



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Ana Catarina da Costa Silva

**Avaliação ergonómica para prevenção de  
LMERT numa indústria de calçado.**

janeiro de 2024



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Ana Catarina da Costa Silva

**Avaliação ergonómica para prevenção de  
LMERT numa indústria de calçado.**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Humana

Trabalho efetuado sob a orientação do (a)

**Professor(a) Doutor(a) Nelson Bruno Martins  
Marques Costa**

janeiro de 2024

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

O apoio de algumas pessoas foi primordial para o desenvolvimento deste trabalho. Quero expressar o meu agradecimento à Cátia Sampaio, pela apresentação da empresa e por possibilitar o contacto com a mesma, viabilizando assim a realização desta dissertação. Do mesmo modo, agradeço a oportunidade à ICC – Indústria e Comércio de Calçado e a orientação da Eng<sup>a</sup>. Marta Ferreira e do Eng. Pedro Oliveira, foram facilitadores em todas as etapas com o seu amplo conhecimento e experiência.

Não posso deixar de agradecer ao Professor Doutor Nélson Costa pela partilha do seu conhecimento ao longo do mestrado e orientação na escrita da dissertação. A disponibilidade, celeridade, sabedoria e exigência foram cruciais para a escrita deste trabalho.

A todos os colegas de turma quero deixar o meu agradecimento por toda a partilha de experiência e apoio em todo o mestrado.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à minha família e ao Márcio pela força e apoio incondicional em toda esta caminhada. Obrigada por toda a compreensão, paciência e por expressarem as melhores palavras quando necessitava.

*Tudo é ousado para quem nada se atreve*

Fernando Pessoa

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Avaliação ergonómica para prevenção de LMERT numa indústria de calçado.

## **RESUMO**

O setor industrial tem um papel importante na economia mundial e, apesar dos avanços tecnológicos, os processos produtivos ainda envolvem tarefas manuais. O aparecimento de Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) tem sido uma preocupação para as empresas. Nos últimos anos, foram desenvolvidos estudos sobre as LMERT, como estas se relacionam com diferentes fatores de risco, nomeadamente os problemas ergonómicos. Neste sentido, o objetivo desta dissertação é a caracterização da sintomatologia musculoesquelética dos trabalhadores e a identificação e avaliação de fatores de risco biomecânicos em trabalhadores de uma indústria de calçado nas tarefas de enformar, desenformar e rebarbar calçado. Tendo como objetivo idealizar recomendações para a empresa mitigar os riscos existentes.

A metodologia envolveu a aplicação de um questionário para levantamento dos dados sociodemográficos e uma entrevista para preenchimento do QNM. Para análise mais detalhada e identificação de possíveis problemas ergonómicos foi aplicada a ferramenta EWA. No sentido de efetuar uma pesquisa eficaz e reunir as metodologias adequadas para avaliação de carácter ergonómico foi aplicado o método PICO e PRISMA. Como resultado da revisão sistemática, foram selecionadas três metodologias de avaliação ergonómica o RULA, REBA e RSI. A região do punho/mãos e ombros foram as regiões corporais com mais queixas, com 85,7%, seguindo a região lombar, com 78,6%. Através do EWA identificou-se como relevante para análise as posturas, movimentos, restitividade e repetitividade do trabalho. Na tarefa de enformar e desenformar existem níveis de risco elevados com necessidade de intervenções imediatas para diminuir ou mitigar o risco existente. No entanto, a tarefa de rebarbar aparenta ser segura, ainda que possam ser efetuadas melhorias no que respeita à ergonomia. As medidas corretivas e preventivas propostas incluem a automatização da tarefa, ajustes físicos, rotatividade e formação aos trabalhadores.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Calçado, Ergonomia, Questionário Nórdico, REBA, RULA, Strain Index.

Ergonomic evaluation for preventing WMSD in shoes industry.

## **ABSTRACT**

The industrial sector plays an important role in the world economy and, despite technological advances, production processes still involve manual tasks. The emergence of Work-Related Musculoskeletal Injuries (WMSD) has been a concern for companies. In recent years, studies have been carried out on WMSD and how they relate to different risk factors, namely ergonomic problems. In this sense, the objective of this dissertation is the characterization of the musculoskeletal symptoms of workers and the identification and evaluation of biomechanical risk factors in workers in the shoe industry in the tasks of molding, unmolding, and grinding shoes. The objective is to create recommendations for the company to mitigate existing risks. The methodology involved the application of a questionnaire to collect sociodemographic data and an interview to complete the Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ). For a more detailed analysis and identification of possible ergonomic problems, the EWA tool was applied. To carry out effective research and gather the appropriate methodologies for ergonomic assessment, the PICO and PRISMA methods were applied. As a result of the systematic review, three ergonomic risk assessment methodologies were selected: RULA, REBA, and RSI. The wrist/hands and shoulders region were the body regions with the most complaints, with 85.7%, followed by the lower back, with 78.6%. Through EWA, postures, movements, restrictiveness, and repetitiveness of work were identified as relevant for analysis. In the task of forming and unmolding, there are high levels of risk requiring immediate interventions to reduce or mitigate the existing risk. However, the task of deburring appears to be safe, although improvements can be made in terms of ergonomics. The proposed corrective and preventive measures include task automation, physical adjustments, rotation, and training for workers.

## **KEYWORDS**

Footwear, Ergonomics, Nordic Questionnaire, REBA, RULA, Strain Index.

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e pertinência do tema.....	1
1.2 Objetivos do estudo.....	1
2. Enquadramento teórico.....	2
2.1 Desenvolvimento industrial.....	2
2.2 Problemas das LMERT nas organizações.....	3
2.3 Sintomatologia de LMERT.....	3
2.4 Fatores de riscos para o desenvolvimento de LMERT.....	4
2.4.1 Fatores biomecânicos e físicos.....	4
2.4.2 Fatores Individuais e psicossociais.....	5
2.5 Avaliação de risco de LMERT.....	6
2.6 Prevenção de LMERT.....	10
3. Metodologia.....	11
3.1 Revisão de bibliográfica.....	11
3.1.1 Pesquisa de métodos de análise ergonómica.....	12
3.2 Caracterização da empresa, setor e amostra em estudo.....	14
3.2.1 Aplicação do questionário.....	15
3.3 Seleção dos postos de trabalho e técnica de amostragem.....	15
3.3.1 Aplicação da metodologia.....	17
3.4 Análise da sintomatologia musculoesquelética auto-relatada.....	17



3.4.1	Aplicação do questionário .....	18
3.5	Avaliação de risco de LMERT.....	18
3.5.1	Seleção dos métodos de análise ergonómica.....	18
4.	Apresentação e discussão de resultados.....	24
4.1	Caracterização da amostra em estudo.....	24
4.2	Caracterização das tarefas avaliadas .....	25
4.2.1	Secção da Montagem .....	25
4.2.2	Secção da Injeção.....	27
4.3	Caracterização da sintomatologia musculoesquelética auto-relatada .....	31
4.4	Avaliação de Risco de LMERT.....	34
4.4.1	Secção da Montagem .....	34
4.4.2	Secção da Injeção.....	35
4.5	Plano de ação e estratégias de melhoria .....	38
5.	Conclusões.....	41
5.1	Considerações Finais .....	41
5.2	Limitações.....	42
5.3	Trabalhos futuros.....	42
6.	Referências Bibliográficas .....	43
Apêndices .....		49
Apêndice 1 – Questionário Sociodemográfico .....		50
Apêndice 2 – Questionário Nórdico Musculoesquelético .....		51
Apêndice 3 – Folha de Campo .....		54
Anexos .....		56
Anexo I-EWA .....		56
Anexo II- Folha de cálculo REBA .....		57
Anexo III- Folha de cálculo RULA .....		58
Anexo IV- Folha de cálculo RSI'2017 .....		59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Domínios de Ergonomia .....	7
Figura 2: Abordagens da ergonomia.....	8
Figura 3. Seleção dos métodos de análise ergonômica através da metodologia PRISMA. Adaptado de (Moher et al., 2009) .....	13
Figura 4: Processo de Fabrico.....	15
Figura 5: Montagem-enformar.....	26
Figura 6: Níveis de dor da sintomatologia musculoesquelética auto relatada: ombros, punho/mãos, região torácica e joelhos .....	32
Figura 7: Níveis de dor da Sintomatologia musculoesquelética auto relatada: região lombar, pescoço, tornozelos e ancas/coxas .....	33

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Grupos de LMERT adaptado de (Sousa-Uva et al., 2008).....	4
Tabela 2: N° trabalhadores, por género e atividade .....	14
Tabela 3: Itens avaliados em EWA retirado de (Gomes da Costa, 1995).....	16
Tabela 4: Artigos selecionados.....	19
Tabela 5: Métodos de avaliação ergonómica utilizados .....	20
Tabela 6: Níveis de ação do método RULA adaptado de (McAtamney & Corlett, 1993).....	21
Tabela 7: Níveis de ação REBA .....	22
Tabela 8: Interpretação do valor final do RSI .....	23
Tabela 9: Caracterização sociodemográfica dos trabalhadores em estudo .....	24
Tabela 10: Dados sociodemográficos: tempo de empresa e de área .....	25
Tabela 11: Caracterização da tarefa de enformar .....	25
Tabela 12: Caracterização da tarefa de enformar (Montagem).....	26
Tabela 13: Caracterização das tarefas de enformar, desenformar e rebarbar .....	27
Tabela 14: Caracterização da tarefa de enformar (Injeção) .....	28
Tabela 15: Caracterização geral do posto de trabalho de desenformar e rebarbar (Injeção).....	28
Tabela 16: Sintomatologia musculoesquelética auto relatada .....	31
Tabela 17: Níveis médio de dor por região do corpo.....	33
Tabela 18: Avaliação REBA e RULA na tarefa de enformar.....	35
Tabela 19: Avaliação REBA e RULA na tarefa de desenformar .....	35
Tabela 20: Avaliação SI na tarefa de rebarbar .....	37
Tabela 21: Medidas e recomendações de melhoria .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

EBM	<i>Evidence Based Medicine</i>
EWA	<i>Ergonomic workplace analysis</i>
LME	Lesões Musculoesqueléticas
LMERT	Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho
PICO	<i>Patient or Problem, Intervention, Comparison, Outcome/s</i>
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
QEC	<i>Quick Exposure Check</i>
REBA	<i>Rapid Entire Body Assessment</i>
RSI	<i>Revised Strain Index</i>
RULA	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Sciences</i>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento e pertinência do tema

Nas últimas décadas, as Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) têm sido uma preocupação nas empresas (EU-OSHA, 2019). Para prevenir o aparecimento de LMERT têm sido criadas políticas e estratégias. No entanto, tem se verificado um aumento global da prevalência no aparecimento destas lesões a nível da União Europeia (EU-OSHA, 2020).

As LMERT são um dos problemas na saúde ocupacional com maior prevalência, nos diferentes setores de atividade e segundo um projeto *“Work-related MSDs”* da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho três em cada cinco trabalhadores relatam queixas de LMERT (EU-OSHA, 2019). Alguns estudos têm demonstrado que intervenções ergonómicas nos locais de trabalho contribuem para a reduzir os sintomas musculoesqueléticos dos trabalhadores da indústria (Baskaran et al., 2022; Rathore et al., 2020). Efetivamente a Ergonomia tem sido percecionada como uma abordagem mais ampla na prevenção de riscos profissionais a longo prazo (EU-OSHA, 2019).

## 1.2 Objetivos do estudo

O objetivo principal deste estudo é avaliar o risco LMERT numa área de montagem e injeção de calçado. As tarefas avaliadas são manuais com movimentos repetitivos essencialmente dos membros superiores. Os objetivos específicos são:

- Identificar riscos biomecânicos através da aplicação de metodologias de avaliação ergonómica
- Caracterizar a sintomatologia musculoesquelética dos trabalhadores das tarefas avaliadas;
- Recomendar medidas corretivas para diminuir o risco de LMERT.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Desenvolvimento industrial

Em Portugal, a indústria transformadora é um dos setores que emprega maior número de trabalhadores. Nos últimos 30 anos, verificou-se um decréscimo de pessoas trabalhadoras, em 2021 eram 727.114 já em 1990 eram 1.016.606 pessoas (INE, 2023). Com o surgimento das novas tecnologias foram efetuados estudos sobre as possíveis mudanças económicas, sociais e culturais (Schwab, 2018).

A revolução industrial levou a alterações significativas na natureza do trabalho, se por um lado a automatização levou à delegação de trabalho do Homem para a Máquina e a conduziu à inexistência de postos de trabalho, por outro, criou empregos noutros locais de trabalho (Schwab, 2018; Spallek et al., 2010). A introdução de novas tecnologias, substâncias e processo de trabalho levaram a “riscos emergentes” e a novos desafios para a segurança e saúde no trabalho (EU-OSHA, 2023).

As Lesões Musculoesqueléticas (LME) têm sido uma preocupação nas empresas e para além dos efeitos nos próprios trabalhadores, acarretam custos elevados para as empresas e sociedade (Abobakr et al., 2019; EU-OSHA, 2019, 2020). Para prevenir o aparecimento de LMERT têm sido criadas políticas e estratégias, no entanto, tem se verificado um aumento global no aparecimento destas lesões a nível da União Europeia (EU-OSHA, 2019, 2020).

As LME são por vezes consideradas “lesões ergonómicas” e ocorrem quando o corpo utiliza os músculos, tendões e ligamentos para realizar tarefas em posições desfavoráveis ou em atividades frequentes que podem criar dor ou lesões (U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS, 2020). Quando um evento ou exposição no ambiente de trabalho causou ou contribuiu para uma doença ou lesão ou agravou significativamente uma condição pré-existente é considerado como “relacionada ao trabalho” (U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS, 2016). A maioria das Lesões Músculo-esqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) são de perturbações cumulativas de exposições repetidas e carga de alta ou baixa intensidade durante longo período (EU-OSHA, 2019). No entanto, também podem ser de traumas agudos, durante um acidente de trabalho, como as fraturas (EU-OSHA, 2019).

As LMERT são um dos problemas na saúde ocupacional com maior prevalência, nos diferentes setores de atividade (EU-OSHA, 2019). Segundo um projeto “*Work-related MSDs*” da *European Agency for Safety and Health at Work* (EU-OSHA, 2019) três em cada cinco trabalhadores relatam queixas de LMERT (EU-OSHA, 2019). Sendo assim uma preocupação para a saúde pública e merecerem a atenção e investigação (Yang et al., 2023).

Tem se verificado que o aparecimento de LMERT é multifatorial, existem vários fatores que contribuem para o seu aparecimento como os fatores biomecânicos, individuais e ambientais (Das et al., 2020a; Yang et al., 2023). As LME têm impacto na qualidade de vida dos trabalhadores, como também das organizações, uma vez que a ausência do trabalhador representa perda de rendimentos para o trabalhador e custos adicionais para as empresas (Pinheiro & Ramos, 2021). Uma das formas mais eficazes de diminuir os riscos parece ser através dos investimentos de equipamentos mais recentes e ergonómicos (Pinheiro & Ramos, 2021).

## **2.2 Problemas das LMERT nas organizações**

Garantir um ambiente de trabalho saudável é de extrema importância para as empresas e organizações globais de saúde (Abobakr et al., 2019). As LME são uma grande preocupação a nível mundial porque afeta o estado geral do trabalhador, mas também trazem consequências nas empresas e custos financeiros e sociais nos países (EU-OSHA, 2019).

As lesões musculoesqueléticas são uma principal fonte de incapacidade e tempo de trabalho (Abobakr et al., 2019; Buckle, 2005; GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators et al., 2020).

Além disso, por vezes, as pessoas que desenvolvem problemas musculoesqueléticos têm dificuldade em arranjar um novo trabalho após deixarem o cargo atual quer pela doença desenvolvida ou pelo processo de reabilitação (Onofrejova et al., 2022).

Empresas com trabalhadores saudáveis tem trabalhadores mais produtivos, com menos ausências e consequentemente com menos custos e maior produtividade (Freitas, 2016). Desse modo, é fundamental a criação de ambientes de trabalho adequados para o aumento da produção e da qualidade e para a redução de lesões e doenças (Freitas, 2016). Menos danos representam menos obrigações e necessidades de reparação (Freitas, 2016).

## **2.3 Sintomatologia de LMERT**

As LMERT afetam diferentes partes do corpo desde o ombro, pescoço, cotovelo, mão, punho, joelho e coluna vertebral (Sousa-Uva et al., 2008). Estas lesões caracterizam por sintomas de dor, sensação de dormência ou de “formigueiros”, sensação de peso, fadiga e desconforto localizado, sensação/perda de perda de força (Sousa-Uva et al., 2008) .

