



# DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE ERGONÓMICA E APLICAÇÃO PRÁTICA NA MELHORIA DE UM POSTO DE TRABALHO DO SETOR DA CORTIÇA

**CARLOS MANUEL SANTOS DIAS DA CRUZ**

Outubro de 2021

# DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE ERGONÓMICA E APLICAÇÃO PRÁTICA NA MELHORIA DE UM POSTO DE TRABALHO DO SETOR DA CORTIÇA

Carlos Manuel Santos Dias da Cruz  
outubro de 2021

Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial



Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de  
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Carlos Manuel Santos Dias da Cruz, Nº 1160770, 1160770@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professora Marlene Ferreira Brito, mab@isep.ipp.pt

Empresa: SOCORI

Supervisão: Alfredo Silva, aamns74@gmail.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores  
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

**2021**



## *Agradecimentos*

Um agradecimento especial à minha família e à minha namorada pelo apoio na minha de decisão de ingressar numa das áreas de mestrado após a conclusão da licenciatura e todo o suporte e ajuda durante os dois anos de duração do mestrado.

Ao orientador da empresa SOCORI, o Engenheiro Alfredo Silva, pela disponibilidade que demonstrou no acompanhamento e apoio durante a inteira realização deste projeto.

À Engenheira Marlene Ferreira Brito, mesmo não sendo do mesmo ramo de engenharia, aceitou reunir comigo e apresentar-me esta proposta para Tese/Dissertação e mais tarde, por ter aceitado ser minha orientadora do ISEP, na realização deste projeto e por ter demonstrado total disponibilidade para me ajudar.

Por último, mas não menos importante, a todos os colegas com quem convivi durante todo o percurso académico, estes cinco anos e com quem partilhei experiências, vivências e dificuldades e sucessos.



## *Resumo*

No mundo em que atualmente vivemos, o foco principal da maioria das organizações é a produção em massa, mas tendo em conta uma elevada taxa de produtividade e eficiência, de modo a conseguirem ser mais competitivas nos mercados globais.

Esta cadência de produção em massa é, na maioria dos casos, conseguida com recurso à automatização dos processos produtivos, recorrendo-se a robôs que realizam tarefas de pintura ou corte, por exemplo. Porém existem sempre tarefas que ainda são realizadas com recurso a mão de obra humana, e com a necessidade de se atingir certas metas produtivas, são negligenciados alguns fatores de risco que podem potenciar o aparecimento de lesões nos trabalhadores afetados aos postos de trabalho onde se realizam as tarefas que têm de ser manuais num determinado processo produtivo.

Após surgirem as primeiras queixas que relatavam o aparecimento de sintomas associados às Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho (LMELT), em alguns trabalhadores, surgiu então a ideia para o desenvolvimento de uma ferramenta “*user friendly*” de utilização simples e intuitiva, podendo ser usada por qualquer pessoa, independentemente de ter ou não conhecimentos na área de Ergonomia. A ferramenta foi desenvolvida em linguagem *Visual Basic*, sendo uma ferramenta inovadora pois compila diversos métodos de análise ergonómica, e poderá ser um elemento auxiliar para avaliar as condições de diferentes tipologias de postos de trabalho, indicando através da resposta a algumas questões iniciais, qual o método adequado para se fazer a avaliação ergonómica de um posto de trabalho. Posteriormente foi feita a sua aplicação prática analisando um posto de trabalho industrial de uma empresa do ramo da cortiça.

## *Palavras-Chave*

Ergonomia, LMELT, VBA, Scrum, RULA, Strain Index, OWAS, Niosh, MAC, KIM



## *Abstract*

In the world we currently live in, the main focus of most organizations is mass production, but taking into account a high rate of productivity and efficiency, in order to be more competitive in global markets.

This cadence of mass production is, in most cases, achieved through the automation of production processes, using robots to perform, for example, painting or cutting tasks. However, there are always tasks that are still performed with human labor, and with the need to achieve certain production goals, some risk factors are neglected, which can potentiate the appearance of injuries in workers assigned to workstations where some tasks in a certain production process must be manually performed.

After the first complaints appeared reporting the appearance of symptoms associated with Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) in some workers, the idea for the development of a simple and intuitive "user friendly" tool, which can be used by anyone, regardless of whether they have knowledge in Ergonomics, emerged. The tool was developed in Visual Basic programming language, being an innovative tool because it compiles several methods of ergonomic analysis and can be an auxiliary element to evaluate the conditions of different types of workstations, indicating through the answer to some initial questions, which is the appropriate method to make the ergonomic evaluation of a workstation. Subsequently, its practical application was made by analysing an industrial workstation of a company in the cork industry.

## *Keywords*

Ergonomics, WMSDs, VBA, Scrum, RULA, Strain Index, OWAS, Niosh, MAC, KIM



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>XV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. ENQUADRAMENTO/CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	2
1.4. CALENDARIZAÇÃO .....	4
1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO .....	6
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1. ERGONOMIA .....	7
2.1.1. OBJETIVOS PRINCIPAIS .....	9
2.1.2. TIPOS DE ERGONOMIA .....	10
2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ERGONÓMICA .....	12
2.3. LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS LIGADAS AO TRABALHO .....	13
2.3.1. CAUSAS E FATORES DE RISCO DE LMELT .....	14
2.3.2. PRINCIPAIS LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS .....	16
<b>3. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA WATEA</b> .....	<b>19</b>
3.1. METODOLOGIA APLICADA – SCRUM .....	19
3.1.1. VALORES E PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SCRUM .....	19
3.1.2. PROCEDIMENTO .....	20
3.2. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA .....	22
3.3. MÉTODOS ABORDADOS NA FERRAMENTA WATEA .....	24
3.3.1. INDICAÇÃO DO MÉTODO ADEQUADO.....	25
3.3.2. MÉTODO RULA.....	26
3.3.3. MÉTODO OWAS .....	37

3.3.4	MÉTODO STRAIN INDEX .....	43
3.3.5	MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	51
3.3.6	MÉTODO MAC .....	57
3.3.7	MÉTODO KIM .....	67
3.3.8	TABELA RESUMO .....	74
<b>4.</b>	<b>APLICAÇÃO PRÁTICA DA WATEA NA MELHORIA DE UM POSTO DE TRABALHO.....</b>	<b>75</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO.....	75
4.2	ABORDAGEM AO PROBLEMA.....	76
4.3	ANÁLISE ERGONÓMICA DO POSTO DE TRABALHO.....	77
4.4	SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	81
4.4.1	SOLUÇÃO 1: TAPETE MÓVEL.....	81
4.4.2	SOLUÇÃO 2: PALETE MÓVEL.....	83
4.4.3	DIMENSIONAMENTO DOS TAPETES TRANSPORTADORES E ORÇAMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES.....	84
4.4.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS .....	92
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>94</b>
5.1	CONCLUSÕES FINAIS.....	94
5.2	LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	95
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS .....	97

## Índice de Figuras

FIGURA 1 – INSTALAÇÕES DA EMPRESA SOCORI [2].....	3
FIGURA 2 – CRONOGRAMA E GRÁFICO DE GANTT DA CALENDARIZAÇÃO DO PROJETO .....	5
FIGURA 3 – FATORES HUMANOS E ÁREAS DE ESTUDO DA ERGONOMIA [3] .....	8
FIGURA 4 - IMAGEM ILUSTRATIVA DE UMA TENDINITE DO PUNHO [8].....	16
FIGURA 5 - IMAGEM ILUSTRATIVA DA REGIÃO DA LESÃO ASSOCIADA AO SÍNDROME DO TÚNEL CÁRPICO [9]	17
FIGURA 6 - IMAGEM ILUSTRATIVA DAS ZONAS DOS DIFERENTES TIPOS DE RAQUIALGIAS [10] .....	17
FIGURA 7 - IMAGEM ILUSTRATIVA DO PROCEDIMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS SEGUNDO A METODOLOGIA SCRUM [12] .....	21
FIGURA 8 – USERFORM DA TELA INICIAL DA FERRAMENTA.....	23
FIGURA 9 – COMMANDBUTTON PRESENTE NAS USERFORMS DA FERRAMENTA .....	23
FIGURA 10 – OPTIONBUTTON PRESENTE NUMA USERFORMS DO MÉTODO RULA .....	23
FIGURA 11 – TOGGLEBUTTON PRESENTE NA USERFORM DE UM DOS PASSOS DO MÉTODO RULA.....	24
FIGURA 12 – CHECKBOX PRESENTE NUM DOS PASSOS DO MÉTODO RULA .....	24
FIGURA 13 – FLUXOGRAMA RESUMO ASSOCIADO DAS PERGUNTAS INICIAIS .....	25
FIGURA 14 – PASSO 1 DO MÉTODO RULA.....	27
FIGURA 15 – PASSO 2 DO MÉTODO RULA.....	28
FIGURA 16 – PASSOS 3 E 4 DO MÉTODO RULA .....	29
FIGURA 17 – PASSO 5 DO MÉTODO RULA .....	29
FIGURA 18 – PASSOS 6 E 7 DO MÉTODO RULA.....	30
FIGURA 19 – PASSO 8 DO MÉTODO RULA.....	31
FIGURA 20 – PASSO 9 DO MÉTODO RULA.....	31
FIGURA 21 – PASSOS 10 E 11 DO MÉTODO RULA .....	32
FIGURA 22 – PASSO 12 DO MÉTODO RULA .....	33
FIGURA 23 – PASSOS 13 E 14 DO MÉTODO RULA .....	33
FIGURA 24 – PASSO 15 DO MÉTODO RULA.....	34
FIGURA 25 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO RULA .....	35
FIGURA 26 – AVALIAÇÃO FINAL DO MÉTODO RULA .....	36
FIGURA 27 – PASSO 1 DO MÉTODO OWAS.....	38

FIGURA 28 – PASSO 2 DO MÉTODO OWAS.....	39
FIGURA 29 – PASSO 3 DO MÉTODO OWAS.....	40
FIGURA 30 – PASSO 4 DO MÉTODO OWAS.....	40
FIGURA 31 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO OWAS.....	41
FIGURA 32 – AVALIAÇÃO DE RISCO DO MÉTODO OWAS.....	42
FIGURA 33 – PASSO 1 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	44
FIGURA 34 - PASSO 2 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	45
FIGURA 35 – PASSO 3 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	46
FIGURA 36 – PASSO 4 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	47
FIGURA 37 – PASSO 5 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	47
FIGURA 38 – PASSO 6 DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	48
FIGURA 39 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	49
FIGURA 40 – AVALIAÇÃO FINAL DO MÉTODO STRAIN INDEX.....	50
FIGURA 41 – PASSOS 1 E 2 DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	52
FIGURA 42 – PASSOS 3 E 4 DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	53
FIGURA 43 – PASSOS 5 E 6 DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	54
FIGURA 44 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH.....	55
FIGURA 45 – AVALIAÇÃO FINAL DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	56
FIGURA 46 – PASSO 1 DO MÉTODO MAC .....	58
FIGURA 47 – PASSO 2 DO MÉTODO MAC .....	59
FIGURA 48 – PASSO 3 DO MÉTODO MAC .....	59
FIGURA 49 – PASSO 4 DO MÉTODO MAC .....	60
FIGURA 50 – PASSO 5 DO MÉTODO MAC .....	61
FIGURA 51 – PASSO 6 DO MÉTODO MAC .....	62
FIGURA 52 – PASSO 7 DO MÉTODO MAC .....	62
FIGURA 53 – PASSO 8 DO MÉTODO MAC .....	63
FIGURA 54 – PASSO 9 DO MÉTODO MAC .....	64
FIGURA 55 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO MAC .....	65
FIGURA 56 – AVALIAÇÃO FINAL DO MÉTODO MAC.....	66
FIGURA 57 – PASSO 1 DO MÉTODO KIM .....	68
FIGURA 58 – PASSO 2 DO MÉTODO KIM .....	69

FIGURA 59 – PASSO 3 DO MÉTODO KIM .....	70
FIGURA 60 – PASSO 4 DO MÉTODO KIM .....	71
FIGURA 61 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO KIM .....	72
FIGURA 62 – RESULTADO FINAL DO MÉTODO KIM .....	73
FIGURA 63 – CICLO DE TAREFAS DO POSTO DE TRABALHO EM ANÁLISE.....	76
FIGURA 64 - PASSOS 1 E 2 DA ANÁLISE ERGONÓMICA AO POSTO DE TRABALHO.....	78
FIGURA 65 – PASSOS 3 E 4 DA ANÁLISE ERGONÓMICA AO POSTO DE TRABALHO.....	78
FIGURA 66 – PASSOS 5 E 6 DA ANÁLISE ERGONÓMICA AO POSTO DE TRABALHO.....	79
FIGURA 67 – – RESULTADO FINAL DA ANÁLISE ERGONÓMICA AO POSTO DE TRABALHO .....	80
FIGURA 68 – – AVALIAÇÃO FINAL DA ANÁLISE ERGONÓMICA AO POSTO DE TRABALHO.....	80
FIGURA 69 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DA “SOLUÇÃO 1: TAPETE MÓVEL” APÓS A DEPOSIÇÃO DO SÉTIMO SACO NA PALETE .....	82
FIGURA 70 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DA “SOLUÇÃO 2: PALETE MÓVEL” APÓS A DEPOSIÇÃO DO PRIMEIRO SACO NA PALETE.....	83
FIGURA 71 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DA “SOLUÇÃO 2: PALETE MÓVEL” APÓS A DEPOSIÇÃO DOS 15 SACOS NA PALETE .....	84
FIGURA 72 – TAPETE TRANSPORTADOR COMERCIALIZADO PELA JUNGHEINRICH PROFISHOP [25 .....	88



## *Índice de Tabelas*

TABELA 1 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO RULA .....	36
TABELA 2 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO OWAS .....	42
TABELA 3 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO STRAIN INDEX .....	49
TABELA 4 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH .....	56
TABELA 5 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO MAC .....	65
TABELA 6 – NÍVEIS DE RISCO DO MÉTODO KIM .....	73
TABELA 7 – TABELA RESUMO DOS MÉTODOS ABORDADOS .....	74



## *Acrónimos*

- HFE – Human Factors and Ergonomics
- IEA – International Ergonomics Association
- KIM – Key Indicator Method
- LMELT – Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho
- LMEMS – Lesões Músculo-Esqueléticas nos Membros Superiores
- MAC – Manual Handling Assessment Chart
- NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health
- OWAS – Ovako Working Posture Analysis System
- RULA – Rapid Upper-Limb Assessment
- SI – Strain Index
- WATEA – Work Assessment Tool considering Ergonomic Aspects



# 1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o enquadramento/contextualização do problema que deu origem à elaboração da proposta de Tese/Dissertação, sendo descritas motivações para a realização deste projeto e apresentados os objetivos principais do mesmo. Faz também parte deste capítulo uma breve apresentação da empresa responsável pela proposta de Tese/Dissertação, a empresa SOCORI, a calendarização das etapas do desenvolvimento do projeto e, por fim, apresentada a estrutura e organização da dissertação, bem como os seus conteúdos abordados ao longo do trabalho realizado.

## 1.1. ENQUADRAMENTO/CONTEXTUALIZAÇÃO

Este projeto surgiu da ideia de se desenvolver uma ferramenta de apoio à análise ergonómica que conjugasse diversos métodos de avaliação ergonómica, que abrangem várias tipologias de posto de trabalho, e que foram desenvolvidos como instrumentos de análise de postos de trabalho industriais, sendo por essa razão feita, posteriormente, a análise de um posto de trabalho da empresa, com base em um dos métodos ergonómicos que compõem a ferramenta e, de acordo com a avaliação final, ser estudada a implementação das mudanças necessárias para a resolução de um problema inerente ao posto de trabalho.

O problema em causa era a falta de assiduidade dos trabalhadores afetados a um posto de trabalho da empresa, onde é feito o enchimento de sacos de rolhas de cortiça, fecho e etiquetagem dos sacos, sendo depois depositados os sacos numa palete. Estes trabalhadores foram apresentando queixas acerca do funcionamento deste posto de trabalho, onde é exigido um elevado esforço físico para o transporte e deposição dos sacos de rolhas de cortiça na palete, o que provoca fadiga muscular, e com o passar do tempo levou ao aparecimento de lombalgias, neste caso lombalgias de esforço, que se traduzem em dores, desconforto ou tensão no fundo das costas, onde se localiza a região lombar, e também queixas a nível muscular, essencialmente nos membros superiores onde é feito o esforço físico.

## 1.2. OBJETIVOS

Este projeto que foi convertido numa proposta de realização de Tese/Dissertação tem dois objetivos principais, o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à análise ergonómica de postos de trabalho industriais e a implementação dessa ferramenta para a resolução do problema real existente num posto de trabalho da empresa responsável pelo projeto, a empresa SOCORI.

Relativamente ao primeiro objetivo, foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta “*user friendly*” e apelativa que servirá de apoio à realização de análises ergonómicas de postos de trabalho industriais, considerando aspetos relacionados com a Ergonomia e a Higiene e Segurança no Trabalho, e com base no método de análise proposto e os resultados do método executado e no nível de risco associado, poderá haver necessidade de implementação de mudanças no posto de trabalho analisado de modo a ser prevenido o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas nos trabalhadores afetados ao posto de trabalho.

