata-se de um aspeto que será sempre diferente de uma para outra pessoa. Isto é, questões como a formação e treino que o indivíduo possa ter adquirido na aplicação de certa metodologia, podem influenciar a preferência do mesmo na sua seleção (Dempsey et al., 2005).

Figura 2.2 - Caracterização dos métodos segundo a especificidade (adaptado de Colim, 2009)



### 2.5.1 Métodos de nível I

O primeiro nível de intervenção abrange métodos cujo objetivo central consiste em realizar uma seleção preliminar e identificar os fatores de risco. Estas abordagens são, na sua maioria, compostas por métodos simples, constituídos por *checklists*, que não requerem um conhecimento detalhado da sua aplicação ou do contexto de estudo. De facto, estes métodos podem ser facilmente utilizados pelos trabalhadores (Malchaire et al., 2011).

Embora os métodos do primeiro nível sejam valiosos para situações menos complexas e que podem ser resolvidas rapidamente, muitas vezes essa simplicidade não é suficiente. Em tais circunstâncias, é imperativo realizar uma análise mais aprofundada do problema. Quando isso se verifica, é aconselhável recorrer aos métodos relativos ao nível II para uma avaliação mais aprofundada do risco (Malchaire et al., 2011).

## 2.5.2 Métodos de nível II

As abordagens metodológicas do segundo nível referem-se aos métodos de observação mais elaborados e têm a função de avaliar de forma qualitativa e/ou quantitativa o nível de risco, bem como se existe carência de implementar medidas de intervenção ergonômica. Este nível engloba uma série de métodos. No segundo nível, são contemplados aspectos de ordem biomecânica, psicofísica e fisiológica. Isso abrange, por exemplo, a realização de medições das características cinemáticas e das forças biomecânicas exercidas sobre o corpo, a determinação do peso limite das cargas, a análise da duração e frequência das tarefas, bem como a medição dos níveis de energia metabólica e das frequências cardíacas (Simões, 2015).

Devido à sua maior complexidade em comparação com o nível anterior, os métodos do segundo nível estão mais suscetíveis a equívocos na interpretação, cálculo e mesmo na aquisição e inserção de valores específicos. Para evitar a obtenção de resultados inconsistentes, é fundamental exercer uma atenção e cuidado extraordinários por pessoas com formação na área (Colim, 2009).

Na Tabela 2.3, encontram-se as características referentes apenas aos métodos de nível II utilizados no estudo que conduziu à presente dissertação: Rapid Upper limb Assesment (RULA); Rapid Entire Body Assessment (REBA); Ovako Working Posture Analysing System (OWAS); Strain Index (SI); Manual Handling Assessment Charts (MAC); Key Indicator Method (KIM); Guia de *Mital*; e Modelo de *Shoaf*.

Tabela 2.3 - Caracterização dos métodos de nível II utilizadas neste estudo

Método	Características	Referência
RULA	Avaliação do risco postural, centrando-se na parte superior do corpo, abrangendo os membros, e levando em consideração tanto a força envolvida quanto a repetição dos movimentos.	(McAtamney & Nigel Corlett, 1993)
REBA	Avaliação do risco postural abrangendo todo o corpo, projetada para analisar posturas de trabalho que são imprevisíveis. Essa abordagem engloba também o fator de risco intensidade de força.	(Hignett & McAtamney, 2000)
OWAS	Análise postural que se foca no tronco, membros inferiores e ombros. Inclui intensidade de força	(Karhu et al., 1977)
SI	Análise de movimentos repetitivos dos membros superiores e região distal	(Steven Moore & Garg, 1995)
MAC	Avalia atividades de MMC que envolvem o levantamento ou abaixamento com ambas as mãos, realizadas por 1 a 4 trabalhadores, ou tarefas de transporte com ambas as mãos	(HSE, 2019)
KIM	Avalia atividades de MMC do tipo elevar, baixar, transportar, empurrar ou puxar por uma pessoa utilizando as duas mãos	(Steinberg, 2012)

<b>Guia de Mital</b>	Avalia atividades de MMC que englobam o ato de elevar, abaixar, empurrar, transportar e segurar objetos, realizadas por uma única pessoa, utilizando uma ou duas mãos.	(Mital et al., 2017)
<b>Modelo de Shoaf</b>	Avalia atividades de MMC do tipo elevar, baixar, transportar, empurrar ou puxar por uma pessoa utilizando as duas mãos	(Shoaf et al., 1997)

O RULA é um método de avaliação ergonômica, desenvolvido por McAtamney e Corlett (1993) da Universidade de *Nottinham*, tem a função de avaliar ágil e rapidamente os fatores de riscos relativos a LMERT nos membros superiores aos quais os trabalhadores estão sujeitos na execução de determinada atividade (Kadikon, 2019; McAtamney & Nigel Corlett, 1993). É uma abordagem amplamente procurada, pois não exige um equipamento especializado e emprega um método de avaliação sistemática que analisa principalmente o fator de risco postura e, de uma forma menos precisa, a intensidade de força e a repetição de movimentos (Colim, 2009).

Desenvolvida com base nos métodos RULA, OWAS e *Niosh equation*, o método REBA segmenta o corpo em partes distintas e avalia-as individualmente atribuindo uma pontuação que reflete a atividade muscular resultante das posturas acima descritas e a presença de movimentos rápidos ou instáveis na execução da tarefa. Primeiramente, recorre-se a várias observações da execução da atividade a ser analisada. Só assim é possível identificar as posturas presentes na tarefa e assegurar que o método é corretamente aplicado (Kee, 2021; Stanton, 2005).

O método *Ovako Working Posture Analysing System* (OWAS) é também utilizado por profissionais da área de saúde no trabalho, uma vez que o método tem a capacidade de solucionar problemas relativos a atividades que são desempenhadas de forma muito rígida. Para além da própria postura, o método foca-se na força e no tempo em que o trabalhador exerce determinada postura na tarefa em análise. Estas variáveis são classificadas e avaliadas, transformando-se num nível de risco associado à atividade (Karhu et al., 1977).

O método SI tem como principal objetivo, estudar o risco de desenvolvimento de LMERT associadas aos membros superiores dos trabalhadores (Steven Moore & Garg, 1995). É necessário que o utilizador esteja ciente da subjetividade associada à aplicação do método, pois depende maioritariamente das considerações e do poder de análise do mesmo, algo que varia de pessoa para pessoa.

O método MAC foi desenvolvido para avaliar os fatores de risco mais comuns presentes em tarefas relativas à movimentação manual de cargas (MMC) do tipo elevar, transportar e baixar. Este, é considerado um método simples de aplicar, porém, não pode ser aplicado a distâncias horizontais inferiores a 2 metros (HSE, 2019).

O KIM, originado em 1996, foi elaborado com o propósito específico de avaliar os riscos inerentes às atividades de MMC, concentrando-se no mesmo tipo de tarefas que o método anterior. A avaliação deste tipo de fatores de risco é fundamentada em critérios de natureza biomecânica, fisiológica e psicofísica. O método passou por uma fase de testes e validação em 1999, culminando na sua revisão e publicação no ano 2000 (Steinberg, 2012). A essência do KIM reside na sua capacidade de identificar e corrigir falhas no desenho dos postos de trabalho, ao analisar minuciosamente a carga física imposta aos trabalhadores na execução das tarefas de MMC.

O guia de aplicação do KIM disponibiliza orientações abrangentes para a avaliação de dois conjuntos distintos de tarefas: KIM-LHC (envolvendo elevação, abaixamento, sustentação e transporte) e KIM-PP (relativas a empurrar e puxar). Este capítulo explora detalhadamente a implementação do método KIM, delineando a sua estrutura, procedimentos e critérios avaliativos aplicados a cada conjunto de tarefas.

Dentro de contextos industriais, a grande parte dos postos de trabalho que requerem ações de MMC surgem de um conjunto de um ou mais tipos de tarefas acima referidos. Dado que até ao início dos anos 90, os métodos existentes não consideravam essa diversidade de tarefas, foi criado um sistema de avaliação do risco que abordasse os diferentes tipos de tarefas MMC num mesmo posto de trabalho. Com efeito, foi proposto por *Nicholson* o método Guia de Mital, em 1983, desenvolvido para atender a essa lacuna. Este método engloba várias tarefas, incluindo (Mital et al., 2017):

- Baixar ou elevar;
- Empurrar com apenas uma mão ou com duas mãos;
- Puxar com apenas uma mão ou com duas mãos;
- Transportar com apenas uma mão ou com duas mãos;
- Carregar efetuando diferentes posturas;
- Movimentar objetos com posturas inadequadas;
- Movimentar objetos com frequência elevada.

Este método é aplicado em cenários que envolvem tarefas de MMC com uma duração de 8 horas e apenas a distâncias percorridas superiores a 2,1 metros. A sua base é suportada por quatro abordagens distintas: epidemiológica, biomecânica, fisiológica e psicofísica. Ademais, o método defende que a habilidade de um trabalhador em executar uma tarefa de MMC está intrinsecamente ligada à sua capacidade de desempenhar as sub-tarefas individuais que a compõem. Dessa maneira, o método avalia separadamente as populações masculina e feminina, fornecendo diretrizes referentes aos limites recomendados de peso para os percentis de 10%, 25%, 50%, 75% e 90% (Colim, 2009; Mital et al., 2017).

(Shoaf et al., 1997)) introduziram quatro modelos idênticos ao mencionado acima, cada um direcionado a um dos seguintes tipos de tarefas de MMC. A construção destes modelos envolveu um processo em três etapas distintas. Como resultado, desenvolveram as curvas representativas do multiplicador do peso base e também dos multiplicadores relativos ao percentil da população para a qual o respectivo peso é considerado aceitável, contemplando ambos os sexos. Posteriormente, aplicaram critérios biomecânicos para ajustar esse peso base. Por fim, efetuaram ajustes nos valores das curvas relacionadas ao multiplicador para a frequência, levando em consideração critérios fisiológicos (Colim, 2009).

### **2.5.3 Métodos de nível III**

O terceiro nível de métodos concentra-se na realização de uma avaliação ainda mais minuciosa, abordando problemas de maior complexidade que não conseguem ser adequadamente avaliados pelos métodos do segundo nível. Isso engloba tarefas de alta exigência física, situações que requerem treino especializado ou ambientes de trabalho em constante mutação. Este nível de intervenção abarca tanto métodos observacionais avançados como métodos de medição direta ou instrumental (Malchaire et al., 2011). Este nível de intervenção deve ser aplicado para atividades de trabalho de elevado exigência física ou quando há uma grande quantidade de queixas, efetuadas pelos trabalhadores, relativas a questões que prejudicam a saúde dos mesmos (Colim, 2009).

A grande vantagem desses métodos é a capacidade de fornecer resultados extremamente precisos e detalhados sobre as condições e capacidades de cada pessoa para determinada carga de trabalho. No entanto, é importante destacar que a aplicação desses métodos é consideravelmente mais complexa e requer um esforço significativo. Isso depende tanto da natureza do problema a ser avaliado como das implicações que visam a segurança, o bem-estar dos trabalhadores e o impacto na economia (Colim, 2009; Malchaire et al., 2011).



## METODOLOGIA DO ESTUDO

No presente capítulo descreve-se, do ponto de vista metodológico, a forma como foi realizada esta dissertação, abordando a descrição da metodologia adotada, o questionário realizado aos trabalhadores do setor do enchimento e a seleção dos métodos de análise e avaliação do risco.

### 3.1 Descrição da Metodologia

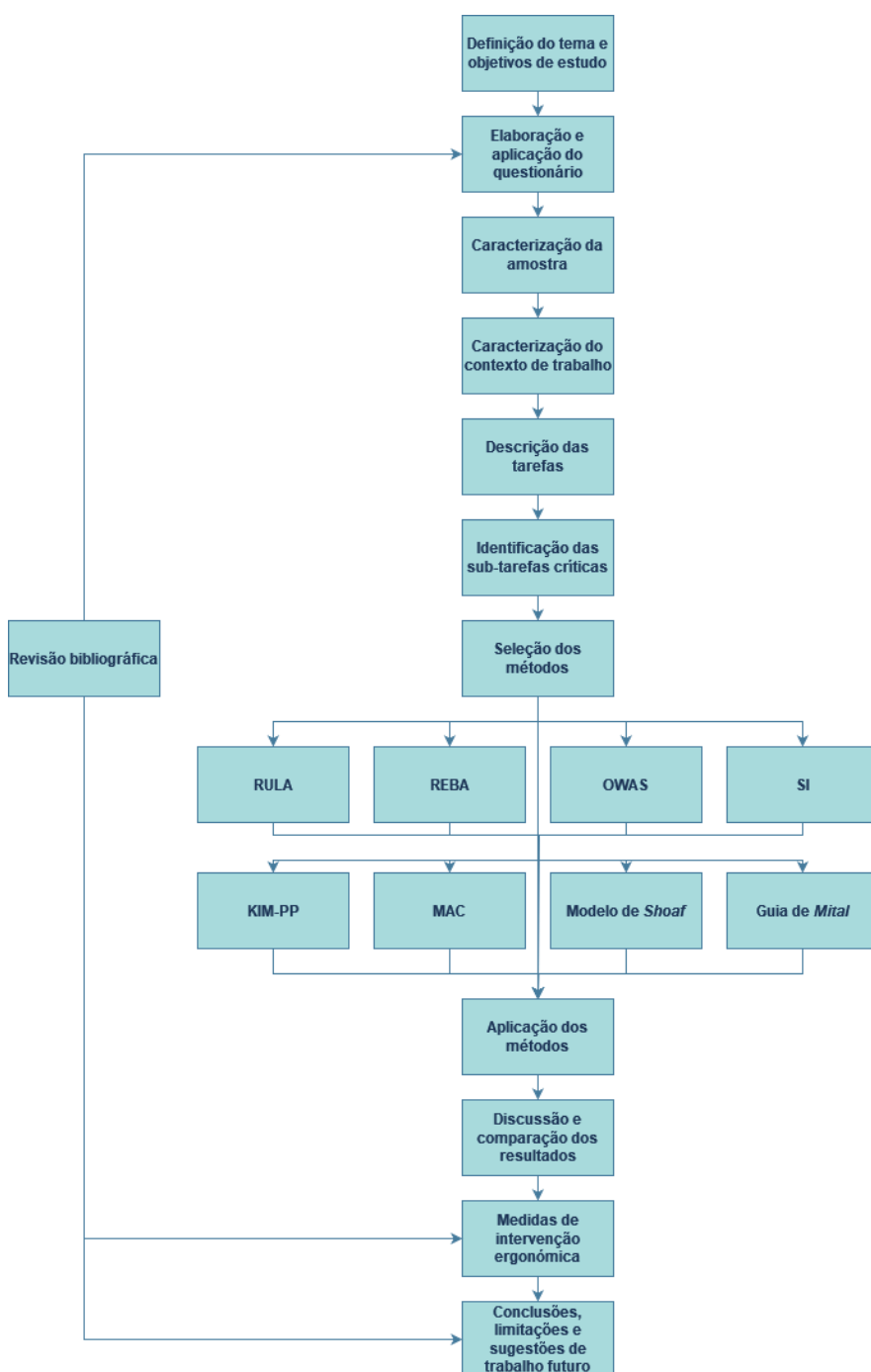
A metodologia utilizada é um ponto estratégico fulcral que permite identificar e planejar a melhor forma de abordar o estudo a desenvolver. Para uma melhor percepção, apresenta-se, na Figura 3.1, um esquema da metodologia adotada.

Num ponto inicial do estudo, depois de uma visita conduzida pela diretora de segurança, foi possível perceber uma grande maioria das atividades e processos produtivos existentes no polo industrial de produção secundária e distribuição da empresa. Em seguida, foi realizada uma observação dos postos de trabalho onde há a execução de tarefas que podem ser prejudiciais e incorrer num risco para a saúde dos trabalhadores. Com efeito, e tendo em consideração as atividades realizadas no setor da manutenção (segundo setor das instalações, onde é realizada a manutenção das garrafas) e setor do enchimento, denotou-se que este último revelou a existência de um maior número de fatores de risco associados aos trabalhadores.

Assim, realizou-se uma observação do ambiente laboral do setor do enchimento, onde foi identificado todo o processo de atividades, a forma como este está organizado, as suas condições ambientais e os EPI utilizados pelos trabalhadores.

Ainda no contexto de trabalho, elaborou-se muito detalhadamente uma descrição das tarefas efetuadas no setor do enchimento, dividindo-as em sub-tarefas. Depois de várias visitas ao polo industrial que envolveram uma observação direta auxiliada por entrevistas informais realizadas aos trabalhadores, identificaram-se as tarefas que revelaram ser mais críticas, isto é, que envolviam um maior número de fatores de risco, merecendo uma posterior análise e avaliação do nível de risco que incorrem os trabalhadores.

Figura 3.1 - Esquema da metodologia utilizada



Depois de serem identificadas as sub-tarefas críticas, o passo seguinte foi a seleção dos métodos de avaliação ergonômica a serem aplicadas em cada sub-tarefa. Esta seleção foi realizada com base numa pesquisa bibliográfica que possibilitou identificar os métodos que melhor se enquadravam com os fatores de risco identificados e com as características da sub-tarefa. Com efeito, foram, na totalidade, selecionados os métodos RULA, REBA, SI, OWAS, KIM, MAC, Modelo de *Shoaf* e Guia de *Mital*.

Depois de aplicação destes métodos, foi realizada uma análise dos resultados de cada um e, de seguida, realizada uma comparação e discussão dos resultados procurando comparar e entender os resultados obtidos por cada método de forma a perceber a sua real adequabilidade à tarefa em causa.

Finalmente, apresentaram-se várias propostas de melhoria e ações corretivas à empresa que, uma vez identificado e conhecido o nível de risco presente nas sub-tarefas avaliadas, esta venha ponderar a sua viabilidade de implementação, com vista a reduzir ou eliminar o risco associado ao desenvolvimento de LMERT nos trabalhadores e de modo melhorar as condições de trabalho.

### **3.2 Questionário**

O questionário elaborado e efetuado aos trabalhadores, encontra-se no Apêndice A e foi adaptado dos questionários presentes na tese de doutoramento da professora Isabel Nunes (Nunes, 2012).

Num primeiro campo do questionário relacionado com as informações do trabalhador, foram recolhidas as informações relativas ao sexo, idade, peso, altura e número de anos na empresa. Foram também pedidas outras informações consideradas relevantes para uma melhor perceção do atual bem-estar e da saúde dos trabalhadores, como a prática de exercício físico, a presença de cansaço no final do turno de trabalho e o modo como esta se relaciona com as pausas programadas.

Num segundo campo, são questionadas as perceções do próprio trabalhador sobre o seu trabalho, que foram subdivididas em: condições do espaço e ambiente de trabalho; postura; nível de esforço; repetição de movimentos; histórico de lesões; ambiente social no trabalho. Nas condições do espaço e ambiente de trabalho foi questionada a opinião dos trabalhadores relativa a fatores como a temperatura, de verão e de inverno, o ruído, o estado do piso e a iluminação. No que toca aos subcampos e fatores de postura, nível de esforço e repetição de movimentos, foram elaboradas tabelas de modo que o trabalhador classificasse qualitativamente cada região anatómica do corpo durante o seu turno diário nas tarefas que executa. De igual forma foi procedido no contexto de trabalho e ambiente social, onde se

questionou a monotonia e repetição das tarefas, a relação com os colegas e as chefias, exigências das tarefas, adequado número de pausas e ritmo de trabalho. Por fim, questionou-se se a formação e treino obtidos foram suficientes para uma correta execução das tarefas.

Uma vez que o questionário foi realizado e preenchido de forma anónima, houve a oportunidade de deixar campo vazio para qualquer comentário adicional que o trabalhador pretendesse fazer.

### **3.3 Seleção dos métodos de avaliação ergonómica**

Estão definidos três diferentes níveis de intervenção para a avaliação e análise de risco, conforme mencionado no capítulo anterior. De forma a garantir que os objetivos delineados no estudo são atingidos, deve-se ter conhecimento sobre a informação que se irá obter na aplicação de cada método (*output*). Assim, esta seleção dos métodos mais corretos a aplicar em determinado caso é um ponto crucial numa avaliação ergonómica.

Feita uma pesquisa bibliográfica, ciente das características das tarefas críticas identificadas no caso em estudo e com plenitude das características de cada método, selecionaram-se os métodos: RULA, REBA, SI, OWAS, MAC, Modelo de *Shoaf*, KIM-PP e Guia de *Mital*.

#### **3.3.1 RULA**

O RULA utiliza representações visuais de diferentes posições do corpo em diagramas, acompanhadas por três tabelas que atribuem pontos, com o objetivo fornecer uma avaliação sobre a exposição aos fatores de risco. Categorizados como fatores de carga externa, estes elementos abarcam: o trabalho muscular estático; a intensidade de força; e as posturas de trabalho (McAtamney & Nigel Corlett, 1993).

A RULA *Worksheet*, no Anexo A, separa o corpo em dois grupos, o grupo A e o grupo B. O primeiro, engloba uma análise ao membro superior, nomeadamente braço, antebraço e punho. Já o grupo B analisa o pescoço, tronco e membros inferiores, de forma a assegurar que uma postura menos saudável destes três seja identificada (Massaccesi et al., 2003). Seguindo os critérios estipulados pelo método, cada região anatómica considera uma amplitude de movimentos dividida por secções. Estas, são numeradas de tal forma que o número 1 indica que o nível de risco é baixo. Com efeito, à medida que a numeração aumenta, está-se perante uma postura com maior nível de risco (McAtamney & Nigel Corlett, 1993). É ainda dada importância a parâmetros como, a rotação do tronco ou do punho, por exemplo, de forma a tornar a pontuação a atribuir mais precisa.