A maioria dos sintomas surgem gradualmente e agravam-se no final do dia de trabalho ou durante picos de trabalho e tendem a aliviar no repouso e nas férias (Sousa-Uva et al., 2008). Quando as exposições aos fatores de riscos se mantêm os sintomas tendem a tornar-se mais persistentes e prolongam-se mesmo

durantes as pausas. (Sousa-Uva et al., 2008). Autores agrupam as LMERT de acordo com a estrutura afetada. Tabela 1:

*Tabela 1: Grupos de LMERT adaptado de (Sousa-Uva et al., 2008)*

<b>LMERT</b>	<b>Estrutura afetada</b>
Tendinites ou tenossinovites	Lesões localizadas ao nível dos tendões e bainhas tendinosas,
Síndromes canaliculares	Lesão de um nervo
Raquiálgias,	Lesão osteoarticular e/ou muscular
Síndromes neurovasculares	Lesão nervosa e vascular em simultâneo.
Lesão nervosa e vascular em simultâneo.	Lesão nervosa e vascular em simultâneo.

Vários estudos têm demonstrado prevalência de LMERT em diferentes contextos de trabalho, nomeadamente em contexto industrial (Liang et al., 2022; Yang et al., 2023). Um estudo efetuado a 55749 participante encontrou alta prevalência de LMERT e identificaram associações com diferentes fatores sociodemográficos, fatores ambientais e características da tarefa. O aumento do aparecimento destes problemas em indústria de transformação parece estar associado a períodos elevados em posição sentado, tarefas repetitivas e forças manuais elevadas(Liang et al., 2022).

## **2.4 Fatores de riscos para o desenvolvimento de LMERT**

O aparecimento de LME pode ser por vários fatores, ou até por combinações de fatores (EU-OSHA, 2019; Yang et al., 2023). Os fatores podem ser os biomecânicos, físicos, organizacionais, psicossociais e sociodemográficos podendo afetar a saúde musculoesquelética de forma diferente nos trabalhadores, de acordo com o seu ambiente social, político, económico, organização de trabalho, fatores sociodemográficos e individuais (EU-OSHA, 2019).

### **2.4.1 Fatores biomecânicos e físicos**

O risco de LMERT parece aumentar quando estão expostos a fatores de risco biomecânicos como tarefas com esforços e repetitivas e com posturas extremas como as elevações de ombro (Meyers et al., 2023). A posição de pé também traz exigências para os trabalhadores, nomeadamente para as extremidades inferiores, os quadris e a coluna porque necessitam de constantes contrações musculares (Liang et al., 2022; Yin et al., 2022). A adoção dessa posição por longos períodos aumenta o risco de sintomas musculoesqueléticos (Yin et al., 2022). A movimentação de cargas pesadas e a utilização de força com os braços ou mãos são grandes fatores de aumento de fadiga muscular e pode levar a mais sintomas



musculoesqueléticos (Liang et al., 2022; Yang et al., 2023; Yin et al., 2022). A fadiga está associada ao aparecimento de LME sendo umas das principais causas da redução de produtividade industrial (EU-OSHA, 2019; Teixeira et al., 2022).

Num estudo de (Liang et al., 2022) encontraram associações de dois fatores físicos com o aparecimento de lesão no ombro, em indústria de calçado, como a sensação de frio, vento e mudanças de temperatura. Para além do ombro, (Yang et al., 2023), verificou que essas condições podem estar associadas às restantes partes do corpo, à exceção do pescoço.

#### 2.4.2 Fatores Individuais e psicossociais

A falta de prática de exercício físico e o trabalho sedentário afeta a ocorrência de LMERT no pescoço, ombro e costas (Yang et al., 2023). Já a prática de exercício físico é considerar um fator “protetor” do aparecimento de LMERT em diferentes partes do corpo, pé, pescoço, região lombar, punho/mão e cotovelo (Yang et al., 2023).

Um dos fatores que afetam o aparecimento de problemas na região lombar é o Índice de Massa Corporal (Yang et al., 2023). Quanto maior o índice maior a prevalência de LMERT (Yang et al., 2023). As características antropométricas são fatores importantes a analisar. A ausência da adequação do trabalhador, com medidas afastadas dos valores médios pode originar ou agravar a existência de doença ou lesão, especialmente no sexo feminino.

A situação de saúde do trabalhador, como diabetes, doenças do foro reumatológico ou outras aumentam a suscetibilidade do trabalhador (Sousa-Uva et al., 2008). A gravidez também por acarretar modificações a nível musculoesquelético (Sousa-Uva et al., 2008).

Segundo a (EU-OSHA, 2019), a prevalência das LME e o agravamento de queixas já existentes estão associadas a níveis mais baixos de bem-estar mental nos trabalhadores. Esta causalidade também se verifica no inverso, isto é, o aparecimento de LME pode causar problemas de ansiedade, fadiga, problemas de sono, ou outros problemas associados ao bem-estar mental (EU-OSHA, 2019). Uma maior qualificação dos trabalhadores foi verificada como um fator importante para a redução de possibilidade de desenvolver LMERT (Das et al., 2020).

Com o envelhecimento do trabalhador poderá existir uma diminuição da força máxima voluntária e alterações ao nível da mobilidade articular (Sousa-Uva et al., 2008). Quer a idade e a experiência do trabalhador parecem influenciar significativamente os sintomas musculoesqueléticos (Das et al., 2020).

## 2.5 Avaliação de risco de LMERT

Alguns setores industriais ainda não tem os processos automatizados porque carecem de recursos de automação (Teixeira et al., 2022). Essas melhorias podem oferecer melhores condições de trabalho levando a diminuição de problemas físicos e psicológicos decorrentes de problemas de foro ergonómico (Teixeira et al., 2022).

A avaliação de riscos para além de uma obrigação legal é a base da gestão da segurança e saúde no trabalho nas empresas (Comissão Europeia, 2016). Esta permite, de modo geral, recolher informação para a identificação de perigo, avaliar os riscos decorrentes desses perigos e planejar ações para eliminar ou reduzir os riscos (Comissão Europeia, 2016).

A avaliação ergonómica é considerada indispensável na prevenção de LMERT (Abobakr et al., 2019). Na procura de soluções e na implementação de medidas ergonómicas é necessário existir uma abordagem participativa dos trabalhadores (Abobakr et al., 2019; Buckle, 2005).

A palavra “ergonomia” é derivada do grego *ergon* (trabalho) e *nomos* (leis), como a “ciência do trabalho” (IEA, 2023). A ergonomia, por vezes, designada por “fatores humanos”, é definida como a “disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema” (IEA, 2023).

Segundo (Browne et al., 1950), a Ergonomia é o “estudo da relação entre o homem e o seu ambiente de trabalho”, com a aplicação de conhecimentos da anatomia, da fisiologia e da psicologia, bem como do estudo do movimento. A ergonomia tem sido descrita como a “adaptação da máquina ao homem” (Browne et al., 1950; Stanton et al., 2005).

A IEA distingue três domínios na ergonomia: física, cognitiva e organizacional (Figura 1).

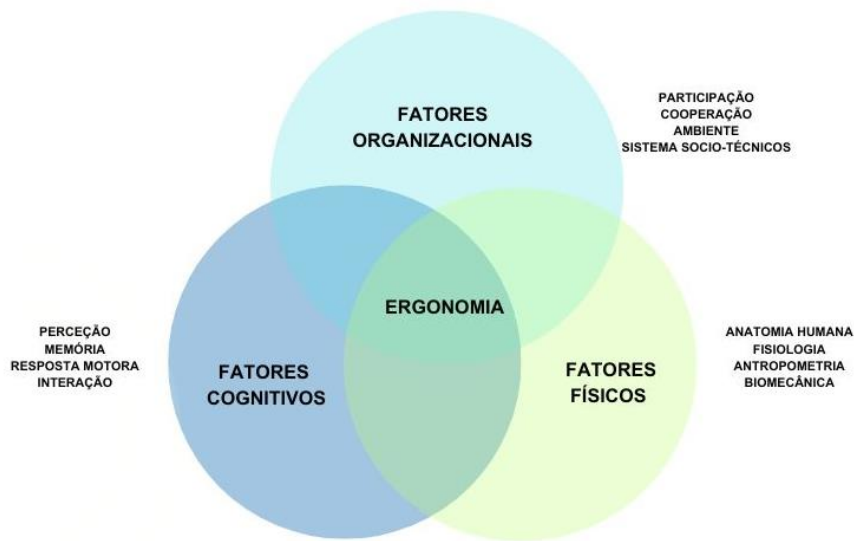


Figura 1: Domínios de Ergonomia  
Retirado de (IEA, 2023)

A ergonomia física estuda as características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas humanas relacionadas com atividade física (IEA, 2023). Neste domínio abordam diferentes fatores de risco presentes nos locais de trabalho relacionados com as posturas de trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos e o aparecimento de LMERT, *layout*, entre outras.

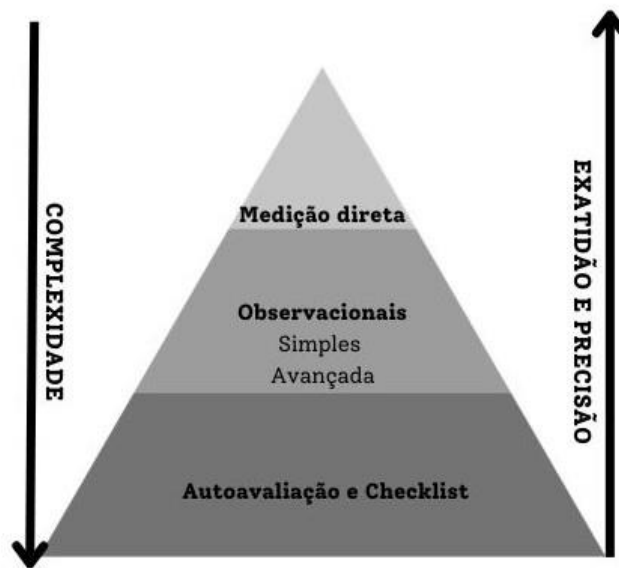
A ergonomia cognitiva foca-se na análise dos processos mentais (percepção, memória, raciocínio e resposta motora) que afetam as interações entre humanos e outros elementos de um sistema (IEA, 2023). Neste domínio estudam a carga de trabalho mental, a tomada de decisão, a interação do homem-computador, entre outros tópicos relevantes relacionados, por vezes, com o design do sistema humano (IEA, 2023).

A ergonomia organizacional procura a otimização dos sistemas sociotécnicos (estruturas, políticas e processos organizacionais) tendo como tópicos analisados a comunicação, gestão de recursos humanos, conceção do trabalho, ergonomia participativa entre outros (IEA, 2023). A Ergonomia deve ser considerada uma ciência multidisciplinar e centrada no trabalhador tendo em consideração as capacidades e limitações humanas, interação Homem-Máquina, trabalho em equipa, ferramentas, máquinas, conceção de materiais, fatores ambientais e conceção do trabalho e da organização (Carayon & Smith, 2000; IEA, 2023; Stanton et al., 2005).

Ao longo dos anos, foram criados métodos e modelos para analisar tarefas, conceber o trabalho, prever o desempenho humano e perceber a interação entre vários elementos no trabalho (Stanton et al., 2005).

Ainda assim, existem vários desafios na aplicação desses métodos desde o desenvolvimento de métodos que integrem com outros métodos, metodologias fáceis de aplicação, fiáveis e válidas e com intervenções que demonstram uma boa relação entre custo-eficácia (Stanton et al., 2005). Para além disso, outro desafio é a implementação de mudanças duradouras e que beneficiem todos os trabalhadores (Carayon & Smith, 2000). A metodologia com ergonomia participativa tem sido utilizada para introduzir e implementar mudanças mais eficazes (Carayon & Smith, 2000).

A ergonomia torna-se fundamental para promover locais de trabalho seguros e adaptados aos trabalhadores tendo em consideração as suas características dos mesmos e o processo produtivo (Burdorf & Van Der Beek, 1999). Para adotar melhorias nos postos de trabalho no sentido de prevenir aparecimentos de LMERT pode ser necessário efetuar identificação de fatores de riscos e avaliação de riscos. Existem uma variedade de metodologias, foram identificadas três categorias: autorrelatos dos trabalhadores (ex.: questionários), os métodos observacionais e de medição direta (Burdorf & Van Der Beek, 1999). Como verificado na Figura 2, estes variam entre si desde a precisão, exatidão e complexidade relativo ao custo e tempo despendido (Bernard et al., 1997).



*Figura 2: Abordagens da ergonomia  
Adaptado (Bernard et al., 1997)*

As metodologias auto-relatadas pelos trabalhadores são utilizadas para recolher dados sobre fatores físicos e psicossociais dos locais de trabalhos através de questionários e entrevistas (David, 2005). São fáceis e simples de aplicar e com baixo custo, permitem ser aplicados em diferentes contextos de

trabalho e com grande número de indivíduos (Chiasson et al., 2012). Geralmente são necessárias grandes amostras para que se garanta dados representativos (David, 2005).

Estas ferramentas permitem também recolher informações relacionadas com dados sociodemográficos, sintomatologia e níveis de esforço (David, 2005). Assim, a grande desvantagem destas metodologias é o facto de se recolher informação da perceção dos trabalhadores, sendo por isso metodologias menos precisas e fiáveis (Lowe & Krieg, 2009).

As técnicas de observação são distinguidas em dois grupos, as simples e avançadas. A metodologia simples é através de registos em formulários que avaliam diferentes variáveis, como os segmentos corporais e outras dependendo da metodologia (Kee, 2022) .

Estas ferramentas são aplicáveis em diferentes contextos de trabalhos e são pouco dispendiosas requerem observação dos trabalhadores, podendo causar algumas perturbações no decorrer das atividades normais e diferenças entre avaliadores (David, 2005). No final da maioria das metodologias são calculados índices de exposição que permitem estabelecer prioridades de intervenção.

As técnicas de observação avançada requerem dados em vídeo ou imagens e analisadas por um software específico (Kee, 2022). Para avaliação ergonómica são registados, em tempo real, durante um período e analisados posteriormente os diferentes segmentos articulares/posturais (David, 2005). Estes métodos são mais utilizados em atividades altamente dinâmicas podendo incluir análise de modelos bidimensionais e dinâmicos tridimensionais (David, 2005). Assim, estas ferramentas apresentam mais custos do que as simples porque requerem de apoio técnico e observadores com experiência (David, 2005). Para além disso, são mais demoradas sendo mais utilizadas em avaliações de tarefas simuladas ao invés de avaliações “reais” nos locais de trabalho (David, 2005).

Por fim, as técnicas de medição direta são, na sua maioria, utilizadas com sensores colocados diretamente no trabalhador para a medição de variáveis de exposição (David, 2005).

Estas metodologias variam de dispositivos portáteis simples para medição da amplitude de movimento articular, a goniómetros eletrónicos e sensores de força que fornecem registos contínuos dos movimentos efetuadas durante uma tarefa (Kee, 2022). Estas ferramentas permitem também determinar o tempo em que os indivíduos passam em diferentes posturas, estimar a tensão muscular entre outras variáveis (David, 2005).

As metodologias de medição direta são das mais precisas e permitem determinar diferentes variáveis de exposição e aspetos do risco mais objetivos, no entanto, também apresentam desvantagens devido à colocação dos sensores diretamente nos sujeitos e de provocar possíveis desconfortos e alterações de

comportamento (David, 2005; Manghisi et al., 2020). Para além disso, são necessárias competências, experiência e tempo dos avaliadores para a recolha, análise e interpretação dos dados (David, 2005).

## **2.6 Prevenção de LMERT**

Para a prevenção das LMERT a chave é a compreensão das causas que levaram ao aparecimento das mesmas (Abobakr et al., 2019; Buckle, 2005). A avaliação de riscos e a monitorização regular nos postos de trabalho são essenciais para reduzir ou evitar riscos de lesões e doenças profissionais, melhorar o conforto dos trabalhadores e aumentar a eficiência dos processos (David, 2005). A aplicação de conhecimentos de ergonomia é considerada fundamental para a compreensão das LMERT (Buckle, 2005).

Os programas de prevenção de LMERT devem prever medidas preventivas desde a conceção de engenharia, à formação, à gestão organizacional e aos comportamentos individuais dos trabalhadores (Yang et al., 2023). Na ergonomia tem sido sublinhado a importância de uma abordagem participativa para a prevenção e procura de soluções (Buckle, 2005).

A conceção de locais de trabalho saudáveis e fornecimento de equipamentos mais ergonómicos melhoraram o bem-estar dos trabalhadores, aumentam a eficiência e produtividade, no entanto implicam investimentos por parte das empresas (EU-OSHA, 2019; Onofrejova et al., 2022; Pinheiro & Ramos, 2021; Yang et al., 2023). Estas medidas são consideradas umas das formas mais eficazes de diminuir os riscos de LMERT (Pinheiro & Ramos, 2021).