Relativamente ao segundo objetivo, a aplicação da ferramenta na análise ergonómica do posto de trabalho da empresa, identificar aspetos relacionados com o ambiente de trabalho que têm um impacto negativo no desempenho dos trabalhadores, e que podem ser potenciadores do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas ao longo do tempo.

## 1.3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa responsável pela proposta de desenvolvimento deste projeto, a empresa SOCORI - Sociedade de Cortiças de Rio meão S.A., nasceu em 1988 como uma filial do grupo francês ETS Christian Bourrassé, S.A., em Rio Meão, uma freguesia do concelho de Santa Maria da Feira, que pertence ao distrito de Aveiro, e iniciou a sua atividade laboral com apenas 14 funcionários, contando hoje com um total de 450 colaboradores,

distribuídos pelo vários postos de trabalho existentes nas suas instalações, apresentadas na Figura 1, que perfazem mais de 27 000 metros quadrados de área coberta [1].



Figura 1 – Instalações da Empresa SOCORI [2]

Tendo como primeiro produto as rolhas de cortiça naturais, logo expandiram a sua gama de produtos, produzindo nos dias de hoje, rolhas aglomeradas e de sidra, discos e rolhas técnicas 1+1, rolhas de microgranulados e rolhas de champanhe.

A organização detém todo processo associado à produção destas rolhas, desde a aquisição de cortiça diretamente da floresta, a receção, marcação e embalagem nos seus estaleiros, que ocupam uma área de mais de 80 000 metros quadrados, e ainda testagem, em laboratório, para controlo da qualidade.

Em termos de valores de produção, a SOCORI, tem atualmente uma produção anual de rolhas superior a 900 milhões de unidades e um volume de vendas que rondará os 45 milhões euros/ano. Sendo uma filial, uma grande parte da sua produção é encaminhada para a sua casa mãe em França, onde é feita a marcação da rolha e distribuição um pouco por toda a Europa, porém uma parte da produção é encaminhada para uma delegação da empresa no Chile, onde é feita também a marcação e distribuição pela América do Sul, sendo ainda uma parte das rolhas de cortiça e microgranulados vendidos diretamente ao cliente final de vários países do mundo [1].

## 1.4. CALENDARIZAÇÃO

Nesta secção é demonstrada na Figura 2 a calendarização das diferentes etapas do projeto que foram planeadas seguindo os princípios da metodologia seguida para o desenvolvimento deste projeto, que foi dividido em 5 fases.

A Iniciação do Projeto que consistiu em uma reunião com ambos os orientadores deste projeto, o orientador da empresa SOCORI, e o orientador da instituição de ensino para delinear a estratégia a seguir durante todo o projeto.

O passo seguinte foi realizar a pesquisa bibliográfica sobre os temas Ergonomia e Lesões Músculo-Esqueléticas que estão relacionados com o propósito do desenvolvimento deste projeto, sendo iniciada a escrita do relatório da Tese/Dissertação aquando da finalização desta pesquisa, que é a quinta fase do projeto mas que foi sendo completada durante todo projeto.

A terceira fase do projeto foi o desenvolvimento da ferramenta WATEA, Work Assessment Tool considering Ergonomic Aspects, que começou com uma abordagem inicial à linguagem de programação VBA, sendo depois feita a entrega da implementação do primeiro método e posteriormente dos restantes métodos, o que durou cerca de 15 semanas.

A quarta fase foi a aplicação prática da WATEA na melhoria de um Posto de Trabalho, foi feita a análise ergonómica do posto de trabalho, foram propostas duas soluções e feita a sua orçamentação, que levou cerca de 6 semanas.

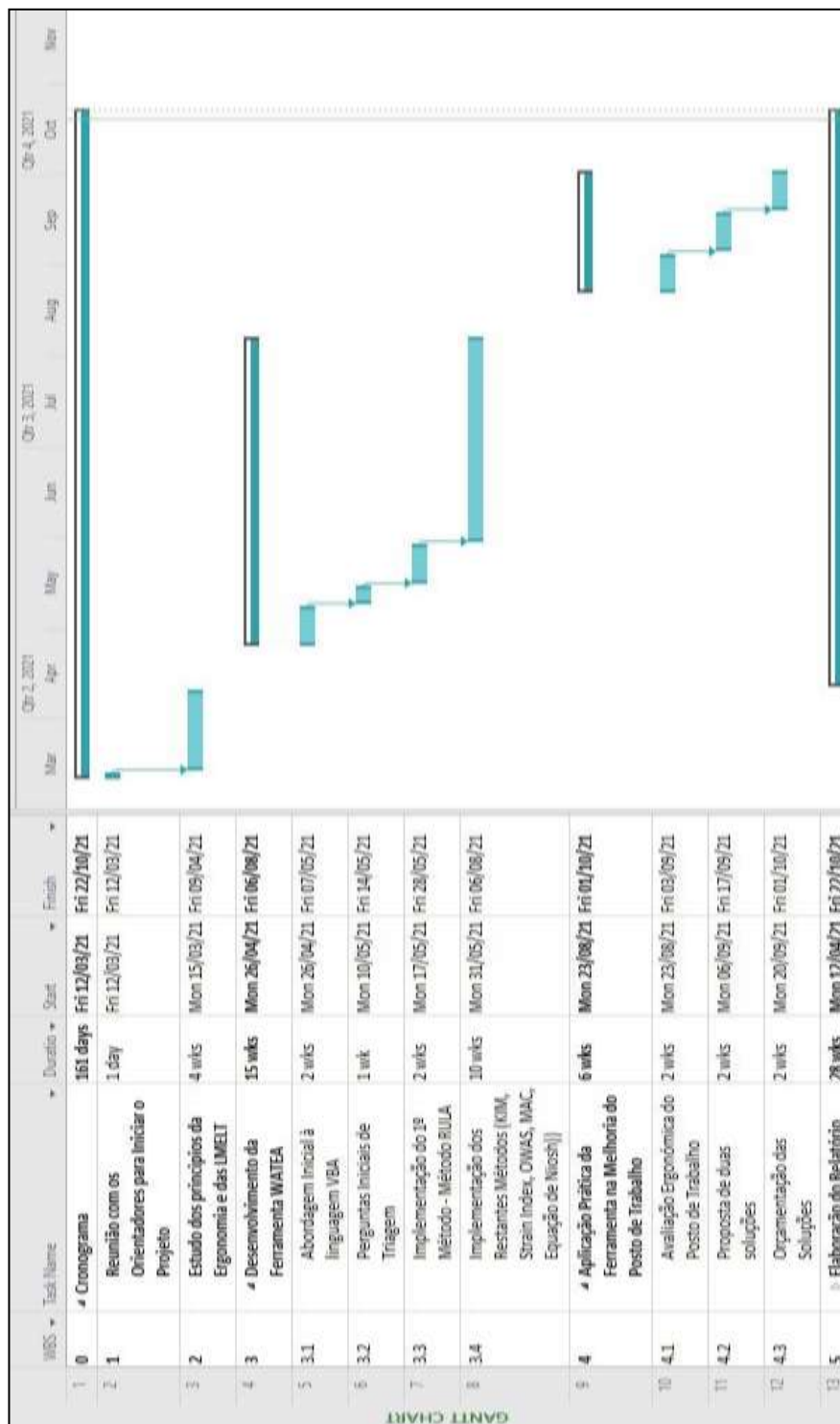


Figura 2 – Cronograma e Gráfico de Gantt da calendarização do projeto

## 1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos, sendo estes descritos de forma mais detalhada abaixo.

No Capítulo 1, a Introdução, é feita a contextualização/enquadramento do problema apresentado na proposta de Tese/Dissertação, quais os objetivos do projeto e a apresentação da empresa responsável pela proposta, a calendarização das todas a etapas do desenvolvimento do projeto e a apresentação da organização do relatório.

No capítulo 2, o Enquadramento Teórico, é apresentado o conceito de ergonomia, quais os seus objetivos, princípios base, áreas de estudo da ergonomia e os tipos de ergonomia existentes. Ainda neste capítulo é apresentado o conceito de Lesões Músculo-Esqueléticas Ligadas ao Trabalho (LMELT), quais as causas e os principais fatores de risco, e as patologias mais frequentes.

No capítulo 3, Desenvolvimento da Ferramenta WATEA, é apresentada a metodologia seguida no desenvolvimento da ferramenta, a metodologia Scrum, referindo-se os seus valores, princípios base e o seu processo aplicado no desenvolvimento de projetos. É neste capítulo que é demonstrado como foi desenvolvida a ferramenta WATEA, usando a linguagem Visual Basic, e são apresentados alguns dos elementos base dos layouts da ferramenta, e demonstrados cada passo da execução de cada um dos seis métodos que compõem a ferramenta, sendo por último apresentado uma tabela resumo.

No capítulo 4, Aplicação prática da WATEA na melhoria de um Posto de Trabalho, é feita a apresentação do posto de trabalho da empresa em análise, é explicado o problema real com o qual a organização lida e são propostas e apresentadas duas soluções para esse problema.

No quinto e último capítulo, as Conclusões, é feita uma análise global de todo o trabalho desenvolvido, reunidas as principais conclusões e perspetivados futuros desenvolvimentos.

# 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

## 2.1 ERGONOMIA

A palavra ergonomia tem como origem as palavras gregas *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras ou leis), e tem como objetivo estudar a relação entre o homem e o trabalho, sendo por isso, por vezes, denominada como a ciência do trabalho.

Segundo a IEA (International Ergonomic Association) [3], é a disciplina científica que se foca na compreensão da interação entre o ser humano e os outros elementos que completam um sistema, utilizando para isso teorias, princípios, dados e métodos para projetar a solução ideal em que se atinge o bem-estar humano e se otimiza o desempenho geral de um sistema.

Os termos ergonomia e fatores humanos são muitas vezes utilizados e referenciados como um só, e daí ter sido adotada, pela IEA, o termo HFE ou EHF (ergonomics and human factors). Os princípios essenciais do termo HFE estão enraizados em valores sociotécnicos, e são eles:

- os seres humanos são considerados ativos;
- a tecnologia é vista como ferramenta para ajudar o ser humano;
- a promoção do bem-estar e da qualidade de vida e o respeito pelas diferenças individuais.

De acordo com a IEA, o estudo da ergonomia engloba diferentes áreas que se focam em características dos atributos humanos, apresentadas na Figura 3, sendo elas:

- **Ergonomia Cognitiva:** esta área está relacionada com os processos mentais, como a perceção, memória, raciocínio e a resposta motora, que se desencadeiam na interação entre as pessoas e os outros elementos de um sistema. Aborda tópicos como o stress, tomada de decisões, carga de trabalho mental e a interação homem-computador.

- **Ergonomia Física:** esta área ocupa-se das características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica, relacionadas com a atividade física. Aborda tópicos como a postura no trabalho, manuseamento de cargas ou materiais, movimentos repetitivos, distúrbios ou lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho (LMELT), segurança e saúde do trabalhador.

- **Ergonomia Organizacional:** esta área estuda a otimização dos sistemas sociotécnicos, abrangendo estruturas organizacionais, políticas e processos. Aborda tópicos como a comunicação, o trabalho cooperativo e participativo, programação e organização do trabalho em grupo, promove uma cultura organizacional, teletrabalho e a gestão da qualidade.

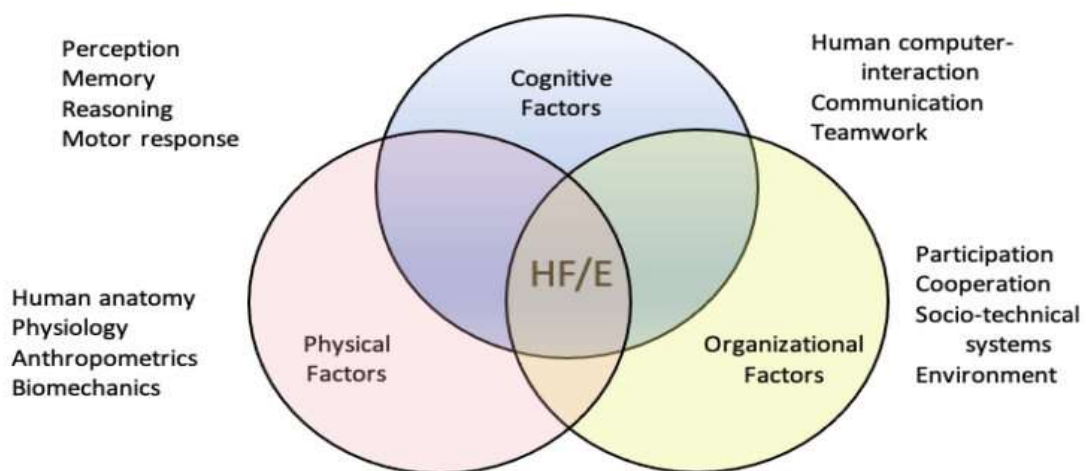


Figura 3 – Fatores humanos e áreas de estudo da Ergonomia [3]

Para além destes fatores estudados nas diferentes áreas acima referidas existem ainda fatores ambientais e outros fatores relevantes, bem como as complexas interações

entre o ser humano e outros humanos, o meio ambiente, ferramentas, produtos, equipamentos e tecnologia.

Para ser feita uma análise ergonômica eficiente é necessário um amplo conhecimento das áreas do HFE, sendo que normalmente são feitas abordagens aos problemas reais de um modo participativo, em que são consultados vários especialistas dessas diferentes áreas para se chegar a uma solução ótima para um caso real [3].

Após uma análise ergonômica adequada, conseguimos identificar uma melhoria no plano global da organização, em termos do bem-estar do trabalhador, na maximização seu desempenho, o que reduz consecutivamente os custos diretos e indiretos de uma empresa, pois colmata as perdas de produtividade, as deficiências de qualidade e da rotatividade ou ausência dos funcionários, por motivos de saúde, desgaste físico ou acidentes de trabalho.

### 2.1.1 OBJETIVOS PRINCIPAIS

Como já foi referido, em traços gerais a ergonomia tem como objetivo reduzir ou minimizar os fatores relacionados com o trabalho que têm um impacto negativo sobre o ser humano, mais concretamente, procura identificar aspetos que possam ser melhorados de modo a ser reduzida a fadiga, o stress, os erros e os acidentes de trabalho dos trabalhadores, promovendo a sua segurança e bem-estar e por conseguinte a saúde e satisfação dos mesmos.

Segundo Itiro lida, na sua obra “Ergonomia: projeto e produção” [4], são mencionados quatro objetivos principais da ergonomia, sendo eles:

- **Saúde:** este objetivo é conseguido quando as exigências do trabalho e do ambiente que rodeia o trabalhador não transpõem as suas limitações energéticas e cognitivas, evitando assim situações de *stress*, fadiga, risco de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais.

- **Segurança:** este objetivo é conseguido com os projetos do posto de trabalho, um bom ambiente de trabalho e organização do trabalho, que estejam dentro das capacidades e limitações do trabalhador, de modo a reduzir fadiga, stress, erros e acidentes de trabalho.

- **Satisfação:** este objetivo consegue-se através do atendimento às necessidades e expectativas dos trabalhadores, sendo por vezes algo não muito concreto, devido às diferenças individuais e culturais, tornando o termo satisfatório um pouco volátil, uma situação satisfatória para alguns trabalhadores, pode ser o ser para outros, pois depende sempre das expectativas e/ou necessidades de cada um. Na prática os trabalhadores satisfeitos tendem a demonstrar mais empenho, tendem adotar comportamentos mais seguros e por conseguinte apresentam maior produtividade.

- **Eficiência:** por último este objetivo é consequência de uma estratégia bem planeada e organizada do trabalho, com foco nos três objetivos mencionados anteriormente. Porém devem ser tidos em conta certos limites relativamente a este objetivo, pois a sua maximização pode implicar prejuízos na saúde e segurança dos trabalhadores.

Existem ainda alguns autores, tal como Wickens *et al*, que consideram o desempenho como um objetivo principal da ergonomia, que engloba conceitos como a diminuição de erros e a produtividade, sendo que este último nunca se deve sobrepor aos restantes, sendo que o ideal ser encontrado um ponto de equilíbrio [5].

## 2.1.2 TIPOS DE ERGONOMIA

Dada a diversidade de áreas em que a ergonomia pode intervir, alguns autores sugerem que se atribuam três tipos diferentes de ergonomia, sendo estes classificados de acordo com o objeto, o objetivo e o contexto de intervenção. Segundo o autor português Francisco Rebelo [5] são identificados três tipos distintos de ergonomia.

A **Ergonomia de Conceção e Correção** que se identifica pelo momento em que acontece a intervenção, que é levada a cabo no momento da **conceção** do posto de trabalho (**ergonomia pró-ativa**), sendo que uma das técnicas usadas é a aproximação do projeto à realidade, contruindo-se modelos tridimensionais com materiais de baixo custo, como madeira ou cartão, denominados “*mock-ups*” que permitem a antecipação de

questões que podem ser futuramente problemáticas, ou de **correção** pois a intervenção acontece para resolver problemas adjacentes a postos ou equipamentos já em funcionamento (**ergonomia reativa**), que têm um impacto negativo na saúde ou segurança dos trabalhadores, sendo que estes impactos na saúde podem levar anos a serem identificados, daí a elevada importância da atenção às condições do ambiente de trabalho, como a iluminação, ruídos ou o próprio *layout* [6].