Aos valores de pontuação referentes à postura das regiões anatómicas A e B, é somada a pontuação atribuída aos parâmetros de força e utilização muscular. Destas somas, obtêm-se duas pontuações que são cruzadas e da sua interseção resulta uma pontuação final (McAtamney & Nigel Corlett, 1993).

A pontuação final obtida é dividida em quatro níveis de risco. O primeiro nível é constituído pela pontuação 1 e 2, o nível 2 pela pontuação 3 e 4, o nível 3 corresponde a 5 e 6 e o último nível, 4, para uma pontuação final igual ou superior a 7. Para cada nível, o método faz uma associação às ações a serem tomadas, que podem ser analisadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Níveis de risco do RULA (adaptado de (Rahman, 2014)).

Pontuação final	Nível de risco	Ação a ser tomada
1 ou 2	1	Uma postura que é considerada aceitável, desde que não seja mantida durante muito tempo.
3 ou 4	2	A postura efetuada pode representar risco de ocorrência de lesões. As causas devem ser examinadas e talvez sejam necessárias mudanças.
5 ou 6	3	A postura efetuada não é adequada e apresenta risco de lesões. As causas devem ser investigadas e as alterações devem ser implementadas o mais rápido possível.
7+	4	Postura inadequada. Existe um risco certo de lesão. As razões devem ser analisadas e as ações corretivas devem ser aplicadas imediatamente.

### 3.3.2 REBA

De igual forma ao método RULA, a folha de pontuação REBA, no Anexo B, divide o corpo em dois grupos. O primeiro engloba o pescoço, tronco e membros inferiores, enquanto o segundo grupo inclui o braço, antebraço e punho. Novamente em semelhança ao RULA, uma postura de uma região anatómica do método REBA à qual foi atribuída o valor 1 representa uma postura neutra, onde, por sua vez, uma pontuação maior representa uma postura associada a um nível de risco maior. Em cada grupo, são atribuídas pontuações a todos os parâmetros, que depois de somadas, resultam numa pontuação final do grupo. Estas são cruzadas e, de seguida, somadas à pontuação da atividade e determinado o valor da pontuação final do método (Hignett & McAtamney, 2000).

Na Tabela 3.2, apresenta-se a categorização da pontuação final REBA numa escala de 0 a 4 e respetivas ações a serem tomadas, onde 0 classifica a tarefa como segura e 4 é representativo de um nível de risco máximo associado à atividade.

Tabela 3.2 - Níveis de risco do REBA (adaptado de (Hignett & McAtamney, 2000)).

Pontuação Final	Nível de risco	Ação a ser tomada
1	0	O risco é desprezível, portanto, não requer nenhuma ação.
2 a 3	1	Risco baixo, pode ser necessário efetuar ajustes.
4 a 7	2	Risco moderado, requer investigação e intervenção.
8 a 10	3	Risco elevado, exige investigação e intervenção imediata.
11+	4	Risco extremamente elevado, demanda intervenção imediata

### 3.3.3 OWAS

A OWAS *Worksheet* divide o corpo em três regiões diferentes, tronco, membros superiores e membros inferiores. Ao tronco é atribuída uma pontuação que varia de 1 a 4, representativa de figuras com diferentes posturas, onde quanto mais crítica for a postura do tronco, tanto maior será o valor da pontuação. Da mesma forma se procede para o parâmetro braços, apesar da classificação a atribuir variar de 1 a 3. Relativamente aos membros inferiores, a pontuação pode variar entre os valores 1 e 7, pois as figuras distinguem diversas posturas que envolvem, por exemplo, a flexão dos membros inferiores o facto de ter dois ou apenas uma membro inferior em suspensão. Relativamente a classificação referente à força exercida, esta toma o valor 1 para uma força inferior a 10 kg, valor 2 para uma força entre os 10 e 20 kg e pontuação 3 para força superior a 30 kg (Karhu et al., 1977).

Depois de determinadas as pontuações de cada parâmetro, estes são combinados na tabela OWAS, apresentada no Anexo C, de onde é retirada uma classificação do nível de risco. Esta classificação varia de 1 a 4 e a sua interpretação consta na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Níveis de risco do OWAS (adaptado de (Karhu et al., 1977)).

Nível de risco	Interpretação
1	Risco baixo. Não é necessário aplicar medidas corretivas.
2	Risco moderado. Necessário aplicar medidas corretivas num futuro próximo.
3	Risco elevado. Necessário aplicar correções o quanto antes.
4	Risco muito elevado. Necessário aplicar correções imediatas.

### 3.3.4 SI

Esta abordagem, leva em consideração vários parâmetros fisiológicos, epidemiológicos, psicológicos e biomecânicos que são avaliados com base na folha de pontuação SI. A pontuação atribuída a cada parâmetro tem um multiplicador a si associado. Com efeito, o produto de todos os multiplicadores fornece como resultado, uma pontuação final que determina o nível de risco referente à tarefa. Deve ser referido que as variáveis analisadas neste método não incluem considerações relativas a compressões localizadas ou vibrações nos membros superiores distais, que podem influenciar negativamente a saúde do trabalhador a longo prazo. (Chalmers University of Technology, SE et al., 2017).

Deste modo, a folha de pontuação aborda os parâmetros: intensidade do esforço (frequentemente identificado segundo uma *Borg Scale*, isto é, a pontuação é determinada através do *feedback* dos trabalhadores); duração do esforço; número de esforços por minuto; postura da mão/punho; velocidade do trabalho e a duração diária da tarefa. Todas estas, representativas de uma exposição dos trabalhadores ao stress físico, englobam a avaliação da região distal do membro superior (Stanton, 2005).

Podem-se observar, na Tabela 3.4, os níveis de classificação de 1 a 5 para cada parâmetro, onde 1 representa um nível de risco mínimo e 5 representa um nível de risco máximo.

Tabela 3.4 - Níveis de classificação dos parâmetros da método SI (adaptado de (Steven Moore & Garg, 1995).

Nível da variável	Intensidade do esforço	Duração do esforço (%)	Nº esforços p/min	Postura da mão/punho	Velocidade do trabalho	Duração diária da tarefa
1	Ligeiro	<10	<4	Muito Boa	Muito lento	<1
2	Médio	10 a 29	4 a 8	Boa	Lento	1 a 2
3	Elevado	30 a 49	9 a 14	Aceitável	Mediano	2 a 4
4	Muito elevado	50 a 79	15 a 19	Má	Rápido	4 a 8
5	Quase máximo	>80	>20	Muito má	Muito rápido	>8

Após identificar a classificação de cada parâmetro, é efetuada a leitura do multiplicador correspondente. Pode-se analisar na Tabela 3.5, a forma como os níveis de classificação se relacionam com os multiplicadores necessários ao cálculo da pontuação final.

Tabela 3.5 - Multiplicadores dos parâmetros do SI (adaptado de (Steven Moore & Garg, 1995))

Nível da variável	Intensidade do esforço	Duração do esforço (%)	Nº esforços p/min	Postura da mão/punho	Velocidade do trabalho	Duração diária da tarefa
1	1	0,5	0,5	1	1	0,25
2	3	1	1	1	1	0,5
3	6	1,5	1,5	1,5	1	0,75
4	9	2	2	2	1,5	1
5	13	3	3	3	2	1,5

Como foi referido, a multiplicação dos sete multiplicadores resulta na pontuação final. A obtenção de uma pontuação final inferior a 3, indica que a tarefa é segura e não são necessárias intervenções. Uma pontuação final entre 3 e 5, indica um nível de risco pouco provável ao aparecimento de lesões. Entre os valores 5 e 7, a execução da atividade representa uma forte probabilidade de ocorrência de LMERT nos trabalhadores. Uma pontuação superior a 7 indica que a atividade não é segura e devem ser implementadas ações corretivas de imediato (Steven Moore & Garg, 1995). Apresenta-se na Tabela 3.6, o respetivo código de cores. A respetiva folha de pontuação encontra-se no Anexo D.

Tabela 3.6 - Níveis de risco do SI (adaptado de (Steven Moore & Garg, 1995))

Pontuação final	Interpretação
<3	Tarefa é segura
3-5	Reduzida probabilidade de aparecimento de lesões
5-7	Elevada probabilidade de aparecimento de lesões
7>	Tarefa insegura

### 3.3.5 MAC

Ao método MAC está associada uma folha de avaliação, no Anexo E, onde são atribuídas pontuações aos parâmetros considerados, que, por meio de uma esquematização, determina a pontuação final do nível de risco (Malchaire et al., 2011). Com efeito, o método analisa as variáveis: peso da carga (analisada através de um gráfico, categorizado por zonas de risco, tendo em consideração a frequência de transporte), a distância que separa horizontalmente as mãos e da região lombar, a altura vertical das mãos ao solo, a rotação e inclinação do tronco, a presença de posturas inadequadas, a qualidade da pega; condições do pavimento; fatores ambientais. Estes parâmetros são classificados por uma escala categorizada pelas cores verde, laranja, vermelho e roxo, onde a cor verde representa um

nível de risco mínimo e roxo, que é considerado apenas pelo parâmetro do peso da carga, um nível de risco máximo (Colim, 2009; HSE, 2019).

Primeiramente, para uma correta aplicação do método na tarefa sob análise, esta deve ser observada por um grande número de vezes, procurando sempre obter o feedback dos trabalhadores que executam a tarefa sobre a dificuldade da mesma.

De seguida, deve-se selecionar a folha ou guia de avaliação referente à(s) tarefa(s) de MMC presente(s) na atividade. Pelo guia escolhido, seleciona-se a cor que melhor classifica o nível de risco a que cada parâmetro está associado, considerando sempre o pior cenário observado, de forma a abranger todos os potenciais riscos aos quais o trabalhador está sujeito.

Finalmente, através da esquematização do final do guia, determina-se a pontuação MAC final, representativa do risco associado ao trabalhador na execução da tarefa. Na Tabela 3.7, apresentam-se as 4 categorias de classificação do risco e respetivas interpretações.

Tabela 3.7 - Níveis de risco final do MAC (adaptado de (Colim, 2009).

Nível de risco	Ação a ser tomada
Verde	Nível de risco baixo. Porém, é importante considerar a vulnerabilidade de trabalhadores condicionados.
Laranja	Nível de risco moderado. A tarefa deve ser examinada com maior detalhe.
Vermelho	Nível de risco elevado a percentagem significativa dos trabalhadores. Podem estar sujeitos ao risco de lesões. A ação imediata é necessária.
Roxo	Nível de risco elevado a todos os trabalhadores. Este agrava-se quando o peso é suportado por apenas um trabalhador, representando um risco elevado de lesões. A ação imediata e uma análise detalhada da situação, são necessárias.

### 3.3.6 Modelo de Shoaf

Na presente dissertação, o modelo de *Shoaf* foi aplicado apenas em sub-tarefas do tipo transportar. Considerando o modelo desenvolvido para o transporte de cargas, a Capacidade de Transporte (CT), em kg, pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$CT = Pb \times MVt \times MDt \times MF \times MDT \times MI \times MPC \quad (4)$$

Onde:

- Pb é o peso base, em kg, aceitável para diferentes populações;
- MVt é o multiplicador da distância vertical de transporte (Vt);
- MDt é o multiplicador do deslocamento de transporte percorrido pela carga (Dt);
- MF é o multiplicador da frequência de transporte (F);
- MDT é o multiplicador da duração da tarefa (DT);
- MI é o multiplicador da idade do trabalhador (I);
- MPC é o multiplicador do peso corporal (PC).

Para que se consiga identificar os valores dos multiplicadores associados a cada parâmetro, devem ser conhecidas as seguintes variáveis:

- Sexo do trabalhador;
- Vt (cm) - Distância vertical desde o solo até às mãos, durante o transporte;
- Dt (m) - Distância de transporte percorrida pela carga;
- F (vezes/min) - Frequência do transporte;
- DT (h) - Duração da tarefa;
- I - Idade do trabalhador;
- PC - Peso corporal

Uma vez que o Modelo de *Shoaf* é baseado no Modelo de Hidalgo (Shoaf et al., 1997), os multiplicadores MI, MPC e MDT podem ser determinados através do procedimento descrito por esse método (Hidalgo et al., 1997). Em contrapartida, os coeficientes MVt, MDt e MF são estabelecidos através da referência às tabelas (Shoaf et al., 1997). Quanto ao valor de Pb, este é definido mediante a consulta da tabela do Modelo de *Shoaf*, especificamente voltada para tarefas que envolvam o transporte de cargas, seguindo a perspectiva biomecânica (Shoaf et al., 1997).

Após determinar todos os multiplicadores e uma vez calculada a Capacidade de Transporte, o nível de segurança de uma tarefa de transporte de cargas é identificado pelo índice relativo de segurança (IRS) ou o índice pessoal de segurança (IPS). Estes, são determinados através dos seguintes passos:

Passo 1: Determinar o valor do peso da carga, em kg, a ser transportada;

Passo 2: Através de Pb, identificar a percentagem da população trabalhadora onde o peso real da carga a transportar é aceitável, segundo a vertente biomecânica.

Passo 3: Calcular os índices através da expressão apresentada na Equação 5.

$$IRS \text{ ou } IPS = 10 - \frac{\%população}{10} \quad (5)$$

Numa escala com amplitude entre 0 e 10, onde 0 representa um nível de risco mínimo e 10 um nível de risco máximo associados à tarefa de transporte manual de cargas, pela Tabela 3.8 pode ser interpretado o valor obtido no cálculo dos índices (Hidalgo et al., 1997).

Tabela 3.8 - Interpretação do nível de risco associado ao IPS/IPR (adaptado de (Hidalgo et al., 1997).

Escala	Interpretação
0	Extremamente segura
0,5	
1	Muito segura
2	Segura
3	
4	Um pouco insegura
5	Insegura
6	Muito insegura
7	
8	
9	
10	Extremamente insegura

### 3.3.7 Guia de Mital

No presente estudo, devido à natureza das tarefas em análise (que serão detalhadas no próximo capítulo), este método será aplicado apenas a tarefas de MMC do tipo transportar e empurrar. Com efeito, para este tipo de tarefas, a sua aplicação é realizada segundo os seguintes passos:

Passo 1: Decompor a tarefa em sub-tarefas do tipo MMC. Desenhar o esquema do local de trabalho, especificando as dimensões das cargas manipuladas e as distâncias horizontais de movimentação. Determinar a duração do turno diário de atividade, considerando as pausas programadas e intervalo para refeições. Registrar o tempo de ciclo e a frequência das manipulações.

Passo 2: Selecionar o percentil da população que se pretende considerar para a análise do posto de trabalho em questão.

Passo 3: As cadências de trabalho atual e recomendadas ( $W_a$ ) e ( $W_r$ ), respetivamente, são calculadas para cada tarefa a ser analisada. De modo a cumprir todos estes passos, é necessário determinar valores correspondentes aos parâmetros: percentil da população pretendido; peso da carga a ser movimentada; distância horizontal de transporte; distância vertical das mãos ao solo; frequência da movimentação.

A seguir, fundamentado nos critérios de avaliação específicos para cada sub-tarefa e com base nas tabelas disponibilizadas pelo método do Guia de *Mital*, é estabelecido o peso máximo de carga recomendado para cada tarefa individual (Mital et al., 2017). Quando o

valor de determinado parâmetro não existe na tabela, o peso recomendado é calculado a partir interpolação linear com base nos valores tabelados.

Num estágio subsequente, os valores de ritmo de trabalho atual ( $W_a$ )(Equação 1) e ritmo de trabalho recomendado ( $W_r$ ) (Equação 2) são calculados para cada tarefa individual. Em relação às sub-tarefas do tipo transportar e do tipo empurrar, a expressão de  $W_r$  e  $W_a$  é a mesma.

No caso de  $W_a$ , este pode ser calculado por:

$$W_a = P_c (kg) \times V (m) \times F \left( \frac{vezes}{min} \right) \quad (1)$$

E  $W_r$  determinado pela expressão:

$$W_r = P_{rt} (kg) \times V(m) \times F \left( \frac{vezes}{min} \right) \times \text{Multiplicadores de ajustamento} \quad (2)$$

No contexto da equação, o valor  $P_{rt}$  corresponde ao peso recomendado, medido em quilogramas, considerando os seguintes parâmetros: percentil da população selecionado, distância vertical das mãos ao solo, frequência de transporte e distância de transporte. Por outro lado, os multiplicadores de ajustamento derivam da multiplicação das seguintes variáveis: duração da tarefa, assimetria da carga, qualidade da pega, espaço disponível para colocar a carga e stress térmico.

Passo 4: Para cada tarefa sob análise, o valor de  $W_a$  é contrastado com o valor de  $W_r$  e é calculado o potencial risco  $R$ , estabelecido pela Equação 3.

$$R = \frac{W_a}{W_r} \quad (3)$$

Passo 5: A avaliação do resultado obtido para  $R$  assume a relevância seguinte. Se  $R$  exceder o valor de 1, está presente um nível de risco elevado e emerge a necessidade de reestruturar a tarefa, pois a capacidade do trabalhador é ultrapassada, aumentando consideravelmente a exposição a possíveis lesões na região lombar. Caso  $R$  seja inferior a 1, a exposição do trabalhador é considerada a estar num nível de risco aceitável. No entanto, quando o valor do potencial de risco é igual a 1, não se pode garantir a ausência completa de ocorrência de lesões (Mital et al., 2017).

### 3.3.8 KIM-PP

Neste estudo, foi apenas utilizado o KIM-PP. Esta abordagem metodológica considera, exclusivamente para tarefas envolvendo ações de puxar e empurrar, os seguintes indicadores chave: a duração e frequência da atividade; o peso da carga a ser movimentada; a assistência mecânica; a precisão do posicionamento da carga; a velocidade da movimentação; a postura adotada; e as condições de trabalho presentes (Klussmann et al., 2017).

O KIM-PP realiza a soma das pontuações atribuídas a cada parâmetro, com exceção da pontuação do indicador-chave duração e frequência da atividade, à qual é multiplicada o valor da soma, de maneira a calcular um valor representativo do nível de risco associado a cada tarefa. Essa medida de risco varia dentro de uma faixa aproximada entre 2 e 70 e é estratificada em quatro categorias distintas, conforme detalhado na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Níveis de ação do KIM (adaptado de Steinberg, 2012).

Nível de risco	Pontuação de risco	Interpretação
1 (aceitável)	<10	Carga reduzida, sobrecarga física pouco provável.
2 (moderado)	10 a 25	Maior carga. Sobrecarga física pode ocorrer a pessoas com idades >40 e <21 anos, com doenças ou recém-chegados. Recomenda-se redesenhar o local de trabalho para estas pessoas.
3 (elevado)	25 a 50	Situação de ainda maior carga. Sobrecarga física pode ocorrer a qualquer pessoa. Recomenda-se redesenhar o layout do local de trabalho.
4 (muito elevado)	50<	Carga elevada. Elevada probabilidade de ocorrer sobrecarga física. Recomenda-se reavaliação do posto de trabalho, reduzir a carga, alterar as condições de trabalho, reduzir o tempo de execução das tarefas.

Conforme o nível de risco aumenta, observa-se um aumento correspondente na sobrecarga imposta ao sistema músculo-esquelético dos trabalhadores (Steinberg, 2012). Esse aspecto reforça a relação direta entre o nível de risco identificado pelo KIM e o potencial impacto físico sobre os indivíduos envolvidos na realização das tarefas de MMC.

As tabelas necessárias à identificação das pontuações dos indicadores-chave e cálculo da pontuação de risco, podem ser encontradas no Anexo F.



## CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo, apresenta-se a empresa onde foi desenvolvido o estudo, é elaborada uma descrição do processo de atividades do setor do enchimento e realizada uma caracterização do contexto de trabalho e da amostra que será base do estudo. São também identificadas as tarefas presentes no setor em questão e respetivas sub-tarefas críticas.

### 4.1 Descrição da empresa

A empresa onde foi realizado o estudo é uma multinacional do setor industrial que se foca em gases, tecnologias e serviços para a indústria e cuidados de saúde, graças à sua inovação, diversidade e compromisso a longo prazo com os clientes. Presente também em Portugal, a empresa produz gases industriais e especiais de diferentes formas e purezas, tal como uma grande variedade de tecnologias, equipamentos e serviços para um grande leque de setores industriais e para fins medicinais. Apresenta uma grande aposta no hidrogénio como combustível para a mobilidade limpa.

Em território nacional, a empresa está dividida em dois tipos de polos industriais: dois polos de produção primária, e dois polos de produção secundária e distribuição. Os principais gases comercializados são oxigénio, azoto, argon, dióxido de carbono, acetileno, hélio e hidrogénio. Porém, no polo de produção secundária e distribuição onde foi realizado o estudo de 6 meses, apenas se produzem os primeiros quatro. Este polo, divide-se em dois setores: setor de manutenção e setor de enchimento. No primeiro, como o nome indica, é

realizada a manutenção das garrafas, onde estas passam por processos como a pintura ou prova hidráulica. No setor do enchimento são produzidos os gases e realizado o enchimento e acondicionamento das garrafas, onde está presente um maior número de atividades e de tarefas relacionadas com a manipulação das garrafas. Com efeito, foi acordado com a empresa que este último seria foco de estudo, uma vez que apresentava um maior número de fatores de risco aos quais os trabalhadores estavam sujeitos.