Os exoesqueletos parecem melhorar o desempenho humano nos locais de trabalho, uma vez que são um apoio corporal (Onofrejova et al., 2022). Esta medida pode ser implementada consoante a idade, o sexo, a força muscular, a estrutura corporal, a capacidades motoras, a função dos órgãos e a capacidade mental, pois o desempenho humano está relacionado com estes fatores (Onofrejova et al., 2022). Esta ferramenta é promissora quando utilizada corretamente de acordo com as características específicas das tarefas (Onofrejova et al., 2022).

Um estudo ergonómico efetuado numa linha de montagem permitiu concluir que a implementação de um processo de automatização apresenta melhorias significativas (Teixeira et al., 2022). Através da automatização, otimizaram o processo com a diminuição de repetições por minuto e o aumento do intervalo entre os ciclos. (Teixeira et al., 2022). Esta intervenção possibilitou que o trabalhador efetuasse pequenas pausas de descanso ou então o trabalhador poderia operar outras máquinas durante esse intervalo (Teixeira et al., 2022). A automatização parece ser em algumas situações uma proposta

adequada na melhoria de condições ergonómicas do processo e menor prejudicial à fisiologia humana (Teixeira et al., 2022).

As tarefas de esforços repetitivos e a elevação de ombros são por vezes fatores de risco para o aparecimento de LME a nível dos membros superiores. Assim, formas de diminuir o risco são efetuadas intervenções ergonómicas que diminuíam a exposição a tarefas em esforço e o tempo gasto com os braços elevados a  $\geq 30^\circ$  de abdução e  $\geq 45^\circ$  de flexão (Meyers et al., 2023).

A formação e informação aos trabalhadores em matérias dos riscos profissionais é uma recomendação por parte de vários autores, para que os trabalhadores compreendam o impacto das más posturas e de outros fatores de riscos (GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators et al., 2020; Yang et al., 2023). As medidas organizacionais são mais fáceis de aplicar nas empresas tendo um papel importante na prevenção dos aparecimentos de LMERT. Estas medidas incluem as pausas regulares, rotatividade de tarefas e a ginástica laboral, de forma a libertar a acumulação de tensão acumulada (Batista et al., 2003; EU-OSHA, 2019).

A vigilância da saúde do trabalho permite caracterizar o estado de saúde individual ou do grupo indivíduos e a associação da sua relação com a exposição a fatores de riscos profissionais (Sousa-Uva et al., 2008). Com o apoio desta área pode-se programar a prevenção de riscos, bem como, diagnosticar precocemente as LMERT e travar a evolução da mesma (Sousa-Uva et al., 2008).

### **3. METODOLOGIA**

Neste capítulo será apresentada a metodologia adotada, a classificação do estudo, bem como, explicadas as diferentes fases de investigação.

#### **3.1 Revisão de bibliográfica**

Este projeto apresenta várias fases, primeiramente a revisão sistemática. Esta permitiu efetuar o levantamento, identificação de estudos de análise ergonómica para avaliação do risco de desenvolvimento de LMERT. Segundo (Moher et al., 2009), uma revisão sistemática é uma “revisão de uma questão claramente formulada que usa métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes e coletar e analisar dados dos estudos incluídos na revisão”. Foi efetuada uma revisão através da aplicação das metodologias *Patient or Problem, Intervention, Comparison, Outcome/s* (PICO) e PRISMA (Akobeng, 2005; Moher et al., 2009).

### 3.1.1 Pesquisa de métodos de análise ergonômica

Para a seleção dos métodos de análise ergonômica a utilizar foi efetuada uma pesquisa acerca da temática, com base na metodologia PICO e PRISMA (Akobeng, 2005; Moher et al., 2009).

A metodologia PICO surge na prática *Evidence Based Medicine* (EBM). Este conceito foi aplicado na última década na área da saúde permitindo orientar práticas clínicas, possibilitando sintetizar e evidenciar outros estudos disponíveis de interesse. A formulação da pergunta e das palavras-chave é a primeira etapa da prática. O autor reconhece que a pesquisa de novas informações sobre questões clínicas é uma necessidade, permitindo assim com este método a atualização e avaliação de evidências sobre determinadas práticas (Akobeng, 2005).

Para aplicar este conceito, tem de ser definido o “Paciente” e/ou “Problema”, a “Intervenção”, a “Comparação” e os “Resultados” (Akobeng, 2005). A segunda fase de metodologia EBM é encontrar evidências para dar resposta à pergunta. Os autores referem que existem várias fontes de informação, no entanto, é importante garantir uma qualidade dessas informações, bem como, a eficácia da forma de pesquisa. Para isso, é necessário converter a “pergunta clínica” em uma pergunta clara e de seguida, gerar palavras-chave para a pesquisa. A definição das combinações dos operadores booleanos possíveis dos termos escolhidos com “OR” ou “AND” também é uma fase fundamental, uma vez que, permite limitar os resultados da pesquisa (Akobeng, 2005). Assim, definiu-se da seguinte forma:

- Problema: Trabalhadores, de uma indústria de calçado, com queixas músculo-esqueléticas.
- Intervenção: avaliação ergonômica/ intervenção ergonômica.
- Comparação: inexistência de avaliação ergonômica.
- Resultado: melhores posturas no trabalho e minimização/eliminação de LMERT.

O resultado da aplicação da presente metodologia será apresentado no capítulo seguinte.

Para a seleção dos métodos de avaliação ergonômica foi efetuada uma pesquisa exaustiva, através do acordo com as orientações da metodologia PRISMA (Moher et al., 2009), conforme ilustrado na Figura 3:



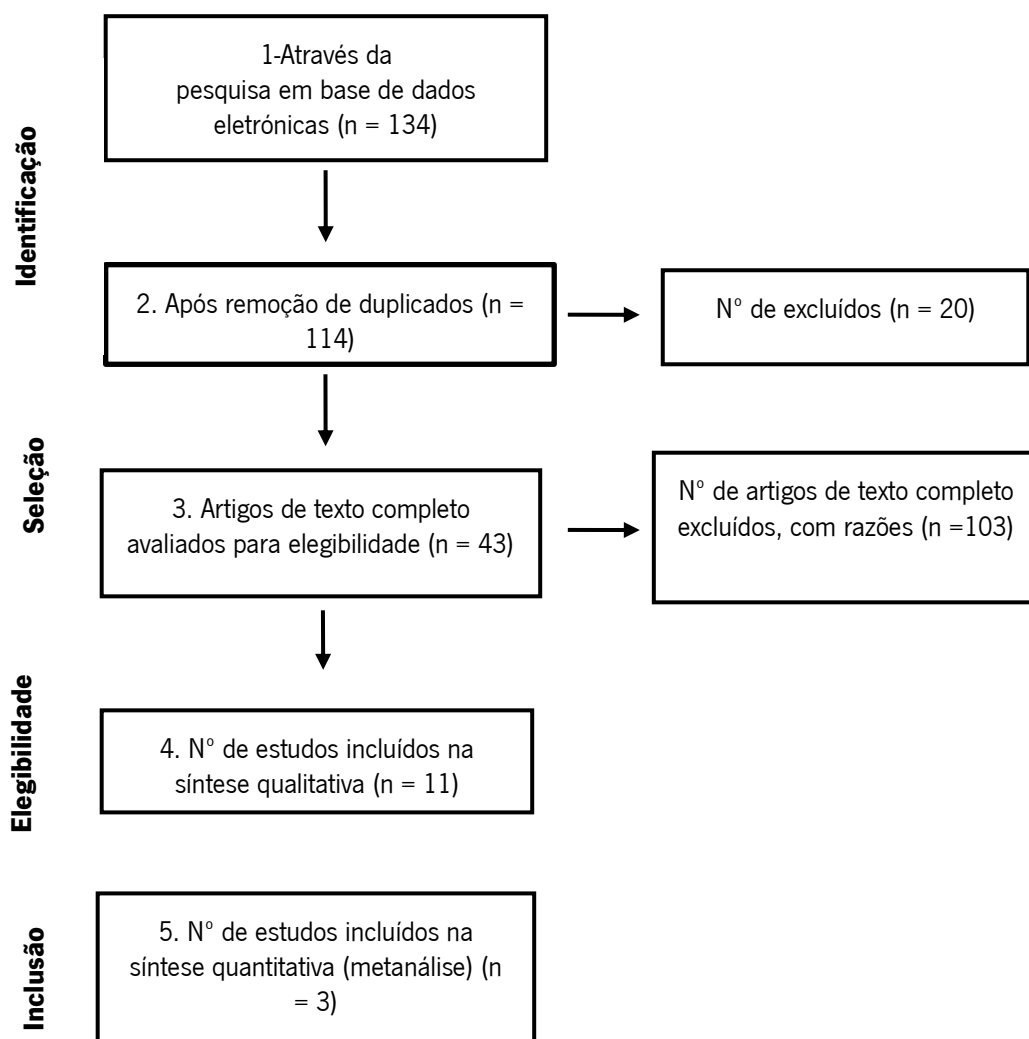


Figura 3. Seleção dos métodos de análise ergonômica através da metodologia PRISMA. Adaptado de (Moher et al., 2009)

No primeiro passo da metodologia PRISMA, a identificação, realizou-se uma pesquisa exhaustiva dos métodos de avaliação ergonômica com consultas bibliográficas de publicações científicas nas bases de dados eletrônicas *Scopus* e *Science Direct*. A pesquisa e análise dos artigos foi realizada entre 6 de março e 12 de abril, limitadas a 2023, 2022, 2021, 2020 e 2019. A estratégia de consulta da base de dados, com base na metodologia PICO, foi a seguinte: “Work-related musculoskeletal disorders” OR “WMSD” AND “ergonomic risk” OR “work posture”.

Foram excluídos nesta revisão todos os estudos que preenchessem os seguintes critérios: Artigos que não foram escritos em inglês e/ou português, artigos escritos anteriores a 2019, capítulos de livros, artigos de revisão, artigos não disponíveis (*open access*). De seguida efetuou-se a eliminação de pesquisas duplicadas (ponto 2-seleção.). Posteriormente, selecionaram-se os artigos que correspondiam apenas a aplicação de métodos observacionais (ponto 3-seleção). Apenas foram selecionados métodos

observacionais, devido ao tempo disponível para avaliação, recursos disponibilizados e tamanho da amostra. Obteve-se um total de 43 artigos e 103 artigos foram excluídos por não aplicarem métodos observacionais.

Após a exclusão, foi efetuada uma análise aprofundada dos artigos, de modo a corresponderem aos critérios definidos (ponto 4-elegibilidade):

- Aplicação de métodos observacionais simples;
- Aplicação de métodos observacionais que fossem aplicados no âmbito industrial “real” e em trabalhadores industriais;

Assim, foram excluídas, 32 artigos por ser aplicados em avaliações em contexto experimental e/ou participantes aleatórios e/ou com tarefas “simuladas”, foram selecionados 11 artigos que obedeceram aos dois critérios acima mencionados. Por fim, na inclusão, foram apenas selecionados artigos que avaliaram os fatores de risco identificados nas tarefas em estudo. resultando um total de 3 artigos. A apresentação dos artigos encontra-se no próximo capítulo.

### 3.2 Caracterização da empresa, setor e amostra em estudo

Este estudo foi realizado numa indústria, a ICC – Indústria e Comércio de Calçado, com CAE 15201, que produz e comercializa calçado profissional, de homem ou senhora para diversos setores, desde indústria, construção, logística, transportes, manutenção, eletrónica, extração de minérios, saúde, exploração florestal e forças militarizadas. A empresa localiza-se no norte de Portugal e possui duas unidades fabris.

Este projeto foi desenvolvido apenas numa das unidades. Esta unidade conta com 202 trabalhadores, incluindo do setor da produção, comercial e administrativo, como se pode visualizar na Tabela 2.

*Tabela 2: N° trabalhadores, por género e atividade*

	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>COMERCIAL</b>	<b>ADMINISTRATIVO</b>
<b>MULHERES</b>	47	5	25
<b>HOMENS</b>	96	11	18
<b>TOTAL</b>	143	16	43

A modalidade de organização dos serviços de segurança e saúde no trabalho da empresa, de acordo com o previsto na Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, alterada e republicada pela Lei n.º 3/2014, de 28 de janeiro são os serviços internos para Segurança no Trabalho e para Medicina do Trabalho serviços externos.

O processo de fabrico integra diferentes matérias-primas, a borracha, poliuretano, pele e têxtis. De um modo generalista, a Figura 4 apresenta as seguintes etapas:

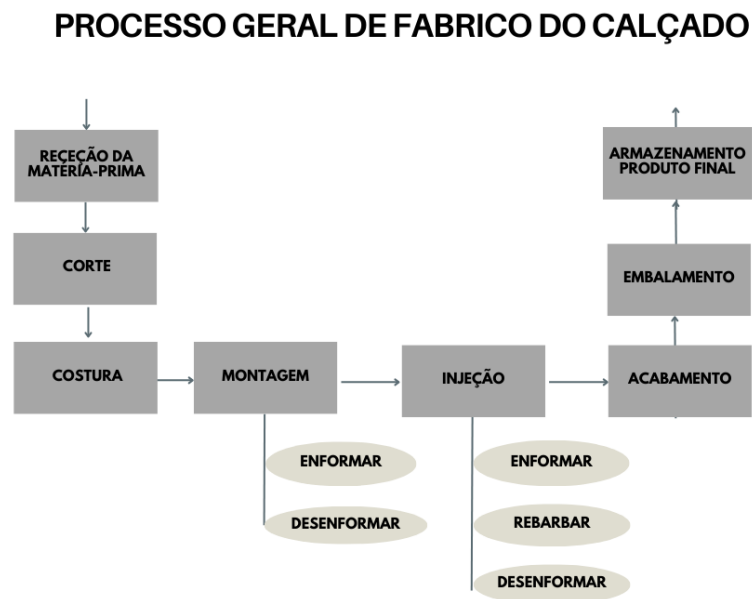


Figura 4: Processo de Fabrico

Para caracterização da amostra foi aplicado um questionário para o levantamento sociodemográfico (Apêndice I). Este questionário permitiu obter informação dos trabalhadores, como o género, idade, tempo na empresa, tempo na área de trabalho e outros dados relativos a hábitos e estilo de vida.

### 3.2.1 Aplicação do questionário

Num primeiro momento identificou-se os trabalhadores que efetuavam as tarefas selecionados, cerca de 15, e procedeu-se a uma apresentação do projeto a cada um dos participantes. Por fim, entregou-se o questionário caso pretendem-se de forma voluntária participar no estudo. Apenas um trabalhador não quis participar no projeto.

### 3.3 Seleção dos postos de trabalho e técnica de amostragem

As tarefas avaliadas foram selecionadas através de reuniões com os responsáveis pelo departamento de segurança no trabalho. Foi apresentado o processo de fabrico, bem como, os postos de trabalho com

mais queixas reportadas pelos trabalhadores, por observação. Ainda foram levantadas questões aos responsáveis relativamente aos acidentes de trabalho e doenças profissionais.

Após a escolha dos postos de trabalho a serem avaliados, subdividiu-se em tarefas. De seguida, foram analisados ciclos de trabalho de vários trabalhadores com diferentes modelos de calçado e subdividiu-se as tarefas em tarefas “elementares”. Por fim, determinou-se, em segundos, a média da duração de cada tarefa de modo a determinar a postura com maior frequência. Assim, as posturas que representassem 35% do ciclo foram as selecionadas para estudo e avaliação ergonómica.

De forma a identificar problemas e/ou foco de melhorias ou informações pertinentes na investigação aplicou-se uma técnica de diagnóstico e/ou autoavaliação. A análise ergonómica aplicada foi a “*Ergonomic workplace analysis*” (EWA) desenvolvida por *Ergonomics Section, Finnish Institute of Occupational Health* (Ahonen et al., 1989), pela versão traduzida e adaptada (Gomes da Costa, 1995)

### **EWA**

A ferramenta EWA possibilita efetuar uma análise e descrição mais detalhada e cuidadosa dos postos de trabalho e identificar possíveis problemas ergonómico (Anexo I). Para utilização desta metodologia os autores sugerem que sejam efetuadas as seguintes etapas:

1. Definição das tarefas a avaliar;
2. Descrição das tarefas;
3. Análise ergonómica item a item.

Na metodologia são analisados 14 itens (Gomes da Costa, 1995) diferentes “determinantes para a segurança, salubridade e produtividade dos postos de trabalho” (Gomes da Costa, 1995) através de uma escala de 1 a 5. As escalas não são comparáveis porque dependem do item a analisar, no entanto, na sua maioria os valores de 5 indica condições de trabalho inadequadas ou ambientes inadequados ou condições perigosas para a saúde do trabalhador. Na Tabela 3 estão apresentados os itens incluídos na metodologia.