A **Ergonomia do Produto e Produção** está dividida em duas componentes, a **ergonomia do produto** que disponibiliza metodologias que permitem serem feitas escolhas estratégicas no desenvolvimento de um produto, na perspectiva de Design Total, estando assim associada à concepção do produto final, tendo em conta o equilíbrio entre os diferentes aspetos do produto, tais como, o desempenho, conforto de utilização, adaptabilidade o utilizador e funcionalidades disponibilizadas. A **ergonomia de produção** é a componentes que se concentra em analisar as condições de trabalho a que os trabalhadores estão sujeitos e faz a introdução das melhorias necessárias, com vista em melhorar as condições de trabalho sem prejudicar a qualidade, eficiência ou produtividade do sistema [6].

A **Ergonomia Antropométrica, Informacional, dos Sistemas e Heurística** surgem com a evolução tecnológica das situações de trabalho e das funções desempenhadas pelo ser humano. A **Ergonomia Antropométrica**, também tratada por alguns autores como ergonomia gestual, está relacionada com os gestos e posturas adotadas durante o desempenho das funções laborais. A **Ergonomia Informacional** tem como princípio base dimensionar e localizar dispositivos de informação referentes às posturas corretas a adotar que estarão o dispor dos trabalhadores, tornando-os agentes ativos do sistema que tem a função de receção, tratamento e transmissão de informações que permitam a diminuição da probabilidade de erro. A **Ergonomia dos Sistemas** trata das interações de todos os elementos de um sistema produtivo e procurar definir a distribuição de tarefas entre os trabalhadores, ou seja, a sua carga de trabalho, tratando o Homem como uma parte integrante do sistema e que é estudado em conjunto com os restantes elementos de modo a ser encontrada uma solução otimizada para a interação de todas as partes. A **Ergonomia**

**Heurística** ou previsional foca a análise no modo como os trabalhadores antecipam os acontecimentos, planificam e preveem a evolução do sistema, sendo usadas as suas capacidades cognitivas na reação a diferentes situações, influenciada pela experiência e convicção dos trabalhadores, sendo assim encontrada a melhor forma de desempenharem as tarefas a eles atribuídas [6].

## 2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ERGONÓMICA

Na ferramenta desenvolvida no âmbito deste Tese/Dissertação foram abordados seis métodos de avaliação ergonómica que tem como objetivo analisar as condições reais de um dado posto trabalho e identificar quais os pontos mais graves no aspeto ergonómico e que podem proporcionar o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas.

O **Método Rula** tem como objetivo fazer uma avaliação ergonómica do esforço nos membros superiores, ou seja, avaliar a exposição dos trabalhadores a riscos de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, considerando as exigências biomecânicas e posturais das tarefas, realizadas num determinado posto de trabalho, no pescoço, tronco e membros superiores.

O **Método Owas** é uma metodologia simples, fácil e viável que destaca não só as posturas durante a realização das tarefas, mas também a carga e a força suportadas e que contribui para a identificação das posturas mais críticas, propondo posteriormente alterações a implementar associadas a um prazo de implementação.

O **Método Strain Index** faz uma avaliação do risco associado a lesões musculoesqueléticas nas extremidades dos membros superiores, ou seja, avalia o risco de desenvolvimento de doenças na mão, pulso, antebraço e cotovelo. A ferramenta é normalmente usada para avaliar o risco destas lesões em tarefas muito repetitivas ou estáticas, e que exigem muito esforço das mãos, nomeadamente tarefas de montagem.

O **Método Equação de Niosh** foi desenvolvido na forma de uma equação utilizada para, em tarefas de levantamento de cargas, calcular o **Peso Limite Recomendado** (RWL- Recommended Weight Limit) a partir de seis fatores, que variam entre o valor 0 e 1, e por

consequente, o modo multiplicativo da equação faz com que o valor do limite de peso recomendado diminua à medida que as condições reais se afastam das condições ótimas.

O **Método MAC** foi desenvolvido para ser usado como uma ferramenta destinada a avaliação de fatores de risco aquando operações de levantamento (e abaixamento), transporte e manipulação de cargas em equipa, com base em estudos biomecânicos, fisiológicos e psicofísicos decorrentes da equação de NIOSH, dando assim a possibilidade aos analistas de identificarem o risco associado à manipulação manual de cargas.

O **Método KIM** foi desenvolvido para ser usado como uma ferramenta para realizar a avaliação do risco associado a lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (LMELT), particularmente em tarefas que envolvem atividades de movimentação manual de cargas, tais como tarefas de elevar/baixar, segurar e transportar cargas.

## 2.3 LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS LIGADAS AO TRABALHO

A procura, muitas vezes desmedida, por parte das empresas pela maximização da sua produtividade para serem competitivas nos mercados nacionais e internacionais leva a que se desleixe a preocupação com o bem-estar dos trabalhadores, traduzindo-se em ritmos de trabalho intensos, turnos prolongados e ambientes de trabalhos inadequados em termos ergonómicos.

Estas condições de trabalho aliadas ao stress causado pela pressão exercida pelos superiores hierárquicos nos trabalhadores podem ser a “receita” perfeita para o aparecimento de **Lesões Músculo-Esqueléticas ligadas ao Trabalho (LMELT)** ou **(LMERT- Lesões Músculo-Esqueléticas relacionadas com o Trabalho)**. Este termo tem uma natureza coletiva que engloba um conjunto de doenças inflamatórias e degenerativas do sistema locomotor que resultam da ação de fatores de risco profissionais como a repetitividade, sobrecarga e/ou postura inadequada durante o desempenho das funções laborais. [7]

Na maioria dos casos estas lesões aparecem nos membros superiores e na coluna vertebral, no entanto podem, em alguns casos, aparecer nos membros inferiores e

articulações como os joelhos e tornozelos, dependendo da atividade profissional exercida. O **diagnóstico de LMELT** começa pela verificação se há aparecimento de forma gradual de sintomas como a **dor**, na maioria dos casos localizada, a sensação de **dormência** ou **formigueiro** nas zonas afetadas ou adjacentes, **sensação de peso**, **fadiga** ou desconforto, e **sensação de perda** ou efetivamente **perda de força**, que se podem agravar no final do dia de trabalho ou de períodos de maior intensidade, e podem ser aliviados com pausas para repouso ou períodos de férias [7].

### 2.3.1 CAUSAS E FATORES DE RISCO DE LMELT

Existem variáveis causas das LMELT, sendo que a sobrecarga a nível dos tendões, articulações, músculos e nervos constitui um importante fator de risco. Porém é possível dividir essa sobrecarga em vários elementos, tais como, elementos relacionados com a atividade de trabalho, elementos individuais e elementos organizacionais/ psicossociais.

Entende-se que fator de risco é algo que pode causar um efeito negativo no ser humano. A exposição por parte do trabalhador a um fator de risco pode causar, ou não, doença ou lesão, dependendo da duração da exposição, intensidade de exposição, frequência da exposição, e vários outros fatores adicionais.

Relativamente aos **fatores de risco** associados à **atividade de trabalho**, podemos abordar **quatro** fatores de risco [7].

Um desses fatores são as **posturas ou posições corporais**, isto é, o alinhamento corporal e sua orientação espacial, a posição relativa das várias partes do corpo durante a atividade laboral, que no caso de estarem no limite das possibilidades articulares fala-se em posição ou postura extrema, o que aumenta o risco de LMELT.

Outro fator de risco é a **aplicação de força**, o levantamento de cargas pode ser um importante fator de risco de lesão ou doença na coluna vertebral caso seja feito de forma incorreta e tendo em conta carga suportada, que se considera como uma força elevada a manipulação de cargas acima dos 4 Kg para os membros superiores. No entanto uma força

ligeira pode também causar LMELT, como por exemplo a força aplicada com os dedos e a mão numa tesoura durante o corte de tecidos.

Como fator de risco temos também a **repetitividade**, ou seja, no caso de existirem ciclos de trabalho ou tarefas em linhas de produção e que implicam movimentos idênticos, posturas e aplicações de forças sempre com as mesmas regiões anatómicas, pode ser um fator de risco de LMELT [7].

Por último, como fator de risco associado à atividade de trabalho temos a **exposição a elementos mecânicos**. O contacto do corpo do trabalhador com bancadas ou ferramentas de trabalho, como por exemplo: o choque das mãos (usadas como martelo) durante um processo de montagem ou exposição a vibrações, associada à utilização de ferramentas elétricas ou pneumáticas, pode constituir um fator de risco de LMELT [7].

Relativamente aos **fatores de risco individuais**, considera-se que **Idade** é um fator de risco mas forma indireta, pois com o aumento da idade dos trabalhadores, ou seja, o seu envelhecimento, este contribui para a diminuição da força máxima e a alterações da mobilidade e flexibilidade articular. O **sexo** ou **género** é também tido em conta, pois, embora não haja diferença entre sexos relativamente ao risco quando sujeitos a idênticas condições adversas, em média, as mulheres têm menos força muscular que os homens. Outro fator é relacionado com a **altura, peso** e outras características antropométricas, pois, frequentemente, os postos de trabalho são dimensionados para a média dos trabalhadores, o que pode ser uma incompatibilidade para quem tem medidas afastadas dos valores médios, o que pode originar ou agravar a existência de lesões. Por último **algumas doenças**, como os diabetes, doenças reumatológicas, certas doenças renais ou antecedentes de traumatismo podem constituir uma maior suscetibilidade. No caso das mulheres temos também a gravidez, que pode acarretar modificações a nível musculoesquelético [7].

Por fim, relativamente aos **fatores de risco organizacionais/psicossociais**, são abordados fatores como os **ritmos intensos de trabalho**, associados a elevadas exigências de produtividade; **monotonia de tarefas**, o que leva a situações de stress; **insuficiente suporte social**; e o **modelo organizacional de produção**, ou seja, os turnos, os ciclos de

produção, o trabalho em linha, que em alturas de picos de trabalho, podem levar ao limite as capacidades dos trabalhadores [7].

### 2.3.2 PRINCIPAIS LESÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

As lesões musculo- esqueléticas podem ser agrupadas de acordo com a estrutura do corpo humano afetada. De entre esses grupos formados temos então:

- **Tendinites** ou **tenossinovites** que são lesões localizadas ao nível dos tendões e bainhas tendinosas, como por exemplo a **Tendinite do Punho**, Figura 4, desencadeada por movimentos repetitivos de flexão/extensão do punho e dedos ou pela manutenção de uma carga numa postura inadequada [7].



Figura 4 - Imagem Ilustrativa de uma Tendinite do Punho [8]

- **Síndromes canaliculares** em que há lesão no nervo, como é o caso do **Síndrome do Túnel do Cárpico**, Figura 5, que é a lesão provocada pela compressão do nervo mediano no túnel cárpico, localizado no punho, em posições de extensão excessiva do punho ou de hiperflexão do punho [7].



Figura 5 - Imagem Ilustrativa da região da lesão associada ao Síndrome do Túnel Cárpico [9]

- **Raquialgias** em que há lesão osteoarticular e/ou muscular ao longo da coluna vertebral, vulgarmente chamadas de “**dores nas costas ou nas cruces**” e que são das queixas mais frequentes associadas ao trabalho, normalmente associadas as posturas prolongadas de pé, movimentos frequentes de flexão e extensão da coluna no manuseamento e transporte de cargas, ou permanência na posição sentada durante o trabalho, como é o caso das funções administrativas. As lombalgias e as cervicalgias são as queixas mais frequentes, apresentadas na Figura 6 [7].



Figura 6 - Imagem Ilustrativa das zonas dos diferentes tipos de Raquialgias [10]

- **Síndromes neurovasculares** em que há, tal como o nome indica, lesão nervosa e vascular simultaneamente [7].

De modo a prevenir o aparecimento deste tipo de lesões, que incapacitam os trabalhadores afetados por estas patologias, que não conseguem desempenhar corretamente as suas funções ou por vezes não ao ritmo de trabalho que seria esperado foram então desenvolvidos métodos para recolha de informação e posterior avaliação ergonómica dos postos de trabalho. Alguns desses métodos desenvolvidos estarão presentes na ferramenta WATEA desenvolvida e que serão apresentados no capítulo seguinte.

# 3. DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA WATEA

## 3.1 METODOLOGIA APLICADA – SCRUM

A metodologia seguida durante o desenvolvimento da ferramenta WATEA, Work Assessment Tool considering Ergonomic Aspects, foi a metodologia SCRUM, que é um processo (*framework*) iterativo, incremental, que está assente num conjunto de valores, princípios e práticas e que promove a integração com a realidade da organização [11].

O conceito foi apresentado pela primeira vez por dois japoneses, Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka, em 1986, sendo que no ano de 1993, era já utilizado por algumas organizações, como a Easel e a IDX, num conjunto de mais de 500 utilizadores. No ano de 1995, Jeff Sutherland e Ken Schwaber, foram responsáveis pela apresentação de forma sistemática da abordagem Scrum que foi publicada em 3 livros, e no caso deste segundo autor, mais tarde em 2001, em colaboração com Mike Beedle, publicaram a obra “Desenvolvimento Ágil de Software com Scrum” e um ano mais tarde foi um dos fundadores da Scrum Alliance [11].

Então desde o início do século XXI até aos dias de hoje, foram várias as empresas que adotaram a metodologia Scrum, de entre elas, podemos realçar o caso de grandes potências nos seus setores de atividade, tais como, a Microsoft, a Google, a Siemens ou a Nokia.

### 3.1.1 VALORES E PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SCRUM

Toda a metodologia que foi e continua a ser desenvolvida, seja qual for a área científica, está assente em alguns valores e princípios base, que funcionam como pedras

basilares e que servem como linhas gerais para a sua aplicação. A metodologia Scrum não foge à regra e tem por base cinco valores essenciais, sendo eles [11]:

- o **Empenho** (*commitment*) que se traduz na existência de um maior controlo no destino por parte de uma equipa, fazendo com que esta fique mais empenhada para alcançar o sucesso;
- a **Abertura** (*openness*) que é aprendizagem, por parte da equipa, da partilha de informação de forma positiva e continuada;
- o **Foco** (*focus*) em que a equipa se foca para completar um conjunto reduzido de tarefas em cada momento, o que contribui para o aumento da produtividade.
- o **Respeito** (*respect*) e o espírito de entreajuda que os membros das equipas aprendem e desenvolvem ao trabalharem em conjunto, partilhando sucessos e insucessos.
- a **Coragem** (*courage*) que de igual forma ao valor anterior, se desenvolve através do trabalho em conjunto, pois a equipa sente-se mais suportada e com maior acesso a recursos, e daí resulta na coragem de abraçar maiores projetos e desafios.

A metodologia Scrum segue também alguns princípios básicos, tais como, o **controlo empírico de processos**, ou seja, desenvolve-se, em ciclos curtos, um produto final dividindo-o em partes menores, que são criadas, analisadas e aprovadas, enfatizando a filosofia central do Scrum baseada na **transparência, inspeção e adaptação**, a **auto-organização**, o cumprimento de tarefas de um modo **colaborativo e interativo-incremental**, a **priorização baseada em valor** que destaca o foco desta metodologia em fornecer o máximo valor de negócio, desde o início ao fim do projeto, e por fim o **time-boxing**, que é o prazo, ou seja, descreve como o tempo é considerado como uma limitação e é usado para gerir efetivamente todo o planeamento e execução do projeto.

### 3.1.2 PROCEDIMENTO

A metodologia Scrum divide o desenvolvimento de qualquer projeto em partes mais pequenas e fáceis de gerir, os “sprints”, que normalmente duram entre uma a quatro semanas, dependendo da sua complexidade ou extensão das tarefas. As empresas formam

então equipes pequenas que podem ter até 10 elementos, e que normalmente são equipes multidisciplinares, compostas por projetistas, programadores, engenheiros e gestores de qualidade, e cada equipe fica responsável por trabalhar numa funcionalidade que é definida o início de cada sprint [11].

Durante o decorrer dos sprints, a metodologia Scrum requer a existência de reuniões de acompanhamento do estado atual do trabalho e por isso são realizadas, diariamente **reuniões curtas**, com duração que não ultrapassa os quinze minutos, e onde são discutidos os pontos chave do desenvolvimento das funcionalidades, através de questões como “o que foi feito?”, “o que falta fazer?” e “quais os obstáculos que existem?”. Deste modo é mais fácil ser identificado e resolvido qualquer problema ou impedimento ao desenvolvimento do projeto [11].

Na Figura 7, apresentada abaixo, está ilustrado um exemplo gráfico do funcionamento geral do processo de desenvolvimento de um produto, através da metodologia Scrum.