O setor de enchimento é o setor responsável pela produção dos gases: oxigénio, azoto, dióxido de carbono e árgon. Através destes quatro tipos de gás é realizado o enchimento de garrafas a diferentes misturas e/ou purezas de gases, dependendo da sua finalidade. Após o enchimento, as garrafas são expedidas e distribuídas aos clientes.

## **4.2 Descrição do processo produtivo no setor do enchimento**

O turno de trabalho no setor do enchimento é composto por 6 trabalhadores. Este, começa com o transporte, através de um empilhador, dos cestos de garrafas vazias, previamente descarregados dos veículos de transporte pelo cliente, até à zona de triagem. Enquanto um dos trabalhadores se encarrega de transportar os cestos, que são colocados no lado direito da zona de triagem, outros três trabalhadores ficam responsáveis pelo processo de triagem das garrafas.

No processo de triagem, verifica-se visualmente a validade da prova hidráulica de cada garrafa e se estas apresentam as condições necessárias para prosseguir para o enchimento. Em caso negativo, são desviadas do processo e enviadas para o setor da manutenção. A triagem, passa também por agrupar as garrafas de forma organizada, de modo a prepará-las para o processo de enchimento, isto é, os cestos de garrafas já consumidas pelos clientes, regressam compostos por garrafas de diferentes tamanhos, gases e pressão de enchimento. Assim, estas são recolhidas, uma a uma, e movimentadas manualmente para um cesto de garrafas uniformes em tamanho, gás e pressão de enchimento, do lado esquerdo da zona de triagem. O processo de triagem começa ao desapertar a cinta que envolve as garrafas do cesto, movimentar manualmente cada garrafa até ao respetivo cesto e termina ao apertar a cinta do cesto, quando este se encontra completo. A triagem tem a duração diária de 2 horas.

Consoante a área disponível para os cestos de garrafas vazias e o número e cestos completos prontos para enchimento, o mesmo trabalhador alocado ao empilhador, transporta os cestos do lado direito da zona de triagem até uma área de acondicionamento de cestos de garrafas na zona de enchimento.

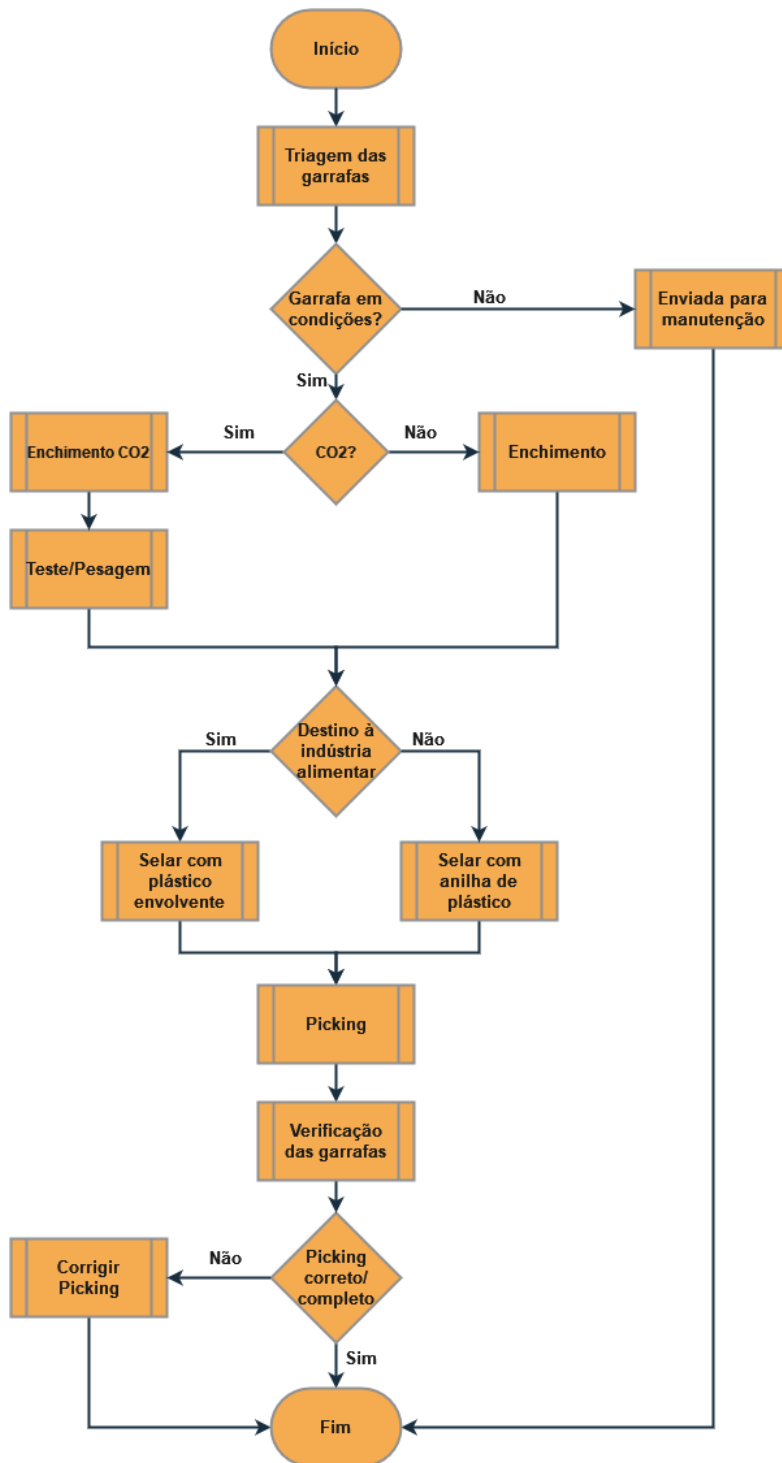
Uma vez terminado o processo de triagem, procede-se ao processo de enchimento. Primeiro, com recurso a um porta-paletes elétrico, é colocado o cesto na rampa de enchimento do respetivo gás a encher. Manobrando uma manivela, faz-se descer a grelha com os cabos de enchimento, mais conhecidos por “flexíveis”. De seguida encaixa-se o flexível na válvula da garrafa e aperta-se a rosca do mesmo, repetindo o processo por 16 vezes, pois cada grelha possui 16 flexíveis. Caso existam, são baixadas manualmente as paredes protetoras da rampa de enchimento, que em alguns gases são importantes para a segurança do trabalhador. Depois, são selecionadas as condições de enchimento pretendidas e aguarda-se o enchimento do conjunto de garrafas. Quando terminado o enchimento, inverte-se o processo, ou seja, levantam-se as paredes protetoras, desaperta-se a rosca do flexível, desencaixa-se o flexível da válvula da garrafa e levanta-se a grelha com os flexíveis. De seguida, as garrafas são seladas ainda na rampa de enchimento através da aplicação manual de uma anilha de plástico. Ao contrário da grande maioria, as garrafas com gás alimentar e os quadros de garrafas (conjunto de garrafas com uma única saída de gás) são selados com um plástico envolvente que posteriormente é secado com uma pistola de calor. As garrafas com CO<sub>2</sub> alimentar passam por um processo de enchimento ligeiramente diferente, são cheias numa área do setor mais isolada e são pesadas antes de serem seladas, pois, ao contrário das restantes, estas são cheias ao kg e não ao volume. No processo de enchimento, a carga de trabalho é igualmente distribuída por 3 trabalhadores, sendo que o trabalhador responsável pelo enchimento de CO<sub>2</sub> é também responsável pelo enchimento e movimentação manual de caixas de gelo seco (CO<sub>2</sub> no estado sólido a -78°C).

Quando terminado o processo de enchimento, sucede-se o armazenamento. Todas as garrafas já seladas são transportadas em cestos, novamente com recurso ao empilhador, para a zona de *picking*. Relembrando o processo de triagem, repetem-se as sub-tarefas de desapertar as cintas dos cestos e da movimentação manual das garrafas, até ao local onde são armazenadas e também organizadas por gás, tamanho e pressão.

Por último segue-se o processo de *picking*. O *picking* é a atividade responsável por recolher o conjunto correto de garrafas, na quantidade correta, de modo a satisfazer as necessidades do cliente. Esta tarefa inicia ao mesmo tempo que a tarefa da triagem e tem a

duração de 8 horas, ou seja, ocorre durante todo o turno de trabalho, onde está também presente uma MMC (transporte e rolamento das garrafas). Após o processo de *picking* os cestos já completos são transportados e acondicionados, por um empilhador, em 6 diferentes zonas que estão organizadas segundo as características do cesto de garrafas: inflamáveis; acetileno; cargas; ilha de garrafas; ilha de quadros e garrafas pequenas. É importante referir que, geralmente, a tarefa de *picking* é efetuada por apenas 1 trabalhador. Antes de serem transportadas, novamente de empilhador, até ao respetivo veículo, todas as garrafas são verificadas por um scanner com massa de 236g. Este é manuseado por um trabalhador e é feita a leitura dos códigos de barras, confirmando que não houve nenhuma falha no processo de *picking*. De forma a melhor compreender o funcionamento do processo de trabalho no setor do enchimento, pode-se observar na Figura 4.1 o fluxograma do processo.

Figura 4.1 - Fluxograma do processo de atividades do setor do enchimento



### 4.3 Caracterização da Amostra

Com base nos dados do questionário realizado aos trabalhadores foi possível realizar uma caracterização da amostra dos trabalhadores do processo de enchimento.

A amostra é composta por 6 trabalhadores do sexo masculino, embora, por vezes, seja necessário recorrer a trabalhadores de outro setor da fábrica para ajudar em situações de uma elevada procura de garrafas e/ou falta de pessoal, pois contribuem para um aumento significativo da carga de trabalho. Destes 6 trabalhadores, apenas 1 não realiza uma rotação de tarefas, acabando por realizar a atividade de *picking* durante todo o turno de trabalho.

De modo a respeitar a privacidade e confidencialidade dos dados dos trabalhadores que pertencem a esta amostra, estes estão apresentados após um tratamento estatístico apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Caracterização da amostra

	Idade	Altura (m)	Peso (kg)	IMC	Anos de trabalho na empresa
<b>Média</b>	46	1,76	86,50	27,70	17
<b>Desvio Padrão</b>	9	0,02	12,90	4,22	14
<b>Mínimo</b>	43	1,74	75	21,95	<1
<b>Máximo</b>	59	1,80	98	32	36

Com vista a obter uma melhor perceção sobre a saúde física dos trabalhadores fora do contexto de trabalho, foi-lhes perguntado com que regularidade praticam exercício físico. Dois terços da amostra responderam “2 a 4 vezes por mês”, 16,7% respondeu “Nunca” e outros 16,7% selecionaram “2 ou 3 vezes por semana”.

Após esta análise mais direcionada às características e hábitos dos trabalhadores, o questionário prosseguiu-se com questões mais relacionadas com o contexto, ambiente e atividades de trabalho. À pergunta “As pausas programadas que realiza ao longo do dia permitem-lhe diminuir o cansaço?”, 50% respondeu “Nem sempre” e a outra metade afirmou “Sim”. Da questão “No final do dia de trabalho sente fadiga?”, 50% respondeu “Não”, 33,3% respondeu “Sim” e 16,67% respondeu “Às vezes”.

Relativamente às condições e ambiente de trabalho, quanto ao ruído, 50% dos trabalhadores dizem ser “Forte”, 33,3% responderam “Aceitável” e apenas 16,7% considerou o ruído fraco.

Quanto à temperatura da fábrica, 83,3% da mostra diz ser “Quente” ou “Muito Quente” no verão e “Fria” ou “Muito Fria” no inverno, sendo que os restantes 16,7% consideraram a temperatura “Aceitável” em ambas as estações.

No que toca à Iluminação e Estado do Piso, 66,7% dos trabalhadores responderam “Bom”, 16,7% apontaram como “Aceitável” e outros 16,7% consideraram “Muito Bom”.

Para uma análise mais detalhada foi elaborada uma tabela para que os trabalhadores classificassem qualitativamente as diferentes partes do corpo quanto à postura, nível de esforço e repetição de movimentos. Analisando os resultados obtidos no fator “postura” por parcelas percentuais, obteve-se 11,1% para “Má”, 27,8% para “Aceitável” e 61,1% para “Boa”. De seguida, observando os resultados obtidos para o fator “intensidade do nível de esforço”, separando também as opções assinaladas por percentagem de respostas, 5,6% respondeu “Má”, 80,6% afirmou “Aceitável” e 13,9% considerou “Boa”. De igual modo, repetiu-se o processo para o fator “repetição de movimentos”, à qual 8,3% respondeu “Má”, 75% considerou “Aceitável” e os restantes 16,7% consideraram “Boa”.

Para finalizar, foi também introduzida no questionário uma pergunta relacionada com o histórico de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com trabalho, onde apenas um trabalhador afirmou ter um problema ou lesão na coluna derivado das atividades do trabalho.

#### **4.4 Caracterização do contexto de trabalho**

A área de trabalho de foco de análise para o presente estudo, pertencente ao setor do enchimento, pode ser dividida em quatro zonas de trabalho distintas: triagem; enchimento; *picking* e acondicionamento.

O turno diário possui uma pausa de uma hora para almoço, quase sempre entre as 12h e as 13h, bem como duas pausas de 15 min cada, uma de manhã e outra à tarde, que ficam ao critério de cada trabalhador.

Tendo em conta a natureza e as características do contexto de trabalho, os trabalhadores são obrigados a utilizar um conjunto de EPI, procurando salvaguardar a sua integridade física nos eventuais acidentes de trabalho que possam ocorrer durante a execução das tarefas. Assim, para entrar no setor do enchimento, os trabalhadores devem estar equipados com: calçado com biqueira de compósito (proteção dos pés); óculos de proteção (proteção dos olhos) e camisa ou polo com elementos refletivos (auxiliar a identificação do trabalhador em locais menos luminosos). Segundo os trabalhadores do setor, apesar da existência de algum ruído, proveniente da movimentação das garrafas, empilhadores ou do próprio enchimento, a sua intensidade não tem grandes implicações na

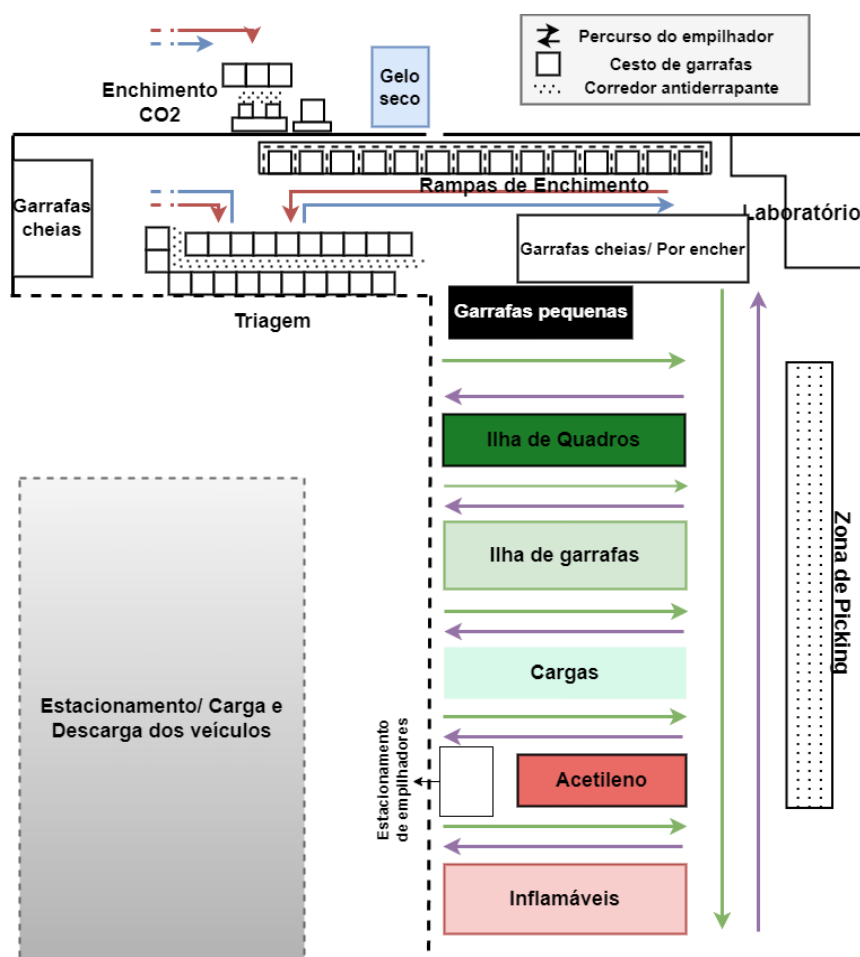
execução das tarefas. Contudo, apesar de não ser obrigatório, os trabalhadores têm acesso a protetores auriculares em concha (proteção dos ouvidos) caso necessitem.

Em relação à iluminação do local de trabalho, esta é composta por luz natural e luz artificial, sendo que a maioria da luz é de origem natural. Segundo os trabalhadores, a iluminação existente é perfeitamente suficiente para a execução das tarefas.

No que toca ao estado do piso, existe chão antiderrapante nas zonas onde é realizada a movimentação manual das garrafas, ou seja, na zona de triagem, no enchimento de CO<sub>2</sub> e na zona de *picking*.

Com vista a obter uma melhor perceção da área de trabalho do setor do enchimento, na seguinte Figura 4.2, pode-se observar o layout completo da fábrica.

Figura 4.2 - Layout completo da fábrica



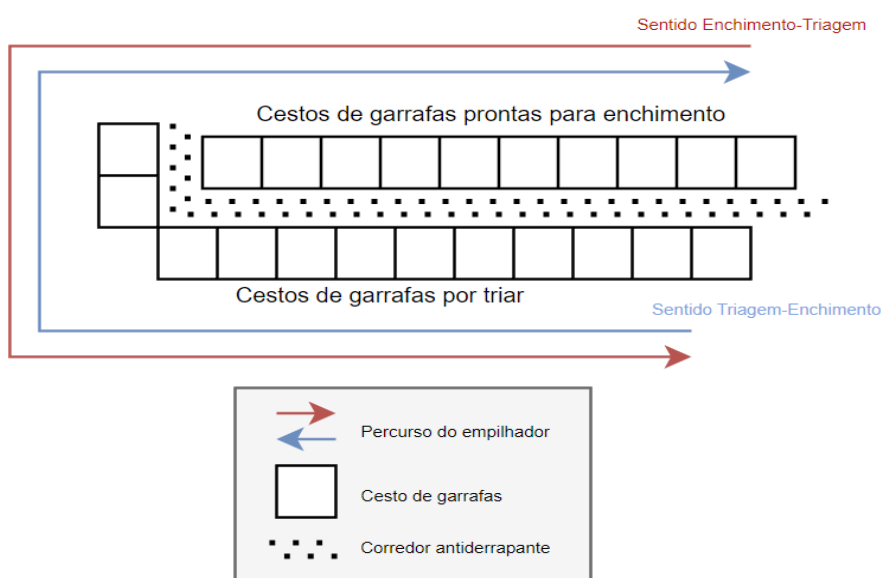
A zona de triagem está subdividida por dois postos de trabalho: transporte e movimentação dos cestos de garrafas, com recurso a um empilhador (1 trabalhador); triagem e movimentação manual das garrafas (3 trabalhadores).

Nas Figuras 4.3 e 4.4, pode-se observar uma fotografia e o layout da zona de triagem, respetivamente.

Figura 4.3 - Zona de Triagem



Figura 4.4 - Layout da Zona de Triagem



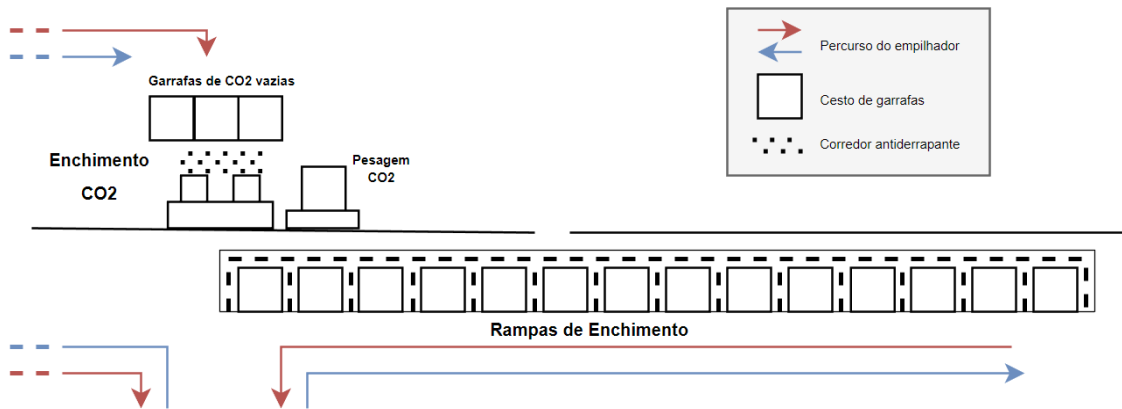
Relativamente à zona de trabalho do enchimento, Figura 4.5, esta subdivide-se em parte exterior, onde é realizado o enchimento de CO<sub>2</sub> e produção do gelo seco, e parte interior onde se procede ao enchimento dos restantes tipos de gás.

Figura 4.5 - Zona de enchimento



O local de enchimento de CO<sub>2</sub> é composto por duas rampas de enchimento, zona de pesagem, zona de acondicionamento das garrafas e zona de produção e acondicionamento de gelo seco. Em relação à parte interior da zona de enchimento, esta é composta por 14 rampas de enchimento e também por uma zona de acondicionamento de garrafas. Normalmente, é alocado 1 trabalhador à parte exterior e 3 trabalhadores às rampas de enchimento na parte interior. Na Figura 4.6, pode-se observar o layout do local.