*Tabela 3: Itens avaliados em EWA retirado de (Gomes da Costa, 1995)*

<b>Itens avaliados</b>
1. Espaço do Trabalho
2. Atividade física geral
3. Tarefas de elevação
4. Posturas e movimentos
5. Risco de acidente
6. Conteúdo de Trabalho

<b>Itens avaliados</b>
7. Restritividade do Trabalho
8. Comunicação do Trabalhador
9. Dificuldade em tomar decisões
10. Repetitividade do trabalho
11. Atenção requerida
12. Iluminação
13. Ambiente térmico
14. Ruído

Após análise de todos os itens, foram excluídos 3 itens: iluminação, ambiente térmico e ruído. Na fase do projeto não existiam avaliações laborais nestes postos de trabalho, uma vez que a empresa estava em obras e os postos de trabalho encontravam-se noutros locais das instalações temporariamente. Apenas foi aplicada esta ferramenta ao analista sendo assim excluída avaliação subjetiva do trabalhador, devido ao tempo disponível para o estudo.

### 3.3.1 Aplicação da metodologia

A aplicação desta metodologia foi através de observação das tarefas e discussão com os trabalhadores e responsáveis do departamento de segurança e saúde no trabalho.

## **3.4 Análise da sintomatologia musculoesquelética auto-relatada**

Para a análise da sintomatologia musculoesquelética, foi aplicado o QNM, desenvolvido por Kuorinka et al., 1987, na sua versão portuguesa validada por (Mesquita et al., 2010) (Apêndice I).

### *Questionário Nórdico Musculoesquelético*

Neste questionário é apresentado um diagrama corporal para permitir a identificação das nove regiões anatómicas: pescoço, ombros, movimentos / mãos, parte superior das costas, parte inferior das costas, quadris / coxas, joelhos, tornozelos / pés (Mesquita et al., 2010). De seguida, são apresentadas três questões: "teve alguns problemas ou dores nos últimos 12 meses"; "nos últimos 12 meses senti alguma limitação causada pelo trabalho nas atividades diárias" e "teve alguns problemas ou dores nos últimos 7 dias" com resposta dicotómica (Sim/Não) relativa à presença de dor/desconforto musculoesquelético nas regiões anatómicas do corpo humano (Mesquita et al., 2010).

### 3.4.1 Aplicação do questionário

A aplicação deste questionário foi através de uma entrevista a cada um dos trabalhadores que efetuavam as tarefas avaliadas. Assim permitiu que em caso de dúvidas, essas fossem esclarecidas e todas as questões fossem respondidas. Apenas um trabalhador não participou no estudo.

## 3.5 Avaliação de risco de LMERT

Para avaliação ergonómica elaborou-se uma “Folha de Campo” (Apêndice III) para que toda a recolha de dados fosse mais eficaz possível. Essa folha inclui:

- Características do posto de trabalho: designação do posto de trabalho, máquinas/equipamentos de trabalho utilizados, tempo e nº de ciclos de trabalho por cada turno, nº de pausas/duração; tarefas desenvolvidas e respetiva descrição, postura adotada e equipamentos de proteção individual utilizados;
- Registo fotográfico e filmagens de cada posto de trabalho.

Após a aplicação das metodologias apresentadas neste capítulo foram selecionadas as metodologias mais adequadas para avaliação ergonómica. As metodologias selecionadas foram de acordo com os resultados da revisão sistemática e aqueles que avaliavam fatores de interesse das tarefas em estudo.

De seguida, foram efetuadas várias visitas in loco, aos postos de trabalho e aplicadas as ferramentas escolhidas. Por fim, foram sugeridas propostas de melhoria para diminuir o risco de LMERT por características de carácter ergonómico.

### 3.5.1 Seleção dos métodos de análise ergonómica

Como já mencionado na metodologia do presente estudo, foi efetuada uma revisão sistemática de acordo com as orientações das metodologias PICO e PRISMA (Akobeng, 2005; Moher et al., 2009).

As estratégias de consulta da base de dados, com base na metodologia PICO, foi a seguinte: “*Work-related musculoskeletal disorders*” OR “*WMSD*” AND “*ergonomic risk*” OR “*work posture*”. Foram excluídos nesta revisão todos os estudos que preenchessem os critérios mencionados no capítulo anterior. Assim, a estratégias de pesquisa foi a seguinte:

*““Work-related musculoskeletal disorders” (Palavras-chave de autor) OR “WMSD” (Palavras-chave de autor) AND “ergonomic risk” (Palavras-chave de autor) OR “work posture” (Palavras-chave de autor) and 2023 or 2022 or 2021 or 2020 or 2019 (Anos da publicação) and Acesso Aberto and Artigo de revisão (Excluir – Tipos de documento) and English (Idiomas) and Advances In Intelligent Systems And*

*Computing or Ieee International Conference On Image Processing Icip or Iop Conference Series Earth And Environmental Science (Exclair – Títulos de séries de livros)”.*

Após a recolha dos artigos nas bases de dados, foi aplicada a metodologia PRISMA, tendo assim como resultado 3 artigos, como mostra a Tabela 4:

Pode-se verificar com a Tabela 4, que as metodologias de avaliação ergonómica direta simples identificados foram a (SI) *Strain Index*, OCRA, *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA), *Quick Exposure Check* (QEC), o *Rapid Entire Body Assessment* (REBA).

Tabela 4: Artigos selecionados

Ano	Autor (Es)	Título	Metodologias/ Ferramentas	Fatores De Risco/Varáveis Em Estudo
2022	Teixeira R.C.M.; Guimarães W.P.S.; Ribeiro J.G.; Fernandes R.A.; Nascimento L.B.F.; Torné I.G.; Cardoso F.S.; Monteiro G.R.	“Analysis of the Reduction of Ergonomic Risks through the Implementation of an Automatic Tape Packaging Machine”	1-Entrevistas para caracterização de tarefa e processo produtivo; 2-Suzanne Rodger; 3-Strain Index-SI (Moore e Garg); 4-REBA	1.Movimentos repetitivos- frequência e duração das tarefas 2. Períodos de descanso; 3. Flexão cotovelo, cervical e punho e mão e pressão na palma das mãos;
2021	Pinheiro, AC; Ramos, A	“Heritage Keepers: The Perils in Textile Conservation”	1-NMQ; 2-Quick Exposure Check (QEC);	1.Trabalho repetitivo: mão, braço e ombro
2019	Intranuovo G.; De Maria L.; Facchini F.; Giustiniano A.; Caputi A.; Birtolo F.; Vimercati L.	“Risk assessment of upper limbs repetitive movements in a fish industry”	1-SI; 2-RULA; 3-OCRA	1.Trabalho repetitivo; 2. Força; 3. Posturas inadequadas; 4. duração da tarefa

Tendo em consideração as características das tarefas, a escolha de optar por métodos observação simples foram selecionadas o método o RULA, REBA e RSI’2017 (Revised Strain Index). Na Tabela 5 apresenta os métodos selecionados para cada tarefa avaliada.

Tabela 5: Métodos de avaliação ergonómica utilizados

Secção	Posto de Trabalho	Método
Montagem	Enformar	<b>RULA</b> (Pedro Arezes & Ana Colim, 2021) adaptado de McAtamney & Corlett, 1993) e <b>REBA</b> (Paula Carneiro, 2009) adaptado de Hignett & Mcatamney, 2000)
Injeção	Enformar	<b>RULA</b> (Pedro Arezes & Ana Colim, 2021) adaptado de McAtamney & Corlett, 1993) e <b>REBA</b> (Paula Carneiro, 2009) adaptado de Hignett & Mcatamney, 2000)
	Rebarbar	<b>Strain Index (SI)</b> (Colim, 2021) adaptado de (Moore & Garg, 1995).

### RULA

O RULA foi desenvolvido por (McAtamney & Corlett, 1993) este método é utilizado para investigações ergonómicas para postos de trabalho com relatos de sintomas e ou doenças dos membros superiores (McAtamney & Corlett, 1993). Esta metodologia é aplicada através de observação das tarefas sem utilização de ferramentas especiais, permite avaliar posturas do pescoço, tronco e membros superiores e incluir a função musculares e cargas, em tarefas repetitivas e com ciclos curtos (McAtamney & Corlett, 1993).

A aplicação desta ferramenta é através de uma grelha de avaliação (Anexo II) definida pelo método de (McAtamney & Corlett, 1993) separada por dois grupos corporais:

- Grupo A: Braço, antebraço, pulso e rotação do pulso;
- Grupo B: Pescoço, tronco e membros inferiores.

As pontuações obtidas em cada um dos grupos é de 1 a 9, sendo o 1 o valor de menos risco e o 9 de maiores riscos de lesão. Após o preenchimento de cada uma das grelhas dos segmentos corporais obtém-se duas Tabelas (A e B) e são efetuadas correções correspondentes à utilização muscular e carga/força aplicada. Depois da atribuição final de cada um dos grupos intercetaram-se os valores com a outra Tabela (C) obtendo-se uma score final e um nível de risco. No final da aplicação da ferramenta é atribuído um nível de ação necessário para reduzir os riscos de LMERT, Tabela 6.



Tabela 6: Níveis de ação do método RULA adaptado de (McAtamney & Corlett, 1993)

Nível de Ação	Ação
A	Pontuação de <b>1 ou 2</b> indica que aquela postura é <b>aceitável</b> se não for mantida ou repetida durante períodos longos.
B	Pontuação <b>de 3 ou 4</b> indica que é necessária mais observação e poderá ser necessário <b>introduzir alterações.</b>
C	Uma pontuação de <b>5 ou 6</b> indica que é necessária uma investigação cuidada e que devem ser introduzidas <b>modificações em breve.</b>
D	Uma pontuação de <b>7</b> indica que é necessária investigação e que devem ser introduzidas <b>modificações imediatas.</b>

#### REBA

O método REBA foi desenvolvido por Hignett & Mcatamney, (2000) para dar resposta a uma necessidade de uma ferramenta que fosse projetada para análise de posturas de trabalho do tipo imprevisível que ocorrem frequentemente em profissionais de saúde, mas também noutras como a Indústria Transformadora, Agriculturas, Silvicultura e Pescas (Hita-Gutiérrez et al., 2020).

Este método é de observação direta com análise de registos vídeo ou de fotografias (Carneiro et al., 2021). A versão aplicada foi a de Carneiro et al., (2021), são avaliados seis segmentos corporais distintos divididos em dois grupos (Anexo III):

- Grupo A: tronco, pescoço, pernas;
- Grupo B: braço, antebraço e punhos.

A cada segmento é atribuída uma pontuação pela postura neutral e/ou flexão e/ou extensão e depois adicionados ou subtraídos pontos. e intersesta-se os valores com as respetivas Tabelas (A e B). Por fim, com a pontuação de outra Tabela (C) é atribuído um nível de risco e a urgência e necessidade de intervenção e correção (Tabela 7).

Tabela 7: Níveis de ação REBA  
Adaptado de (Hignett & Mcatamney, 2000)

Pontuação	Nível de Risco	Nível de Ação	Ação
1	Insignificante	0	Nenhuma
2-3	Baixo	1	Pode ser necessária
4-7	Médio	2	Necessária
8-10	Alto	3	Necessária brevemente
11-15	Muito alto	4	Necessária de imediato

As tarefas avaliadas, como se poderá ver no capítulo seguinte, são caracterizadas por posturas estáticas, com repetitividade de movimentos, necessidade de força e alternância entre postura, sendo por isso o REBA um método que contempla os efeitos destes fatores de risco (Carneiro et al., 2021).

#### *Método SI*

O método é SI é um método desenvolvido com base nos conhecimentos da fisiologia, biomecânica e epidemiologia dos distúrbios musculoesqueléticas das extremidades distais dos membros superiores (Moore & Garg, 1995). Os distúrbios musculoesqueléticos das extremidades distais dos membros superiores são considerados o cotovelo, o antebraço, o pulso e a mão (Stanton et al., 2005).

A versão aplicada (Anexo III) foi a (Colim, 2021) foi baseada na versão evoluída apresentada por (Garg et al., 2017). Esta ferramenta é semi-quantitativa e permite avaliar o risco de LMERT através de cinco variáveis (Garg et al., 2017):

- Intensidade de esforço (I) (pontos da escala de Borg ou % FMV);

Esta variável foi atribuída pela escala de Borg através de observação direta de vários trabalhadores.

- Número de esforços por minuto (E) (vezes/minuto);

O esforço é definido por aplicação direta de força através da mão. Assim foi contabilizado a frequência de esforço “o segurar o calçado” com a análise de vários ciclos dividindo-se a soma pela duração do período de observação, em minutos.

- Duração por esforço (D) (segundos);

A duração de esforço é considerada o tempo médio, em segundos, que um esforço é aplicado. Assim calculou-se a duração média por esforço dividindo o tempo total de esforços pelo número de esforços contados durante o período de observação.

- Postura punho/mão (P) (graus de extensão e de flexão em relação à postura mais favorável);

Esta variável representa a postura anatômica da mão/punho em relação ao neutro anatômico. Esta variável distingue diferentes posturas, a neutra, flexão ou extensão quando aplica a força, sendo considerada aquela que ocorre regularmente.

- Duração da tarefa (H) (horas).

Esta variável é a duração da tarefa por dia, ou seja, o tempo total que uma tarefa é executada por dia.

Através de observação direta efetuou-se a análise de posto de trabalho. A análise é efetuada separadamente do lado esquerdo e lado direito. Sendo a pontuação mais elevada aquela que caracteriza a tarefa. Após o cálculo de cada um dos valores para estas variáveis foram aplicados multiplicadores, sendo que o “índice de tensão” é o produto destes cinco multiplicadores, Tabela 8.

*Tabela 8: Interpretação do valor final do RSI  
retirado de (Colim, 2021)*

<b>Interpretação do valor final</b>	RSI ≤ 10 pontos	Tarefa provavelmente segura
	RSI > 10 pontos	Tarefa provavelmente perigosa

### 3.1. Tratamento de dados

Para análise descritiva dos dados foram utilizados os programas de análise estatística, *Statistical Package for the Sciences* (SPSS), VERSÃO 27.9, *Microsoft Office Excel*, versão 2310, ambos para *Windows*.

A ferramenta utilizada para medição de ângulos para análise postural foi utilizada o programa *Kinovea* versão 0.9.5.

## 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das metodologias mencionadas anteriormente.

### 4.1 Caracterização da amostra em estudo

Este estudo teve 14 participantes todos do género masculino, nas tarefas seleccionadas não laboram pessoas do género feminino. No que diz respeito às idades dos participantes estão compreendidas entre os 27 e os 58 anos, sendo que a média das idades é de 43,7 anos ( $n=14$ ;  $DP=8,12$ ). A faixa etária predominante é dos 41-50 anos.

No que diz respeito aos hábitos e estilo de vida dos trabalhadores analisados, apenas 1 é fumador (7,1%), 2 (14,3%) são ex-fumadores e os restantes, 11 trabalhadores, não são fumadores. Os trabalhadores referiram, na sua maioria (64,3%), não praticarem nunca/raramente exercício físico. Na Tabela 9 encontram-se os resultados obtidos do questionário 1.

Tabela 9: Caracterização sociodemográfica dos trabalhadores em estudo

Variável em análise	Categoria da variável	<i>n</i>	%
Género	Masculina	14	100
	Feminino	0	0
Idade	21-30	1	7,1
	31-40	3	21,3
	41-50	7	49,7
	51-60	3	21,3
Habilitações Literárias	1º Ciclo Ensino Básico	3	21,4
	2º Ciclo de Ensino Básico	6	42,9
	3º Ciclo de Ensino Básico	2	14,3
	Ensino Secundário	3	21,4
	Curso Tecnológico/Profissional/Outros	0	0
	Bacharelato	0	0
	Licenciatura	0	0
Mestrado	0	0	
Hábitos tabágicos	Fumador	1	7,1
	Não Fumador	11	78,6
	Ex-Fumador	2	14,3
Prática de exercício físico	Nunca/raramente	9	64,3

Variável em análise	Categoria da variável	n	%
	1 a vezes por semana	3	21,4
	3 a 4 por semana	1	7,1
	Mais de 4 vezes por semana	1	7,1

Os trabalhadores efetuam 8 horas de trabalho diário. Pode-se verificar pelos resultados, na Tabela 10, que a antiguidade média na empresa é 19 anos (DP=12,172), já o tempo de trabalho na área é de 11 anos (DP= 10,383).

Tabela 10: Dados sociodemográficos: tempo de empresa e de área

	Tempo de empresa	Tempo de trabalho na área avaliada	Nº de pausas diárias	Duração das pausas
Média	19 anos	11 anos e 4 meses	1	16 minutos
Máximo	33 anos	31 anos	1	20 minutos
Mínimo	1 anos e 3 meses	1 ano	1	10 minutos

## 4.2 Caracterização das tarefas avaliadas

Neste capítulo serão apresentadas as características dos postos de trabalho avaliados.

### 4.2.1 Secção da Montagem

As tarefas no posto de trabalho de enformar, na área da montagem, são apenas efetuadas por um trabalhador. Este trabalhador para além deste posto de trabalho tem outros postos, como por exemplo o de supervisão. As tarefas desenvolvidas é com posição de pé e com movimentos, na sua maioria, dos membros superiores. A caracterização da tarefa encontra-se descrita na Tabela 11.