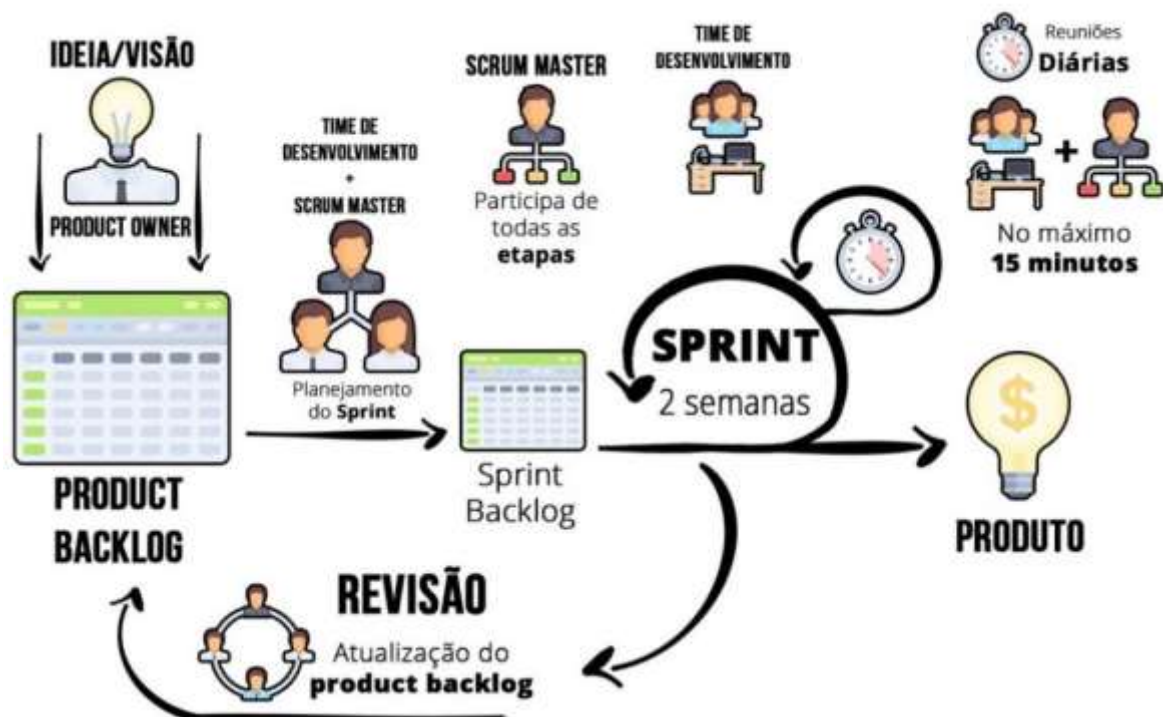


Figura 7 - Imagem Ilustrativa do Procedimento de desenvolvimento de Projetos segundo a metodologia Scrum [12]

O procedimento apresentado na Figura 7, foi aplicado durante o desenvolvimento da ferramenta WATEA, que consistiu em dividir a ferramenta em partes mais pequenas, que neste caso foram os métodos de análise ergonómica, os “*sprints*”, que duraram em média entre 1 a 2 semanas, fazendo-se reuniões para avaliação e correção alguns aspetos e onde era feita também a planificação dos *sprints* seguintes.

## 3.2 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

A ferramenta WATEA foi desenvolvida tendo por base a linguagem de programação *Visual Basic*, mais concretamente VBA, *Visual Basic for Applications*, usando para isso o ambiente de desenvolvimento disponível pela ativação da função de Programador/Desenvolvedor que integra o *software* Microsoft Excel.

Esta linguagem de programação é “guiada por eventos”, isto é, o utilizador, ao pressionar teclas ou botões presentes nas janelas, desencadeia a execução de procedimentos (eventos) que levam á execução de determinadas tarefas. Os programas desenvolvidos são executados, por exemplo, através de um botão a que se associa uma função, denominada como “macro”, sendo que neste caso será a função de executar o programa pretendido.

Em relação ao programa desenvolvido, este é composto por várias janelas, a que se dá o nome de *userform*, e é nestas janelas de interação com o utilizador que se colocam os objetos, como por exemplo botões que irão desencadear certas ações ao serem premidos. No caso da Tela Inicial do programa, apresentada abaixo na Figura 8, é através de la que é feito o primeiro contacto do utilizador com a ferramenta e por essa razão é apresentado um pequeno resumo sobre a função da ferramenta e quais os métodos que compõem a mesma.



Figura 8 – Userform da Tela Inicial da Ferramenta

De entre os botões que estão presentes nas *userforms* que compõem o programa, destacam-se quatro tipos:

- *CommandButtons*: botões de comando que ao serem clicados desencadeiam uma ação, por exemplo, continuar para a tela seguinte, voltar à tela anterior ou atribuir um valor a uma variável (Figura 9);



Figura 9 – CommandButton presente nas *userforms* da ferramenta

- *OptionButtons*: são botões presentes nos métodos que utilizam imagens ilustrativas, por isso estes botões têm a si associados uma imagem, e casos sejam selecionados atribuirão um dado valor um variável (Figura 10);

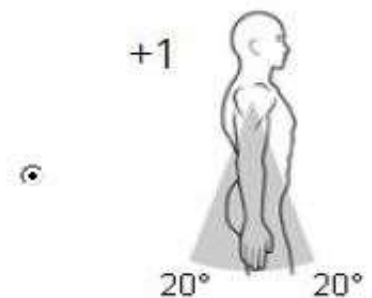


Figura 10 – OptionButton presente numa *userforms* do Método Rula

- *ToggleButton*: estes botões estão apenas presentes no Método Rula, pois este método contém a possibilidade de ser feito o ajuste a alguns dos seus passos, caso se verifiquem a veracidade de algumas condições. A função de *toggle* permite a mudança de estado do botão entre “True/False”, que este botão seja “ativado/desativado”, alterando assim o valor previamente atribuído à variável (Figura 11);

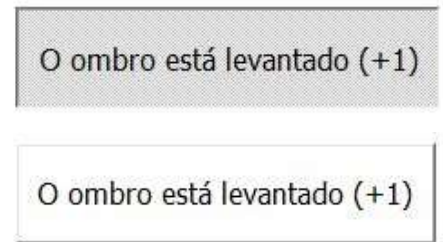


Figura 11 – ToggleButton presente na *userform* de um dos passos do Método Rula

- CheckBoxes: estes elementos, ao serem seleccionados, atribuem um dado valor à variável (Figura 12).

- Há ligeira rotação do pulso (+1)
- Há rotação do pulso até ao limite (+2)

Figura 12 – CheckBox presente num dos passos do Método Rula

### 3.3 MÉTODOS ABORDADOS NA FERRAMENTA WATEA

A ferramenta WATEA tem a função de, mediante a resposta a algumas questões, indicar qual o método mais adequado para realizar a avaliação ergonómica do posto de trabalho, abrangendo tarefas de movimentação manual de cargas, tarefas repetitivas ou estáticas envolvendo membros superiores, e ainda tarefas realizadas individualmente ou em equipa.

### 3.3.1 INDICAÇÃO DO MÉTODO ADEQUADO

Após a tela inicial o utilizador terá de responder a algumas perguntas iniciais de triagem relacionadas com o posto de trabalho, apresentadas no fluxograma da Figura 13, que, de acordo com as respostas selecionadas, o conduzirão para o método mais adequado para auxiliar na avaliação ergonómica do posto de trabalho.

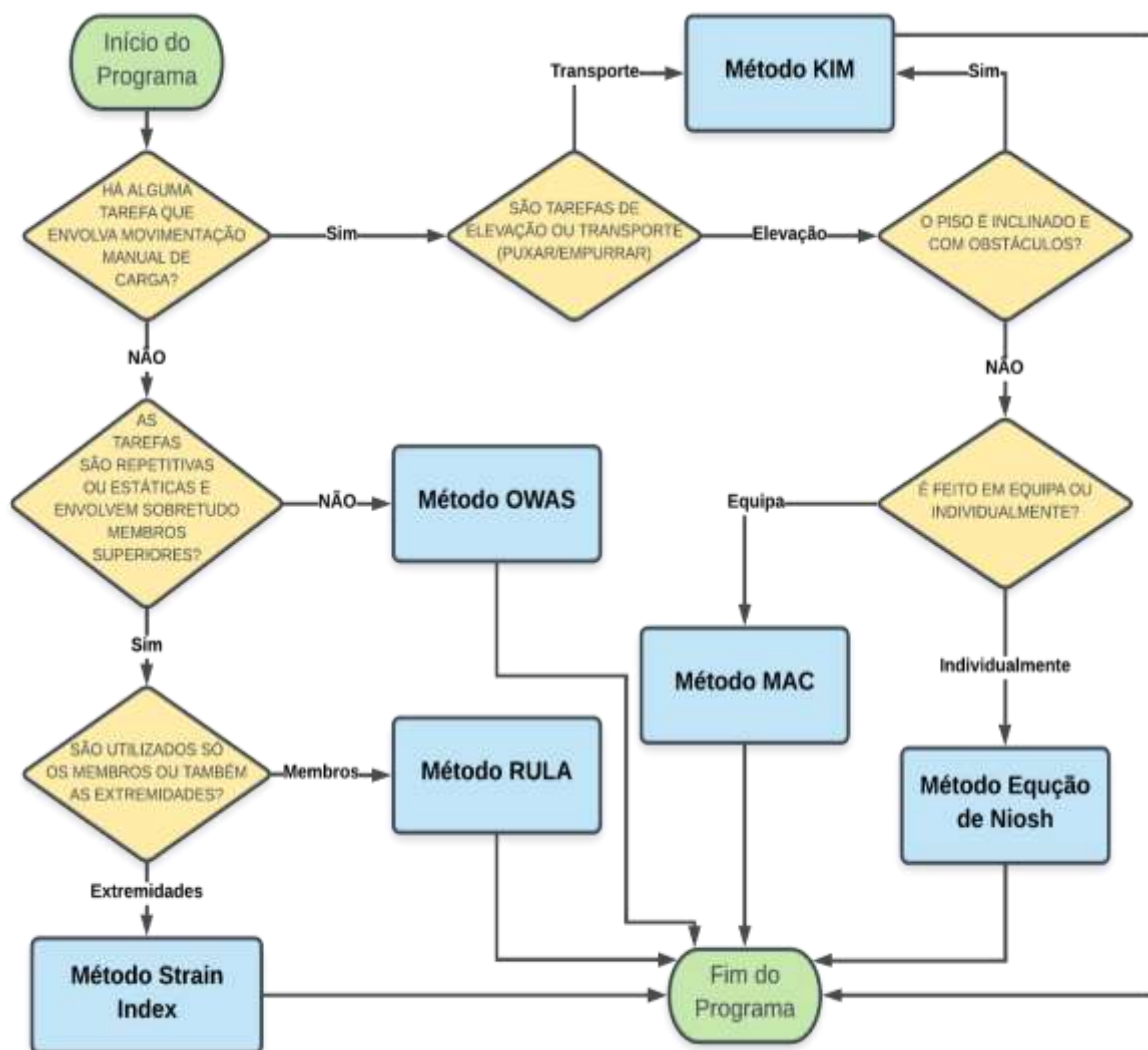


Figura 13 – Fluxograma resumo associado das Perguntas Iniciais

### 3.3.2 MÉTODO RULA

O Método Rula (Rapid Upper Limb Assessment) foi inicialmente desenvolvido por McAtamney e Corlett, [13][14] em 1993 na Universidade de Nottingham, e tem como objetivo fazer uma avaliação ergonômica do esforço nos membros superiores, ou seja, avaliar a exposição dos trabalhadores a riscos de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, considerando as exigências biomecânicas e posturais das tarefas, realizadas num determinado posto de trabalho, no pescoço, tronco e membros superiores.

Inspirado inicialmente na indústria têxtil, onde as tarefas a realizar são de corte, costura, inspeção e embalagem, este método foi desenvolvido para ser usado de forma simples e intuitiva, não sendo necessário equipamento específico, ainda que a sua avaliação possa depender de alguma experiência do avaliador, da recolha dos dados e do ângulo com que se fazem as observações das posturas laborais [13].

Através de figuras ilustrativas de cada parte do corpo, estabelecem-se as respetivas pontuações, que são posteriormente conjugadas através de tabelas, e desta forma se obtém a Pontuação Rula, que servirá de base para ser feita a avaliação ergonômica do posto de trabalho em análise.

A Pontuação Rula é o resultado da relação das pontuações globais referentes aos dois grupos principais que compõem o método:

- Grupo A: em que é feita a análise ergonômica da posição do braço, antebraço e pulso;
- Grupo B: em que é feita a análise ergonômica da posição do pescoço, tronco e pernas.

### 3.3.2.1 POSIÇÃO DO BRAÇO

No primeiro passo do Método Rula [15], apresentado na Figura 14, o utilizador tem de seleccionar uma das cinco imagens ilustrativas, ou seja, seleccionar um dos *Option Buttons*, que melhor se adequa à posição real do braço no desempenho da tarefa que está a ser analisada. Cada imagem atribui um valor numérico à variável “Pontuação do Braço” e tem também associada a cor correspondente ao nível de risco.

As pontuações atribuídas pela seleção das imagens ilustrativas podem ser posteriormente ajustadas mediante a veracidade de algumas condições presentes que podem ser seleccionadas através dos *Toogle Buttons* do “Ajuste ao Passo 1”.



Figura 14 – Passo 1 do Método Rula

### 3.3.2.2 POSIÇÃO DO ANTEBRAÇO

No segundo passo do Método Rula [15], apresentado na Figura 15 o utilizador tem de seleccionar uma das imagens ilustrativas que melhor se adequa à posição real do antebraço no desempenho da tarefa que está a ser analisada. Cada imagem atribui um valor numérico à variável “Pontuação do Braço” e tem também associada a cor correspondente ao nível de risco.

As pontuações atribuídas pela seleção das imagens ilustrativas podem ser posteriormente ajustadas mediante a veracidade da condição presente que pode ser selecionada através do *Toogle Button* do “Ajuste ao Passo 2”.

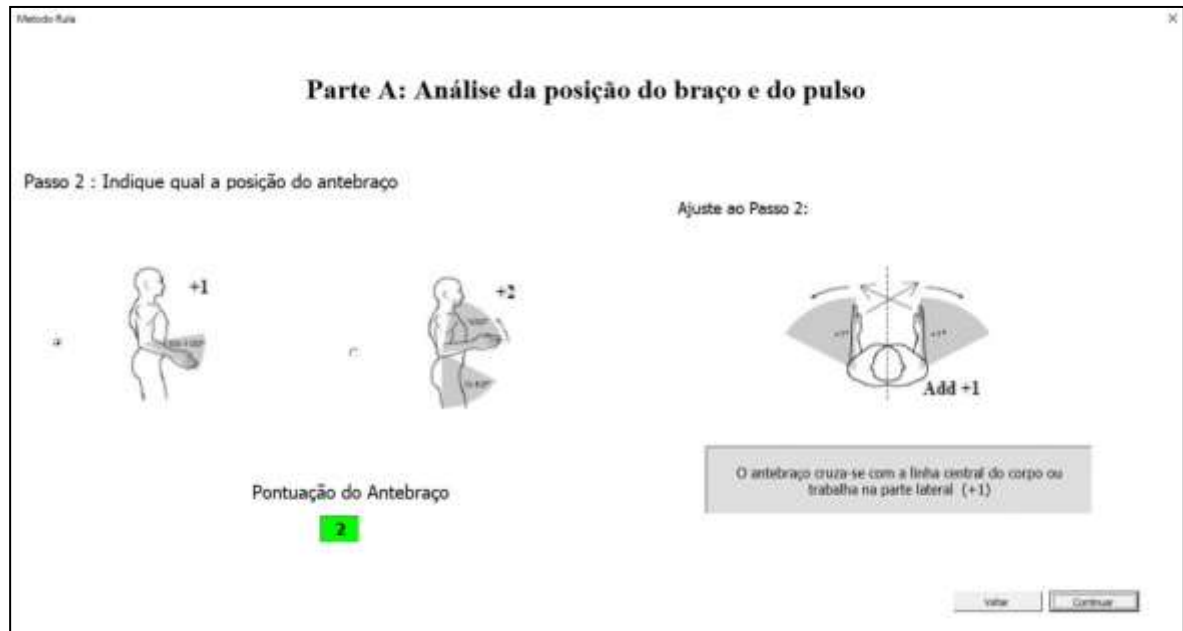


Figura 15 – Passo 2 do Método Rula

### 3.3.2.3 POSIÇÃO DO PULSO E ROTAÇÃO DO PULSO

Os passos três e quatro do Método Rula [15], apresentado na Figura 16, estão incluídos na mesma *userform*, e atribuem não só as pontuações relacionadas com a posição e rotação do pulso durante o desempenho da tarefa em análise, mas também é demonstrado a cor associada ao nível de risco a que cada posição do pulso e rotação de pulso pertence.

Em seguida está presente também a possibilidade de ajustar a pontuação atribuída à posição do pulso em caso de se verificar a veracidade da condição apresentada no “Ajuste ao Passo 3”.