Figura 4.6 - Layout da zona de Enchimento

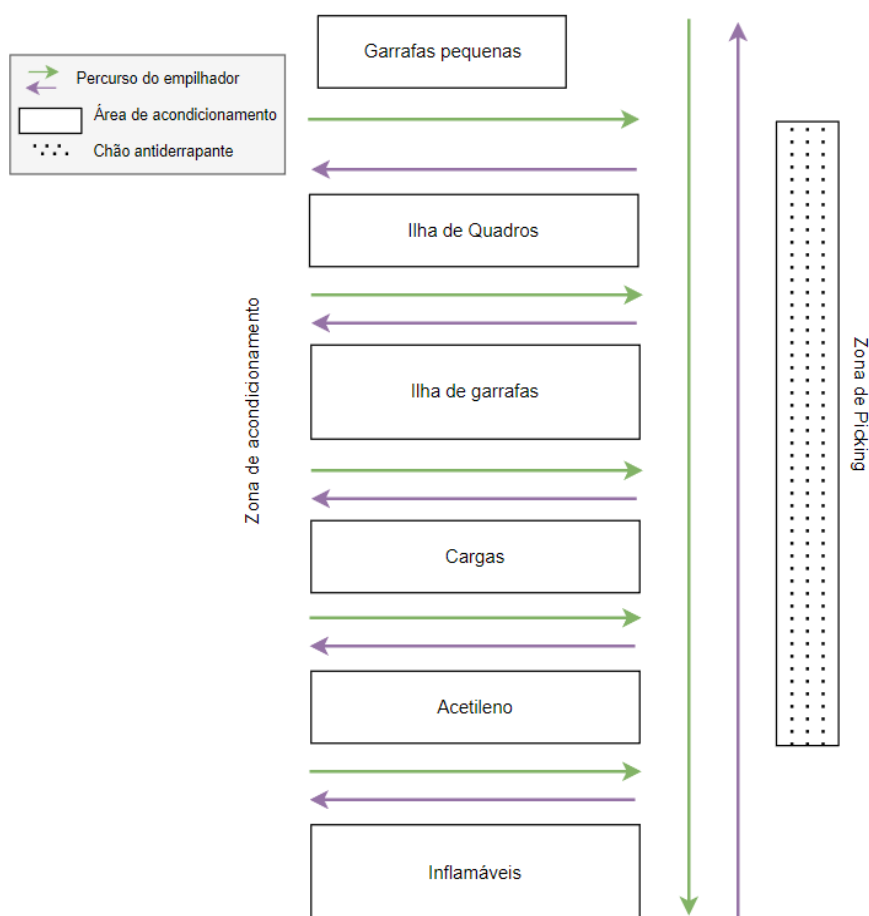


Depois de cheias, as garrafas são armazenadas na zona de *picking*. Esta zona, com as dimensões de 4 x 42 metros, encontra-se subdividida por 20 locais de armazenamento categorizados por tipo de garrafa. Todo o piso da zona de *picking* é antiderrapante, uma vez que grande parcela da movimentação manual das garrafas efetuada durante o turno de trabalho é realizada nesta zona.

Por último, olhando para a zona de acondicionamento, em semelhança à zona descrita anteriormente, está também organizada por tipo de garrafa. Este acondicionamento está categorizado por: garrafas pequenas; ilha de quadros, ilha de garrafas, cargas, acetileno e inflamáveis.

Na Figura 4.7 abaixo indicada, pode-se observar o layout das zonas de *picking* e acondicionamento.

Figura 4.7 - Layout da zona de *Picking* e Acondicionamento



## 4.5 Descrição das tarefas

Por meio de uma observação direta do local de estudo e de frequentes entrevistas informais aos trabalhadores, principalmente com o responsável do setor, foi possível obter uma boa familiarização com o processo produtivo e as suas etapas. Assim, conseguiu-se dividir e organizar o processo por cinco tarefas diferentes: Triagem das garrafas; Enchimento; Enchimento de CO<sub>2</sub>; Armazenamento; *Picking*. A estas, foram atribuídas letras de A a E para que, posteriormente, seja possível interpretar da melhor forma a associação das sub-tarefas a tarefas.

Por norma, cada tarefa é desempenhada na respetiva zona de trabalho. Porém, utilizando como exemplo a tarefa da triagem das garrafas, considerou-se que pertenceria às zonas de trabalho de Triagem e Enchimento, transporte de cestos entre estas duas zonas, com recurso ao empilhador, corresponde a uma sub-tarefa da Triagem das Garrafas. O empilhador pode ser interpretado como uma entidade de interligação, tanto das zonas de trabalho como das tarefas do processo produtivo.

Nas tabelas 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 podem-se observar, respetivamente, uma pequena descrição das tarefas: Triagem; Enchimento; Enchimento CO<sub>2</sub>; Armazenamento e Picking, bem como a(s) zona(s) de trabalho a que estão associadas e a sua decomposição em sub-tarefas.

Tabela 4.2 - Descrição da tarefa de Triagem

Tarefa	Descrição	Zona de Trabalho	Sub-tarefas
<b>A. Triagem das garrafas</b>	Agrupar/ organizar em cestos, por tipo de gás, tamanho e pressão, as garrafas vazias que chegam	Triagem/ Enchimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transportar os cestos de garrafas vazias até à zona de triagem.</li> <li>2. Desapertar a cinta do cesto.</li> <li>3. Movimentar manualmente as garrafas até ao respetivo cesto de garrafas iguais.</li> <li>4. Apertar a cinta do cesto de garrafas iguais, quando estiver completo.</li> <li>5. Transportar os cestos de garrafas, já organizados, da zona de triagem até à zona de enchimento.</li> </ol>

Tabela 4.3 - Descrição da tarefa de Enchimento

Tarefa	Descrição	Zona de Trabalho	Sub-tarefas
<b>B. Enchimento</b>	Enchimento das garrafas com o respetivo gás	Enchimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar os cestos de garrafas nas rampas de enchimento.</li> <li>2. Baixar a grelha com a tubagem de enchimento até ao nível das válvulas das garrafas.</li> <li>3. Encaixar os flexíveis nas válvulas das garrafas.</li> <li>4. Baixar as telas protetoras.*</li> <li>5. Selecionar num ecrã, o gás a encher e as condições de enchimento pretendidas.</li> <li>6. Elevar as telas protetoras.*</li> <li>7. Retirar os flexíveis das válvulas das garrafas.</li> <li>8. Elevar a grelha com a tubagem de enchimento.</li> <li>9. Selar as garrafas com um selo de garantia.**</li> <li>10. Retirar os cestos de garrafas das rampas de enchimento.</li> <li>11. Selar com plástico envolvente de garantia. **</li> <li>12. Contabilizar as garrafas que foram cheias</li> </ol>

\* Apenas as rampas de enchimento dos gases: mixal (mistura de gases); árgon a 300 bar; oxigénio.

\*\* Se for uma garrafa com destino à indústria alimentar ou um quadro de garrafas, sela-se com um plástico envolvente, caso contrário utiliza-se o selo de garantia.

Tabela 4.4 - Descrição da tarefa de Enchimento CO2

Tarefa	Descrição	Zona de Trabalho	Sub-tarefas
<b>C. Enchimento CO2</b>	Enchimento das garrafas de CO2	Enchimento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colocar os cestos de CO2 junto à rampa de enchimento de CO2</li> <li>2. Desapertar a cinta do cesto.</li> <li>3. Movimentar manualmente a garrafa até ao local de enchimento.</li> <li>4. Encaixar o flexível na válvula da garrafa.</li> <li>5. Selecionar num ecrã as condições de enchimento pretendidas.</li> <li>6. Retirar o flexível da válvula da garrafa.</li> <li>7. Movimentar manualmente a garrafa até ao cesto</li> <li>8. Apertar a cinta do cesto, quando este estiver completo.</li> <li>9. Selar as garrafas com selo de garantia</li> <li>10. Contabilizar as garrafas que foram cheias.</li> <li>11. Elevar as caixas de gelo seco</li> <li>12. Movimentar manualmente as caixas de gelo seco</li> <li>13. Baixar caixas de gelo seco</li> </ol>

Tabela 4.5 - Descrição da tarefa de Armazenamento

Tarefa	Descrição	Zona de Trabalho	Sub-tarefas
<b>D. Armazenamento</b>	Armazenar as garrafas já cheias por tamanho, tipo de gás e pressão	Enchimento/Picking	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transportar os cestos de garrafas da zona de enchimento até à zona de picking</li> <li>2. Desapertar a cinta do cesto.</li> <li>3. Movimentar manualmente as garrafas até à respetiva zona.</li> </ol>

Tabela 4.6 - Descrição da tarefa de Picking

Tarefa	Descrição	Zona de Trabalho	Sub-tarefas
E. Picking	Recolha do conjunto correto de garrafas necessárias a cada cliente	Picking/ Acondicionamento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Movimentar manualmente cada garrafa, a ser recolhida, até ao cesto indicado.</li> <li>2. Apertar a cinta do cesto, quando estiver completo.</li> <li>3. Transportar os cestos já completos até à respetiva zona de acondicionamento.</li> <li>4. Verificar o picking de cada cesto.</li> </ol>

Analisando a Tabela 4.7, observam-se os fatores de risco e algumas observações, consideradas relevantes, associadas a cada sub-tarefa.

Tabela 4.7 - Fatores de Risco das sub-tarefas

Sub-tarefa	Observações	Fatores de risco	Métodos aplicados
A1, A5, C1, D1, E3	Transporte é efetuado com recurso a um empilhador.	—	-
A2, A4, C2, C8, D2, E2	O trabalhador inclina-se e executa um movimento que exige força dos membros superiores	Postura forçada Intensidade de força	OWAS RULA REBA
A3, C3, C7, D3, E1	No caso das garrafas grandes, a movimentação manual é efetuada através de uma rotação das garrafas inclinadas a cerca de 15 graus, sob um piso antiderrapante. As garrafas pequenas são transportadas (sem contacto com o chão)	MMC (empurrar/ transportar)	MAC Modelo de <i>Shoaf</i> Guia de <i>Mital</i> KIM-PP
C11	Elevar as caixas de gelo seco.	MMC (elevar)	-
C12	Transporte das caixas de gelo seco de 10kg e 20kg.	MMC (transportar)	-
C13	Baixar as caixas de gelo seco.	MMC (baixar)	-

B1, B10	Manuseamento de um porta-paletes elétrico.	Movimentos repetitivos (membros superiores e tronco)	-
B2, B8	O movimento é efetuado pelo manuseamento de uma manivela.	MMC (puxar/empurrar)	-
B3, B7, C4, C6	Abrir/fechar a manivela e enroscar/desenroscar a rosca do flexível, ambas manualmente. (x16 por cesto)	Movimentos repetitivos (região distal dos membros superiores).  Postura forçada (tronco).	RULA SI
B4, B6	Efetuada manualmente com os dois braços. Exige força dos membros superiores e tronco.	MMC (puxar/empurrar)	-
B5, C5	Selecionar as condições de enchimento num ecrã tátil.	-	-
B9, C9	Aplicação manual de um selo de garantia. (x16 por cesto)	Postura forçada (tronco).  Movimentos repetitivos (região distal dos membros superiores).	-
B11	Utilização de uma pistola de calor.	Movimentos repetitivos dos membros superiores e região distal dos membros superiores.	-
C10, B12, E4	Leitura dos códigos de barras de cada garrafa com recurso a dispositivo próprio. Cerca de x1000 repetições diárias, sendo que 500 são efetuadas por apenas um trabalhador.	Movimentos repetitivos (membros superiores e região distal dos membros superiores).	RULA SI

## 4.6 Identificação das Sub-tarefas críticas

Naturalmente, todas as sub-tarefas apresentam níveis de risco diferentes. Assim, foi necessário realizar uma priorização das tarefas, de forma a identificar aquelas que devem ser primeiro estudadas por serem consideradas mais prejudiciais à saúde dos trabalhadores.

Com recurso a entrevistas informais aos trabalhadores e através de uma observação sistemática do decorrer das tarefas correspondentes ao processo do enchimento de garrafas, foi possível identificar um conjunto de sub-tarefas que foram consideradas as mais críticas. A primeira sub-tarefa crítica identificada, foi a movimentação manual das garrafas, presente nas tarefas de Triagem, Enchimento CO<sub>2</sub>, Armazenamento e *Picking* (A3, C3, C7, D3, E1). Esta, revela ser a sub-tarefa mais carece de avaliação ergonómica, uma vez que os diferentes tipos de capacete e diferentes tamanhos de garrafa implicam adotar diferentes posturas inadequadas e diferentes formas de aplicação da força aos trabalhadores. Eventualmente, esta sub-tarefa subdivide-se em duas sub-subtarefas, uma vez que a movimentação manual das garrafas grandes e das garrafas pequenas é efetuada de forma completamente diferente. No caso das garrafas grandes o principal fator de risco é a postura, porém, nas garrafas pequenas o fator de risco predominante é a intensidade da força realizada pelos membros superiores e tronco. Esta, não só é a sub-tarefa da qual os trabalhadores referem mais queixas, mas também a mais complexa de avaliar a nível ergonómico por não existir um método direcionado à avaliação deste tipo de tarefa, daí a sua protagonização na identificação das tarefas críticas.

A segunda sub-tarefa considerada mais crítica foi a da leitura dos códigos de barras, presente nas tarefas de Enchimento, Enchimento CO<sub>2</sub> e *Picking* (C10, B12, E4). Relembrado o fluxo diário de 500 garrafas anteriormente referido e considerando que cada garrafa é alvo de duas leituras diárias - contabilização pós enchimento e verificação do *picking* - o número total diário é de 1000 leituras, sendo que 500 são habitualmente efetuadas por apenas um trabalhador. Ora, tendo em conta a elevada repetição de movimentos na região distal dos membros superiores e a postura inadequada do tronco e membros superiores, influenciadas também pela massa do scanner, presentes nesta sub-tarefa, foi identificada a segunda tarefa crítica.

Em terceiro lugar, identificou-se como sub-tarefa crítica o encaixe/dencaixe do conector da tubagem na válvula da garrafa (flexíveis), presente nas tarefas de Enchimento e Enchimento de CO<sub>2</sub> (B3, C4, C6, B7). Os principais fatores de risco identificados que levaram à avaliação ergonómica desta sub-tarefa foram o elevado número de movimentos repetitivos com o punho e a postura inadequada da região distal dos membros superiores nos instantes finais do aperto e nos instantes iniciais do desaperto da rosca do conector. Relembrando a

estimativa do fluxo diário de 500 garrafas, ao contabilizar o aperto e o desaperto da rosca, obtém-se uma estimativa total de 1000 repetições na execução desta sub-tarefa.

Por último, foram identificadas como sub-tarefas críticas o aperto das cintas de amarração (A2, C8, E2). Esta atividade está presente nas tarefas de triagem, enchimento de CO<sub>2</sub>, armazenamento e *picking* e implica aos trabalhadores uma má postura do tronco e um nível de esforço significativo nos membros superiores.

Apesar dos trabalhadores apenas terem apresentado queixas referentes à execução das sub-tarefas referentes ao encaixe dos flexíveis e à movimentação de garrafas, as restantes sub-tarefas identificadas resultaram da percepção que se obteve durante o período de observação.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo é realizada uma apresentação e discussão dos resultados obtidos da aplicação dos métodos ergonômicos de análise e avaliação do risco previamente selecionadas. Dada a existência de métodos comuns a mais do que uma atividade, a apresentação e discussão dos resultados foi descrita separadamente a cada atividade de modo a organizar a informação para a interpretação deste capítulo.

### 5.1 Sub-tarefas B12, C10 e E4

Como referido anteriormente, a presença de posturas inadequadas e a repetição de movimentos nas sub-tarefas que incidem na leitura dos códigos de barras levou à seleção dos métodos RULA e SI para a avaliação do risco desta sub-tarefa.

#### 5.1.1 Aplicação do RULA

Em seguida, apresentam-se na Tabela 5.1, as classificações atribuídas a cada parâmetro do método RULA. É importante referir que as posturas são semelhantes entre trabalhadores na execução das sub-tarefas, assim, o resultado obtido representa a média obtida, sendo comum a todos os trabalhadores.

Tabela 5.1 - Aplicação do RULA.

Parte do corpo		Pontuação média
Grupo A	Braço	4
	Antebraço	1
	Punho	3
	Rotação do punho	1
<b>Pontuação do Grupo A retirada da Tabela A</b>		<b>4</b>
Grupo B	Pescoço	1
	Tronco	3
	Membros inferiores	1
<b>Pontuação do Grupo B retirada da Tabela B</b>		<b>3</b>
Grupo A	Atividade muscular	1
	Carga/Força	0
<b>Pontuação A:</b>		<b>5</b>
Grupo B	Atividade muscular	1
	Carga/Força	0
<b>Pontuação B:</b>		<b>4</b>
<b>Pontuação RULA retirada da Tabela C:</b>		<b>5</b>
<b>Nível de Risco</b>		<b>3</b>

Analisando as classificações atribuídas, nota-se que o braço, o punho e o tronco apresentaram os valores mais elevados, com pontuações de 4, 3 e 3, respetivamente. No que toca às restantes partes do corpo, a todas foi atribuída a pontuação mais baixa, de 1. No Grupo A, a pontuação de Carga/Força foi nula, uma vez que a massa do leitor dos códigos de barras, 236g, é muito inferior à massa mínima considerada (2kg) para justificar uma pontuação superior. Contudo, mesmo não tendo influência na classificação final obtida no método, é importante salientar que a massa do leitor é um fator crucial a ter em conta, uma vez que o braço que o manuseia se encontra a uma altura superior ao nível do ombro durante toda a atividade.

Apesar de se tratar de um conjunto de sub-tarefas que não levantou grandes queixas da parte dos trabalhadores, segundo a escala de risco do método, esta apresenta um nível de risco elevado, devendo ser investigada e corrigida assim que possível.

### 5.1.2 Aplicação do *Strain Index*

Ainda na análise ergonómica das sub-tarefas da leitura dos códigos de barras, esta foi conduzida através do método SI. O foco da sua aplicação reside na avaliação dos riscos associados à repetição de movimentos da região distal do membro superior, através da qual foi possível avaliar o risco associado à repetição de movimentos do dedo indicador do

trabalhador, que dá o clique no dispositivo de leitura. Assim, apresenta-se na Tabela 5.2, de forma organizada, as classificações atribuídas a cada parâmetro, consequentes multiplicadores associados e o resultado final obtido.

Tabela 5.2 - Aplicação do SI.

Parâmetro	Classificação	Multiplicador
Intensidade do esforço (BS)	Leve	1
Duração do esforço	64%	2
Esforços por minuto	16	2
Postura da Mão/Punho	Razoável	1,5
Velocidade de trabalho	Rápido	1,5
Duração diária da tarefa (horas)	<1	0.25
<b>Resultado Final</b>	<b>2.25</b>	

Relativamente à “Intensidade do esforço”, os trabalhadores não apresentaram queixas na execução da atividade, o que levou à classificação “Leve” neste parâmetro. Na “Duração do esforço”, tendo em conta que o tempo médio observado para a leitura de um cesto de garrafas na sua totalidade foi de 25 segundos, fez-se o quociente entre o número de cliques e o tempo de leitura, tendo-se obtido uma “Duração do esforço” que representa “64%” do período da sub-tarefa. No que toca ao número de esforços por minuto, observaram-se 16 execuções. Em relação à “Postura da mão/punho”, reconhecendo-se uma postura não neutra, este parâmetro foi classificado como “Razoável”, pois apesar do punho não efetuar posturas críticas, este nem sempre se encontra na sua posição natural durante o manuseio do *scanner*. Uma vez que a “Velocidade de trabalho” aumenta numa fase final do turno de trabalho, de modo a garantir que todas as garrafas são corretamente expedidas, foi atribuída a classificação “Rápido”. Finalmente, observou-se que a duração total diária destas sub-tarefas é inferior a uma hora, atribuindo-se a classificação “<1”.

Após a aplicação das classificações e multiplicadores acima, o indicador foi calculado, tendo-se obtido o resultado final de 2,25. Esta pontuação, que reflete o nível de risco associado às sub-tarefas, indica que a execução da mesma é muito provavelmente segura.

### 5.1.3 Comparação entre RULA e SI

Na Tabela 5.3, apresentam-se as classificações do nível de risco referente aos dois métodos aplicados.

Tabela 5.3 - Níveis de risco das sub-tarefas B12, C10, E4.

Tarefa	Método	Nível de Risco
Leitura dos códigos de barras	RULA	Elevado
	SI	Aceitável

Na aplicação do primeiro método, obteve-se uma pontuação final RULA igual a 5, o que corresponde a um nível de risco igual a 3 (numa escala de 4 níveis), qualitativamente considerado como um nível de risco elevado. Este, confirma a presença de posturas inadequadas que podem resultar em posteriores lesões, o que recomenda implementar alterações rapidamente.

Relativamente ao método SI, foi obtido o valor de pontuação final de valor 2,25 que, sendo inferior a 3, classifica estas sub-tarefas com um nível de risco aceitável relativamente à repetição de movimentos repetitivos com a região distal do membro superior.