Tabela 11: Caracterização da tarefa de enformar

<b>Horário</b>	8h - 12h e 14h - 18h
<b>Tempo do turno</b>	460 minutos
<b>Duração das pausas</b>	10 minutos de manhã
<b>Nº de peças enformadas*</b>	476
<b>Equipamentos de Proteção Individual</b>	Calçado de proteção

\*valor médio diário no mês de julho/2023

A tarefa avaliada, Figura 5, está inserido da secção de montagem e consiste em: buscar o corte ao transportador, deslocar-se até à mesa de trabalho, enformar o corte na forma e finalmente levar o mesmo até ao transportador.

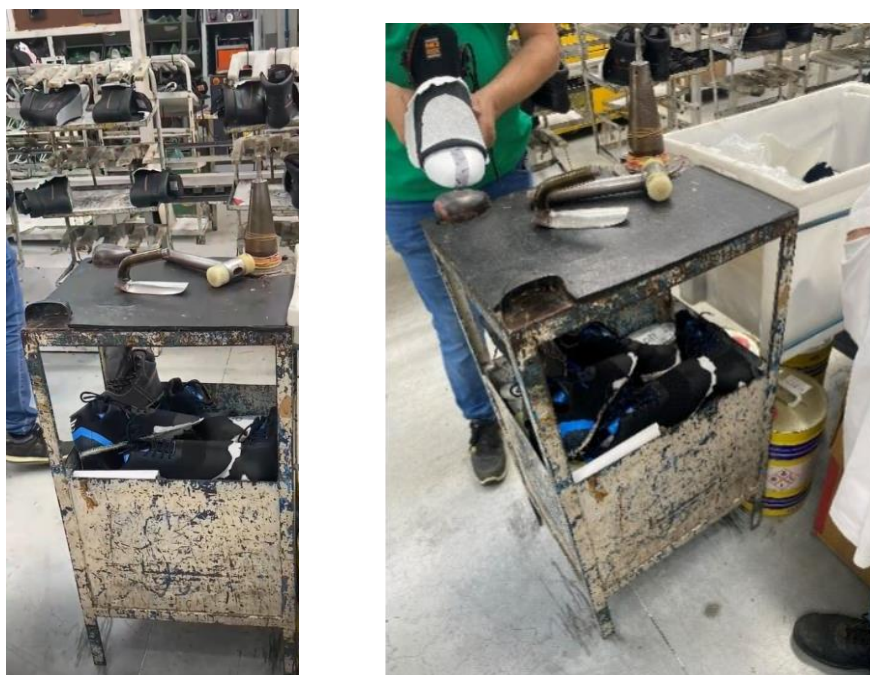


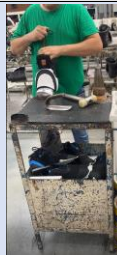



Figura 5: Montagem-enformar

Foram observados 10 ciclos de trabalho e subdividiu-se a tarefa em tarefas elementares para seleccionar a postura mais predominante. Assim, verificou-se que a que se mantêm por mais de tempo é de a “enformar”, Tabela 12.

Tabela 12: Caracterização da tarefa de enformar (Montagem)

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		Média da duração das tarefas (s) (n=10)	Tempo da tarefa no ciclo (%) (n=10)
1. Buscar o corte e forma		2,2s	12,9
2. Enformar		7,0s	40,9

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		Média da duração das tarefas (s) (n=10)	Tempo da tarefa no ciclo (%) (n=10)
3. Atar atacadores e inspeção visual		5,8s	33,9
4. Levar o conjunto (corte e forma) até transportador		2,1s	12,3
Tempo médio de ciclo (n=10)			17,1s

#### 4.2.2 Secção da Injeção

A secção da injeção é constituída por quatro máquinas de injeção de sola, com diferentes etapas. A duração dos ciclos pode variar entre máquinas dependendo do produto a injetar. Os postos de trabalho avaliados são enformar, desenformar e rebarbar constituída por 15 trabalhadores, divididos pelos dois turnos (manhã/tarde). A caracterização das tarefas encontra-se descrita na Tabela 13.

*Tabela 13: Caracterização das tarefas de enformar, desenformar e rebarbar*

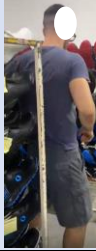



<b>Horário</b>	06h às 14h (1º turno); 14h às 22h00(2º turno);
<b>Tempo do turno</b>	460 minutos
<b>Duração das pausas</b>	15 minutos + 20 minutos
<b>Nº de peças injetadas*</b>	574
<b>Tempo de ciclo*</b>	28,70s
<b>Equipamentos de Proteção Individual</b>	Calçado de proteção

\*valor médio diário no mês de julho/2023 considerando as quatro máquinas de injeção.

Foram observados 8 ciclos de trabalho da tarefa de enformar e subdividiu-se em tarefas elementares (Tabela 14 e Tabela 15).


Nestes postos de trabalho verificou-se que apesar de os trabalhadores utilizarem os mesmos grupos musculares, existem algumas diferenças nas posturas adotadas de acordo com o modelo do calçado, modelo da forma e dos próprios trabalhadores. De modo a averiguar se poderia existir diferenças significativas no nível de riscos entre os diferentes trabalhadores e diferentes modelos foram aplicadas as metodologias a vários trabalhadores. Foram identificados trabalhadores mais altos e/ou mais baixos e procedeu-se a sua observação e avaliação.

Tabela 14: Caracterização da tarefa de enformar (Injeção)







Descrição das ações técnicas		Média da duração das tarefas (s) (n=8)	tempo da tarefa no ciclo (%)
1. Buscar o montado e a forma e colocar na bancada de trabalho		8,5s	25,1
2. Enformar		14,0s	41,3
3. Retirar o conjunto do cavalete montado forma e atar atacadores e inspeção visual		8,8s	26,0
4. Levar peça até máquina de injeção		2,6s	7,7
<b>Tempo médio de ciclo (n=8)</b>		33,9s	

Através da análise da Tabela 14 verificou-se que as posturas que se mantêm por mais de 35% do tempo do ciclo é a tarefa elementar de “enformar”.

Tabela 15: Caracterização geral do posto de trabalho de desenformar e rebarbar (Injeção)

Descrição das ações técnicas		Média da duração das tarefas (s) (n=8)	tempo da tarefa no ciclo (%)
1. Retirar um par calçado e formas da máquina de injeção		4,4s	11,3



Descrição das ações técnicas		Média da duração das tarefas (s) (n=8)	tempo da tarefa no ciclo (%)
2. Desenformar um calçado		3,4s	8,7
3. Colocar forma no tapete		2,0s	5,1
4. Desenformar o outro calçado do par		1,4s	3,7
5. Colocar forma no tapete e deslocar-se até máquina de rebarbar		2,2s	5,6
6. Rebarbar o primeiro calçado e efetuar inspeção visual		10,4s	26,4
7. Rebarbar o outro calçado e efetuar inspeção visual		14,5s	36,7

Descrição das ações técnicas	Média da duração das tarefas (s) (n=8)	tempo da tarefa no ciclo (%)
8. Colocar um par calçado na bancada	1,0s	2,5
<b>Tempo médio de ciclo (n=8)</b>	<b>39,5s</b>	



Através desta análise verificou-se que as posturas que se mantêm por mais de 35% do tempo do ciclo são a de “rebarbar o calçado e efetuar inspeção visual”. Sendo assim, as tarefas selecionadas para aplicação das metodologias por representarem tempo significativo nas tarefas desenvolvidas.

De seguida, foi efetuada uma análise e descrição detalhada dos postos de trabalho através do EWA. Para atribuição da classificação em cada item, foi utilizado um manual de(Gomes da Costa, 1995), que descreve minuciosamente cada parâmetro a avaliar. Apesar de não ser aplicada ao trabalhador, forma recolhidas informações/questões aos intervenientes de forma a clarificar algumas dúvidas. Após a aplicação da metodologia EWA, pelo analista, pode-se verificar, os seguintes resultados. (Gráfico 1).

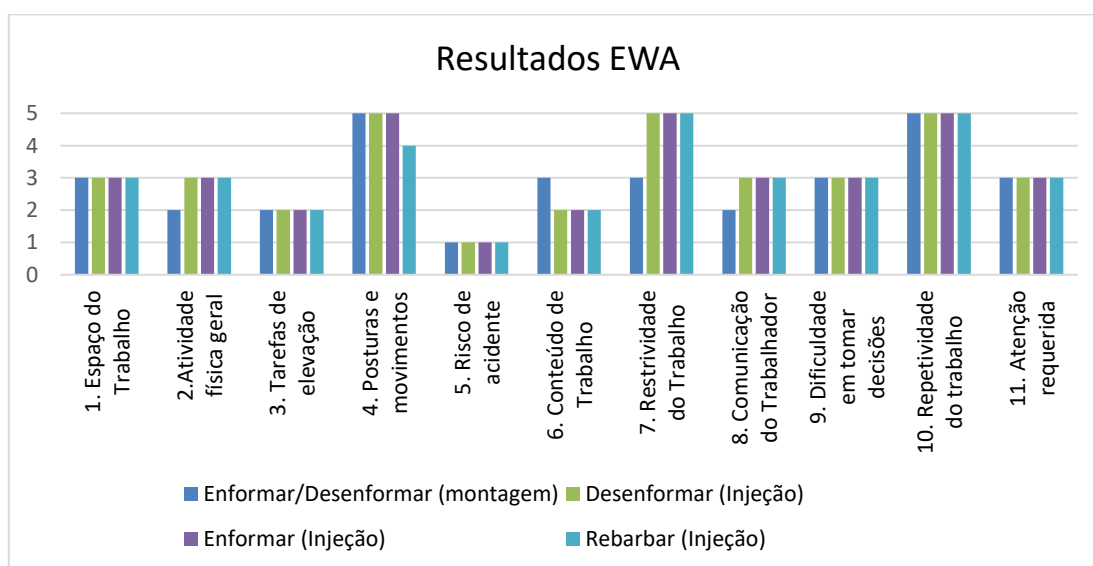


Gráfico 1: Resultados EWA

Assim, ao analisar o ambiente de trabalho dos postos de trabalho de enformar e desenformar da montagem e injeção, utilizando o método EWA, em 11 itens pode-se constatar que as diferentes tarefas apresentam resultados semelhantes entre si, na maioria dos itens. Verifica-se ainda que, os itens com maior relevância e preocupação são: posturas e movimentos, restritividade do trabalho e repetitividade do

trabalho. Assim, estes itens irão ser alvo de um estudo mais detalhado na tentativa de melhorar as condições de trabalhos e prevenção de LMERT.

### 4.3 Caracterização da sintomatologia musculoesquelética auto-relatada

A aplicação de QNM permitiu recolher os dados referentes à sintomatologia musculoesquelética reportada pelos trabalhadores. Na Tabela 16 estão apresentados os resultados referente às respostas das perguntas sobre a prevalência de sintomatologia e a Figura 6 e Figura 7 descreve os valores médios relativos de dor das diferentes partes de corpo.

De acordo com a Tabela 16, a região que os trabalhadores reportaram mais queixas foi punho/mãos, 85,7%(n=14), com maior prevalência em “ambos”, 35,7% (n=14), na região lombar, 78,6% (n=14), e nos ombros, 85,7% (n=14), com resultados mais preocupantes no ombro esquerdo, 50% (n=14), no que diz respeito a algum problema, nos últimos 12 meses. Importa destacar, que apesar de em menor número, todas as partes do corpo foram manifestadas com “presença” de dor.

Tabela 16: Sintomatologia musculoesquelética auto relatada

Partes do Corpo		Considerando os últimos 12 meses, teve algum problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões		Durante os últimos 12 meses teve			
				que evitar as suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempo) por causa de problemas nas seguintes regiões:		Teve algum problema nos últimos 7 dias, nas seguintes regiões:	
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
<b>Pescoço (n=14)</b>		50%	50%	71,4%	25,6%	64,3%	35,7%
<b>Ombros (n=14)</b>	<b>Esquerdo</b>	50%		35,7%		28,6	
	<b>Direito</b>	35,7	14,3%	21,4%	42,9%	21,6	50%
	<b>Ambos</b>	0%		0%			
<b>Cotovelo (n=14)</b>	<b>Esquerdo</b>	7,1%		7,1%		14,3%	
	<b>Direito</b>	21,4%	71,4%	14,3%	78,6%	21,4%	64,3%
	<b>Ambos</b>	0%		0%		0%	
<b>Punho/mãos (n=14)</b>	<b>Esquerdo</b>	21,4%		14,3%		7,1%	
	<b>Direito</b>	28,6%	14,3%	21,4%	28,6%	21,4%	35,7%
	<b>Ambos</b>	35,7%		35,7%		35,7%	
<b>Região Torácica (n=14)</b>		28,6%	71,4%	21,4%	78,6%	28,6%	71,4%
<b>Região Lombar (n=14)</b>		78,6%	21,4%	78,6%	21,4%	64,3%	35,7%
<b>Ancas/coxas (n=14)</b>		35,7%	64,3%	28,6%	71,4%	35,7%	64,3%

Partes do Corpo	Considerando os últimos 12 meses, teve algum problema (tal como dor, desconforto ou dormência) nas seguintes regiões		Durante os últimos 12 meses teve que evitar as suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempo) por causa de problemas nas seguintes regiões:		Teve algum problema nos últimos 7 dias, nas seguintes regiões:	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Joelhos (n=14)	21,4%	78,6%	14,3%	85,7%	21,4%	78,6%
Tornozelo (n=14)	50%	50%	35,7%	64,3%	50%	50%

O aparecimento de problemas relacionados com a Segurança e Saúde no Trabalho, nomeadamente, o aparecimento de LMERT, leva a custos para as empresas, como perdas e perturbações na produção, mas também baixas por doenças ou acidentes (Comissão Europeia, 2016; EU-OSHA, 2019). Assim, será importante perceber se os sintomas e problemas, tal como dor, desconforto ou dormência condicionam as atividades normais dos trabalhadores como serviço doméstico, passatempo ou trabalho. Os trabalhadores consideram que, durante os últimos 12 meses, tiveram de evitar as suas atividades, principalmente por problemas, nos punhos, 71,9% (n=14), pescoço, 71,4% (n=14) e região lombar, 78,6% (n=14).

Na Figura 6 e Figura 7 estão representados os resultados relativamente ao nível de dor em cada área corporal.

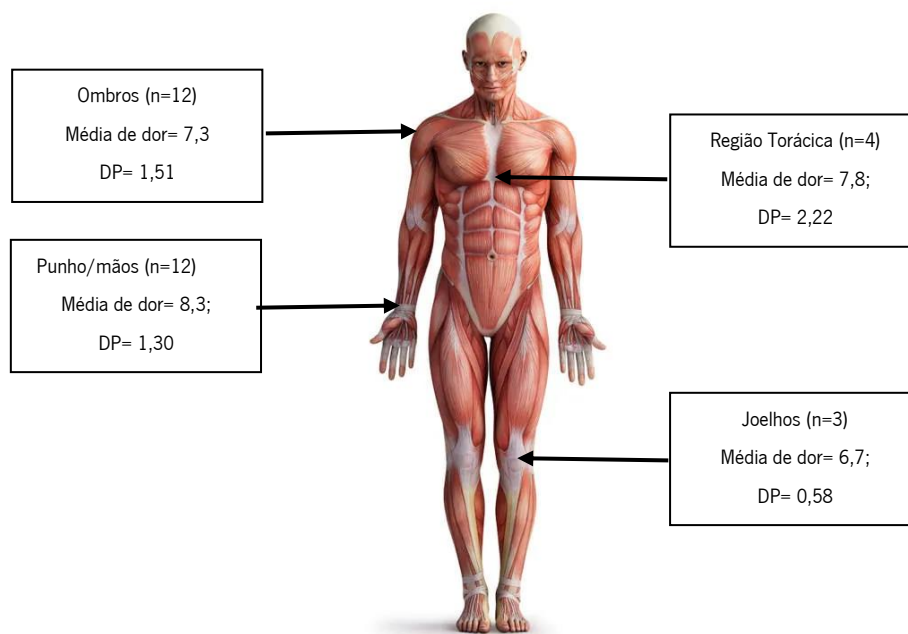


Figura 6: Níveis de dor da sintomatologia musculoesquelética auto relatada: ombros, punho/mãos, região torácica e joelhos

Pode-se verificar pela Figura 6 e Figura 7 que, para os trabalhadores que responderem afirmativamente relativamente à questão do aparecimento de problema, a zona que consideram com maior “nível” de dor é ancas/coxas, região lombar e punho/mãos, com um valor médio de 9,0 (DP=0,58), 8,9 (DP=1,70) e 8,3 (DP=1,30), respetivamente.