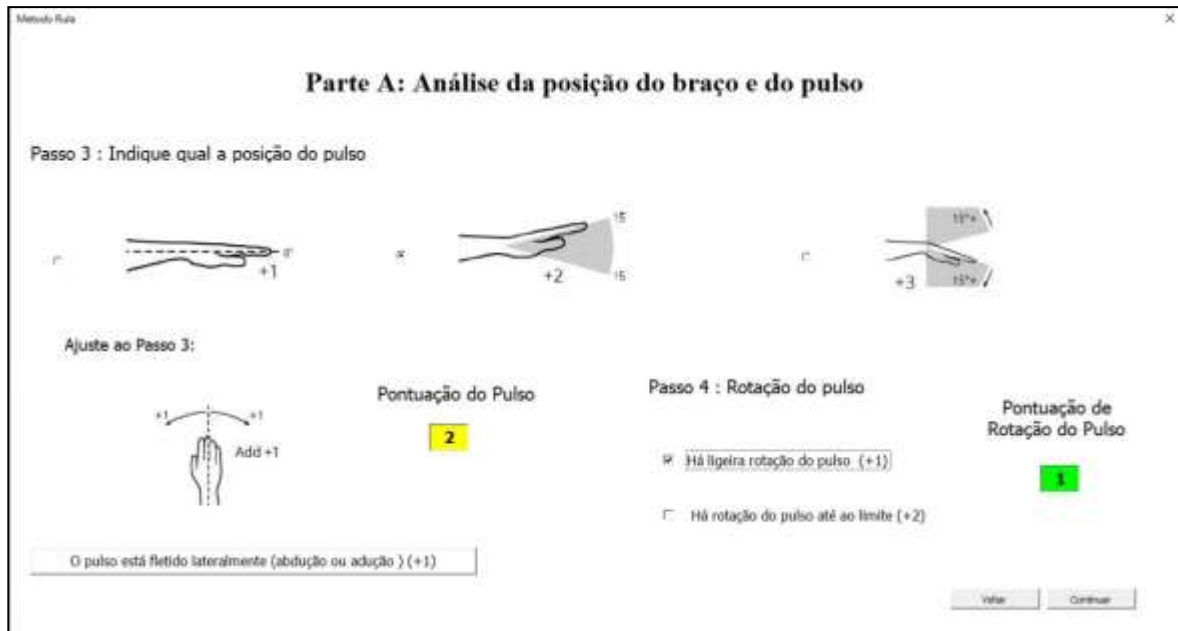


Figura 16 – Passos 3 e 4 do Método Rula

### 3.3.2.4 PONTUAÇÃO POSTURA A

Após a execução dos primeiros quatro passos do Método Rula, e conjugando, através da Tabela A [15], presente na Figura 17, as pontuações atribuídas às variáveis relacionadas com as partes do corpo até ao momento analisadas, é determinada a pontuação da Postura A.

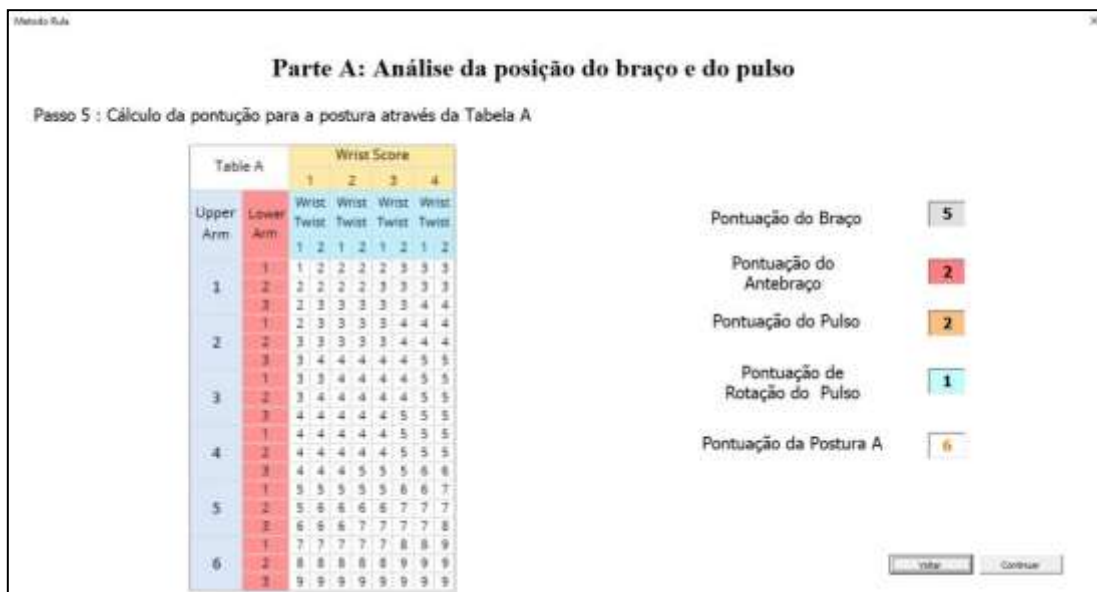


Figura 17 – Passo 5 do Método Rula

### 3.3.2.5 PONTUAÇÃO DA UTILIZAÇÃO MUSCULAR E DE CARGA/FORÇA

Depois de ser determinada a Pontuação da Postura A, na Figura 18 estão os passos 6 e 7 do método [15], em que o utilizador seleciona as opções que correspondem ao tipo de postura que influenciará a Pontuação de Utilização Muscular, e também o valor da Força ou Carga suportadas durante a realização a tarefa em análise.

The screenshot shows a software window titled 'Método Rula' with a close button in the top right corner. The main heading is 'Parte A: Análise da posição do braço e do pulso'. Below this, there are two sections: 'Passo 6 : Adicionar a Pontuação de Utilização Muscular' and 'Passo 7 : Adicionar a Pontuação de Carga/Força'. In the 'Passo 6' section, there are two radio button options: 'A postura é essencialmente estática (+1)' (unchecked) and 'A postura é mantida por mais de 1 minuto ou é repetida por mais de 4x por minuto (+1)' (checked). To the right of these options, the 'Pontuação de Utilização Muscular' is displayed as '1' in a green box. In the 'Passo 7' section, there are four radio button options: 'Sem carga ou carga inferior a 2 Kg (Intermitente) (+0)' (unchecked), 'Força ou carga de 2 a 10 Kg (Intermitente) (+1)' (unchecked), 'Força ou carga de 2 a 10 Kg (estática ou repetida) (+2)' (checked), and 'Força ou carga superior a 10 Kg, choques ou aplicação de força de forma repetida (+3)' (unchecked). To the right of these options, the 'Pontuação de Carga/Força' is displayed as '2' in an orange box. At the bottom right of the window, there are two buttons: 'Início' and 'Continuar'.

Figura 18 – Passos 6 e 7 do Método Rula

### 3.3.2.6 PONTUAÇÃO FINAL DO PULSO E MEMBROS SUPERIORES

No Passo 8 do Método Rula [15], apresentado na Figura 19, fazemos então a soma das pontuações atribuídas à Utilização Muscular e a Carga/Força suportadas para obtermos desta forma a pontuação total da primeira parte do Método Rula, da análise referente ao Braço, Antebraço e Pulso, a Pontuação Final do Pulso e Membro Superior. Com este valor fica então selecionada a linha da Tabela C, pela qual iremos obter a Pontuação Rula, aquando da conclusão da análise ergonómica.

Método Rula

### Parte A: Análise da posição do braço e do pulso

Passo 8 : Determinar a linha da Tabela C

A pontuação completa da análise do membro superior e pulso é utilizada para determinar a linha na tabela C.

Table C	Neck, Trunk, Leg Score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
B=	5	5	6	7	7	7	7

Pontuação da Postura A: 6  
 Pontuação de Utilização Muscular: 1  
 Pontuação de Carga/Força: 2  
 Pontuação Final do Pulso e Membro Superior: 3

Figura 19 – Passo 8 do Método Rula

### 3.3.2.7 POSIÇÃO DO PESCOÇO

O passo 9 é o primeiro passo da Parte B do Método Rula [15], apresentado na Figura 20, e recai sobre a posição do pescoço do trabalhador enquanto executa a sua tarefa. Tal como já foi visto em alguns dos passos anteriores, é possível também neste passo ajustar o valor da pontuação do pescoço, se as condições apresentadas no “Ajuste ao Passo 9” forem verificadas.

Método Rula

### Parte B: Análise da posição do pescoço, tronco e membros inferiores

Passo 9: Indique qual a posição do pescoço

+1 0-10°  
 +2 10-20°  
 +3 20°+  
 +4 in extension

Ajuste ao Passo 9:

Pontuação do Pescoço: 3

Figura 20 – Passo 9 do Método Rula

### 3.3.2.8 POSIÇÃO DO TRONCO E PERNAS

Os passos 10 e 11 [15], apresentados na Figura 21, incidem sobre as posições do tronco e das pernas. Em relação ao passo 10, existe, mais uma vez, a possibilidade de ajustar a posição selecionada através da seleção de um dos “ToggleButtons” do “Ajuste ao Passo 10”, em caso de ser verificada qualquer uma das condições apresentadas, ou as duas condições se for o caso.

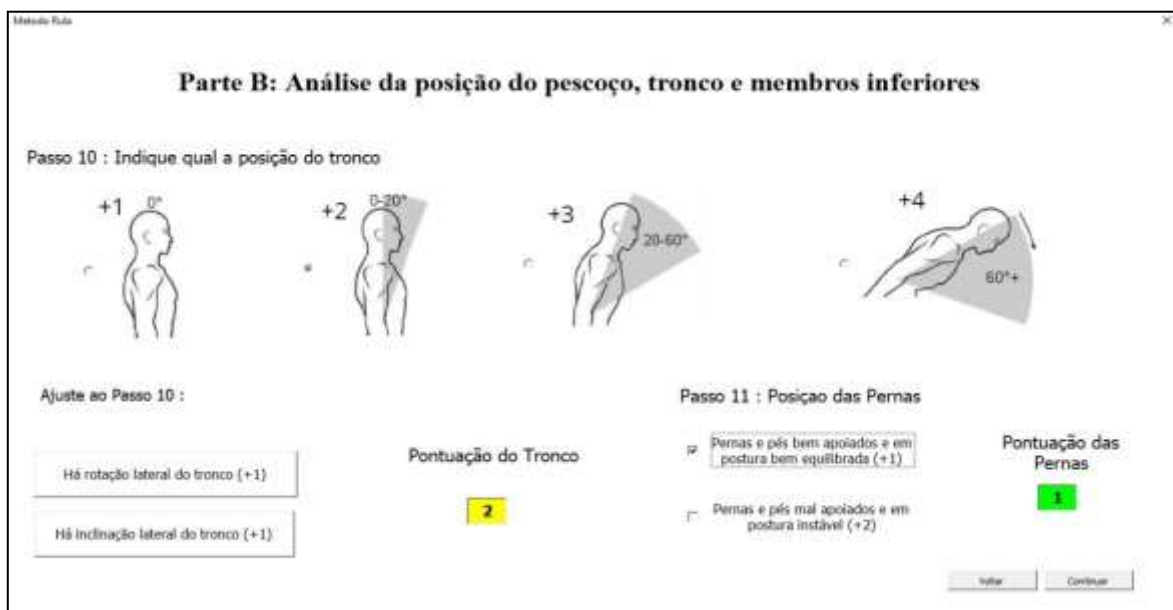


Figura 21 – Passos 10 e 11 do Método Rula

### 3.3.2.9 PONTUAÇÃO POSTURA B

Após a execução dos primeiros dois passos da Parte B do Método Rula, e conjugando, através da Tabela B [15], apresentada na Figura 22, as pontuações atribuídas às variáveis relacionadas com as partes do corpo nesta parte analisadas, é determinada a Pontuação da Postura B.

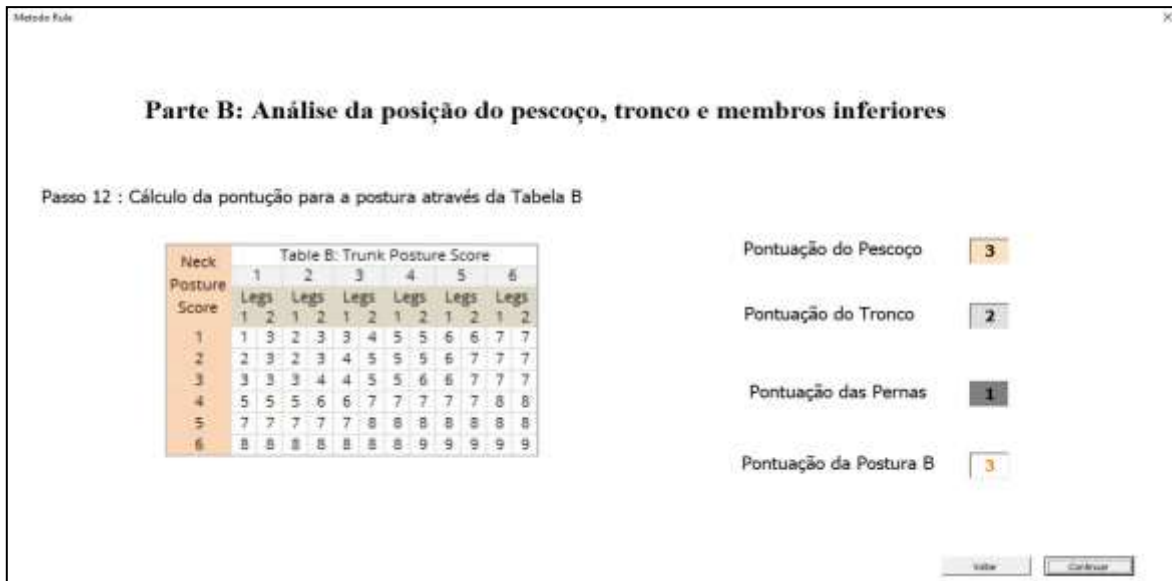


Figura 22 – Passo 12 do Método Rula

### 3.3.2.10 PONTUAÇÃO DA UTILIZAÇÃO MUSCULAR E DE CARGA/FORÇA

Depois de ser determinada a Pontuação da Postura B, na Figura 23 estão presentes os passos 13 e 14 do método [15], em que o utilizador seleciona as opções que correspondem ao tipo de postura que influenciará a Pontuação de Utilização Muscular, e também o valor da Força ou Carga suportadas durante a realização a tarefa em análise.

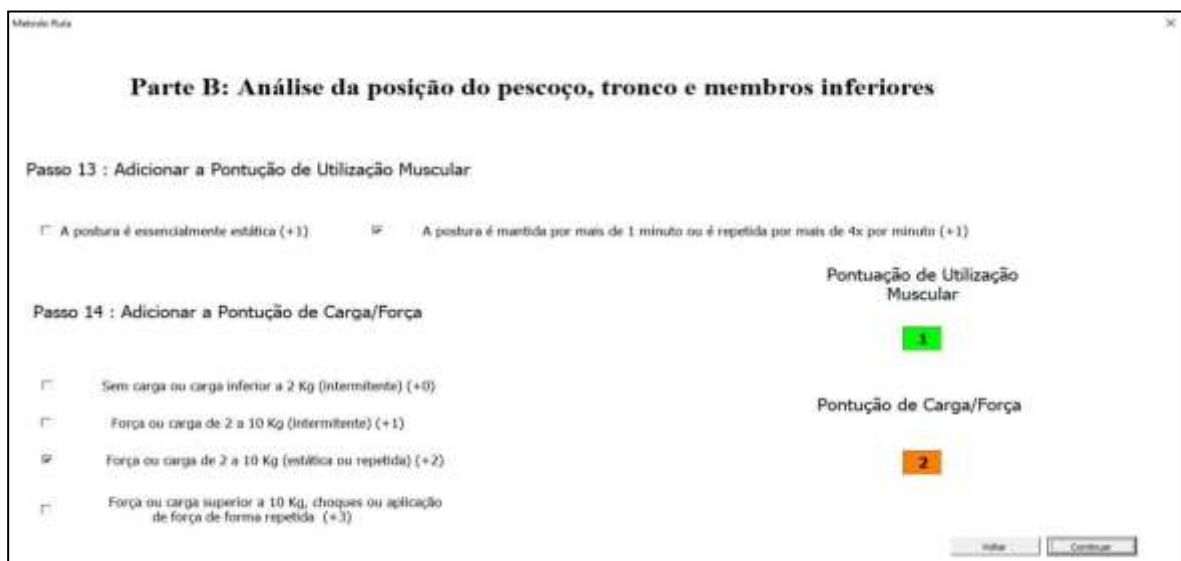


Figura 23 – Passos 13 e 14 do Método Rula

### 3.3.2.11 PONTUAÇÃO PARTE B

No Passo 15 do Método Rula [15], apresentado na Figura 24, fazemos então a soma das pontuações atribuídas à Utilização Muscular e a Carga/Força suportadas para obtermos desta forma a pontuação total da segunda parte do Método Rula, da análise referente ao Pescoço e Tronco, a Pontuação Final do Pescoço, Tronco e Membro Inferior.

Com este valor fica então selecionada a coluna da Tabela C, pela qual iremos obter a pontuação com o qual é possível conhecer o nível de risco associado ao posto de trabalho, a Pontuação Rula, aquando da conclusão da análise ergonómica.

**Parte B: Análise da posição do pescoço, tronco e membros inferiores**

Passo 15 : Determinar a coluna da Tabela C

A pontuação completa da análise do pescoço, tronco e membros inferiores é utilizada para determinar a coluna na tabela C.