Analisando os resultados obtidos nos dois métodos, pode-se concluir que o elevado nível de risco se deve principalmente a posturas inadequadas. Apesar de ambos os métodos considerarem tanto uma avaliação postural, como uma análise da repetição de movimentos, o RULA é um método que dá mais ênfase ao fator de risco postura e o SI, por sua vez, mais dedicado ao segundo fator de risco. Com efeito, os resultados apontam para que as sub-tarefas que compreendem a leitura dos códigos de barras sejam seguras relativamente ao fator de risco da repetibilidade de movimentos. Contudo, devem ser implementadas alterações para a correção de posturas inadequadas o quanto antes.

## 5.2 Sub-tarefas B3, B7, C4, C6

Em semelhança às sub-tarefas acima analisadas, foram utilizados os métodos de avaliação ergonómica RULA e *Strain Index*, que visam analisar o nível de risco associado a posturas forçadas e à repetição de movimentos no conjunto de sub-tarefas referentes ao encaixe e desencaixe dos flexíveis.

### 5.2.1 Aplicação do RULA

Primeiramente, deve ser referido que o resultado obtido neste método é representativo de um valor médio, sendo comum a todos os trabalhadores, pois as posturas exercidas são praticamente iguais para os trabalhadores que efetuam a atividade. Assim, na Tabela 5.4, podem ser observadas as classificações atribuídas aos parâmetros correspondentes ao método em questão.

Tabela 5.4 - Aplicação do RULA.

Parte do corpo		Pontuação média
Grupo A	Braço	2
	Antebraço	2
	Punho	2
	Rotação do punho	1
<b>Pontuação do Grupo A retirada da Tabela A</b>		<b>3</b>
Grupo B	Pescoço	1
	Tronco	3
	Membros inferiores	1
<b>Pontuação do Grupo B retirada da Tabela B</b>		<b>3</b>
Grupo A	Atividade muscular	1
	Carga/Força	1
<b>Pontuação A:</b>		<b>5</b>
Grupo B	Atividade muscular	1
	Carga/Força	0
<b>Pontuação B:</b>		<b>4</b>
<b>Pontuação RULA retirada da Tabela C:</b>		<b>5</b>
<b>Nível de Risco</b>		<b>3</b>

Olhando para as classificações atribuídas, nota-se que o tronco obteve a classificação mais elevada, de “3”. Aos parâmetros Braço, Antebraço e Punho foi atribuída a classificação “2”. Para os restantes parâmetros, a exceção do Carga/Força do Grupo B com pontuação “0”, foi atribuída a classificação “1”, sendo relevante referir que a pontuação “1” atribuída à Carga/Força do Grupo A corresponde somente à força aplicada no encaixe da válvula.

Como resultado final, obteve-se o nível de ação “5”, onde, segundo a escala de risco RULA, esta apresenta um nível de risco de valor 3, sendo necessário implementar medidas de melhoria e corrigir as sub-tarefas assim que possível.

### 5.2.2 Aplicação do *Strain Index*

A aplicação do método SI nas sub-tarefas onde há o encaixe e desencaixe dos flexíveis permitiu obter uma análise mais precisa do fator de risco da repetição de movimentos no enroscar e desenroscar das roscas, não deixando de abordar também o risco associado à postura forçada do punho/mão. Na tabela 5.5, apresentam-se as classificações atribuídas a cada parâmetro e o resultado final como representação do nível de risco.

Tabela 5.5 - Aplicação do SI.

Parâmetro	Classificação	Multiplicador
Intensidade do esforço (BS)	Razoável	3
Duração do esforço	25,25%	1
Esforços por minuto	4,54	1
Postura da Mão/Punho	Razoável	1,5
Velocidade de trabalho	Normal	1
Duração diária da tarefa (horas)	5,5	1
<b>Resultado Final</b>	<b>4.5</b>	

Ao parâmetro “Intensidade de esforço”, apesar de admitirem não ser uma atividade fácil, não existiram queixas graves por parte dos trabalhadores, tendo sido atribuída a classificação “Razoável”. Para determinar as classificações a atribuir aos parâmetros “Duração do esforço”, “Esforços por minuto” e “Duração diária da tarefa” foram considerados os seguintes dados:

- Duração diária da Tarefa= 8h(turno) - 2h(triagem) - 0,5(pausas) = 5,5 horas.
- Garrafas a encher por trabalhador = 500/4 = 125 garrafas.
- Nº movimentos por garrafa = 6 x 2 =12 movimentos.
- Nº movimentos diários por trabalhador = 125 x 12 = 1500.
- Nº movimentos por minuto por trabalhador = 1500 / (5,5 x 60) = 4,54 minutos.
- Duração encaixe/desencaixe do flexível = 20 segundos.
- Duração diária = 20 x 125 x 2 = 5000 segundos.
- Duração do esforço por tempo de ciclo = 5000 / (5,5 x 60 x 60) = 25,25%.

Aos parâmetros “Postura da Mão/punho” e “Velocidade de trabalho”, foram atribuídas as classificações de “Razoável” e “Normal, respetivamente. Ao calcular o produto dos multiplicadores associados a cada parâmetro, obteve-se o resultado final de 4,5, que, apesar de corresponder a um nível de risco moderado, pode representar uma elevada probabilidade do desenvolvimento de lesões músculo-esqueléticas nas extremidades dos membros superiores.

### 5.2.3 Comparação entre RULA e SI

Na Tabela 5.6, encontra-se um quadro síntese dos níveis de risco obtidos em cada método.

Tabela 5.6 - Níveis de risco das sub-tarefas B3, B7, C4 e C6.

Tarefa	Método	Nível de Risco
Encaixe/Desencaixe dos flexíveis	RULA	Elevado
	SI	Moderado

No primeiro método, obteve-se uma pontuação RULA de 5, representativa do nível de risco elevado. Relembrando as pontuações obtidas nos parâmetros deste método, percebe-se que as posturas efetuadas pelo tronco e membros superiores, representativas do pior cenário (quando é realizado o encaixe nas garrafas que estão mais afastadas do trabalhador), são a principal causa deste elevado nível de risco. Esta classificação, indica a presença de posturas inadequadas na execução da tarefa, que pode resultar em lesões graves.

Analisando o resultado obtido no método SI, de pontuação final de risco igual 4,5, indica que será pouco provável o desenvolvimento de lesões devido aos movimentos repetitivos realizados nas sub-tarefas críticas em análise. No entanto, a classificação “Razoável” obtida no parâmetro da intensidade do esforço, foi a que mais contribuiu para a classificação de nível de risco moderado desta atividade. Esta indica que pode aumentar o risco de distúrbios na região distal dos membros superiores.

Conjugando as classificações obtidas em cada método e partindo de uma linha de pensamento semelhante à da secção anterior, conclui-se que há nível de risco moderado associado à repetição de movimentos e um nível de risco elevado relacionado a posturas inadequadas na execução da atividade. A principal característica a ser analisada e melhorada nestas sub-tarefas passa pela distância do trabalhador às garrafas do centro do cesto (mais afastadas). Assim, compreende-se que devem ser aplicadas medidas de melhoria logo que possível.

### 5.3 Sub-tarefas A2, C8 e E2

No presente tipo de sub-tarefa, são aplicados os métodos OWAS, RULA e REBA para analisar e avaliar os fatores de risco de postura e intensidade de força dos trabalhadores que executam a atividade.

#### 5.3.1 Aplicação do OWAS

Dos três aplicados nesta atividade, o OWAS é o que apresenta uma maior facilidade de aplicação, contrastando, naturalmente, com uma precisão de análise mais reduzida. A aplicação deste método pode ser analisada na Tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Aplicação do OWAS.

Parâmetro	Classificação média
Tronco	2
Membros superiores	1
Membros inferiores	3
Intensidade da Força	3
Resultado Final	3

Ao parâmetro “Tronco” foi atribuída a classificação “2”, uma vez que todos os trabalhadores recorrem a uma ligeira inclinação do tronco na execução da atividade. Ao fator “Membros superiores” foi dada a pontuação “1”, pois a posição dos membros superiores está abaixo do nível dos ombros.

Em relação ao fator “Intensidade da Força” foi atribuída a maior pontuação possível, de “3”, dado que a força efetuada com os braços ultrapassa os 20kg. Assim, foi obtido o resultado final tabelado de valor “3”, que indica que são necessárias correções assim que possível, de forma a combater o risco de lesões músculo-esqueléticas a que os trabalhadores estão sujeitos.

### 5.3.2 Aplicação do RULA

Na Tabela 5.8, pode-se observar as classificações atribuídas na aplicação deste método, bem como o resultado final representativo do nível de risco.

Tabela 5.8 - Aplicação do RULA

Parte do corpo		Pontuação
Grupo A	Braço	3
	Antebraço	2
	Punho	2
	Rotação do punho	1
<b>Pontuação do Grupo A retirada da Tabela A</b>		<b>3</b>
Grupo B	Pescoço	1
	Tronco	3
	Membros inferiores	1
<b>Pontuação do Grupo B retirada da Tabela B</b>		<b>3</b>
Grupo A	Atividade muscular	0
	Carga/Força	3
<b>Pontuação A:</b>		<b>6</b>
Grupo B	Atividade muscular	0
	Carga/Força	0
<b>Pontuação B:</b>		<b>3</b>
<b>Pontuação RULA retirada da Tabela C:</b>		<b>5</b>
<b>Nível de Risco</b>		<b>3</b>

Analisando as pontuações obtidas, obteve-se nos parâmetros “Braço”, “Tronco” e “Carga/Força” (Grupo A) a classificação “3”, onde, este último representa a força executada pelo trabalhador com os braços, nos instantes finais do aperto da cinta. Seguem-se, com classificação “2” os parâmetros “Antebraço” e “Punho”, enquanto aos restantes foi atribuída a classificação “1”, com exceção da “Utilização muscular”. Naturalmente, existe esforço muscular na execução das sub-tarefas, porém, foi atribuída a classificação “0” por não se tratar de uma postura estática ou que possua uma frequência superior a 4 vezes por minuto. Não se verificando qualquer destes dois acontecimentos no desempenhar da atividade, o parâmetro “Utilização muscular” foi considerada como nulo em ambos os grupos do método. À semelhança das duas primeiras aplicações deste método, obteve-se o resultado final de “5”, que recomenda agir a atuar corretivamente assim que possível.

### 5.3.3 Aplicação do REBA

Os resultados obtidos neste método podem ser observados na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Aplicação do REBA.

Parte do corpo		Pontuação
Grupo A	Pescoço	1
	Tronco	3
	Membros inferiores	2
<b>Pontuação do Grupo A retirada da Tabela A</b>		<b>4</b>
Grupo B	Braço	3
	Antebraço	2
	Punho	2
<b>Pontuação do Grupo B retirada da Tabela B</b>		<b>5</b>
Grupo A	Carga/Força	3
<b>Pontuação A:</b>		<b>7</b>
Grupo B	Pega	0
<b>Pontuação B:</b>		<b>4</b>
<b>Pontuação REBA retirada da Tabela C:</b>		<b>8</b>
<b>Pontuação de Atividade</b>		<b>0</b>
<b>Nível de Risco</b>		<b>3</b>

Atendendo que o pescoço se encontra sempre numa posição neutra, foi-lhe atribuída a pontuação 1. Ao, tronco, em semelhança à pontuação RULA, atribuiu-se 3, pois os trabalhadores recorrem muitas vezes a uma inclinação do tronco. Os membros inferiores devem ser fletidos em mais de 60°, assim, foi dada a pontuação 2 a este parâmetro. Uma vez que a força exercida nos instantes finais do aperto da cinta é superior a 10kg e ocorre em choques brutos de força, foi atribuída pontuação 3 ao parâmetro “Carga/Força”. As classificações do braço, antebraço e punho obtiveram as pontuações de 3, 2 e 2, respetivamente. A pega utilizada no aperto da cinta foi considerada boa, resultando numa

pontuação nula. O parâmetro “Pontuação de atividade” também obteve pontuação nula, pois não há a presença de posturas estáticas ou ações repetitivas em longos ou curtos períodos.

Deste modo, equacionando todos as pontuações segundo as tabelas do método REBA, obteve-se um resultado final de 8, representativo de um nível de risco 3, revelando ser necessário implementar ações corretivas o quanto antes, avaliando a execução das sub-tarefas num nível de risco elevado.

### 5.3.4 Comparação entre RULA, REBA e OWAS

Na Tabela 5.10, apresentam-se as classificações do nível de risco obtidas em cada método.

Tabela 5.10 - Níveis de risco das sub-tarefas A2, C8 e E2.

Tarefa	Método	Nível de Risco
Aperto das cintas de amarração	RULA	Elevado
	REBA	Elevado
	OWAS	Elevado

Ao observar os dados da tabela, nota-se que as aplicações dos três métodos resultaram num nível de risco elevado associado à execução da atividade, classificado como elevado.

Ao analisar a classificação do método RULA, percebe-se que as posturas efetuadas pelas regiões anatómicas tronco e membros superiores nas sub-tarefas do aperto das cintas de amarração apresentam um nível de risco elevado.

Com a aplicação do método REBA, a par das regiões anatómicas abordadas pelo método anterior, foi possível avaliar as posturas referentes aos membros inferiores. Assim, concluiu-se que a presença de posturas inadequadas não residia apenas no tronco e nos membros superiores, mas também nos membros inferiores.

A par do método anterior, os resultados do OWAS reforçam a existência de uma postura inadequada dos membros inferiores e do tronco.

Numa análise às características deste tipo de sub-tarefa, entende-se que os apertos finais da cinta executados pelo trabalhador levam a uma flexão dos membros inferiores, resultando assim numa classificação elevada do nível de risco nos métodos OWAS e REBA. Tendo também em consideração a classificação obtida no método RULA, conclui-se a presença e posturas inadequadas distribuídas por diferentes regiões de todo o corpo. Para além da postura, os resultados apontam para que a intensidade do esforço possa também ser crítico, uma vez que se atribui a classificação mais alta a este parâmetro em todos os métodos.

Com efeito, devem ser aplicadas ações corretivas o mais breve possível de forma a reduzir ou eliminar, assim que possível, os riscos a que os trabalhadores que desempenham as sub-tarefas críticas do aperto das cintas de amarração estão sujeitos.

## 5.4 Sub-tarefas A3, C3, C7, D3 e E1 (garrafas pequenas)

Relembrando o capítulo da Metodologia, foram utilizados os métodos MAC, Modelo de Shoaf e Guia de Mital nas sub-tarefas referentes à movimentação de garrafas pequenas. Estas sub-tarefas traduzem-se numa movimentação manual de cargas do tipo transportar, elevar e baixar, no entanto, apenas a tarefa de transporte foi considerada crítica, pelo que estas sub-tarefas serão apenas avaliadas quanto ao tipo transportar em todos os métodos. A manipulação de garrafas pequenas representa cerca de 25% do fluxo de garrafas diário (125 garrafas). Ora, este transporte de garrafas, ocorre nas tarefas de Triagem, Armazenamento e *Picking* com uma duração estimada de 30 minutos na primeira tarefa do dia e 90min na execução das tarefas nas últimas duas, totalizando a manipulação de garrafas pequenas em 2 horas diárias. Como já foi referido no capítulo anterior, o processo de triagem é apenas efetuado por 4 trabalhadores, enquanto outro trabalhador começa, sozinho, a manipulação de garrafas associada às tarefas de Armazenamento e *Picking*. Tendo em conta estas informações, estimou-se que o trabalhador que opera individualmente está alocado a cerca de metade das movimentações diárias de garrafas pequenas associadas às tarefas de Armazenamento e *Picking*. Assim, é importante distinguir e diferenciar a frequência de movimentação de garrafas pequenas do grupo de 4 trabalhadores para o trabalhador que opera individualmente. Sabe-se que, por cada movimentação, cada trabalhador transporta 2 garrafas, logo, o fluxo diário de movimentações de garrafas pequenas é 63. Na Tabela 5.11, estão apresentados alguns valores a ter em consideração para o cálculo das duas frequências de movimentação.

Tabela 5.11 - Parâmetros necessários para o cálculo das frequências.

Parâmetros	Grupo de 4 trabalhadores	Trabalhador individual
Nº diário de movimentações na triagem	63	-
Nº diário de movimentações p/trabalhador na Triagem	16	-
Nº diário de movimentações nas tarefas de Armazenamento e Picking	32	32
Nº diário de movimentações p/trabalhador nas tarefas de Armazenamento e Picking	8	32

Utilizando os dados acima apresentados, calculou-se a frequências de transporte de garrafas pequenas para o grupo de 4 trabalhadores de 0,305 vezes/minuto (por trabalhador) e para o trabalhador que apenas se dedica às tarefas de Armazenamento e Picking individualmente, de 0,267 vezes/minuto.

### 5.4.1 Aplicação do MAC

É importante referir que, apesar da frequência de transporte do trabalhador individual ser inferior à dos restantes, os resultados obtidos na aplicação do MAC considerando os dois valores de frequência foram exatamente iguais. Deste modo, a aplicação deste método é comum a todos os trabalhadores. As classificações atribuídas a cada parâmetro podem ser analisadas na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 - Aplicação do MAC.

Tipo	Fr	Dh	Vt	Post	Ad	EP	FA	Dt	Obst	PF
Transportar	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2

Fr - Frequência de transporte em função do peso da carga; Dh - Distância horizontal entre as mãos e a região lombar; Vt - Região de elevação lombar; Post - Posturas inadequadas; Ad - Aderência das mãos à carga; EP - Estado do Piso; FA - Fatores ambientais; Dt - Distância do transporte; Obst - Obstáculos durante o percurso; PF - Pontuação Final

Considerando um peso médio por movimentação de 16,26 kg (2 x 8,13 kg) e as frequências acima descritas, foi analisado o gráfico do peso em função da frequência no método MAC para uma tarefa do tipo transportar e um ponto correspondente à cor verde, resultando numa pontuação de 0 para o parâmetro em causa. Uma boa postura do tronco, sem inclinação ou rotação e o facto dos trabalhadores sempre manterem o membro superior na vertical durante transporte, levou a que também fosse atribuída a classificação 0 aos três parâmetros seguintes. A boa aderência das mãos à garrafa através do seu capacete e os inevitáveis percursos de transporte sob piso antiderrapante resultaram também numa pontuação de 0. Devido a queixas relativas a fatores ambientais, principalmente a temperatura, no questionário realizado aos trabalhadores e por serem muitas vezes ultrapassados os 4 metros de distância de transporte, a estes parâmetros foi atribuída a pontuação 1. Por fim, a não existência de obstáculos no percurso levou a uma classificação de 0.

Foi obtida uma pontuação final de 2, o que segundo o método MAC, a execução das sub-tarefas é considerada segura.

## 5.4.2 Aplicação do Modelo de *Shoaf*

De maneira a obter uma maior precisão de análise na aplicação do método, este foi aplicado segundo a média das características físicas e informações da amostra em causa, aplicado em separado para os trabalhadores mais pesado e menos pesado, e também aplicado separadamente com as características do trabalhador com mais idade e do trabalhador com menos idade.

É importante referir que, na identificação dos dois trabalhadores com maior e menor idade, foram apenas considerados os que não estão sob um contrato temporário, ou seja, foram apenas considerados os trabalhadores com contrato direto com a empresa. O método foi, em todas as circunstâncias acima referidas, aplicado duas vezes, para uma distância percorrida de 2 metros e outra de 8 metros, novamente com vista a analisar situações extremas.

No lado esquerdo e direito da Tabela 5.13, apresentam-se os resultados obtidos para as distâncias horizontais de 2 e 8 metros, respetivamente, segundo a média das características físicas dos trabalhadores.

Tabela 5.13 - Aplicação do Modelo de *Shoaf* (média).

Distância	2 (m)			8(m)		
	Valor	Multiplicador		Valor	Multiplicador	
Vt (m)	0,75	MVt	1	0,75	MVt	1
Dt (m)	2	MDt	1	8	MDt	0,82
Freq.(vezes/min)	0,305	MF	0,73	0,305	MF	0,73
DT (horas)	2	MDT	0,76	2	MDT	0,76
I (anos)	46	MI	0,76	46	MI	0,76
PC (kg)	85	MPC	1,42	85	MPC	1,42
Pb (kg)	27,16			33,15		
%população	35			15		
IPS	6,5			8,5		
Nível de risco	<b>Muito insegura</b>			<b>Muito insegura</b>		

Relativamente à altura vertical do solo à mão, esta nunca ultrapassa os 75 cm resultando no maior multiplicador tabelado de valor 1. Depois de obter os valores dos parâmetros a serem considerados no método, foram identificados os respetivos multiplicadores referentes ao Modelo de *Shoaf* e, através do peso médio da carga de transporte (16,26 kg), se obteve o peso médio de carga a transportar recomendado para determinada percentagem da população, também esta tabelada segundo o mesmo modelo. Para a distância horizontal percorrida de 2 metros, concluiu-se que apenas 35% da população masculina tem capacidade para desempenhar este tipo de sub-tarefas sob as atuais condições

e informações consideradas, resultando num IPS igual a 6,5, representativo de um nível de risco muito inseguro na execução da atividade. Considerando uma distância horizontal de 8 metros, o IPS aumenta para 8,5, ou seja, apenas cerca de 15% da população masculina consegue executar as sub-tarefas, avaliando-se, também, num nível de risco muito inseguro.

Na Tabela 5.14, encontram-se os resultados obtidos na aplicação do método para o trabalhador mais pesado para as distâncias horizontais de transporte de 2 e 8 metros.

Tabela 5.14 - Aplicação do Modelo de *Shoaf* (mais pesado).