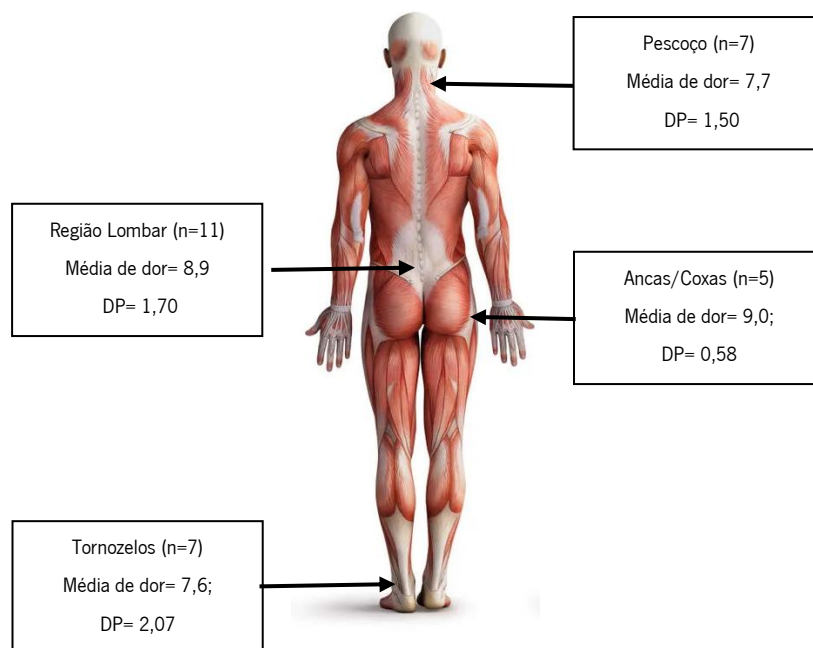


Figura 7: Níveis de dor da Sintomatologia musculoesquelética auto relatada: região lombar, pescoço, tornozelos e ancas/coxas

Pela Tabela 17 que, todas as regiões corporais foram identificadas como zonas com dor, sendo o cotovelo com valor menor de dor, segundo o relato dos trabalhadores.

Tabela 17: Níveis médio de dor por região do corpo

	<b>Média de dor</b>	<b>Desvio Padrão</b>
<b>Pescoço (n=7)</b>	7,71	1,496
<b>Ombros (n=12)</b>	7,92	1,505
<b>Cotovelo (n=3)</b>	5,00	2,646
<b>punho/mãos (n=12)</b>	8,33	1,303
<b>Região torácica (n=4)</b>	7,75	2,217
<b>Região Lombar (n=11)</b>	8,91	1,700
<b>Ancas/coxas (n=5)</b>	9,00	1,000
<b>Joelhos (n=3)</b>	6,67	0,577
<b>Tornozelos/pés (n=7)</b>	7,57	2,070

Nas últimas décadas, têm sido desenvolvidos vários estudos em contexto industrial no sentido de caracterizar e descrever a sintomatologia musculoesquelética. Yin et al., (2022), realizaram um estudo em 30 unidades fabris de produtos eletrónica, na China, em várias fases do processo incluindo a montagem e inspeção da qualidade. As tarefas efetuadas pelos trabalhadores envolviam períodos sentados ou de pé por muito tempo com operações repetitivas e posturas inadequadas, assim tal como este estudo obtiveram resultados semelhantes, uma prevalência nos locais do pescoço, ombros e região lombar (Yin et al., 2022). A região lombar tem sido verificada noutros estudos como a área com maior prevalência de dor (Okareh et al., 2021).

Numa revisão sistemática sobre a prevalência de sintomas musculoesqueléticas entre trabalhadores artesanais, estes variavam entre 38,8% a 100%, tendo como áreas do corpo mais afetadas pescoço, costas, joelhos e membros superiores (Das et al., 2020). Apesar do contexto da investigação ser distinta nos trabalhadores presentes neste estudo, estes apresentam fatores de risco semelhantes como a utilização frequente dos membros superiores com movimentos repetitivos, elevada boa coordenação olho-mão e a boa destreza do trabalhador pelo que se verificou consistência nos resultados.

Assim, a sintomatologia musculoesquelética reportada pelos trabalhadores em estudo era esperada, uma vez que, as tarefas que executam apresentam elevada exigência física essencialmente dos membros superiores, com elevada intensidade ao longo do dia, sem rotatividade de tarefas o que consequentemente leva a adoção de posturas desfavoráveis e ao aparecimento de dor e desconforto sistema musculoesquelético.


#### **4.4 Avaliação de Risco de LMERT**

A avaliação de risco de LMERT foi realizada através dos métodos de avaliação ergonómica com o objetivo de identificar potenciais riscos e medidas corretivas e preventivas. A análise foi efetuada por cada tarefa para facilitar uma compreensão detalhada das posturas adotadas pelos trabalhadores e da aplicação das metodologias REBA, RULA e SI.

##### **4.4.1 Secção da Montagem**

Neste posto de trabalho existem algumas exigências relativamente às questões ergonómicas. As tarefas são desenvolvidas apenas por um trabalhador durante um turno. A exigência física pode ser ligeiramente diferente face ao tipo de calçado e o forma utilizado. Na Tabela 18 oferece a análises efetuadas utilizando o método REBA e RULA.

Tabela 18: Avaliação REBA e RULA na tarefa de enformar

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		REBA		RULA	
		Risco	Ação	Risco	Ação
<b>Enformar</b>		<b>11</b>	Necessária de imediato	<b>7</b>	Implementação de medidas de imediato

Com aplicação das metodologias identificou-se como áreas mais preocupantes e com posturas mais desfavoráveis o pescoço, tronco e braço, isto é, com atribuição de pontuações mais elevadas. A avaliação efetuada reflete o nível risco máximo de ambas metodologias, sendo assim necessárias intervenções imediatas para diminuir ou mitigar o risco existente e promover ambientes de trabalho saudáveis.



#### 4.4.2 Secção da Injeção

De um modo geral, as linhas de injeção funcionam por ciclos de trabalho curtos com diferentes postos de trabalho. As tarefas apresentam movimentos de carácter repetitivo, mormente ao nível dos membros superiores. Importante salientar que nestes postos de trabalho não existe plano de rotatividade pelo que os trabalhadores estão expostos aos mesmos fatores de risco, efetuam os mesmos movimentos e utilizam os mesmos grupos musculares durante o turno de trabalho.

Após a discussão com os responsáveis da segurança no trabalho e os trabalhadores selecionou-se as tarefas de enformar, desenformar e rebarbar. De seguida, efetuou-se a seleção das tarefas elementares que ocupassem mais de 35% do ciclo. Selecionando-se assim a postura na tarefa de enformar e rebarbar. Na Tabela 19, estão apresentados a avaliação efetuada na tarefa de enformar com três tipos de calçado, no trabalhador mais alto e mais baixo.

Tabela 19: Avaliação REBA e RULA na tarefa de desenformar

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		REBA		RULA	
		Risco	Ação	Risco	Ação
<b>Enformar</b>		<b>11</b>	Necessária de imediato	<b>7</b>	Implementação de medidas de imediato

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		REBA		RULA	
		Risco	Ação	Risco	Ação
		<b>11</b>	Necessária de imediato	<b>7</b>	Implementação de medidas de imediato
		<b>11</b>	Necessária de imediato	<b>7</b>	Implementação de medidas de imediato

Com a análise e avaliação da postura pode-se identificar que os movimentos efetuados pelos trabalhadores são ligeiramente distintos apesar de o objetivo da tarefa ser a mesma, inserir a forma dentro do montado. Essas diferenças podem estar relacionadas com o método de trabalho adotado por cada trabalhador como pelas características antropométricas de cada operador. A mesa de trabalho não é ajustável em altura pelo que pode influenciar nos movimentos e posturas adotadas pelos trabalhadores. A antropometria permite mensurar as características corporais como o alcance, comprimento e circunferência dos segmentos corporais, larguras, alturas, entre outras (Barroso et al., 2005). A utilização desta matéria pode melhorar o bem-estar, conforto e segurança nos locais de trabalho (Pheasant & Haslegrave, 2005).

A aplicação das metodologias RULA e REBA permitiu identificar um nível de risco elevado na tarefa de enformar em todas as avaliações efetuadas. Os trabalhadores adotam posturas ergonomicamente desfavoráveis com esforços repetitivos. Verifica-se torção do tronco, elevação do ombro e ligeira rotação do pescoço. Ainda, se observa uma rotação e flexão frequente do punho, sem apoio do cotovelo. Reflete assim maiores pontuações nas ferramentas ergonómicas nos braços, pulsos e tronco.



A carga movimentada, o montado, apesar de não ser pesada tem exigências porque é necessário a inserir a forma dentro do montado. Em discussão com trabalhadores, identificaram que poderia existir exigências distintas dependendo do montado a enformar, uma vez que, apresentam costuras, materiais, robustez distintas entre os sapatos, sapatilhas ou botas. Sendo assim, em alguns casos necessitam de maior destreza e força.



A tarefa elementar de “rebarbar e inspeção visual da tarefa” representam a maior parte do tempo deste posto de trabalho. O operador rebarba um calçado e em seguida o seu par. Nesta tarefa utilizam essencialmente os membros superiores e a máquina de rebarbar é fixa, sem ajuste em altura.

Os níveis de ação obtidos (Tabela 20) com a aplicação do SI situam-se no nível 4 e 5. Apesar de pelo método a tarefa é provavelmente segura é de destacar que os trabalhadores passam longos períodos de pé de forma repetitiva durante a tarefa.

Tabela 20: Avaliação SI na tarefa de rebarbar

Descrição das ações técnicas/tarefas elementares		REBA		
		Risco		Ação
Rebarbar		Esquerda	4	Tarefa provavelmente segura
		Direita	5	Tarefa provavelmente segura
		Esquerda	5	Tarefa provavelmente segura
		Direita	5	Tarefa provavelmente segura

Na máquina de injeção é estabelecida uma cadência de trabalho sendo que neste posto de trabalho para além de rebarbar o trabalhador tem diferentes tarefas a executar pelo que aumenta a exigência da tarefa. Além disso, pela observação das posturas corporais, verificou-se uma ligeira flexão do pescoço e flexão e extensão dos punhos, as regiões corporais com mais queixas dos trabalhadores, pelo QNM. Assim, é importante estabelecer estratégias ergonómicas para diminuir e ou eliminar estes fatores de risco para diminuir a fadiga do trabalhador neste posto de trabalho. Sabe-se que a repetitividade e as posturas por longos períodos aumentam o risco de LMERT. (Yang et al., 2023; Yin et al., 2022).



## 4.5 Plano de ação e estratégias de melhoria





Neste subcapítulo é apresentado um plano de intervenções ergonómicas com medidas de engenharia, organizacionais e individuais. Esta proposta de melhoria tem como objetivo melhorar as condições de segurança e saúde no trabalho, promover o bem-estar dos trabalhadores e a prevenção de LMERT nos trabalhadores dos postos de trabalho de enformar, desenformar e rebarbar calçado.

As recomendações apresentadas são efetuadas com base na análise dos dados recolhidos e aplicação das metodologias apresentadas no capítulo anterior. As medidas para além de terem como objetivo principal a prevenção de LMERT, também preveem a otimização das tarefas.

A Tabela 21, apresenta os problemas identificados e as medidas propostas para cada uma das tarefas. Como as características da tarefa de enformar e desenformar são semelhantes, bem como, os equipamentos utilizados as recomendações estão apresentadas na mesma secção.

*Tabela 21: Medidas e recomendações de melhoria*

Tarefa	Fator de risco	Medida/recomendação	Demonstração
Rebarbar	Posições de trabalho em pé estático mantidas durante longos períodos	Tapete anti fadiga e/ou banco de apoio	
	Tarefas que obrigam a flexão dos braços e flexão da coluna e pescoço	Máquina de rebarbar calçado ajustável em altura do trabalhador e/ou com bancada ajustável	
	Flexão e extensão do punho Elevação de ombros e membros superiores	Rotatividade dos trabalhadores (diminuição do tempo de exposição e	-

<b>Tarefa</b>	<b>Fator de risco</b>	<b>Medida/recomendação</b>	<b>Demonstração</b>
		recrutamento de diferentes grupos musculares)	
	Adoção de posturas desfavoráveis	Formação e sensibilização em ergonomia	-
Enformar / Desenformar	Posturas de risco ao enformar e desenformar o calçado	Automatização da tarefa-máquina automática ou semiautomática de enformar e desenformar	
	Trabalhadores com características antropométricas distintas	Bancadas ajustáveis em altura	
	Posições de trabalho em pé estático mantidas durante longos períodos	Tapete anti fadiga	
	Utilização de ferramentas não ergonómicas	Ferramentas fabricadas de acordo com os princípios ergonómicos	
	Adoção de posturas desfavoráveis	Formação e sensibilização em ergonomia	-
	Flexão e extensão do punho, membros e elevação dos ombros	Rotatividade dos trabalhadores (diminuição do tempo de exposição e recrutamento de diferentes grupos musculares)	-

Na Tabela 21 estão apresentadas as intervenções ergonómicas definidas para melhorar os postos de trabalho avaliados. As tarefas são desenvolvidas trabalho de pé, sendo por isso recomendado a aquisição de tapete anti fadiga e/ou banco de apoio ajustável em altura e com apoio de pés. Estas medidas permitem aumentar o conforto e reduzir a fadiga quando permanecem por longos períodos de pé (Santos et al., 2019; Waters & Dick, 2015). Além disso, as aquisições de tapetes permitem melhorias na

produtividade e absentismo (Santos et al., 2019). No entanto, pode existir algumas limitações na aplicação dos bancos devido ao espaço/área de trabalho atualmente disponível.

Quando o trabalho de esforço e repetitivo não pode ser eliminado, como na tarefa de rebarbar, deve ser previsto a diminuição do tempo de exposição em posturas extremas como os braços elevados com abdução de  $\geq 30^\circ$  e flexão de  $\geq 45^\circ$  (Meyers et al., 2023). Sendo por isso, relevante a aquisição de equipamentos elevatórios para permitir adoção de posturas mais favoráveis. Para diminuição do tempo de exposição aos mesmos fatores de risco e recrutamentos de diferentes grupos musculares pode ser efetuado um plano de rotatividade de tarefas tendo em consideração a avaliação de riscos.

A implementação de máquina automática de enformar e desenformar é uma medida que fundamental para diminuir o risco associado à tarefa. A automatização de tarefas tem sido uma medida aplicada em indústria para melhorar desempenho e diminuir o risco de LMERT e consequentemente contribuir para melhores condições de trabalho (Teixeira et al., 2022). Seria importante estudar a cadência associada a essa máquina de modo a verificar a necessidade, ou não, de ajustar ao processo produtivo, tempo de ciclo e analisar o investimento necessário.

A formação e informação em trabalhadores industriais tem sido uma prática segura para minimizar a perigos e riscos profissionais (Okareh et al., 2021; Yang et al., 2023). Por isso, deve ser previsto uma intervenção sobre os riscos existentes e compreensão do impacto das más posturas e adoção de estilo de vida saudável e prática de exercício físico. O exercício físico é considerado um fator de proteção na prevenção de problemas musculoesqueléticos, especialmente nas costas, pernas e joelhos (Yang et al., 2023; Yin et al., 2022) Para além disso, é extremamente importante aquando aquisição de equipamentos de trabalho novos efetuar formação do modo de utilização, dos procedimentos de trabalho e das medidas adotar na operação e manutenção dos mesmos.

## **5. CONCLUSÕES**

Neste último capítulo serão apresentadas as considerações finais, limitações identificadas ao longo do desenvolvimento do presente trabalho, bem como, oportunidades para futuras investigações.

### **5.1 Considerações Finais**

As LMERT continuam a ser uma das principais fontes de incapacidade e perda de tempo nas empresas. É importante compreender as suas causas e fatores de risco para uma atuação eficaz. Neste estudo procedeu-se à identificação de riscos biomecânicos, caracterização da sintomatologia musculoesqueléticas, análise e avaliação de risco de LMERT, numa indústria de calçado. Permitted identificar problemas, bem como, prever medidas corretivas para melhorar as condições de trabalho.

Através da aplicação do QNM, apurou-se que os trabalhadores apresentam sintomatologia nas diferentes partes de corpo, principalmente nas região lombar e membros superiores. As tarefas avaliadas apresentam elevada exigência física, com elevada intensidade e sem rotatividade entre trabalhadores. É importante uma intervenção ergonómica no sentido de prevenir o agravamento da sintomatologia musculoesquelética auto-relatada.

Nesta investigação foi efetuada uma pesquisa de ferramentas de avaliação de risco de LMERT com base no método PRISMA, tendo como resultados o métodos RULA, REBA e SI. Para complementar a análise efetuada aplicou-se metodologias observacionais de avaliação ergonómica. Demonstrou-se que existe um risco elevado para os trabalhadores em algumas tarefas. Estes resultados enfatizam a importância de intervenções ergonómicas preventivas e corretivas.