Table C	Neck, Trunk, Leg Score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
B+	5	5	6	7	7	7	7

Pontuação da Postura B: 3

Pontuação de Utilização Muscular: 1

Pontuação de Carga/Força: 2

Pontuação Final do Pescoço, Tronco e Membro Inferior: 5

Voltar Continuar

Figura 24 – Passo 15 do Método Rula

### 3.3.2.12 PONTUAÇÃO RULA

O Resultado Final do Método Rula, apresentado na Figura 25, é então denominado por **Pontuação Rula** que é obtida através da Tabela C [15] apresentada na userform presente na imagem abaixo, e que faz a conjugação das pontuações globais obtidas para ambas as partes do método. No caso que foi apresentado como exemplo durante a exposição dos passos do Método Rula ao longo deste capítulo, temos então uma pontuação de **9** valores para a **Pontuação Final do Pulso e Membro Superior**, e então, a linha será a **“8+”**, e temos uma pontuação de **6** valores para a **Pontuação Final do Pescoço, Tronco e Membro Inferior** o que faz com que seja selecionada então a coluna **“6”**. Com a conjugação destes dois parâmetros temos então uma **Pontuação Rula** de **7** valores, que é o valor mais elevado possível deste método.



Figura 25 – Resultado Final do Método Rula

Com base na Pontuação Rula calculada e de acordo com a Tabela 1, apresentada abaixo, é feita então análise ergonómica do posto de trabalho, sendo atribuído então o nível de risco do aparecimento de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, LMEMS, associado.

Tabela 1 – Níveis de Risco do Método Rula [15]

Pontuação SI	Avaliação Ergonómica
≤ 2	Postura Aceitável, não é necessário implementar mudanças
3-4	Há necessidade de mais investigação, mudanças poderão ter de ser implementadas
5-6	Há necessidade de mais investigação, mudanças têm de ser implementadas brevemente
>7	Há necessidade de mais investigação, mudanças têm de ser implementadas o quanto antes

Por fim, com base na avaliação ergonómica realizada ao longo da demonstração dos passos do Método Rula, ao longo deste subcapítulo, o valor da Pontuação Rula obtido foi de 7, e por conseguinte a tarefa está inserida no nível de risco mais elevado que é caracterizado pela necessidade de se realizar mais investigação porém será necessário implementar medidas corretivas o quanto antes, como apresentado na Figura 26.

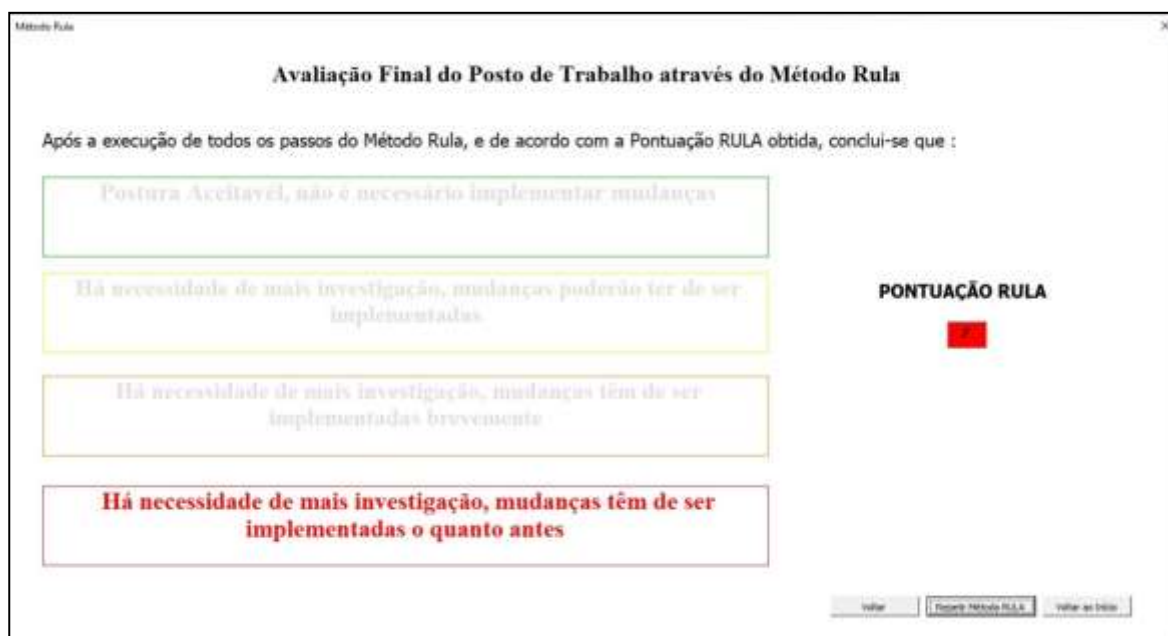


Figura 26 – Avaliação Final do Método Rula

### 3.3.3 MÉTODO OWAS

O Método **OWAS** (*Ovako Working posture Analysing System*) foi originalmente proposto por um grupo de três investigadores de um grupo finlandês da indústria siderúrgica, um ramo da metalurgia que se dedica ao tratamento de aço e ferro fundidos, e em colaboração com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, no ano de 1977[13].

O método tem como objetivo identificar e avaliar posturas inadequadas durante os processos produtivos e desta forma ajudar a prevenir futuras lesões musculoesqueléticas, contribuindo para a diminuição da incapacidade dos operadores trabalharem e evitar em último caso o absentismo, o que se refletia em custos adicionais para as empresas. É uma metodologia simples, fácil e viável que destaca não só as posturas durante a realização das tarefas, mas também a carga e a força suportadas e que contribui para a identificação das posturas mais críticas, propondo posteriormente alterações a implementar associadas a um prazo de implementação.

Através de observações das diferentes posturas adotadas pelos trabalhadores durante a realização das suas tarefas, em vários setores profissionais diferentes, os investigadores Osmu Karku, Pekka Kansu e Liikka Kuorinka estabeleceram então algumas posições básicas, de entre elas: quatro posições para o tronco, três para os braços e sete posições para as pernas. Estas posições foram posteriormente representadas com figuras ilustrativas, cada uma com uma pontuação associada [13].

À sequência de quatro dígitos, sendo que cada dígito representa a posição do tronco, braços, pernas e carga/força suportadas, deu-se o nome de **Código de Postura**. Com base nesse código é então determinada a **Categoria de Risco**, que está dividida em quatro níveis de risco, cada um com ações e tempo de implementação de mudanças associados.

### 3.3.3.1 CÓDIGO DE POSTURA

O código de Postura é uma sequência de quatro dígitos, sendo que o algarismo atribuído a cada dígito, é referente à posição observada de cada parte do corpo analisada durante a realização das tarefas laborais. O primeiro dígito refere-se à posição do tronco, o segundo dígito é relativo à posição dos braços, o terceiro dígito reflete a posição dos membros inferiores, as pernas, sendo o último dígito referente as partes do corpo analisadas, ficando o quarto dígito para se associar à carga e força suportadas pelo trabalhador quando adota a postura em análise [16].

#### 3.3.3.1.1 POSIÇÃO DO TRONCO

Para a atribuição do algarismo referente a Posição do Tronco [16] o utilizador terá de escolher umas das quatro figuras ilustrativas presentes na *userform* do Passo 1, na Figura 27, apresentada abaixo. Com base nessa escolha será então atribuído o algarismo correspondente ao “Dígito Tronco” e será apresentado a cor correspondente à gravidade da postura selecionada.



Figura 27 – Passo 1 do Método OWAS

### 3.3.3.1.2 POSIÇÃO DOS BRAÇOS

Para a atribuição do algarismo referente a Posição dos Braços [16] o utilizador terá de escolher umas das três figuras ilustrativas presentes na *userform* do Passo 2, na Figura 28, apresentada abaixo. Com base nessa escolha será então atribuído o algarismo correspondente ao “Dígito Braços” e será apresentado a cor correspondente à gravidade da postura selecionada.



Figura 28 – Passo 2 do Método OWAS

### 3.3.3.1.3 Posição das Pernas

Para a atribuição do algarismo referente a Posição das Pernas [16] o utilizador terá de escolher umas das sete figuras ilustrativas presentes na *userform* do Passo 3, na Figura 29, apresentada abaixo. Com base nessa escolha será então atribuído o algarismo correspondente ao “Dígito Pernas” e será apresentado a cor correspondente à gravidade da postura selecionada.



Figura 29 – Passo 3 do Método OWAS

### 3.3.3.1.4 CARGA E FORÇAS SUPOSTADAS

Por fim, para a atribuição do último algarismo do **Código de Postura**, referente a Carga e Forças Suportadas [16], o utilizador terá de escolher um dos três níveis da tabela presente na *userform* do Passo 4, na Figura 30, apresentada abaixo. Com base nessa escolha será então atribuído o algarismo correspondente ao “Dígito Carga” e será apresentado a cor correspondente à gravidade da postura selecionada.



Figura 30 – Passo 4 do Método OWAS

### 3.3.3.2 CATEGORIA DE RISCO

Após a conclusão da escolha das figuras ilustrativas correspondentes às posições da parte do corpo e a cargas/forças suportadas que caracterizam a tarefa e/ou o posto de trabalho em análise, temos um conjunto de quatro algarismos, que formam o **Código de Postura**, e que servem para identificar a **Categoria de Risco**, que é a variável a determinar para posteriormente ser feita a análise ergonómica.

A **Categoria de Risco** está dividida em quatro níveis, desde o nível de baixo risco, representado pelo valor 1 e pela cor verde, o nível de algum risco representado pelo valor 2 e a pela cor amarelo, o risco moderado representado pelo valor 3 e a cor laranja, e o nível de risco mais elevado, representado pelo valor 4 e com a cor azul associada. Através da tabela, apresentada na Figura 31, faz-se a associação entre o Código de Postura obtido e o nível de risco correspondente. [16]



Figura 31 – Resultado Final do Método OWAS

Na Tabela 2 são apresentados os diferentes níveis da Categoria de Risco, sendo descrita a possibilidade de causar danos musculo esqueléticos e qual ação, caso seja necessária, a tomar e em que espaço de tempo devem ser tomadas essas ações.

Tabela 2 – Níveis de Risco do Método OWAS [16]

Categoria de Risco	Nível de Risco	Descrição e Ação Requerida
1	Baixo Risco	Postura normal sem danos músculo-esqueléticos. Não requer ação
2	Algum Risco	Postura com possibilidade de causar danos músculo esqueléticos. Requer ação corretiva a curto - médio prazo
3	Risco Moderado	Postura causadora de danos músculo-esqueléticos. Requer ação corretiva, o mais rápido possível
4	Alto Risco	Postura causadora de grandes danos músculo-esqueléticos. Requer ação corretiva imediata

Com base nas escolhas feitas ao longo da demonstração dos passos do Método OWAS, ao longo deste subcapítulo, a Categoria de Risco obtida foi a categoria de valor 2, caracterizada pela existência de algum risco do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas, sendo aconselhado o estudo e implementação de medidas corretivas a curto-médio prazo, como apresentado na Figura 32.

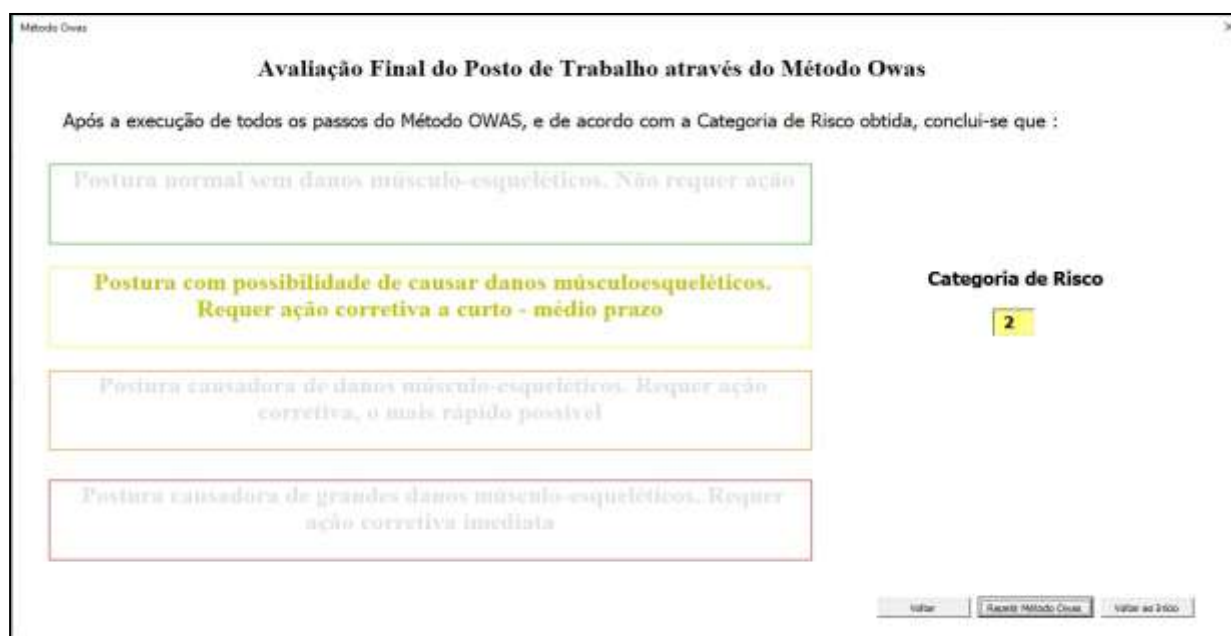


Figura 32 – Avaliação de Risco do Método OWAS

### 3.3.4 MÉTODO STRAIN INDEX

O Método Strain Index foi desenvolvido por Moore e Garg em 1995 [13] [17], e faz uma avaliação do risco associado a lesões musculoesqueléticas nas extremidades dos membros superiores, ou seja, avalia o risco de desenvolvimento de doenças na mão, pulso, antebraço e cotovelo. A ferramenta é normalmente usada para avaliar o risco destas lesões em tarefas muito repetitivas ou estáticas, e que exigem muito esforço das mãos, nomeadamente tarefas de montagem.

O método avalia seis variáveis da tarefa em análise e cada uma dessas variáveis é caracterizada por um valor a que se dá o nome de multiplicador. O produto desses seis multiplicadores é denominado **Pontuação Strain Index** que é posteriormente comparada com um gradiente e assim é atribuído o nível de risco da tarefa e/ou posto de trabalho em análise.

A **Pontuação SI** é o resultado do produto de seis variáveis associadas à tarefa [18]:

- Intensidade do esforço, MI
- Duração do esforço, ME
- Frequência (número de esforços por minuto), MR
- Postura do pulso/mão, MMP
- Velocidade de movimentos (cadência de trabalho), MV
- Duração da tarefa por dia, MD

Na integração do Método Strain Index na ferramenta WATEA, desenvolvida em linguagem de programação Visual Basic ou VBA, as etapas para a determinação da **Pontuação SI** foram divididas em seis passos, traduzindo-se então em seis *userforms*, apresentadas abaixo.

### 3.3.4.1 INTENSIDADE DE ESFORÇO – MI

A intensidade do esforço é uma estimativa do esforço requerido para realizar a tarefa uma vez. Por isso, trata-se de um parâmetro subjetivo de avaliação da quantidade de esforço realizado pelo trabalhador durante a realização de uma tarefa [18].

Para tornar mais fácil a tarefa de identificar qual o nível de intensidade que reflete o esforço necessário para a realização da tarefa em análise, construiu-se uma tabela, onde está presente a caracterização dos vários níveis de intensidade, através da percentagem de força máxima, %FMV, da Escala de Borg, e também de uma breve descrição do esforço aparente necessário.

Com base no nível de intensidade de esforço selecionado, será então atribuído o algarismo correspondente ao “Multiplicador da Intensidade do Esforço- MI” e será também apresentado a cor correspondente ao nível de risco, como é demonstrado na Figura 33.

**Método Strain Index**

Passo 1 - Selecione o Multiplicador adequado à Intensidade do Esforço - MI :

- A intensidade do esforço é uma estimativa do esforço requerido para realizar a tarefa uma vez.  
- Trata-se de um parâmetro subjetivo de avaliação da quantidade de esforço realizado pelo trabalhador durante a realização de uma tarefa.

Critério de Classificação	% FMV	Escala de Borg	Esforço Aparente	Multiplicador
Útil	< 10%	≤ 2	Esforço quase imperceptível ou descontraído	1
Média	10 a 29%	3	Esforço já visível, mas moderado	3
Elevada	30 a 49%	4 a 5	Esforço evidente; expressão facial não alterada	6
Muito Elevada	50 a 79%	6 a 7	Esforço substancial; expressão facial alterada	9
Quase Máxima	≥ 80 %	> 7	Utiliza os ombros ou o tronco para exercer o esforço	13

Multiplicador da Intensidade do Esforço - MI

1

Nota:  
%FMV - Percentagem da Força Máxima  
Escala de Borg - Percepção subjetiva do esforço, numa escala entre estado de Repouso (valor 0) e o esforço Exaustivo (valor 10)

Voltar Continuar

Figura 33 – Passo 1 do Método Strain Index

### 3.3.4.2 DURAÇÃO DO ESFORÇO – ME

Este parâmetro, o Multiplicador de Duração de Esforço, ME, é uma percentagem e calcula-se medindo a duração do esforço durante um determinado período de observação, e dividindo-se esse tempo pelo tempo total e multiplicando por 100 [18]. Com base no valor obtido e verificando qual a percentagem do ciclo total é que corresponde à duração do esforço, seleciona-se então o multiplicador associado, como demonstrado na Figura 34.