Distância	2 (m)			8(m)		
	Valor	Multiplicador		Valor	Multiplicador	
Vt (m)	0,75	MVt	1	0,75	MVt	1
Dt (m)	2	MDt	1	8	MDt	0,82
Freq.(vezes/min)	0,305	MF	0,73	0,305	MF	0,73
DT (horas)	2	MDT	0,76	2	MDT	0,76
I (anos)	59	MI	0,58	59	MI	0,58
PC (kg)	91	MPC	2	91	MPC	2
Pb (kg)	25,27			30,85		
%população	45			25		
IPS	5,5			7,5		
Nível de risco	<b>Insegura</b>			<b>Muito insegura</b>		

Mantendo os multiplicadores comuns à população da amostra, alterou-se apenas os multiplicadores referentes ao peso corporal e idade do trabalhador mais pesado. A tabela de onde é retirado o MPC, não abrange um peso corporal até 98kg, pelo que para aplicação do Modelo de *Shoaf* a este extremo foi considerado o segundo trabalhador mais pesado, de 91 kg. Ora, repetindo o processo acima descrito com a atualização das características deste trabalhador, obteve-se uma percentagem da população masculina capaz de executar a sub-tarefa de 45% para a distância horizontal de 2 metros, resultando num IPS de 5,5 e consequente nível de risco classificado como inseguro. Para os 8 metros de distância horizontal a população capacitada para desempenhar a sub-tarefa de forma segura reduziu para os 25%, tendo-se obtido um IPS igual a 7,5 representativo de uma atividade muito insegura.

Na Tabela 5.15, apresentam-se os valores considerados e resultados obtidos referentes ao trabalhador menos pesado.

Tabela 5.15 - Aplicação do Modelo se *Shoaf* (menos pesado).

Distância	2 (m)			8(m)		
	Valor	Multiplicador		Valor	Multiplicador	
Vt (m)	0,75	MVt	1	0,75	MVt	1
Dt (m)	2	MDt	1	8	MDt	0,82
Freq.(vezes/min)	0,267	MF	0,73	0,267	MF	0,73
DT (horas)	2	MDT	0,76	2	MDT	0,76
I (anos)	53	MI	0,65	53	MI	0,65
PC (kg)	68	MPC	1,35	68	MPC	1,35
Pb (kg)	32,95			41,51		
%população	15			<5		
IPS	8,5			>9,5		
Nível de risco	<b>Muito insegura</b>			<b>Extremamente insegura</b>		

Depois de atualizar os variáveis idade e peso corporal e, neste caso, a frequência de transporte para o trabalhador menos pesado, repetiu-se a aplicação do método com atualização dos respectivos multiplicadores. Em relação à distância horizontal de 2 metros, obteve-se um peso base de 32,95 kg recomendado apenas para 15% da população masculina, resultando num posterior valor de IPS igual a 8,5 que acabou por caracterizar a execução da atividade como muito insegura. Ao considerar uma distância horizontal de transporte de 8 metros o resultado não foi melhor, pois segundo as tabelas do modelo de *Shoaf*, menos de 5% da população masculina com as características deste trabalhador consegue executar a atividade de forma segura, onde se obteve um IPS superior a 9,5 que acabou por classificar esta atividade como extremamente insegura.

Numa análise ao trabalhador menos novo, foram consideradas as características físicas do mesmo e os multiplicadores a estas associados. Na Tabela 5.16, encontram-se os níveis de risco determinados e os parâmetros intermédios utilizados, novamente para as distâncias horizontais percorridas de 2 metros e 8 metros.

Tabela 5.16 - Aplicação do Modelo de *Shoaf* (menos novo).

Distância	2 (m)			8(m)		
	Valor	Multiplicador		Valor	Multiplicador	
Vt (m)	0,75	MVt	1	0,75	MVt	1
Dt (m)	2	MDt	1	8	MDt	0,82
Freq.(vezes/min)	0,305	MF	0,73	0,305	MF	0,73
DT (horas)	2	MDT	0,76	2	MDT	0,76
I (anos)	59	MI	0,58	59	MI	0,58
PC (kg)	91	MPC	2	91	MPC	2
Pb (kg)	25,27			30,85		
%população	45			25		
IPS	5,5			7,5		
Nível de risco	<b>Insegura</b>			<b>Muito insegura</b>		

Analisando os dados relativos ao trabalhador menos novo, observou-se que, para um peso base de 25,27 kg é apenas recomendável a 45% da população com estas características para uma distância horizontal de 2 metros, que por sua vez determinou um IPS igual 5,5 representativo de uma atividade com nível de risco inseguro. Em relação à distância horizontal de 8 metros, apenas 25% desta população masculina tem a capacidade de transportar um peso base de 30,85kg, resultando num valor de IPS de 7,5, o que avalia a atividade num nível de risco muito inseguro.

Finalmente, foi aplicado o modelo de *Shoaf* segundo as informações do trabalhador mais novo, para os mesmo dois valores considerados na distância horizontal percorrida de transporte. Assim, apresentam-se na Tabela 5.17, os valores e resultados obtidos para as distâncias horizontais de 2 e 8 metros.

Tabela 5.17 - Aplicação do Modelo de *Shoaf* (mais novo).

Distância	2 (m)			8(m)		
	Valor	Multiplicador		Valor	Multiplicador	
Vt (m)	0,75	MVt	1	0,75	MVt	1
Dt (m)	2	MDt	1	8	MDt	0,82
Freq.(vezes/min)	0,305	MF	0,73	0,305	MF	0,73
DT (horas)	2	MDT	0,76	2	MDT	0,76
I (anos)	43	MI	0,85	43	MI	0,85
PC (kg)	75	MPC	1,2	75	MPC	1,2
Pb (kg)	28,73			35,08		
%população	35			10		
IPS	6,5			9		
Nível de risco	<b>Muito insegura</b>			<b>Muito insegura</b>		

Os níveis de risco obtidos coincidiram com as classificações determinadas para o trabalhador mais velho, em ambas as distâncias horizontais. Nos 2 metros, o IPS de valor 6,5 apontou que cerca de 35% da população masculina com 43 anos e 75kg de peso corporal é capaz de executar a atividade de forma segura. Na análise dos 8 metros de transporte, observou-se que o peso base obtido de 35,08kg, referente a uma parcela de 10% da população masculina habilitada a efetuar este transporte de forma segura, resultou num IPS de valor 9.

### 5.4.3 Aplicação do Guia de *Mital*

A aplicação deste método foi realizada de forma a cobrir 90% da população masculina, com vista a atingir a maior amplitude de características anatómicas possível, uma vez que este método não considera a idade e peso corporal do trabalhador como parâmetros.

É importante referir que, em semelhança ao método MAC, por serem muito próximos, os dois valores de frequência de transporte coincidem no mesmo valor de peso recomendado tabelado. Deste modo, a aplicação deste método é comum a todos os trabalhadores. O estudo foi aplicado considerando o peso médio de carga a transportar de 16,26 kg e três valores de distância horizontal de transporte, 2,1 metros, 4,3 metros e 8,5 metros, que correspondem às distâncias consideradas nas tabelas Guia de *Mital* às quais estão diretamente associados os valores de peso da carga recomendado.

Antes de se avançar com o cálculo do nível de risco e para que fosse possível calcular a variável  $W_r$ , foi necessário identificar os multiplicadores de ajustamento relativos às sub-tarefas, também estes retirados do Guia de *Mital*, que podem ser analisados na seguinte Tabela 5.18.

Tabela 5.18 - Multiplicadores de ajustamento.

Multiplicadores de ajustamento	Dados	Multiplicador
Duração da sub-tarefa	2h	1*
Limitação à postura	De pé	1
Assimetria de carga	0 cm	1
Qualidade da pega	Boa	1
Stress térmico	<27°C	1

\*valor admitido pela não existência de dados

Na tabela 5.19, apresentam-se os parâmetros considerados e respetivos multiplicadores, bem como o nível de risco obtido para a frequência de 0,3 vezes/minuto (representativa das duas frequências pela proximidade numérica de ambas).

Tabela 5.19 - Aplicação do Guia de *Mital* para ambas as frequências.

Variável	Transportar		
	Valor		
Dt (m)	2,1	4,3	8,5
F (vezes/min)	0,3		
V(m)	0,75		
Pc (kg)	16,26		
<b>Wa (kg/m/min)</b>	<b>10,41</b>	<b>21,32</b>	<b>41,46</b>
Percentil (%)	90%		
Pr (kg)	23	21	20
<b>Wr (kg/m/min)</b>	<b>14,73</b>	<b>27,54</b>	<b>51,00</b>
<b>R</b>	<b>0,71</b>	<b>0,77</b>	<b>0,81</b>
<b>Nível de risco</b>	<b>Aceitável</b>	<b>Aceitável</b>	<b>Aceitável</b>

Analisando a tabela,  $D_t$  corresponde à distância horizontal de transporte. Em relação ao parâmetro  $Pr$ , este é identificado na tabela do Guia de *Mital* referente ao peso máximo recomendado para indivíduos do sexo masculino segundo determinada distância  $D_t$ , a frequência de transporte e a altura vertical do chão à posição da mão, respectivamente 0,3 vezes/minuto (arredondando as duas frequências) e 75 cm. Depois de obter todas as variáveis necessárias, procedeu-se ao cálculo de  $W_a$  e  $W_r$ , através dos quais foi possível determinar os valores de  $R$  para as três distâncias horizontais de transporte consideradas.

Para  $R$ , foram obtidos os valores de 0,71, 0,77 e 0,81 relativos às distâncias horizontais de 2,1m, 4,3m e 8,5m, respectivamente. Assim, uma vez que  $R$  foi inferior a 1 para qualquer das três situações consideradas, pode-se afirmar que o nível de risco é aceitável.

#### 5.4.4 Comparação do MAC, Modelo de *Shoaf* e Guia de *Mital*

O Modelo de *Shoaf* foi aplicado a cenários com diferentes distâncias horizontais, pelo que a classificação apresentada na Tabela 5.20, é representativa da distância horizontal com pior classificação.

Tabela 5.20 - Níveis de risco referentes à movimentação de garrafas pequenas.

Tarefa	Método	Nível de Risco
Movimentação das garrafas pequenas	MAC	Baixo
	Modelo de <i>Shoaf</i>	Muito inseguro
	Guia de <i>Mital</i>	Aceitável

Realizando uma análise do quadro síntese, pode-se afirmar que foram obtidas classificações algo díspares relativas aos três métodos em questão.

A aplicação do método MAC resultou num nível de risco baixo, onde apenas os parâmetros referentes à distância de transporte e aos fatores ambientais, de pontuação moderada, influenciaram a pontuação final.

No Modelo de *Shoaf*, aplicação foi diferente. Os parâmetros relativos à idade e peso corporal do trabalhador (não abordados pelo método MAC, contribuíram para níveis de risco mais elevados. A frequência de transporte, que não obteve pontuação no método anterior, foi também um parâmetro que contribuiu para o elevado nível de risco obtido no Modelo de *Shoaf*.

Na aplicação do Guia de *Mital*, à exceção da idade e do peso corporal, foram considerados os mesmos parâmetros que no Modelo de *Shoaf*. Nestes dois métodos, notou-se que quanto maior for a distância horizontal de transporte, maior será o nível de risco da

atividade, ainda que no Guia de *Mital* se tenha obtido um nível de risco aceitável para qualquer dos três valores de distância considerados.

Numa comparação do método do Modelo de *Shoaf* com os dois restantes, percebe-se que esta consegue atingir uma maior precisão de análise. Contudo, este poderá não ser a mais correta, pois compreendeu-se que, segundo este método, quanto maior for o peso corporal do trabalhador, maior será a sua capacidade de executar a sub-tarefa. Porém, peso corporal nem sempre representa massa muscular, um trabalhador onde peso corporal elevado seja maioritariamente massa gorda, decerto que não terá uma maior capacidade de execução do que um trabalhador com peso corporal médio. Assim, este método ganha alguma precisão de análise em relação aos dois anteriores através do parâmetro da idade, contudo, os multiplicadores referentes ao peso corporal originaram um resultado de risco final que podem não ser os mais fidedignos.

Em suma, conclui-se que parâmetros e variáveis referentes ao Guia de *Mital* e Modelo de *Shoaf* têm uma grande influência nos respetivos níveis de risco obtidos. Trabalhadores de idade mais avançada e maiores distâncias horizontais percorridas contribuem para uma maior classificação final do risco, pelo que devem ser implementadas medidas que protejam estes trabalhadores e que, de alguma forma consigam reduzir as distâncias a percorrer com a carga.

## **5.5 Sub-tarefas A3, C3, C7, D3 e E1 (garrafas grandes)**

Para a análise e avaliação deste conjunto de sub-tarefas foram utilizados os métodos ergonómicos KIM e Guia de *Mital* com vista a avaliar o fator de risco associado a posturas forçadas numa atividade representativa de uma movimentação manual de cargas do tipo empurrar.

Nas presentes sub-tarefas foi estudado o nível de risco associado aos trabalhadores na movimentação das garrafas B50. A forma como os trabalhadores procedem à movimentação desta garrafa não se assemelha, de todo, às movimentações manuais de cargas mais comuns. Para que seja possível deslocar a garrafa numa trajetória em linha reta de um ponto ao outro, o trabalhador aplica uma inclinação na garrafa em cerca de 15°. Depois de inclinar a carga no ângulo pretendido, o trabalhador utiliza um dos braços, colocando a mão no capacete da garrafa, para suportar o peso da carga e manter a inclinação da mesma. De seguida, o segundo braço, posicionado a meia altura da garrafa, aplica uma força com direção tangencial à superfície lateral da garrafa no sentido para que se pretende movimentar a mesma, fazendo rolar a garrafa no sentido de translação pretendido. Atendendo à natureza

deste tipo de sub-tarefa, que foi descrita na seleção dos métodos, a sua análise foi aproximada à movimentação manual de cargas do tipo empurrar, onde o peso da carga a ser empurrada é representado pelo peso suportado pelo braço que mantém a inclinação da garrafa. Para que fosse possível estudar o risco associado a esta atividade, utilizaram-se os seguintes dados utilizados e cálculos realizados:

- Peso médio das garrafas B50 = 79,42 kg.
- Ângulo de inclinação da garrafa = 15°.
- Peso suportado pelo braço =  $79,42 \times \sin(15^\circ) = 13,79$  kg.

A manipulação das garrafas B50 representa cerca de 50% do fluxo diário (250 garrafas). Em semelhança às garrafas pequenas, a movimentação das B50 ocorre nas tarefas de Triagem, com duração de 1 horas, e Armazenamento e *Picking*, estas duas numa duração conjunta de 3 horas.

Tal como se procedeu no estudo do conjunto de sub-tarefas anterior da movimentação das garrafas pequenas, foram também estimados os valores de frequência de transporte para o grupo de 4 trabalhadores e para o trabalhador que opera individualmente. Mantendo a forma como se abordou a questão das garrafas pequenas, o trabalhador que se dedica apenas às tarefas de Armazenamento e *Picking* movimenta, sozinho, metade do fluxo diário de garrafas B50, ou seja, 125 garrafas. Deste modo, foi calculada uma frequência de transporte de 0,61 vezes/minuto para o grupo de 4 trabalhadores e uma frequência de 0,52 vezes/minuto para o trabalhador que opera individualmente.

### 5.5.1 Aplicação do KIM-PP

Para aplicar o método KIP-PP, foi necessário calcular o número de garrafas que cada trabalhador movimenta por dia. Assim, para o grupo de 4 trabalhadores estimou-se que cada um movimenta 93,75 garrafas B50 por dia:  $[250(\text{triagem}) + 125(\text{Armz. e Picking})] / 4$ . Por sua vez, a frequência referente ao trabalhador que opera individualmente será igual a 125 garrafas por dia, pois representa o número de garrafas B50 movimentadas diariamente por este trabalhador.

Pode-se observar, na Tabela 5.21, as pontuações atribuídas a cada parâmetro do método e a respetiva pontuação final representativa do nível de risco obtido para as duas frequências de movimentação.

Tabela 5.21 - Aplicação do KIM.

Parâmetro	Valor	Pontuação
Frequência (vezes/dia)	93,75/125	4
Peso (kg)	13,79	0,5
Precisão e velocidade de movimentação	Baixa e Rápida	2
Postura	Tronco ligeiramente inclinado	2
Condições de trabalho	Boas	0
Pontuação final de risco	<b>18</b>	
Nível de risco	<b>2</b>	

Como se pode observar na tabela, apesar dos dois valores de frequência em consideração, ambos resultam numa pontuação igual a 4, que irá resultar numa pontuação de risco final também idêntica. O peso médio das garrafas B50 de 13,79kg resultou numa pontuação de valor 0,5. Tendo em conta que a movimentação da garrafa é caracterizada por uma precisão baixa e por uma velocidade de movimento superior a 0,8 m/s, foi atribuída a pontuação 2 a este parâmetro. A nível postural, existe uma ligeira inclinação do tronco por parte do trabalhador, tendo resultado numa pontuação de valor 2. As condições foram classificadas como boas, uma vez que não existem obstáculos ao longo do percurso, o chão é firme e não possui inclinação, resultando numa pontuação nula.

Finalmente, calculando o produto entre a pontuação da frequência de movimentações diárias e o somatório das restantes pontuações, obteve-se uma pontuação final do risco de valor 18. Esta, representa um nível de risco 2, o que representa uma situação de carga média onde há uma boa probabilidade de surgimento de carga física. Proceder a alterações no local de trabalho pode ser favorável para os trabalhadores na execução deste tipo de sub-tarefa.

### 5.5.2 Aplicação do Guia de Mital

A aplicação do método Guia de *Mital* foi abordada, segundo a aproximação a uma tarefa de MMC do tipo empurrar, de duas formas diferentes. Com efeito, o método possui valores tabelados de peso máximo de carga recomendado para o instante que antecede o início do movimento (empurrar inicial) e para quando a carga já se encontra em movimento. Dada a aproximação adotada, o momento do movimento que se teve interesse em avaliar foi apenas quando a garrafa já se encontra em movimento, pois a força efetuada pelo braço que inicia o movimento da garrafa não é avaliada ou abordada na aproximação estipulada.

Assim, determinou-se que os valores do peso da carga máxima recomendada a utilizar seriam os referentes às tabelas de empurrar, já em movimento, do Guia de *Mital*.

Segundo as equações de *Mital* para o cálculo de  $W_a$  e  $W_r$  numa tarefa de movimentação manual de cargas do tipo empurrar, ambos os parâmetros incluem a frequência de movimentações nos parâmetros a serem multiplicados. Com efeito, o quociente da divisão de  $W_a$  por  $W_r$  na identificação de  $R$ , anula totalmente a influência da frequência de movimentações nas equações relativas ao cálculo das cadências de trabalho. Isto é, a frequência de movimentações é apenas relevante na identificação do peso máximo recomendado de carga tabelado. Com isto, após consultar as tabelas, verificou-se que os valores recomendados tabelados coincidem para ambas as frequências, de 0,61 e 0,52 vezes/minuto, pelo que o nível de risco obtido é comum às duas situações.

O conjunto de multiplicadores de ajustamento foi o mesmo considerado para a movimentação das garrafas pequenas.

Na Tabela 5.22, pode-se observar os dados e nível de risco final referentes à aplicação do método, novamente para uma percentagem de 90% da população masculina.

Tabela 5.22 - Aplicação do Guia de *Mital*.

Variável	Valor			
Distância horizontal (m)	2,1		7,6	
Frequência (vezes/min)	0,61	0,52	0,61	0,52
Altura vertical (m)	1,8			
Peso da carga (kg)	13,79			
<b><math>W_a</math> (kg/m/min)</b>	<b>17,66</b>	<b>15,06</b>	<b>63,93</b>	<b>54,50</b>
%População	90			
Peso recomendado	15		13	
<b><math>W_r</math> (kg/m/min)</b>	<b>19,22</b>	<b>16,38</b>	<b>60,27</b>	<b>51,38</b>
<b>R</b>	<b>0,92</b>		<b>1,06</b>	
<b>Nível de risco</b>	<b>Aceitável</b>		<b>Elevado</b>	

A altura vertical, o peso da carga e o percentil de população considerado são os parâmetros com valores comuns às duas distâncias horizontais utilizadas (2,1m e 7,6m), com 1,8m, 13,79kg e 90%, respetivamente. Em relação à distância horizontal de 2,1m, identificou-se o peso máximo recomendado de 15 kg, que depois de calcular as cadências de trabalho atual e recomendada, através das restantes variáveis, para as duas frequências de movimentações, permitiu obter um  $R$  de valor 0,92, representativo de um nível de risco aceitável. Repetindo o processo de aplicação do método para os 7,6m de distância horizontal, o peso recomendado tabelado de 13kg originou um  $R$  superior ao anterior de valor 1,06, que identifica um nível de risco elevado referente o conjunto de sub-tarefas.

### 5.5.3 Comparação do KIM-PP e Guia de *Mital*

Os valores dos níveis de risco obtidos em cada método podem ser encontrados na Tabela 5.23.

Tabela 5.23 - Níveis de risco referentes à movimentação de garrafas grandes.

Tarefa	Método	Nível de Risco
Movimentação das garrafas grandes	KIM-PP	Moderado
	Guia de <i>Mital</i>	Elevado

Numa análise à tabela síntese, consegue-se afirmar que as aplicações dos dois métodos resultaram em níveis de risco distintos.

O método KIM-PP considera o parâmetro da frequência de movimentações diárias, o que mais contribuiu para o aumento do nível de risco obtido, e a velocidade de movimentação da carga. Por outro lado, o Guia de *Mital* considera a frequência referente ao número de movimentações por minuto. Estas duas formas de abordagem, influenciam de forma distinta os resultados dos respectivos métodos. No KIM-PP a frequência obtida foi o parâmetro que mais contribuiu para o aumento do nível de risco, porém, no método do Guia de *Mital* a frequência apenas permitiu identificar o peso recomendado tabelado de carga a movimentar.