A automatização é uma das recomendações para diminuir o impacto na fisiologia humana na execução das tarefas. Além disso, deve-se ter em conta outras medidas como a rotatividade dos trabalhadores para diminuir o tempo de exposição e a formação dos trabalhadores nos locais de trabalho para adoção de comportamentos mais seguros. Em suma, os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos, as recomendações visam a melhoria das condições de segurança e saúde nos trabalhadores, especialmente na prevenção de LMERT.

## **5.2 Limitações**

No presente estudo reconhece-se algumas limitações, nomeadamente o tamanho de amostra e número de tarefas avaliadas prende-se pelo tempo disponível para a investigação e pelas particularidades do processo produtivo. Um maior número de trabalhadores e tarefas permitia uma análise mais detalhada. A existência de alterações estruturais na empresa durante a investigação impossibilitou a análise de informações de segurança, como por exemplo as avaliações laborais de ruído, ambiente térmico e iluminância. Na análise e na elaboração das recomendações foram tidas em conta as observações posturais possíveis num curto espaço de tempo, podendo ter sido condicionadas pela presença do avaliador.

Por fim, não foi possível implementar as recomendações apresentadas e avaliar o seu impacto na eficácia/eficiência das tarefas em análise.

## **5.3 Trabalhos futuros**

Tendo em consideração a investigação efetuada, tem-se como prioritário a discussão e reorganização do plano de ações das medidas e recomendações projetadas na dissertação. Após a implementação das medidas é fundamental a avaliação da eficácia das medidas na prevenção de LMERT e da sintomatologia auto-relatada dos trabalhadores.

É de extrema relevância a aplicação de outras metodologias de avaliação mais eficazes e com medição de outras variáveis como por exemplo a força exercida, alturas e alcances. Para além disso, avaliar outras tarefas do processo produtivo e efetuar uma comparação entre os diferentes moldes/formas e tipos de calçado, visto ser uma característica diferenciadora mencionada pelos trabalhadores. Após a avaliação seria relevante efetuar um plano de rotatividade de modo a ajustar a carga de trabalho os trabalhadores. A investigação desenvolvida neste trabalho deverá servir um alicerce para investigações futuras e concretização das recomendações propostas com o objetivo de criar um ambiente de trabalho que ajude a preservar a saúde dos trabalhadores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abobakr, A., Nahavandi, D., Hossny, M., Iskander, J., Attia, M., Nahavandi, S., & Smets, M. (2019). RGB-D ergonomic assessment system of adopted working postures. *Applied Ergonomics*, *80*(May), 75–88. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.05.004>
- Ahonen, M., Launis, M., Kuorinka, T., & (Finland), T. (1989). Ergonomic workplace analysis. In *TA - TT - Ergonomics Section*, Finnish Institute of Occupational Health. <https://doi.org/LK> - <https://worldcat.org/title/221396363>
- Akobeng, A. K. (2005). Principles of evidence based medicine. *Archives of Disease in Childhood*, *90*(8), 837–840. <https://doi.org/10.1136/adc.2005.071761>
- Barroso, M. P., Arezes, P. M., Da Costa, L. G., & Miguel, A. S. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *35*(5), 401–410. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.10.005>
- Baskaran, T., Sankaranarayanan, K., & Gopanna, K. (2022). Musculoskeletal disorder risk levels in mobile crane operators: An ergonomic assessment. In *Materials Today: Proceedings* (Vol. 2022). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.252>
- Batista, P., Pinheiro, G., & Alves, P. (2003). Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar. In L. Forvisão-Consultadoria em formação Integrada (Ed.), *Forvisão - Consultoria em Formação Integrada, Lda* (Vol. 1). [http://www.esac.pt/noronha/manuais/manual\\_5.pdf](http://www.esac.pt/noronha/manuais/manual_5.pdf)
- Bernard, B. P., Putz-Anderson, V., Susan Burt Libby L Cole, M. E., Fairfield-Estill Lawrence Fine, C. J., Katharyn Grant, D. A., Gjessing Lynn Jenkins Joseph Hurrell Jr, C. J., Nelson, N., Pfirman Robert Roberts Diana Stetson, D., Haring-Sweeney, M., & Tanaka, S. (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*. <http://www.cdc.gov/niosh>
- Browne, R., Darcus, H., Roberts, C., Conrad, R., Edholm, O., Hick, W., Floyd, W., Morant, G., Mound, H., Murrell, K., & Randle, T. (1950). *Ergonomics Research Society*.
- Buckle, P. (2005). Ergonomics and musculoskeletal disorders: Overview. In *Occupational Medicine* (Vol. 55, Issue 3, pp. 164–167). <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi081>
- Burdorf, A., & Van Der Beek, A. (1999). Exposure assessment strategies for work-related risk factors for musculoskeletal disorders. In *Scand J Work Environ Health* (Vol. 25, Issue 4).
- Carayon, P., & Smith, M. J. (2000). Work organization and ergonomics. In *Applied Ergonomics* (Vol. 31).

- Carneiro, P., Colim, A., Barroso, M., & Costa, L. G. (2021). *Método REBA-Rapid Entire Body Assessment*.
- Chiasson, M. ève, Imbeau, D., Aubry, K., & Delisle, A. (2012). Comparing the results of eight methods used to evaluate risk factors associated with musculoskeletal disorders. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(5), 478–488. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.07.003>
- Colim, A. (2021). FOLHA DE CÁLCULO RSI'2017 (Revised Strain Index) . In *Universidade do Minho*.
- Comissão Europeia. (2016). *A segurança e saúde no trabalho diz respeito a todos*. <https://doi.org/10.2767/723076>
- Das, D., Kumar, A., & Sharma, M. (2020a). A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(1), 55–70. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1458487>
- Das, D., Kumar, A., & Sharma, M. (2020b). A systematic review of work-related musculoskeletal disorders among handicraft workers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(1), 55–70. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1458487>
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. In *Occupational Medicine* (Vol. 55, Issue 3, pp. 190–199). <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi082>
- EU-OSHA. (2019). Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. In *European Statistics on Accidents at Work*. <https://doi.org/10.2802/66947>
- EU-OSHA. (2020). Work-related musculoskeletal disorders: from research to practice. What can be learnt? In *Publications Office of the European Union. European Agency for Safety and Health at Work – EU-OSHA*. <https://doi.org/10.2802/118327>
- EU-OSHA. (2023, October 2). *Riscos emergentes*. <https://Osha.Europa.Eu/Pt/Emerging-Risks>. <https://osha.europa.eu/pt/emerging-risks>
- Freitas, L. C. (2016). *Segurança e Saúde do Trabalho* (Silabo, Ed.; 3rd ed.).
- Garg, A., Moore, J. S., & Kapellusch, J. M. (2017). The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model. *Ergonomics*, 60(7), 912–922. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1237678>
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators, Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdollahi, M., Abdollahpour, I., Abolhassani, H., Aboyans, V., Abrams, E. M., Abreu, L. G., Abrigo, M. R. M., Abu-Raddad, L. J., Abushouk, A. I., ... Murray, C. J. L. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease



- Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- Gomes da Costa, L. (1995). *Estudo Ergonómico de Postos de Trabalho (Tradução de EWA da Ergonomics Section, FIOH, Ergonomic Workplace Analysis, 1989)*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas.
- Hignett, S., & Mcatamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205.
- Hita-Gutiérrez, M., Gómez-Galán, M., Díaz-Pérez, M., & Callejón-Ferre, Á. J. (2020). An overview of reba method applications in the world. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>
- IEA. (2023). *What Is Ergonomics (HFE)?* <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>
- INE PORTATA. (2023, February 28). *Pessoal ao serviço nas empresas: total e por setor de atividade económica*. INE, PORTATA. <https://www.pordata.pt/portugal/pessoal+ao+servico+nas+empresas+total+e+por+setor+de+atividade+economica-2895-246490>
- Kee, D. (2022). Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Liang, J., Jia, N., Zhang, F., HuadongZhang, Ling, R., Liu, Y., Li, G., Li, D., Yin, Y., Shao, H., Zhang, H., Qiu, B., Fang, X., Wang, D., Zeng, Q., Chen, J., Zhang, D., Mei, L., Liu, Y., ... Wang, Z. (2022). Shoulder work-related musculoskeletal disorders and related factors of workers in 15 industries of China: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05917-2>
- Lowe, B. D., & Krieg, E. F. (2009). Relationships between observational estimates and physical measurements of upper limb activity. *Ergonomics*, 52(5), 569–583. <https://doi.org/10.1080/00140130802449682>
- Manghisi, V. M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Gattullo, M., Boccaccio, A., & Evangelista, A. (2020). Automatic ergonomic postural risk monitoring on the factory shopfloor -The Ergosentinel tool. *Procedia Manufacturing*, 42, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.091>
- McAtamney, L., & Corlett, N. (1993). *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders* (Applied Ergonomics, Ed.; 2nd ed., Vol. 24). Institute for Occupational Ergonomics.

- Mesquita, C. C., Ribeiro, J. C., & Moreira, P. (2010). Portuguese version of the standardized Nordic musculoskeletal questionnaire: Cross cultural and reliability. *Journal of Public Health, 18*(5), 461–466. <https://doi.org/10.1007/s10389-010-0331-0>
- Meyers, A. R., Wurzelbacher, S. J., Krieg, E. F., Ramsey, J. G., & Christianson, A. L. (2023a). Work-Related Risk Factors for Rotator Cuff Syndrome in a Prospective Study of Manufacturing and Healthcare Workers. *Human Factors, 65*(3), 419–434. <https://doi.org/10.1177/00187208211022122>
- Meyers, A. R., Wurzelbacher, S. J., Krieg, E. F., Ramsey, J. G., & Christianson, A. L. (2023b). *Work-Related Risk Factors for Rotator Cuff Syndrome in a Prospective Study of Manufacturing and Healthcare Workers.*
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online), 339*(7716), 332–336. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Moore, J. S., & 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>
- Okareh, O. T., Solomon, O. E., & Olawoyin, R. (2021). Prevalence of ergonomic hazards and persistent work-related musculoskeletal pain among textile sewing machine operators. *Safety Science, 136*. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105159>
- Onofrejova, D., Balazikova, M., Glatz, J., Kotianova, Z., & Vaskovicova, K. (2022). Ergonomic Assessment of Physical Load in Slovak Industry Using Wearable Technologies. *Applied Sciences (Switzerland), 12*(7). <https://doi.org/10.3390/app12073607>
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. (2005). *Bodyspace: anthropometry, ergonomics, and the design of work* (T. & Francis, Ed.; 3rd ed.). Taylor.
- Pinheiro, A. C., & Ramos, A. (2021). Heritage keepers: The perils in textile conservation. *Heritage, 4*(4), 4716–4726. <https://doi.org/10.3390/heritage4040260>
- Rathore, B., Pundir, A. K., & Iqbal, R. (2020). Ergonomic risk factors in glass artware industries and prevalence of musculoskeletal disorder. In *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 80, Issue June). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103043>
- Santos, M., Almeida, A., Lopes, C., & Oliveira, T. (2019). Tapetes de Descanso e Fatores de Risco Laborais- qual a Evidência? *Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional, 7*, s11–s19. <https://doi.org/10.31252/RPSO.08.06.2019>

- Schwab, K. (2018). *A Quarta Revolução Industrial* (Levoir, Ed.).
- Sousa-Uva, A., Serranheira, F., Lopes, M., Mario, C. D. C., & Lopes, G. (2008). *Lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho: guia para a prevenção*. www.dgs.pt
- Spallek, M., Kuhn, W., Uibel, S., Van Mark, A., & Quarcoo, D. (2010). *Work-related musculoskeletal disorders in the automotive industry due to repetitive work-implications for rehabilitation*. <http://www.occup-med.com/content/5/1/6>
- Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. (2005). *Handbook of human factors and ergonomics methods* (2st Edition). CRC Press.
- Teixeira, R. C. M., Guimarães, W. P. S., Ribeiro, J. G., Fernandes, R. A., Nascimento, L. B. F., Torné, I. G., Cardoso, F. S., & Monteiro, G. R. (2022). Analysis of the Reduction of Ergonomic Risks through the Implementation of an Automatic Tape Packaging Machine. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph192215193>
- U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS. (2016, September 7). *BLS OSH Definitions*. <https://www.bls.gov/lif/Definitions/Occupational-Safety-and-Health-Definitions.Htm>.
- U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS. (2020, May 1). *Occupational injuries and illnesses resulting in musculoskeletal disorders (MSDs)*. <https://www.bls.gov/lif/Factsheets/Msds.Htm>.
- Waters, T. R., & Dick, R. B. (2015). Evidence of Health Risks Associated with Prolonged Standing at Work and Intervention Effectiveness. *Rehabilitation Nursing*, *40*(3), 148–165. <https://doi.org/10.1002/rnj.166>
- Yang, F., Di, N., Guo, W. wei, Ding, W. bin, Jia, N., Zhang, H., Li, D., Wang, D., Wang, R., Zhang, D., Liu, Y., Shen, B., Wang, Z. xu, & Yin, Y. (2023a). The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China. *BMC Public Health*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14952-6>
- Yang, F., Di, N., Guo, W. wei, Ding, W. bin, Jia, N., Zhang, H., Li, D., Wang, D., Wang, R., Zhang, D., Liu, Y., Shen, B., Wang, Z. xu, & Yin, Y. (2023b). The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China. *BMC Public Health*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14952-6>
- Yin, Y., Di, N., Guo, W., Ding, W., Jia, N., Wang, Z., & Yang, F. (2022). Multi-Site Musculoskeletal Symptoms in the Electronics Manufacturing Industry in China: A Cross-Sectional Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph192013315>



## **APÊNDICES**



## Apêndice 2 – Questionário Nórdico Musculoesquelético

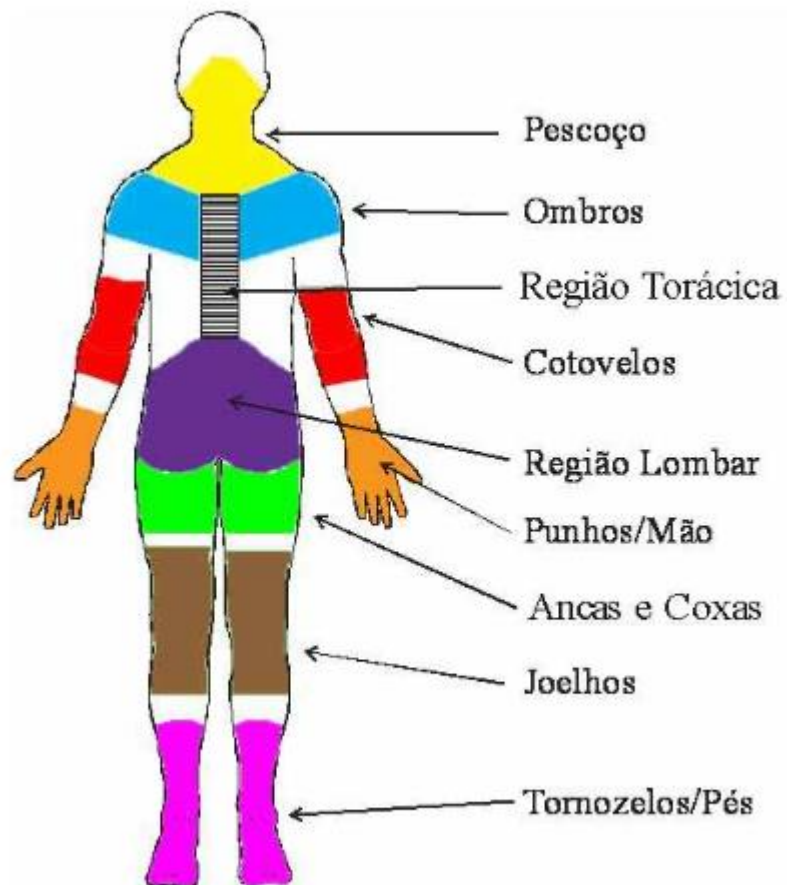
Data: \_\_/\_\_/\_\_

Código: \_\_\_\_\_

### Entrevista- Questionário 2

PARTE II – Questionário Nórdico Musculoesquelético (QNME) de Kuorinka *et al.*, (1987). Tradução e adaptação de Mesquita *et al.*, (2010)

Este questionário será preenchido com base numa entrevista. Todos os campos devem ser preenchidos com uma cruz na resposta que corresponde ao estado de dor. Não deve ser deixada nenhuma questão por preencher, mesmo que o trabalhador indique que não tem nenhum problema em nenhuma parte do corpo. Para resposta devem considerar as regiões do corpo de acordo com a seguinte figura:



**Responda, apenas, se tiver algum problema**

Considerando <b>os últimos 12 meses</b> , teve algum <b>problema (tal como dor, desconforto ou dormência)</b> nas seguintes regiões:	Durante os <b>últimos 12 meses</b> teve que evitar as suas atividades normais (trabalho, serviço doméstico ou passatempo) por causa de <b>problemas</b> nas seguintes regiões:	Teve algum problema <b>nos últimos 7 dias</b> , nas seguintes regiões:													
1. Pescoço? Não Sim 1 2	2. Pescoço? Não Sim 1 2	3. Pescoço? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4. Pescoço?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
5. Ombros? 2, no ombro direito 3, no ombro esquerdo Não Sim 1	6. Ombros? 2, no ombro direito 3, no ombro esquerdo Não Sim 1	7. Ombros? Não Sim 2, no ombro direito 3, no ombro esquerdo 1	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	8. Ombros?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
9. Cotovelo? 2, no cotovelo direito 3, no cotovelo esquerdo Não Sim 1	10. Cotovelo? Não Sim 2, no cotovelo direito 3, no cotovelo esquerdo 1	11. Cotovelo? Não Sim 2, no cotovelo direito 3, no cotovelo esquerdo 1	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12. Cotovelo?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
13. Punho/mãos? 2. no punho/mãos direitos 3. no punho/mãos esquerdos 4. ambos Não Sim 1	14. Punho/mãos? 2. no punho/mãos direitos 3. no punho/mãos esquerdos 4. ambos Não Sim 1	15. Punho/mãos? 2. no punho/mãos direitos 3. no punho/mãos esquerdos 4. ambos Não Sim 1	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16. Punho/mãos?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
17. Região Torácica? Não Sim 1 2	18. Região Torácica? Não Sim 1 2	19. Região Torácica? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20. Região Torácica?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
21. Região Lombar? Não Sim 1 2	22. Região Lombar? Não Sim 1 2	23. Região Lombar? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	24. Região Lombar?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
25. Ancas/coxas? Não Sim 1 2	26. Ancas/coxas? Não Sim 1 2	27. Ancas/coxas? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	28. Ancas/coxas?
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					



29. Joelhos? Não Sim 1 2	30. Joelhos? Não Sim 1 2	31. Joelhos? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor 32. Joelhos?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
33. Tornozelos/pés? Não Sim 1 2	34. Tornozelos/pés? Não Sim 1 2	35. Tornozelos/pés? Não Sim 1 2	Sem Dor <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr></table> Dor 36. Tornozelos/pés?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

### Apêndice 3 – Folha de Campo

Ficha de posto de trabalho			
Posto de Trabalho:			
Descrição das tarefas do posto de trabalho / duração de cada tarefa			
Tempo de ciclo de trabalho, em segundos			
Nº de ciclos por cada turno			
Duração do turno	8 horas		
Nº de pausas			
Postura	Em pé		
Trabalho realizado com:	• Mão esquerda		
	• Mão direita		
	• ambas		
Existe alguma mão dominante?	• Sim	• Não	
Utiliza alguma ferramenta na mão?	• Sim	• Não	
Apoio de braços?	• Sim	• Não	
Ombros levantados	• Sim	• Não	
Carga-Braço e punho			
Posição	• intermitente	• estática	• repetida
Carga, em kg			
Utilização muscular	• Estática (de 1 min)	• Repetida (4x min)	• Variável
Posição anatómica	•	•	•
Pescoço, tronco e membros inferiores			
Carga-	• intermitente	• estática	• repetida
Carga, em kg			
Utilização muscular	• Estática (de 1 min)	• Utilização muscular	• Estática (de 1 min)
Pega	• Pega bem ajustada e pega de potência		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pega aceitável, mas não ideal ou a ligação é aceitável através de outra parte do corpo</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pega não aceitável, apedar de possível</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil e insegura, sem pegadas. A ligação é inaceitável através de outras partes do corpo</li> </ul>
Intensidade do esforço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligeiro: Esforço quase impercetível ou descontraído (EB: 0-2)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderado: esforço moderado, já perceptível (EB: 3)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intenso: esforço evidente, mas expressão facial não alterada (EB: 4-5)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muito intenso: esforço substancial; expressão facial alterada (EB: 6-7)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quase máximo: Uso dos ombros e/ou tronco para desenvolver a força (EB: 8-10)</li> </ul>
Observações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• N° de ciclos por cada turno- valor médio diário do último mês;</li> <li>• Registos fotográficos para identificar as posições anatómicas e respetivos ângulos</li> </ul>

## ANEXOS

### Anexo I-EWA

Estudo ergonómico de postos de trabalho

### Anexo 3

Análise ergonómica do espaço de trabalho, *EWA*



*Ergonomics Section, Finnish Institute of Occupational Health*

Tradução e adaptação de L. Gomes da Costa

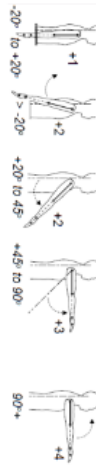
# Anexo II- Folha de cálculo REBA

## RULA – RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT

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

### A. ANÁLISE DO BRAÇO E PUNHO

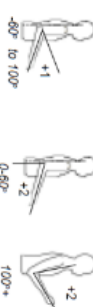
#### Passo 1: Verificar posição do Braço



#### Passo 1a: Ajuste

Caso o ombro esteja levantado: +1  
Caso haja adução do braço: +1  
Caso os ombros estejam abduzidos: -1

#### Passo 2: Verificar posição do antebraço



#### Passo 2a: Ajuste

Caso o antebraço se encaixe com a linha central do corpo ou habite na parte lateral: +1

#### Passo 3: Verificar posição do punho



#### Passo 3a: Ajuste

Caso o punho apresente desvio lateral: +1

#### Passo 4: Rotação do punho

Caso haja rotação do punho em direção do limite: +1  
Caso haja rotação do punho em direção do limite: -2

#### Passo 5: Cálculo da pontuação para a postura na Tabela A

Utilize os valores dos passos 1 a 4 para encontrar a pontuação para a postura na Tabela A.

#### Passo 6: Adicionar pontuação da Utilização Muscular

Caso a postura seja essencialmente estática (p.ex. mantida por mais de 1 min.) ou repetida 4 x por min ou mais: +1

#### Passo 7: Adicionar pontuação da Carga/Força

Sem carga ou carga inferior a 2 Kg (inferiormente): 0  
Força ou carga de 2 a 10 Kg (inferiormente): +1  
Força ou carga com mais de 10 Kg, choques ou aplicação de força de forma repetida: +3

#### Passo 8: Determinar a linha da Tabela C

A pontuação completa da análise do membro superior/inferior é utilizada para determinar a linha na Tabela C.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Lado: Direito / Esquerdo (marcar o que não interessa)  
Posto de Trabalho: \_\_\_\_\_  
Avaliador: \_\_\_\_\_

Tabela A

Braço	Punho			
	1	2	3	4
Ante-braço	1	2	3	4
	2	2	2	2
1	2	2	2	2
	2	2	2	2
2	2	2	2	2
	2	2	2	2
3	2	2	2	2
	2	2	2	2
4	2	2	2	2
	2	2	2	2
5	2	2	2	2
	2	2	2	2
6	2	2	2	2
	2	2	2	2

Tabela B

	Punção final do Braço e Punho =						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	2	3	3	4	5	6	7+
2	2	3	3	4	5	6	7+
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	4	5	6
5	4	4	4	5	5	6	7
6	4	4	4	5	6	6	7
7	5	5	5	6	7	7	7
8+	5	5	5	6	7	7	7

Punção final do Braço e Punho =

### B. ANÁLISE DO PESCOÇO, TRONCO E MEMBROS INFERIORES

#### Passo 9: Verificar posição do pescoço



#### Passo 9a: Ajuste

Caso haja inclinação lateral do pescoço: +1

#### Passo 10: Verificar posição do tronco



#### Passo 10a: Ajuste

Caso haja rotação lateral do tronco: +1  
Caso haja rotação lateral do tronco: -1

#### Passo 11: Pernas

Pernas e pés bem apoiados e em postura bem equilibrada: +1  
Pernas e pés mal apoiados e em postura instável: -2

#### Tabela B

Pescoço	Tronco					
	1	2	3	4	5	6
1	2	1	2	1	2	1
2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6

#### Passo 12: Cálculo da pontuação para a postura na Tabela B

Utilize os valores dos passos 9 a 11 para encontrar a pontuação para a postura na Tabela B.

#### Passo 13: Adicionar pontuação da Utilização Muscular

Caso a postura seja essencialmente estática (p.ex. mantida por mais de 1 min.) ou repetida 4 x por min ou mais: +1

#### Passo 14: Adicionar pontuação da Carga/Força

Sem carga ou carga inferior a 2 Kg (inferiormente): 0  
Força ou carga de 2 a 10 Kg (inferiormente): +1  
Força ou carga com mais de 10 Kg, choques ou aplicação de força de forma repetida: +3

#### Passo 15: Determinar a coluna da Tabela C

A pontuação completa da análise do pescoço, tronco e pernas é utilizada para determinar a coluna na Tabela C.

Punção final do Pescoço, Tronco e Membro Inferior =

Interpretação da Pontuação Final: 1 ou 2 = Aceitável; 3 ou 4 = Mais investigação; 5 ou 6 = Mais investigação e intervenção em breve; 7 = Investigação e intervenção imediata.

© adaptado por Pedro Ferraz e Ana Catarina  
Escola de Engenharia da Universidade  
email: [pedro.ferraz@ua.pt](mailto:pedro.ferraz@ua.pt)  
<http://www.iaa.ua.pt/REBA/>

# Anexo III- Folha de cálculo RULA

## FOLHA DE CÁLCULO REBA

### GRUPO A: Tronco, pescoço e pernas

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.	
Tronco			
0°-20° flexão/ extensão	1	+ 1 se há abdução ou rotação	
20°-60° flexão/ extensão	2	+ 1 se há elevação do ombro	
>60° flexão	3	-1 se apoiado suportando o peso. Acção da gravidade.	
0°-20° flexão/ extensão	1	+ 1 se há torção ou flexão lateral	
20°-60° flexão/ extensão	2		
>60° flexão	3		
0°-20° flexão/ extensão	1	+ 1 se há torção ou flexão lateral	
20°-60° flexão/ extensão	2		
>60° flexão	3		
0°-15° flexão/ extensão	1	+ 1 se há desvio lateral ou torção	
>15° flexão/ extensão	2		
Peso unilateral ou postura instável	2	+ 2 se post(s) > 60° flexão	
Peso bilateral andando ou sentado	1	+ 1 se post(s) entre 30° e 60° flexão	
Pernas			
0	1	2	+ 1
< 5 Kg	5 a 10 Kg	> 10 Kg	Choque ou atido desenfreado da força

**PONTUAÇÃO A**

Pernas	Tronco				
	1	2	3	4	5
1	1	2	2	3	4
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7
4	4	5	6	7	8
5	5	6	7	8	9
6	6	7	8	9	9

Pulso	Braço					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6
2	2	2	2	4	5	7
3	3	3	3	5	6	8
4	4	4	4	6	7	9
5	5	5	5	7	8	9
6	6	6	6	8	8	9

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

- Uma ou mais partes do corpo estáticas + 1 min.
  - Acções repetidas mais de 4x por minuto
  - A acção causa rápidas alterações à postura ou uma base instável
- Correcção: + 1 se:

### GRUPO B: Braços, antebraços e pulsos

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.	
0°-20° flexão/ extensão	1	+ 1 se há abdução ou rotação	
>20° extensão ou 20°-45° flexão	2	+ 1 se há elevação do ombro	
45°-90° flexão	3	-1 se apoiado suportando o peso. Acção da gravidade.	
>90° flexão	4		
60°-100° flexão	1		
<60° flexão ou >100° flexão	2		
0°-15° flexão/ extensão	1	+ 1 se há desvio lateral ou torção	
>15° flexão/ extensão	2		
Pega bem ajustada, mas não ideal ou a ligação é aceitável por outra parte do corpo	1	Pega não aceitável apesar de possível	
Pega difícil e insegura, sem pegos ou a ligação é inaceitável por outras partes do corpo	2		
Pega fácil e segura, com pegos e a ligação é inaceitável por outras partes do corpo	3		


**PONTUAÇÃO FINAL (REBA):**

Baseado na Nota Técnica: Rapid Entire Body Assessment (REBA); Hignett & McAtamney; Applied Ergonomics, 31, pp.201-205  
 Adaptado por Paulo Carneiro, Universidade do Minho, 2004

## Anexo IV- Folha de cálculo RSI'2017

### FOLHA DE CÁLCULO RSI'2017 (*Revised Strain Index*)

**Nota introdutória:** Os valores das variáveis são obtidos por observação direta. Os valores dos multiplicadores (M) são obtidos através da consulta das tabelas em anexo.

Posto de trabalho: _____ Tarefa: _____		Lado avaliado: Direito/Esquerdo (riscar o que não interessa) Data: _____			
Variável	Observação		Valor da variável	Multiplicador (M)	
<b>Intensidade do esforço – I</b> (Escala CR-10 de Borg – EB)	<b>Ligeiro:</b> Esforço quase impercetível ou descontraído (EB: 0-2)		____ pontos (0-10)	<b>MI</b> = ____	
	<b>Moderado:</b> esforço moderado, já perceptível (EB: 3)				
	<b>Intenso:</b> esforço evidente, mas expressão facial não alterada (EB: 4-5)				
	<b>Muito intenso:</b> esforço substancial; expressão facial alterada (EB: 6-7)				
	<b>Quase máximo:</b> Uso dos ombros e/ou tronco para desenvolver a força (EB: 8-10)				
<b>Esforços por minuto – E</b>	Nº total de esforços observados – NE	____ esforços	$\frac{NE}{TO} = \frac{\quad}{\quad}$	____ esforços/ min.	<b>ME</b> = ____
	Tempo total da observação – TO	____ min.			
<b>Duração por esforço – D</b>	Duração média por esforço (seg.)		____ seg.	<b>MD</b> = ____	
<b>Postura da mão-punho – P</b>	Ângulo de Flexão ou de Extensão em relação à posição neutra.		____ °	<b>MP</b> = ____	
<b>Duração da tarefa por dia - H</b>	Duração da tarefa por dia de trabalho (horas)		____ horas	<b>MH</b> = ____	

<b>RSI</b>	<b>MI</b>	<b>ME</b>	<b>MD</b>	<b>MP</b>	<b>MH</b>	<b>=</b>	____
------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	------

<b>Interpretação do valor final</b>	<b>RSI ≤ 10 pontos</b>	Tarefa provavelmente segura.
	<b>RSI &gt; 10 pontos</b>	Tarefa provavelmente perigosa.



## Tabelas dos Multiplicadores

**Tabela 1.** Valores para MI em função da %FMV ou da pontuação de CR-10 de Borg.

% FMV	CR-10 Borg	MI
1	-	0.53
5	0.5	1.01
10	1	1.57
15	-	2.10
20	2	2.62
25	-	3.14
30	3	3.71
40	4	5.02
50	5	6.70
60	6	8.79
70	7	11.51
80	8	15.08
90	9	19.70
100	10	25.61

**Tabela 2.** Valores de ME em função do número de esforços por minuto.

Esforços por minuto	ME
0.2	0.15
0.5	0.23
1.0	0.35
1.5	0.48
2.0	0.60
3.0	0.85
4.0	1.10
5.0	1.35
7.5	1.98
10.0	2.60
15.0	3.85
20.0	5.10
30.0	7.60
45.0	11.35
60.0	15.10
75.0	18.85
90.0	22.60
120.0	39.71
150.0	61.50

**Tabela 3.** Valores de MD em função da duração de cada esforço.

Duração do esforço (s)	MD
0.20	0.51
0.50	0.61
0.75	0.68
1.00	0.76
1.50	0.92
2.00	1.07
3.00	1.38
5.00	2.00
7.50	2.78
10.00	3.55
20.00	6.65
30.00	9.75
60.00	19.05
90.00	26.82
120.00	32.34
240.00	45.62

**Tabela 4.** Valores de MP em função da postura mão-punho.

Postura mão-punho*	MP
75° flexão	2.16
60° flexão	1.86
45° flexão	1.60
30° flexão	1.37
15° flexão	1.17
5° flexão	1.06
Posição neutra	1.00
5° extensão	1.00
15° extensão	1.00
30° extensão	1.00
45° extensão	1.06
60° extensão	1.25

\*medido em relação à postura anatómica neutra.

**Tabela 5.** Valores de MH em função da duração da tarefa por dia.

Duração da tarefa por dia (horas)	MH
0.25	0.36
0.50	0.44
1.00	0.52
1.50	0.58
2.00	0.62
3.00	0.70
4.00	0.77
6.00	0.89
8.00	1.00
10.00	1.10
12.00	1.20

Folha de cálculo RSI © Adaptado por Ana Colim (Universidade do Minho), 2021.

Baseado em Arun Garg, J. Steven Moore & Jay M. Kapellusch (2017). The Revised Strain Index: an improved upper extremity exposure assessment model, *Ergonomics*, 60:7, 912-922. DOI: 10.1080/00140139.2016.1237678