**Método Strain Index**

Passo 2 - Seleccione o Multiplicador adequado à Duração do Esforço - ME :

- A percentagem de duração do esforço calcula-se medindo a duração do esforço durante um determinado período de observação, e dividindo-se esse tempo pelo tempo total e multiplicando por 100.

Classificação	Multiplicador
<10% do ciclo	0,5
10 - 29% do ciclo	1
30 - 49% do ciclo	1,5
50 - 79% do ciclo	2
> 80% do ciclo	3

% de duração do esforço =  $\frac{\text{Duração do esforço (seg)}}{\text{Tempo total de observação (min)}} \times 100$

Multiplicador da Duração do Esforço - ME

**1,5**

Voltar Continuar

Figura 34 - Passo 2 do Método Strain Index

### 3.3.4.3 FREQUÊNCIA DOS ESFORÇOS – MR

O Multiplicador de Frequência dos Esforços, MR, apresentado na Figura 35, está associado ao número de esforços que ocorre durante um período de observação, pelo que, há necessidade de se contar o número de esforços que ocorrem durante o período de medição, e posteriormente dividir esse valor pela duração do período de observação em minutos [18]. Quando o esforço for estático considerar a frequência máxima.

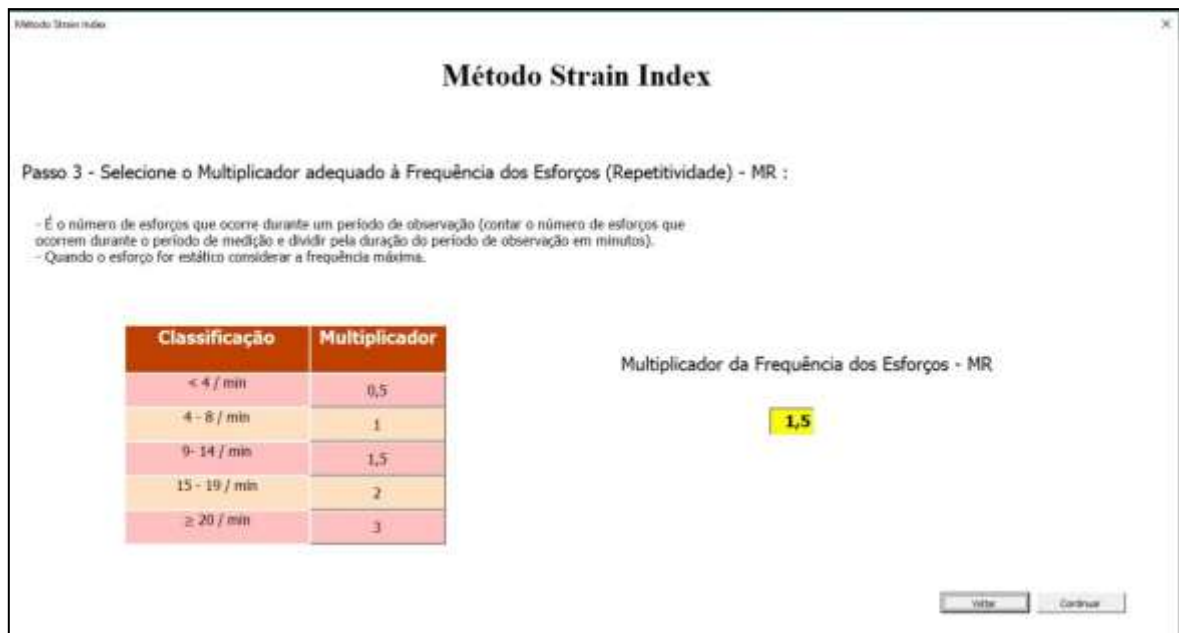


Figura 35 – Passo 3 do Método Strain Index

### 3.3.4.4 POSTURA DO PULSO/MÃO – MMP

O Multiplicador da Postura da Mão e Punho, MMP é o parâmetro do cálculo da Pontuação SI que está associado a uma estimativa da posição destas regiões corporais em relação à posição neutra.

De forma a se conseguir selecionar a postura que mais adequadamente traduz a posição real do pulso/mão será vantajoso recorrer-se ao uso de filmagens, pois dará uma maior fidedignidade [18].

Na Figura 36 está presente uma tabela com diferentes classificações para a postura da mão e do punho, que tem a si associados um valor que será atribuído ao MMP.



Figura 36 – Passo 4 do Método Strain Index

### 3.3.4.5 VELOCIDADE DE MOVIMENTOS – MV

O Multiplicador da Velocidade de Movimentos, MV, apresentado na Figura 37, é como nome indica uma variável que tem em conta a velocidade de movimentos do operador, mais concretamente avalia a sua cadência de trabalho, sendo uma estimativa da rapidez de trabalho da pessoa. [18] Está dividida numa escala desde a cadência de trabalho descontraída ou seja, muito lenta, até uma cadência de trabalho muito apressada, em que o ritmo de trabalho é muito difícil ou impossível de manter.



Figura 37 – Passo 5 do Método Strain Index

### 3.3.4.6 DURAÇÃO DE TAREFA POR DIA – MD

O Multiplicador da Duração de Tarefa, MD, apresentado na Figura 38, é o fator da duração do trabalho e reflete o tempo total de trabalho durante o qual a tarefa é desempenhada diariamente [18]. Com base no intervalo de tempo selecionado, o valor multiplicador vai subindo e o nível de risco associado irá sendo agravado de forma semelhante.



Figura 38 – Passo 6 do Método Strain Index

### 3.3.4.7 PONTUAÇÃO SI

O Resultado Final do Método Strain Index, apresentado na Figura 39, é a Pontuação SI, que é calculada através do produto de todos os dados fornecidos, ou seja, é o produto dos valores atribuídos aos multiplicadores analisados durante a execução dos passos que integram o método [18].



Figura 39 – Resultado Final do Método Strain Index

Com base na Pontuação SI calculada e de acordo com a Tabela 3, apresentada abaixo, é feita então análise ergonômica do posto de trabalho, sendo atribuído então o nível de risco do aparecimento de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, LMEMS, associado.

Tabela 3 – Níveis de Risco do Método Strain Index [18]

Pontuação SI	Avaliação Ergonômica
≤ 3	Trabalho Seguro, sem risco de aparecimento de lesões
3-5	Posto de trabalho com condições duvidosas, questionáveis. Probabilidade diminuta de LMEMS (Lesão Músculo-Esquelética dos Membros Superiores)
5-7	Existe o risco de lesão da extremidade distal do membro superior
>7	Existe alto risco de lesão, tão mais alto quanto maior o número observado

Por fim, com base na avaliação ergonómica realizada ao longo da demonstração dos passos do Método Strain Index, ao longo deste subcapítulo, o valor da Pontuação SI obtido foi de 13,5, e por conseguinte a tarefa está inserida no nível de risco mais elevado que é caracterizado por uma elevada probabilidade do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas nos membros superiores, sendo aconselhado o estudo e implementação de medidas corretivas a curto-médio prazo, como apresentado na Figura 40.

Método Strain Index

### Avaliação Final do Posto de Trabalho através do Método Strain Index

Após a execução de todos os passos do Método Strain Index, e de acordo com a Pontuação SI obtida, conclui-se que :

Trabalho Seguro, sem risco de aparecimento de lesões

Posto de trabalho com condições duvidosas, questionáveis - Probabilidade diminuta de LMEES (Lesão Músculo-Esquelética dos Membros Superiores)

Existe o risco de lesão da extremidade distal do membro superior

**Existe alto risco de lesão; tão mais alto quanto maior o número observado**

**PONTUAÇÃO SI**  
**13,5**

Índice Reporte Método Strain Index Voltar ao Início

Figura 40 – Avaliação Final do Método Strain Index

### 3.3.5 MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH

O método Equação de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) foi desenvolvido pelo Instituto Americano da Saúde e Segurança do Trabalho, responsável pela realização de pesquisas e recomendações para a prevenção de lesões e doenças relacionadas com o trabalho. Foi desenvolvido na forma de uma equação utilizada para, em tarefas de levantamento de cargas, calcular o **Peso Limite Recomendado** (RWL- Recommended Weight Limit) a partir de seis fatores, que variam entre o valor 0 e 1, e por conseguinte, o modo multiplicativo da equação faz com que o valor do limite de peso recomendado diminua à medida que as condições reais se afastam das condições ótimas [13].

O **Peso Limite Recomendado** é obtido através do produto de sete parâmetros sendo eles:

- a distância vertical (V) da origem da carga;
- o deslocamento vertical (D) entre a origem e o destino da carga;
- a distância horizontal entre a carga e o operador (H);
- o ângulo de assimetria (A) medido a partir do plano sagital;
- a frequência média de levantamentos (F);
- a qualidade da pega (C);

Por fim, o valor da constante de carga foi estabelecido para o método NIOSH em 23 kg por meio de critérios biomecânicos, psicofísicos e fisiológicos. Esse valor refere-se à movimentação de carga no plano sagital a uma altura de 75 cm do solo, para um deslocamento vertical de 25cm, para cima ou para baixo e com a carga a uma distância máxima de 25cm do corpo do operador.

### 3.3.5.1 DISTÂNCIA VERTICAL E DESLOCAMENTO VERTICAL

Os dois primeiros passos da execução do método Equação de Niosh [19] estão ambos presentes numa só *userform*, apresentada na Figura 41, e estão associados à Distância Vertical das mãos ao chão na origem do levantamento e da Distância Vertical da carga desde o ponto de origem ao ponto de destino, analisadas em centímetros.

Em ambos os passos são apresentadas escalas de valores, que se dá o nome de “Factor”, que serão atribuídos ao Multiplicador Vertical – VM, e ao Multiplicador de Distância – DM, respetivamente.

Na execução exemplo apresentada temos então o valor da Distância Vertical das mãos ao chão de 100 cm, que atribui o valor de 0.93 ao Multiplicador Vertical, e o valor da Distância Vertical da carga de 170 cm, atribuindo assim o valor de 0.86 ao Multiplicador de Distância, sendo que em ambos os casos é também apresentado o nível de risco associado a estes valores através da mudança de cor do fundo onde são apresentados os valores selecionados.

The screenshot shows a software interface titled "Método Equação de Niosh". It is divided into two steps:

**Passo 1 - Seleccione o Multiplicador Vertical associado à distância das mãos ao chão na origem do levantamento - VM :**

On the left, there is an illustration of a worker. To the right, a table titled "Distância Vertical das mãos ao chão na origem do levantamento" shows the following data:

Altura (cm)	0	25	50	75	100	125	150	>175
Factor	0,77	0,85	0,93	1	0,93	0,85	0,78	0

The value 0,93 is highlighted in yellow. To the right of the table, the text "Multiplicador Vertical - VM" is followed by a yellow box containing the value "0,93".

**Passo 2 - Seleccione o Multiplicador Vertical associado à distância da carga desde a origem até ao destino - DM :**

On the left, there is an illustration of a person pointing at a board. To the right, a table titled "Distância vertical da carga desde origem até ao destino" shows the following data:

Deslocamento (cm)	25	30	40	50	70	100	170	>175
Factor	1	0,87	0,93	0,95	0,88	0,87	0,86	0

The value 0,86 is highlighted in red. To the right of the table, the text "Multiplicador de Distância - DM" is followed by a red box containing the value "0,86".

At the bottom right of the interface, there are two buttons: "Validar" and "Continuar".

Figura 41 – Passos 1 e 2 do Método Equação de Niosh

### 3.3.5.2 DISTÂNCIA HORIZONTAL E ÂNGULO DE ROTAÇÃO

O passo 3 do método Equação de Niosh [19], apresentado na Figura 42 está relacionado com a distância horizontal entre a carga e o corpo do trabalhador durante a execução da tarefa de levantamento da carga. Quanto maior for esta distância medida, menor será o valor do fator que é atribuído ao Multiplicado Horizontal – HM.

No passo 4 do método Equação de Niosh [19], também apresentado na Figura 42, é analisado o ângulo de rotação do corpo do trabalhador no plano sagital, que é o plano mediano vertical que divide o corpo humano em parte direita e parte esquerda. De forma semelhante ao passo anterior, à medida que este ângulo analisado aumenta, o valor do fator associado ao Multiplicador Assimétrico – AM diminui.

**Método Equação de Niosh**

Passo 3 - Seleccione o Multiplicador Horizontal associado à distancia da carga ao corpo durante o levantamento - HM:

**Distancia maximal do peso ao corpo durante o levantamento**

Distancia - cm	25	30	40	50	55	60	>63
Factor	1	0,83	0,63	0,4	0,46	0,40	0

**Multiplicador Horizontal - HM**

**1**

Passo 4 - Seleccione o Multiplicador Assimétrico associado ao ângulo de rotação do corpo durante o levantamento - AM:

**Angulo de rotação do corpo no plano Sagital**

Deslocamento ( graus)	0	30	60	90	120	135	>135
Factor	1	0,8	0,81	0,73	0,52	0,57	0

**Multiplicador Assimétrico - AM**

**0,71**

Voltar Continuar

Figura 42 – Passos 3 e 4 do Método Equação de Niosh

### 3.3.5.3 FREQUÊNCIA DE LEVANTAMENTOS E QUALIDADE DA PEGA

O passo 5 do método Equação de Niosh [19], apresentado na Figura 43 está relacionado com o número de levantamentos efetuados no posto de trabalho em análise e a duração dos mesmos, durante o horário de trabalho. Da mesma forma como já foi apresentado em passos anteriores do método, à medida que a frequência dos levantamentos e a duração dos mesmos aumenta, há a diminuição do valor do Multiplicador de Frequência – FM.

Por fim, o passo 6 do método Equação de Niosh [19], também apresentado na Figura 43, está relacionado com a qualidade da pega na execução das tarefas, ou seja, se o contacto entre o operário e a carga a elevar/transportar é adequado para o seu manuseamento. Foram atribuídas três classificações à qualidade da pega, sendo ela “Boa Pega”, “Pega Razoável” ou “Pega Pobre”. De acordo com a classificação atribuída o multiplicador associado, o Multiplicador de Pega – CM, toma o valor de 1; 0,95 ou 0,90, respetivamente.

**Método Equação de Niosh**

Passo 5 - Seleccione o Multiplicador de Frequência associado ao número de levantamentos e duração dos levantamentos, realizados durante o horário de trabalho - FM:

Frequencia de levantamentos média por minuto							
Frequencia	0,2	1	4	6	9	12	>15
Continua < de 1h	1	0,94	0,84	0,75	0,62	0,57	0
Continua de 1 a 2 h	0,80	0,68	0,70	0,60	0,50	0,21	0
Continua de 2 a 8h	0,60	0,70	0,46	0,27	0,20	0	0

Multiplicador de Frequencia - FM: **0,75**

Passo 6 - Seleccione o Multiplicador de Pega associado à qualidade da pega - CM:

Qualidade da pega de carga			
Avaliação	Boa Pega	Pega Razoavel	Pega Pobre
Factor	1	0,95	0,90

Multiplicador de pega - CM: **1**

Valer | Continuar

Figura 43 – Passos 5 e 6 do Método Equação de Niosh

### 3.3.5.4 PESO LIMITE RECOMENDADO E ÍNDICE DE LEVANTAMENTO

Concluídos todos os passos da execução do método Equação de Niosh, e conjugando todos os valores atribuídos aos Multiplicadores presentes em cada passo executado, é calculado então o valor do Peso Limite Recomendado, ou RWL, através da equação apresentada na *userform* abaixo, na Figura 44 [19].



Figura 44 – Resultado Final do Método Equação de Niosh

O valor do Peso Limite Recomendado obtido foi de 9,79 Kg e este valor é posteriormente comparado com a Peso Real levantado na execução da tarefa analisada e desta forma calculamos o Índice de Levantamento. Neste caso concreto, consideramos o valor de 15 Kg como sendo o Peso Real levantado, obtendo-se assim um Índice de Levantamento de 1,53 valores. Com base neste valor, e de acordo com a Tabela 4, apresentada abaixo, é feita então análise ergonômica do posto de trabalho, sendo atribuído então o nível de risco do aparecimento de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, LMEMS, associado.

Tabela 4 – Níveis de Risco do Método Equação de Niosh [19]

Índice de Levantamento	Avaliação Ergonómica
≤ 1	Situação Aceitável, risco extremamente baixo. A atividade pode ser realizada pela maioria dos trabalhadores sem causar danos
1-2	Risco Médio. Situação de aumento de carga, provavelmente sobrecarga física e aumento da probabilidade de lesão em alguns trabalhadores
>2	Risco elevado. Situação de sobrecarga física, aparecimento de lesões na maioria dos trabalhadores

Por fim, com base na avaliação ergonómica realizada ao longo da demonstração dos passos do Método Equação de Niosh, ao longo deste subcapítulo, obteve-se um Índice de Levantamento de 1,53 valores, e por conseguinte a tarefa está inserida no nível de risco médio que é caracterizado por situações de sobrecarga física, e por conseguinte aumento da probabilidade do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas nos membros superiores em alguns trabalhadores, como é apresentado na Figura 45.