Ambos os métodos abordam parâmetros referentes às condições de trabalho e peso da carga, porém, não foi considerado um parâmetro influenciador de um elevado nível de risco em qualquer dos métodos.

O método KIM-PP engloba o parâmetro postura, cuja pontuação contribui para o aumento do nível de risco obtido. Porém, o Guia de *Mital*, este método aborda diferentes cenários para distâncias horizontais percorridas ou a distância vertical da mão ao solo. Assim, compreende-se que ambos os métodos se focam na frequência de movimentações, mas o método KIM-PP explora, adicionalmente, parâmetros como a postura e a velocidade de movimentação e o Guia de *Mital* aborda, com maior precisão, a avaliação do risco referente a diferentes distâncias horizontais.

Considerando o pior cenário considerado na aplicação Guia de *Mital*, obteve-se uma classificação de nível de risco elevado. Por outro lado, o método KIM-PP apresentou um nível de risco moderado aos trabalhadores nas sub-tarefas de movimentação de garrafas B50.

Com efeito, considerando os dois níveis de risco obtidos, deve-se procurar encurtecer distâncias horizontais, diminuir as frequências de movimentação e procurar corrigir

posturas inadequadas assim que possível de forma a reduzir o nível de risco a que os trabalhadores estão sujeitos.

## PROPOSTAS DE MELHORIA

Uma vez obtidas e analisadas as classificações do nível de risco referentes a cada sub-tarefa crítica, apresentam-se neste capítulo propostas de melhoria a implementar no processo de atividades. Estas, foram categorizadas pelos três tipos de medidas de intervenção descritas e fundamentadas no segundo capítulo da presente dissertação.

### 6.1 Medidas de Engenharia

Primeiramente, analisando o risco referente ao conjunto de sub-tarefas críticas referentes à MMC, segundo os métodos do Modelo de *Shoaf* e Guia de *Mital*, percebe-se que quanto maior for a distância horizontal de movimentação, maior será o risco a que os trabalhadores estão sujeitos. Dado o bom planeamento da fábrica, as boas pegadas das garrafas e a existência de métodos de execução das sub-tarefas que já foram pensados e explicados aos trabalhadores de forma a melhorar bem-estar dos trabalhadores no local de trabalho, foram apenas propostas 2 medidas de engenharia, nomeadamente:

- Redesenho do layout da zona de Triagem: Relembrando que de um lado do corredor se encontram os cestos de garrafas por triar e, do lado oposto, os cestos de garrafas que passaram pelo processo de triagem, sugere-se que sejam colocados os cestos para as garrafas de gases mais comuns mais próximos da zona de colocação dos cestos de garrafas vazias. Com efeito, garante-se um encurtamento das distâncias horizontais a percorrer e conseqüente redução do nível de risco.
- Cinta de amarração de aperto retrátil: Relativamente à atividade do aperto das cintas da amarração, notou-se uma classificação de risco elevado relativamente à

intensidade do esforço inerente aos membros superiores do trabalhador. Desta forma, sugere-se a substituição da cinta da amarração atual (onde o aperto é efetuado

Figura 6.1 - Cinta de aperto retrátil automático recomendada



manualmente pelos membros superiores durante toda a amarração e com a presença de elevados níveis de força no aperto final), por uma cinta de aperto retrátil, que depois de eliminar automaticamente toda a folga, fazem-se pelo manuseio da alavanca os ajustes de aperto final com apenas uma mão. Assim, diminui-se o nível de esforço dos membros superiores na execução da tarefa e evita-se uma postura inadequada. Encontra-se na Figura 6.1, um exemplo da cinta recomendada.

## 6.2 Medidas organizacionais

Relativamente às sub-tarefas: leitura dos códigos de barras, encaixe e desencaixe dos flexíveis e aperto das cintas de amarração foram identificadas posturas inadequadas, representativas de um nível de risco elevado. De igual modo, foram identificadas posturas não recomendadas e frequências de movimentação que aumentam o risco referente às duas atividades de MMC. De modo a combater e procurar reduzir este risco, sugerem-se as seguintes medidas organizacionais:

- Rotação de tarefas: No contexto de trabalho já está implementada a rotação de tarefas. Porém, um aumento desta rotatividade poderia reduzir o tempo continuamente despendido em cada sub-tarefa. Isto, iria reduzir a sobrecarga física

imposta nos músculos aquando da realização de uma única sub-tarefa durante longos períodos.

- Procurar alocar os trabalhadores mais jovens à movimentação de garrafas pequenas. Na aplicação do Modelo de *Shoaf*, este método teve como resultado a informação de que para uma mesma massa de carga a transportar, a atividade de transporte pode ser considerada segura a um trabalhador mais jovem e extremamente insegura a um trabalhador de idade mais avançada.
- Aquecimento laboral. Um exercício indicado e direcionado ao correto alongamento dos músculos antes do início do turno de trabalho, consegue ser bastante benéfico na preparação dos mesmos para as atividades de trabalho. Esta melhoria é principalmente importante durante o inverno, onde os músculos se encontram mais frios e rígidos.
- Inclusão do trabalhador que opera individualmente na rotação de tarefas: Apesar de no contexto de trabalho já estar implementada uma boa rotatividade de tarefas, há um trabalhador que não participa nesta rotação. A inclusão deste trabalhador no grupo de trabalhadores que respeitam esta rotatividade, não só iria reduzir os riscos de LMERT associados ao trabalhador como permitiria uma redução das frequências de manipulação de carga e número de movimentos dos restantes trabalhadores. Assim, recomenda-se a sua inclusão.

### **6.3 Medidas adicionais**

Para complementar as propostas de melhoria acima recomendadas, é importante referir que a empresa deve manter uma constante supervisão da saúde dos funcionários para possibilitar a deteção precoce de sintomas de lesões resultantes das atividades de trabalho e continuar a analisar os fatores de risco existentes e quantificar os níveis de risco associados de forma a compreender se há necessidade de implementar outras medidas de intervenção. Esse acompanhamento contínuo é essencial para que a empresa esteja sempre ciente do estado de saúde de seus trabalhadores. Com efeito, é sugerido que os colaboradores que tenham histórico de lesões ou que sejam mais propensos a sofrer lesões sejam designados para funções que exijam um menor esforço físico.

Finalizando, a empresa deve sempre procurar incentivar os seus funcionários à prática de exercício físico e de um estilo de vida de saudável.



## CONCLUSÃO

Neste capítulo, serão apresentadas as conclusões finais deste estudo, destacando os principais resultados obtidos em relação aos objetivos estabelecidos. Serão ainda identificadas as limitações que surgiram durante a pesquisa e oferecidas sugestões para trabalhos futuros na empresa.

### 7.1 Síntese conclusiva

Este estudo, realizado no setor do enchimento de um dos polos de distribuição em Portugal da empresa, teve como objetivo analisar e avaliar o risco associado às atividades do setor. Depois de identificados os conjuntos de sub-tarefas onde se verificavam a mais crítica presença de fatores de risco, estas foram analisadas pela aplicação, na sua totalidade, de oito métodos ergonómicas: RULA, REBA, OWAS, SI, MAC, KIM e Guia de *Mital*. De seguida, foram discutidos e comparados os resultados obtidos, de onde foi possível intervir com propostas de melhoria com vista a eliminar ou reduzir os riscos aos quais os trabalhadores estão sujeitos.

Primeiramente, depois de várias visitas ao local de trabalho, foi possível identificar as atividades mais suscetíveis de afetar negativamente a saúde dos trabalhadores. Com efeito, foi realizada uma extensiva pesquisa bibliográfica de forma selecionar corretamente os métodos de avaliação ergonómica que melhor se direcionavam à avaliação de cada sub-tarefa crítica.

Após a aplicação métodos, verificou-se que RULA, REBA e OWAS, que têm o risco postural como foco principal de fator de risco, forneceram um mesmo *output* indicativo de que devem ser implementadas ações corretivas em todas a sub-tarefas onde foram aplicados,

pois o nível de risco é elevado. Relembrando os três fatores de risco considerados no questionário aos trabalhadores, a postura foi o que obteve a maior percentagem de classificação “Má”. Deste modo, compreende-se que o nível de risco obtido relativamente a posturas inadequadas justifica a classificação atribuída pela amostra.

Relativamente ao método SI, foi aplicada, para analisar o fator de risco referente à repetição de movimentos das sub-tarefas da leitura dos códigos de barras e encaixe e desencaixe dos flexíveis. A primeira foi classificada como segura e foi obtido um nível de risco moderado associado à repetibilidade no segundo conjunto de sub-tarefas, sendo suscetível de sofrer ações de melhoria. Com efeito, a avaliação deste fator de risco resultou numa classificação de risco moderado ao bem-estar dos trabalhadores. Segundo os dados do questionário, este fator de risco foi considerado como “Razoável” por 75% dos trabalhadores, coincidindo assim com o nível de risco obtido.

Em relação aos métodos aplicados para as sub-tarefas em que se realizam MMC (movimentação das garrafas grandes e garrafas pequenas), notou-se que os métodos KIM e MAC originaram níveis finais de risco mais aceitáveis, de classificações moderado e baixo, respetivamente, do que os métodos Guia de *Mital* e Modelo de *Shoaf*. Estes últimos, determinaram níveis de risco de cariz mais elevado, pois apesar de não possuírem uma rapidez de aplicação como o KIM ou o MAC, conseguem ter uma maior precisão de análise focando-se em parâmetros como a distância horizontal percorrida ou as características físicas dos trabalhadores, o que acabou por eliminar algumas incertezas na atribuição das respetivas pontuações/multiplicadores.

Depois da determinação das classificações de risco final de cada método, os resultados foram discutidos e comparados para cada sub-tarefa. Desta análise crítica, conclui-se que o fator de risco que mais contribui para uma elevada probabilidade de aparecimento de LMERT são as posturas inadequadas. Por outro lado, parâmetros como elevadas distâncias horizontais percorridas na MMC e alguns parâmetros relacionados com as características físicas dos trabalhadores também contribuem para esta ocorrência.

Com efeito, foram propostas medidas de engenharia, medidas de cariz organizacional e algumas medidas adicionais que se recomendam implementar no processo de atividades com vista a reduzir o nível de risco a que os trabalhadores estão sujeitos, procurando melhorar o bem-estar e a saúde dos mesmos. Relativamente à medida de engenharia referente à alteração das cintas de amarração, recomenda-se que se analise em termos de custo-benefício a implementação da mesma.

Pode-se concluir que os objetivos iniciais estabelecidos para este estudo foram alcançados com sucesso. Os resultados obtidos através da análise e avaliação ergonómica

realizada permitiram a formulação de propostas de melhoria que têm o potencial de reduzir o nível de risco a que os trabalhadores estão sujeitos no setor do enchimento.

É importante destacar que a ergonomia deve ser vista como um processo de melhoria contínua. A qualidade de vida dos trabalhadores tem um impacto direto na qualidade do desempenho das suas tarefas. Assim, a implementação contínua de medidas ergonómicas não apenas beneficia os funcionários, mas também contribui para a excelência do serviço oferecido pela organização.

## **7.2 Limitações**

Na realização deste estudo, foram encontradas algumas limitações que dificultaram a sua realização.

A principal limitação e o grande ponto motivacional para o desenvolvimento deste estudo passaram pela avaliação ergonómica da sub-tarefa da movimentação das garrafas grandes. No início, esta foi um dos tópicos abordados pela empresa, pois o facto de não existir um método ergonómico direcionado à avaliação de uma tarefa de MMC onde a carga (um cilindro) é sujeita a uma ligeira inclinação e posteriormente rolada na vertical obrigou a que fosse realizada uma aproximação para uma tarefa de MMC do tipo empurrar. Numa pesquisa bibliográfica também não foram encontradas quaisquer métodos ou estudos de aplicação de métodos direcionados à atividade em questão.

Pode ter havido um fator que teve impacto nos resultados, relacionado com a possibilidade dos trabalhadores terem modificado a forma como executam as tarefas habituais, sabendo que estavam a ser observados. Adicionalmente, é relevante notar que os postos de trabalho sob observação eram ocupados por trabalhadores diferentes, cada um com a sua própria abordagem na manipulação de cargas e no desempenho das tarefas atribuídas. Estas variações individuais podem ter contribuído para a diversidade de resultados obtidos e devem ser consideradas na análise das conclusões deste estudo.

## **7.3 Sugestões de trabalho futuro**

O setor do enchimento das garrafas foi o local de trabalho sujeito à realização deste estudo. Contudo, seria interessante aplicar uma análise e avaliação ergonómica ao setor da manutenção. Apesar do fluxo diário de garrafas ser bem menor, podem existir atividades e

tarefas suscetíveis de expor os trabalhadores ao desenvolvimento de LMERT, como a colocação de garrafas na linha de pintura ou de tarefas relacionadas com a prova hidráulica.

Como já foi explicado na síntese conclusiva, seria importante realizar uma análise de custo-benefício para a implementação da medida de engenharia proposta referente à alteração da cinta de amarração. Seria ainda relevante, caso sejam implementadas alguma das medidas propostas, verificar de que forma estas influenciaram o processo de atividades, o nível de risco e a saúde dos trabalhadores do setor do enchimento.

Numa visão mais ampla, e não apontada apenas à empresa foco do estudo, seria relevante desenvolver um método de avaliação ergonómica mais direcionado e preciso à avaliação do risco associado à movimentação das garrafas ou cilindros movimentados da mesma forma que as garrafas B50 neste local de trabalho. Decerto que em muitos outros ambientes laborais do setor industrial é efetuada uma movimentação de cilindros ou garrafas de gás de forma igual ou muito semelhante, pelo que seria uma enorme vantagem para este tipo de estudo.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernard. (1997). Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health. <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB97141>
- Burgess-Limerick, R. (2018). Participatory ergonomics: Evidence and implementation lessons. *Applied Ergonomics*, 68, 289–293. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.009>
- Carayon, P., & Smith, M. J. (2000). Work organization and ergonomics. *Applied Ergonomics*, 31(6), 649–662. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00040-5](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00040-5)
- CDC. (2023, janeiro 17). Hierarchy of Controls | NIOSH | CDC. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>
- Chalmers University of Technology, SE, Berlin, C., & Adams, C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bbe>
- Colim, A. S. (2009). Tarefas de manipulação manual de cargas: Selecção de métodos de avaliação de risco [masterThesis]. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10745>

- de Carvalho, M. V. D., Soriano, E. P., de França Caldas, A., Campello, R. I. C., de Miranda, H. F., & Cavalcanti, F. I. D. (2009). Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Brazilian Dental Students. *Journal of Dental Education*, 73(5), 624–630. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2009.73.5.tb04737.x>
- Decreto de Lei N.º 347/93. (1993, outubro 1). Decreto-lei 347/93, de 1 de Outubro. Diários da República. <https://dre.tretas.org/dre/53771/decreto-lei-347-93-de-1-de-outubro>
- Decreto-Lei n.º 3/2014 | DR. (2014). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/lei/3-2014-571052>
- Decreto-Lei N.º 50/2005. (2005). Decreto-Lei n.º 50/2005 | DR. <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/50-2005-584397>
- Decreto-Lei n.º 348/93 | DR. (1993). <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/348-1993-646298>
- Dempsey, P. G., McGorry, R. W., & Maynard, W. S. (2005). A survey of tools and methods used by certified professional ergonomists. *Applied Ergonomics*, 36(4), 489–503. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.01.007>
- Dul, J., & Neumann, W. P. (2009). Ergonomics contributions to company strategies. *Applied Ergonomics*, 40(4), 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.07.001>
- Eransus Izquierdo, J., Díez de Ulturrún Sagala, M., & Garasa Jiménez, A. (2007). Los trastornos músculo-esqueléticos. Una prioridad en la acción preventiva en la C.A. De Navarra. *La Mutua (Madrid)*, 17, 83–90.
- EU-OSHA. (2007). Factsheet 71 – Introdução às lesões músculo-esqueléticas | Safety and health at work EU-OSHA. <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-71-introduction-work-related-musculoskeletal-disorders>
- EU-OSHA. (2018). Musculoskeletal disorders | Safety and health at work EU-OSHA. <https://osha.europa.eu/en/themes/musculoskeletal-disorders>

- EU-OSHA. (2019). Work-related musculoskeletal disorders: Prevalence, costs and demographics in the EU | Safety and health at work EU-OSHA. <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe>
- Fernandez, J. E. (1995). Ergonomics in the workplace. *Facilities*, 13(4), 20–27. <https://doi.org/10.1108/02632779510083359>
- Grandjean, K. H. E. K., E. (1997). *Fitting The Task To The Human: A Textbook Of Occupational Ergonomics* (5.<sup>a</sup> ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367807337>
- Grooten, W. J. A., & Johansson, E. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for work-related musculoskeletal disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de la Salud*, 16(Especial), 8–38. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840>
- Hidalgo, J., Genaidy, A., Karwowski, W., Christensen, D., Huston, R., & Stambough, J. (1997). A comprehensive lifting model: Beyond the NIOSH lifting equation. *Ergonomics*, 40(9), 916–927. <https://doi.org/10.1080/001401397187748>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- HSE. (2019). Manual handling assessment charts (the MAC tool). <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.htm>
- Hunter, D., & Ed, R. P. (1994). *Hunter's Diseases of Occupations*. Edward Arnold.
- IEA. (2023). What Is Ergonomics (HFE)? - International Ergonomics Association. <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>

- Jaffar, N., Abdul-Tharim, A. H., Mohd-Kamar, I. F., & Lop, N. S. (2011). A Literature Review of Ergonomics Risk Factors in Construction Industry. *Procedia Engineering*, 20, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.142>
- Kadikon, Y. (2019). Upper Limb Analysis of Work-Related Musculoskeletal Disorder Among Transformer Industry Worker Using DELMIA. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(1.6), 519–524. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/7681.62019>
- Karhu, O., Kansi, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199–201. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Kee, D. (2021). Comparison of OWAS, RULA and REBA for assessing potential work-related musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 83, 103140. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103140>
- Klussmann, A., Liebers, F., Brandstädt, F., Schust, M., Serafin, P., Schäfer, A., Gebhardt, H., Hartmann, B., & Steinberg, U. (2017). Validation of newly developed and redesigned key indicator methods for assessment of different working conditions with physical workloads based on mixed-methods design: A study protocol. *BMJ Open*, 7(8), e015412. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015412>
- Legislação Nacional - Segurança e Saúde no Trabalho. (2023, agosto 18). Legislação Nacional - Segurança e Saúde no Trabalho - DGERT. <https://www.dgert.gov.pt/seguranca-e-saude-no-trabalho>
- Malchaire, J., Gauthy, R., Piette, A., & Strambi, F. (2011). Guide A classification of methods for assessing and/or preventing the risks of musculoskeletal disorders.

- Massaccesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied Ergonomics*, 34(4), 303–307. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00052-8)
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-5](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-5)
- Mital, A., Nicholson, & Ayoub. (2017). A Guide to Manual Materials Handling | Request PDF. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/344950753\\_A\\_Guide\\_to\\_Manual\\_Materials\\_Handling](https://www.researchgate.net/publication/344950753_A_Guide_to_Manual_Materials_Handling)
- Nunes, I. L. (2012). *Ergonomics: A Systems Approach*.
- OIT. (2019, abril 24). Segurança e saúde no centro do futuro do trabalho [Relatório]. [http://www.ilo.org/lisbon/publicações/WCMS\\_690142/lang--pt/index.htm](http://www.ilo.org/lisbon/publicações/WCMS_690142/lang--pt/index.htm)
- Rahman, C. (2014). Study and Analysis of Work Postures of Workers working in a Ceramic Industry through Rapid Upper Limb Assessment (RULA). *International Journal of Engineering and Applied Sciences* 2305-8269, 5, 14–20.
- Santos, J. M. S. dos. (2009). Desenvolvimento de um guião de selecção de métodos para análise do risco de lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT) [masterThesis]. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10706>
- Shoaf, C., Genaidy, A., Karwowski, W., Waters, T., & Christensen, D. (1997). Comprehensive manual handling limits for lowering, pushing, pulling and carrying activities. *Ergonomics*, 40(11), 1183–1200. <https://doi.org/10.1080/001401397187432>
- Simões, R. M. de S. dos S. (2015). Análise e avaliação de tarefas de movimentação manual de cargas [masterThesis]. <https://run.unl.pt/handle/10362/16269>
- Stanton, N. A. (2005). *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC Press.

- Steinberg, U. (2012). New tools in Germany: Development and appliance of the first two KIM («lifting, holding and carrying» and «pulling and pushing») and practical use of these methods. *Work*, 41, 3990–3996. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0698-3990>
- Steven Moore, J., & Garg, A. (1995). The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56(5), 443–458. <https://doi.org/10.1080/15428119591016863>
- van der Windt, D., Thomas, E., Pope, D., Winter, A., Macfarlane, G., Bouter, L., & Silman, A. J. (2000). Occupational risk factors for shoulder pain: A systematic review. *Occupational and environmental medicine*, 57, 433–442. <https://doi.org/10.1136/oem.57.7.433>
- White, C. M. (1999). *Ergonomics: What is it? Clearing away the confusion.*
- Wilson, J. R. (2000). *Fundamentals of ergonomics in theory and practice.* *Applied Ergonomics*, 31(6), 557–567. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00034-X)

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O presente questionário, tem como principal objetivo a recolha de dados para a avaliação ergonómica das atividades do setor do enchimento no âmbito de uma dissertação de mestrado do curso de Engenharia e Gestão Industrial. O seu preenchimento é totalmente anónimo e toda a informação recolhida será utilizada apenas para o presente estudo.

#### Informações do trabalhador:

Sexo (M/F):	Idade:
Altura (cm):	Peso (kg):
Nº anos/meses de trabalho na empresa:	

Pratica exercício físico? Se sim, com que frequência?

Nunca	Raramente	2 a 4 vezes por mês	2 ou 3 vezes por semana	Todos os dias

As pausas programadas que realiza ao longo do dia permitem-lhe diminuir o cansaço?

Não	Nem sempre	Sim

No **final** do dia de trabalho, sente **fadiga**?

Não	Às vezes	Sim

### Condições do espaço e ambiente de trabalho:

Tendo em conta o **espaço e o ambiente** onde trabalha, assinale com um **círculo** a opção que considera mais adequada a cada um dos seguintes fatores:

<b>Ruído</b>		Inexistente	Fraco	Aceitável	Forte	Excessivo
<b>Tempe- ratura</b>	<b>Inverno</b>	Muito fria	Fria	Amena	Quente	Muito quente
	<b>Verão</b>	Muito fria	Fria	Amena	Quente	Muito quente
<b>Iluminação</b>		Muito má	Má	Aceitável	Boa	Muito boa
<b>Estado do Piso</b>		Muito escorregadio	Escorregadio	Aceitável	Bom	Muito bom

### Postura:

Como **classifica a postura** das seguintes partes do corpo durante as atividades que realiza ao longo do seu dia de trabalho:

**Assinale com um "X", a opção que for mais adequada.**

<b>Parte do corpo/classificação</b>		Muito má	Má	Razoável	Boa	Muito boa
Pescoço						
Tronco						
Ombro	Direito					
	Esquerdo					

Antebraço	Direito					
	Esquerdo					
Cotovelo	Direito					
	Esquerdo					
Mão/Punho	Direita					
	Esquerda					
Dedos da mão	Direita					
	Esquerda					

**Nível de esforço:**

Relativamente ao **esforço/força** que aplica na realização das suas tarefas. Como **classifica** a sua **intensidade**?

**Assinale com um “X”, a opção que for mais adequada.**

Parte do corpo/classificação		Muito má	Má	Razoável	Boa	Muito boa
Pescoço						
Tronco						
Ombro	Direito					
	Esquerdo					
Antebraço	Direito					
	Esquerdo					
Cotovelo	Direito					
	Esquerdo					

Mão/Punho	Direita					
	Esquerda					
Dedos da mão	Direita					
	Esquerda					

**Repetição de movimentos:**

Como **classifica** o **nível de repetição de movimentos** que normalmente realiza nas seguintes partes do corpo ao longo do dia de trabalho?

**Assinale com um “X”, a opção que for mais adequada.**

Parte do corpo/classificação		Muito má	Má	Razoável	Boa	Muito boa
Pescoço						
Tronco						
Ombro	Direito					
	Esquerdo					
Antebraço	Direito					
	Esquerdo					
Cotovelo	Direito					
	Esquerdo					
Mão/Punho	Direita					
	Esquerda					
Dedos da mão	Direita					
	Esquerda					

### Histórico de Lesões Músculo-Esqueléticas:

Já alguma vez sofreu alguma **lesão músculo-esquelética** relacionada com o trabalho? Se sim, qual a **gravidade**?

---

---

### Ambiente de trabalho e aspetos gerais:

Em relação às **características de trabalho** da sua atividade, como classifica os seguintes parâmetros:

**Assinale com um “X”, a opção que for mais adequada.**

	Muito mau	Mau	Aceitável	Boa	Muito boa
Ritmo de trabalho					
Monotonia das tarefas					
Repetitividade das tarefas					
Nº/duração das pausas					
Exigências impostas pelas tarefas					
Relação com as chefias					
Relação com os colegas					

Sente que a **formação/treino** que lhe foram proporcionados são suficientes para uma **correta execução** das suas tarefas?

Não teve formação	Não	Mais ou menos	Sim

Alguma observação ou comentário adicional?

---

---

---

# ANEXO A

## FOLHA DE PONTUAÇÃO RULA

Figura A.1 - Folha de pontuação RULA

### RULA Employee Assessment Worksheet

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**

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

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**

Step 2a: Adjust...  
If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**

Step 3a: Adjust...  
If wrist is bent from midline: Add +1  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 4: Wrist Twist:**  
If wrist is twisted in mid-range: +1  
If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held >1 minute):  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 8: Find Row in Table C**  
Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

Task Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**Scores**

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

**Table C**

Wrist / Arm Score	Neck, Trunk, Leg Score					
	1	2	3	4	5	6 7+
1	1	2	3	3	4	5 5
2	2	2	3	4	4	5 5
3	3	3	3	4	4	5 6
4	4	3	3	4	5	6 6
5	4	4	4	5	6	7 7
6	4	4	5	6	6	7 7
7	5	5	6	6	7	7 7
8+	5	5	6	7	7	7 7

**Table B: Trunk Posture Score**

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

**Table D: Neck, Trunk, Leg Score**

Neck	Trunk	Leg
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6

**Scoring (final score from Table C)**  
 1-2 = acceptable posture  
 3-4 = further investigation, change may be needed  
 5-6 = further investigation, change soon  
 7 = investigate and implement change

**RULA Score**

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**

Step 9a: Adjust...  
If neck is twisted: +1  
If neck is side bending: +1

**Step 10: Locate Trunk Position:**

Step 10a: Adjust...  
If trunk is twisted: +1  
If trunk is side bending: +1

**Step 11: Legs:**  
If legs and feet are supported: +1  
If not: +2

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
If posture mainly static (i.e. held >1 minute):  
Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**  
If load < 4.4 lbs. (intermittent): +0  
If load 4.4 to 22 lbs. (intermittent): +1  
If load 4.4 to 22 lbs. (static or repeated): +2  
If more than 22 lbs. or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C**  
Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99



# ANEXO B

## FOLHA DE PONTUAÇÃO REBA

Figura B.1 - Folha de Pontuação REBA

### REBA Employee Assessment Worksheet

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**

Neck Score:

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

**Step 2: Locate Trunk Position**

Trunk Score:

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

**Step 3: Legs**

Adjust:

Leg Score:

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Posture Score 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

Task Name:

Date:

**Scores**

**Table A: Neck**

	1			2			3					
Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trunk Posture	1	2	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6
Score	2	3	4	5	6	7	8	9	7	8	9	10
	3	4	5	6	7	8	9	10	8	9	10	11
	4	5	6	7	8	9	10	11	9	10	11	12
	5	6	7	8	9	10	11	12	10	11	12	13

**Table B: Lower Arm**

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

**Table C**

Score A	Score B											
	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	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	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

Table C Score:  + Activity Score:  = REBA Score:

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**

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:**

Lower Arm Score:

**Step 9: Locate Wrist Position:**

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

Posture Score 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**  
No handles, awkward but possible, **poor: +2**  
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

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



# ANEXO C

## FOLHA DE PONTUAÇÃO OWAS

Figura C.1 - Pontuação OWAS segundo a postura efetuada
















BACK	 (1)	 (2)	 (3)	 (4)
	straight	bent	straight and twisted	bent and twisted
UPPER LIMBS	 (1)	 (2)	 (3)	
	both limbs on or below shoulder level	one limb on or above shoulder level	both limbs above shoulder level	AN EXAMPLE
LOWER LIMBS	 (1)	 (2)	 (3)	<p>BACK: bent (2)</p> <p>UPPER LIMBS: both below shoulder level (1)</p> <p>LOWER LIMBS: loading on one limb, kneeling (5)</p>
	loading on both limbs, straight	loading on one limb, straight	loading on both limbs, bent	
LOWER LIMBS	 (4)	 (5)	 (6)	
	loading on one limb, bent	loading on one limb, kneeling	body is moved by the limbs	
	 (7)			
				both limbs hanging free

Figura C.2 - Pontuação final do OWAS

Back	Arms	Legs																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Load			Load			Load			Load			Load			Load			Load		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

INTERPRETATION OF THE RESULT	
1	No actions required
2	Corrective actions required in the near future
3	Corrective actions should be done as soon as possible
4	Corrective actions for improvement required immediately

# ANEXO D

## FOLHA DE PONTUAÇÃO SI

Figura D.1 - Folha de Pontuação SI

### Strain Index Scoring Sheet

Date: _____	Task: _____
Company: _____	Supervisor: _____
Dept: _____	Evaluator: _____

Risk Factor	Rating Criterion	Observation	Multiplier	Left	Right
Intensity of Exertion (Borg Scale - BS)	Light	Barely noticeable or relaxed effort (BS: 0-2)	1		
	Somewhat Hard	Noticeable or definite effort (BS: 3)	3		
	Hard	Obvious effort. Unchanged facial expression (BS: 4-5)	6		
	Very Hard	Substantial effort. Changes expression (BS: 6-7)	9		
	Near Maximal	Uses shoulder or trunk for force (BS: 8-10)	13		
Duration of Exertion (% of Cycle)	< 10%	Calculated Duration of Exertion (from inputs below)		0.5	
	10-29%	User Inputs		1.0	
		Total observation time (sec.)	Left	Right	1.5
	30-49%	Single exertion time (sec.)		2.0	
	50-79%	Number of exertions during observation time		3.0	
	≥ 80%	Number of exertions during observation time		3.0	
		Calculated Duration of Exertion (%)			
Efforts Per Minute	< 4	Calculated Efforts Per Minute (from inputs above)		0.5	
	4 - 8			1.0	
			Left	Right	1.5
	9 - 14			2.0	
	15 - 19			3.0	
	≥ 20			3.0	
Hand/Wrist Posture	Very Good	Perfectly Neutral	1.0		
	Good	Near Neutral	1.0		
	Fair	Non-Neutral	1.5		
	Bad	Marked Deviation	2.0		
	Very Bad	Near Extreme	3.0		
Speed of Work	Very Slow	Extremely relaxed pace	1.0		
	Slow	Taking one's own time	1.0		
	Fair	Normal speed of motion	1.0		
	Fast	Rushed, but able to keep up	1.5		
	Very Fast	Rushed and barely/unable to keep up	2.0		
Duration of Task Per Day (hours)	<1		0.25		
	1 < 2		0.50		
	2 < 4		0.75		
	4 < 8		1.00		
	> 8		1.50		
Results Key	SI ≤ 3		Job is probably safe		
	3 < SI < 7		Job may place individual at increased risk for distal upper extremity disorders		
	7 ≤ SI		Job is probably hazardous		



# ANEXO E

## FOLHAS DE PONTUAÇÃO MAC

Figura E.1 - Pontuação MAC referente à frequência de transporte

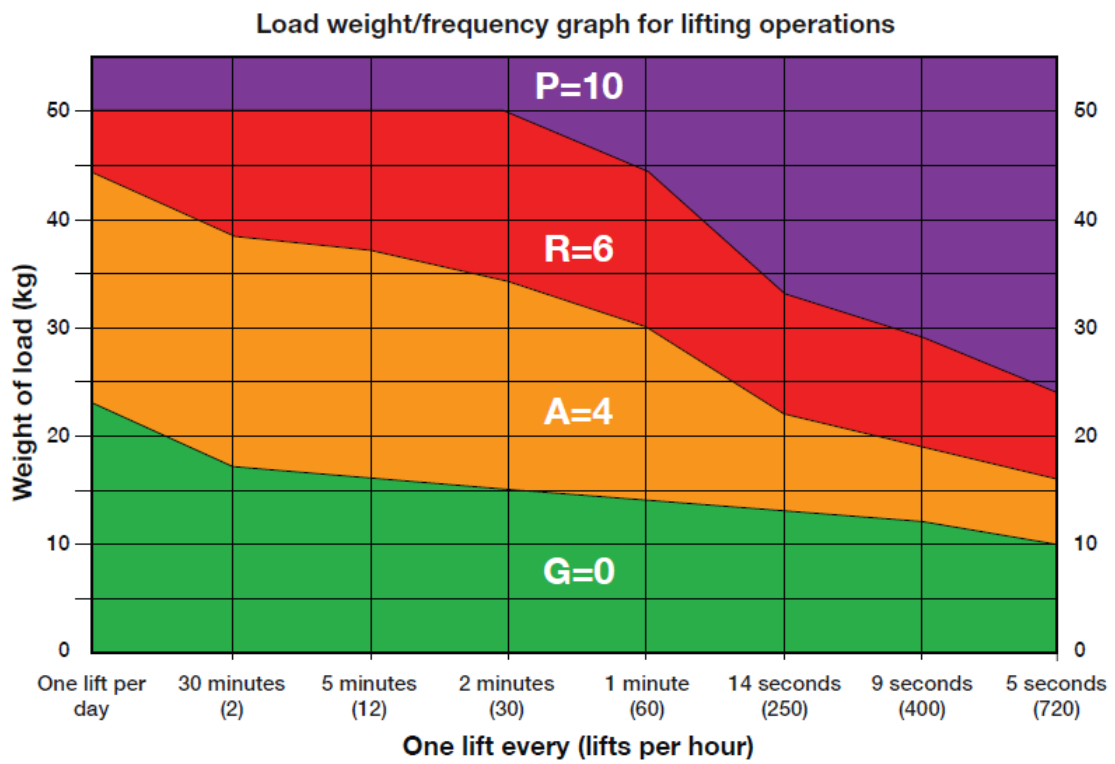
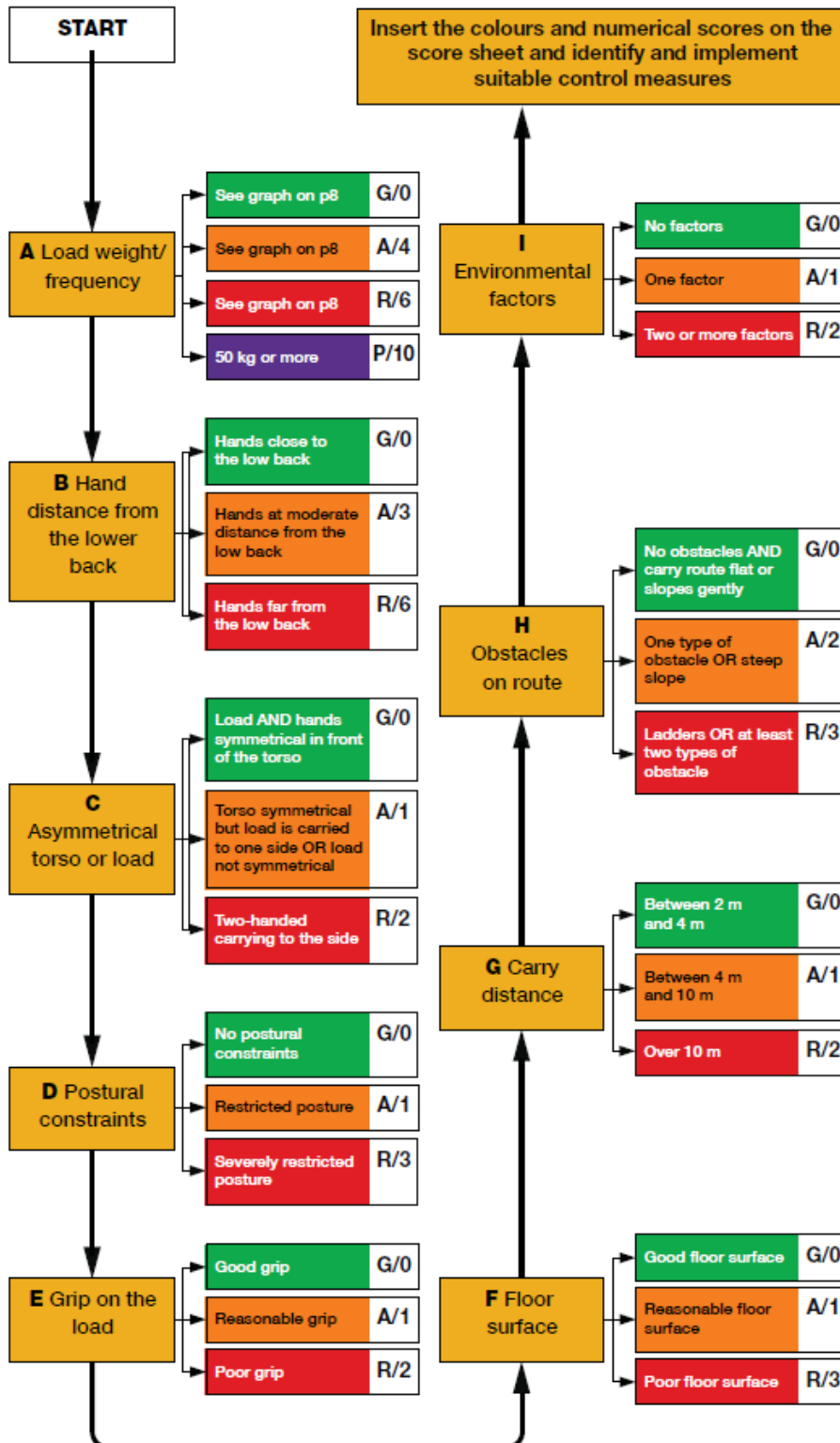


Figura E.2 -Fluxograma MAC para tarefas do tipo transportar



## ANEXO F

# FOLHA DE PONTUAÇÃO KIM-PP

Tabela F.1 - Pontuação do parâmetro do número de movimentações KIM-PP

Distâncias até 5m		Distâncias maiores que 5m	
Número de movimentos por dia de trabalho	Pontuação	Distância total por dia de trabalho (m)	Pontuação
<10	1	<300	1
10 a <40	2	300 a <1000	2
40 a <200	4	1000 a <4000	4
200 a <500	6	4000 a <8000	6
500 a <1000	8	8000 a <16000	8
=1000	10	=16000	10

Tabela F.2 - Pontuação do parâmetro carga KIM-PP

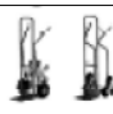


Massa a ser movida	Ajuda Mecânica				
	Sem	Carrinho de mão	Carrinho de rolos direcionáveis	Vagões, carrinhos de mão	Manipulador de Carga
Rolar					
< 50 kg	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
50 to < 100 kg	1	1	1	1	1
100 to < 200 kg	1.5	2	2	1.5	2
200 to < 300 kg	2	4	3	2	4
300 to < 400 kg	3		4	3	
400 to < 600 kg	4		5	4	
600 to <1000 kg	5			5	
= 1000 kg					
Deslizar			<p>Áreas a cinzento: crítica porque o movimento da carga depende muito da habilidade e força física</p> <p>Áreas a branco sem número: para evitar porque as forças de ação necessárias podem facilmente exceder as forças físicas máximas</p>		
< 10 kg	1				
10 to < 25 kg	2				
25 to < 50 kg	4				
> 50 kg					

Tabela F.3 - Pontuação do parâmetro precisão e velocidade de movimentação KIM-PP

Precisão do posicionamento	Velocidade de Movimentação	
	Lenta (<0,8m/s)	Rápida (0,8m/s a 1,3m/s)
<b>Baixa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>sem especificação da distância de movimentação;</li> <li>a carga pode rolar até parar ou ir contra uma paragem;</li> </ul>	1	2
<b>Elevada</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a carga tem de ser precisamente posicionada e parada;</li> <li>a distância de movimentação deve ser obedecida exatamente;</li> <li>frequentes mudanças de direção.</li> </ul>	2	4

Tabela F.4 - Pontuação do parâmetro postura KIM-PP

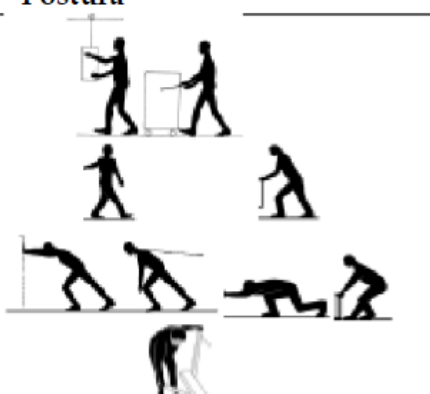
Postura		
	Tronco direito, não torcido.	1
	Tronco ligeiramente inclinado para a frente ou ligeiramente torcido (puxar de um lado).	2
	Corpo inclinado para baixo na direção do movimento; agachado; ajoelhado; curvado.	4
	Combinação de flexão e torção.	8

Tabela F.5 - Pontuação do parâmetro condições de trabalho KIM-PP

Condições de trabalho	
<b>Boas</b> - piso ou superfície nivelada, firme, suave, seca, não inclinada, sem obstáculos no local de trabalho, rolos ou rodas funcionam facilmente, não há evidências de desgaste	0
<b>Restritas</b> - chão sujo, um pouco desigual, suave, inclinada até 2°, obstáculos no local de trabalho que têm de ser contornados, rolos ou rodas sujas, desgastados, não funcionam facilmente	2
<b>Difíceis</b> - estrada não pavimentada ou mal pavimentada, buracos, sujo severo, inclinado entre 2° a 5°, camiões industriais devem ser soltos para arrancar, rolos ou rodas sujas, rolamentos funcionam mal	4
<b>Complicadas</b> - degraus, escadas, inclinação >5°, combinação de indicadores "Restritas" e "Difíceis"	8





2023

JOÃO VALENTE

AVALIAÇÃO ERGONÓMICA DO TRABALHO NO SETOR DE ENCHIMENTO DE UMA  
INDÚSTRIA DE GASES INDUSTRIAIS