Figura 45 – Avaliação Final do Método Equação de Niosh

### 3.3.6 MÉTODO MAC

O método MAC (Manual Handling Assessment Chart) [20] foi desenvolvido para ser usado como uma ferramenta destinada a avaliação de fatores de risco associadas a operações de levantamento (e abaixamento), transporte e manipulação de cargas em equipa, com base em estudos biomecânicos, fisiológicos e psicofísicos decorrentes da equação de NIOSH, dando assim a possibilidade aos analistas de identificarem o risco associado à manipulação manual de cargas.

A Pontuação Total de Risco é obtida através da soma de 9 fatores [21], sendo eles:

- Carga movimentada
- Distância horizontal entre as mãos e a região lombar
- Região de elevação vertical
- Torção e Inclinação lateral do tronco
- Constrangimentos à Postura
- Aderência das mãos à carga
- Estado do Pavimento
- Outros Fatores Ambientais
- Comunicação, Coordenação e Controlo

### 3.3.6.1 PONTUAÇÃO DA CARGA

No passo 1 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 46, faz-se a análise da carga suportada pelo conjunto dos trabalhadores, sendo que o intervalo de valores de cada nível de risco está diretamente relacionado com esse número de trabalhadores. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação de Carga.

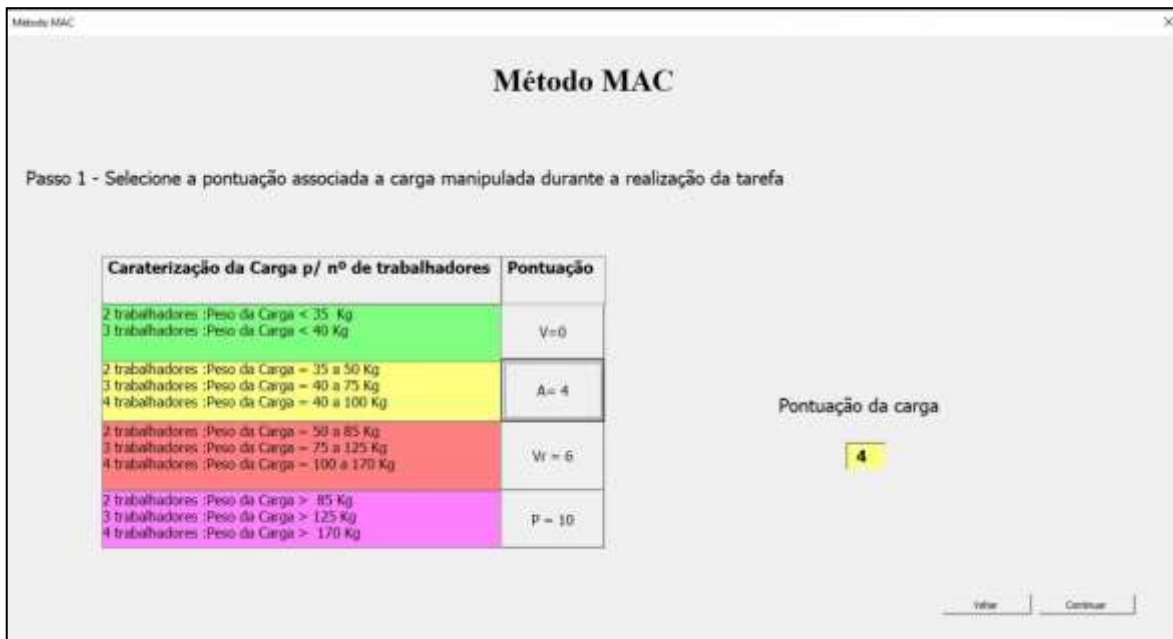


Figura 46 – Passo 1 do Método MAC

### 3.3.6.2 PONTUAÇÃO DA DISTÂNCIA HORIZONTAL

No passo 2 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 47, é analisada a distância horizontal entre as mãos e a região lombar durante a execução da tarefa. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação da Distância Horizontal entre as mãos e a região lombar.

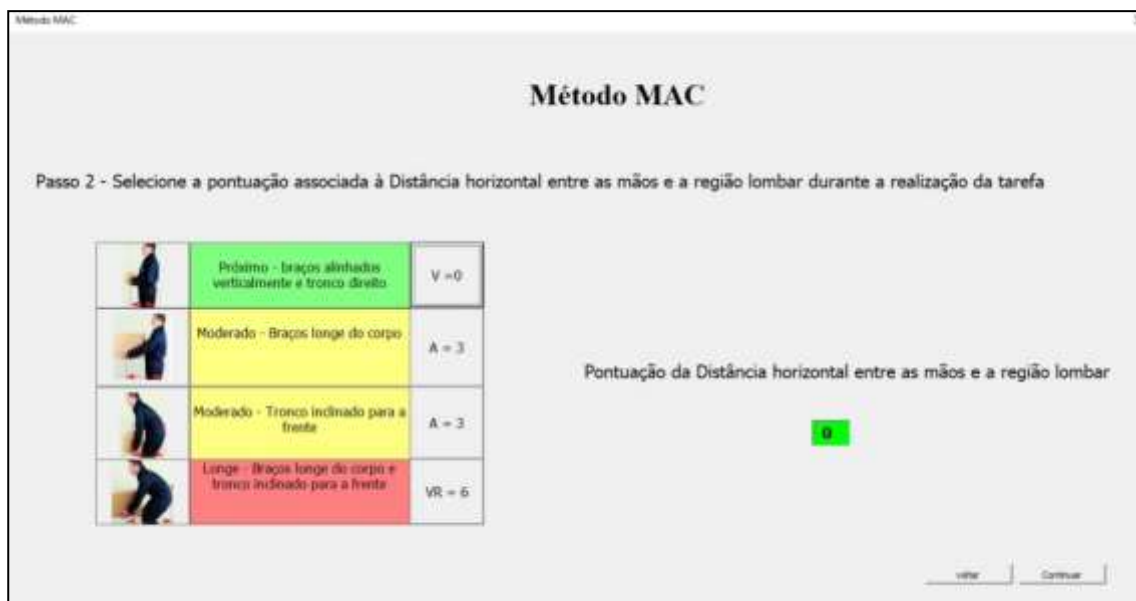


Figura 47 – Passo 2 do Método MAC

### 3.3.6.3 PONTUAÇÃO DA ELEVAÇÃO VERTICAL

O passo 3 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 48, está relacionado com a posição das mãos do operador desde o ponto de origem até ao fim do levantamento/abaixamento, ou seja, é analisada a região de elevação vertical. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação da Elevação Vertical.

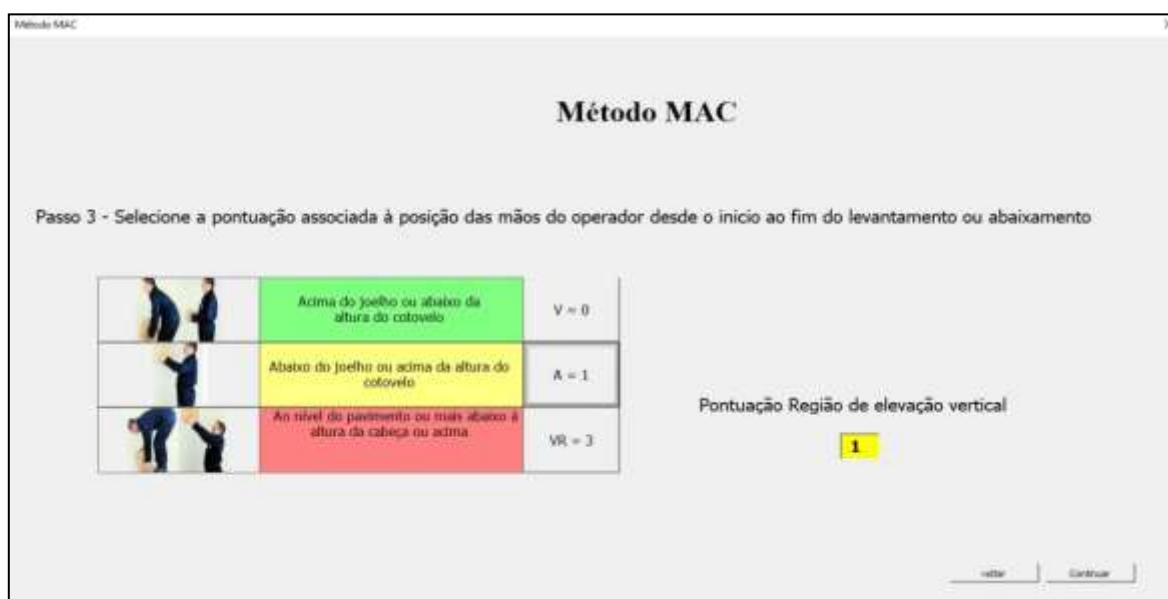


Figura 48 – Passo 3 do Método MAC

### 3.3.6.4 PONTUAÇÃO DA TORÇÃO E INCLINAÇÃO LATERAL

O passo 4 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 49, está também relacionado com a postura do trabalhador, sendo analisada neste passo, a torção e inclinação lateral do tronco do operador durante a realização da tarefa de levantamento/abaixamento. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação da Torção e Inclinação Lateral.

Caraterização da Posição do Tronco	Pontuação
Sem torção do tronco, nem inclinação lateral	V = 0
O tronco roda em relação às ancas e costas ou o operador pende para um lado à medida que a carga é levantada.	A = 1
O tronco roda e o operador inclina-se para um lado à medida que a carga é levantada.	VR = 2

Pontuação da Torção e inclinação lateral do tronco

0

Voltar Continuar

Figura 49 – Passo 4 do Método MAC

### 3.3.6.5 PONTUAÇÃO DOS CONSTRANGIMENTOS À POSTURA

O passo 5 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 50, é um dos passos deste método em que se analisa o ambiente em redor do trabalhador, sendo que neste passo são avaliados os possíveis constrangimentos à postura do trabalhador presentes no ambiente de trabalho envolvente durante a realização da tarefa de levantamento/abaixamento.

De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação dos Constrangimentos à Postura.

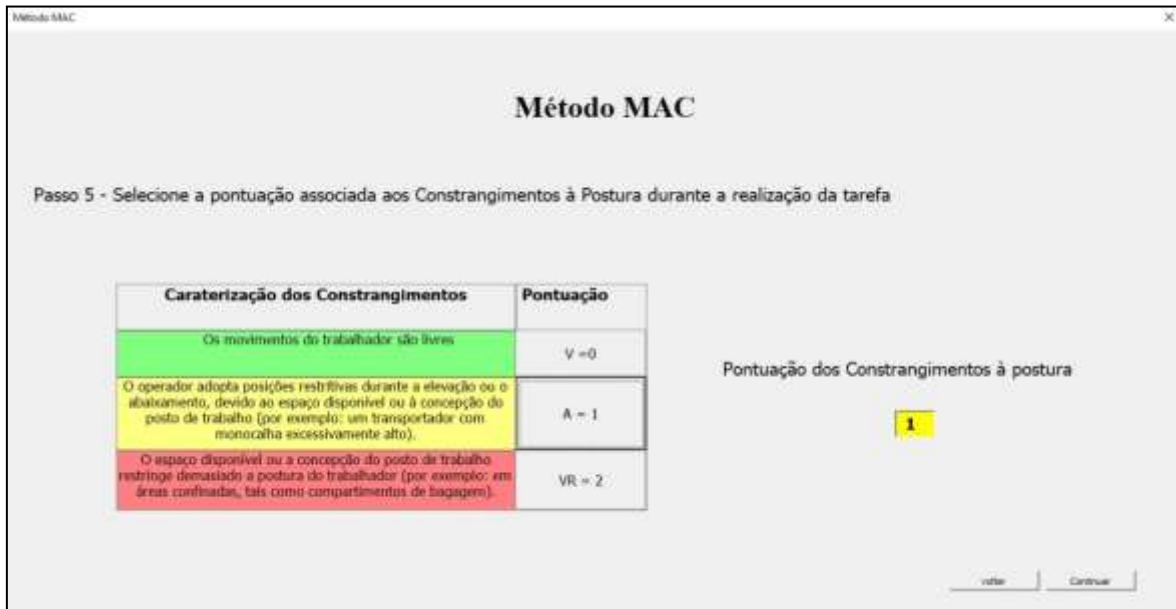


Figura 50 – Passo 5 do Método MAC

### 3.3.6.6 PONTUAÇÃO DA ADERÊNCIA

O passo 6 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 51, está associada à aderência das mãos à carga durante a realização da tarefa. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação da Aderência.

A aderência das mãos à carga é caracterizada conforme o tipo de pegadas que tem a carga a transportar, como por exemplo se existem pegadas ou puxadores que permitem uma pega confortável. Em alguns casos a carga poderá ter uma forma irregular ou conter peças soltas o que dificulta o seu manuseamento e transporte.



Figura 51 – Passo 6 do Método MAC

### 3.3.6.7 PONTUAÇÃO DO ESTADO DO PAVIMENTO

O passo 7 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 52, é outro dos passos deste método em que se analisa o ambiente em redor do trabalhador, sendo que neste passo é avaliado o estado do pavimento em que é realizada a tarefa em análise. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação Estado do Pavimento.

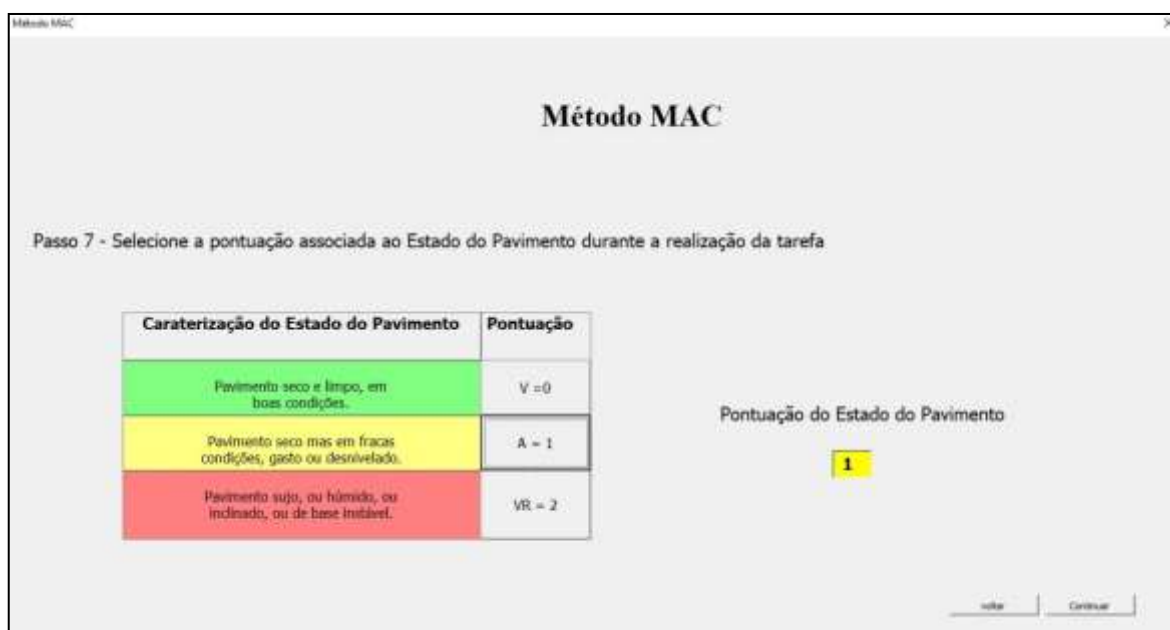


Figura 52 – Passo 7 do Método MAC

### 3.3.6.8 PONTUAÇÃO DE OUTROS FATORES AMBIENTAIS

O passo 8 da execução do Método MAC [21], apresentado na Figura 53, é à semelhança do passo anterior, um passo em que se analisa o ambiente em redor do trabalhador, sendo que desta vez é avaliada a presença de outros fatores ambientais extremos, como a temperatura, correntes de ar ou iluminação do ambiente de trabalho. De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação de Outros Fatores Ambientais.

Outros Fatores Ambientais : temperaturas extremas, fortes correntes de ar ou condições de iluminação extremas (escuro, luminoso ou pouco contraste)	Pontuação
Na ausência de qualquer um destes fatores	V = 0
Presença de um fator	A = 1
Presença de dois ou mais destes fatores	VR = 2

Pontuação de Outros Fatores Ambientais

0

Voltar Continuar

Figura 53 – Passo 8 do Método MAC

### 3.3.6.9 PONTUAÇÃO DA COMUNICAÇÃO, COORDENAÇÃO E CONTROLO

Por fim o passo 9 da execução do Método MAC [21], apresentada na Figura 54, é também um passo em que se analisa o ambiente em redor do trabalhador, sendo que desta vez é avaliada a qualidade da comunicação, coordenação e controlo no ambiente de trabalho em análise.

De acordo com a caracterização que mais se adequa à situação real, seleciona-se então o nível de risco correspondente e é atribuído um valor à variável Pontuação da Comunicação, Coordenação e Controlo

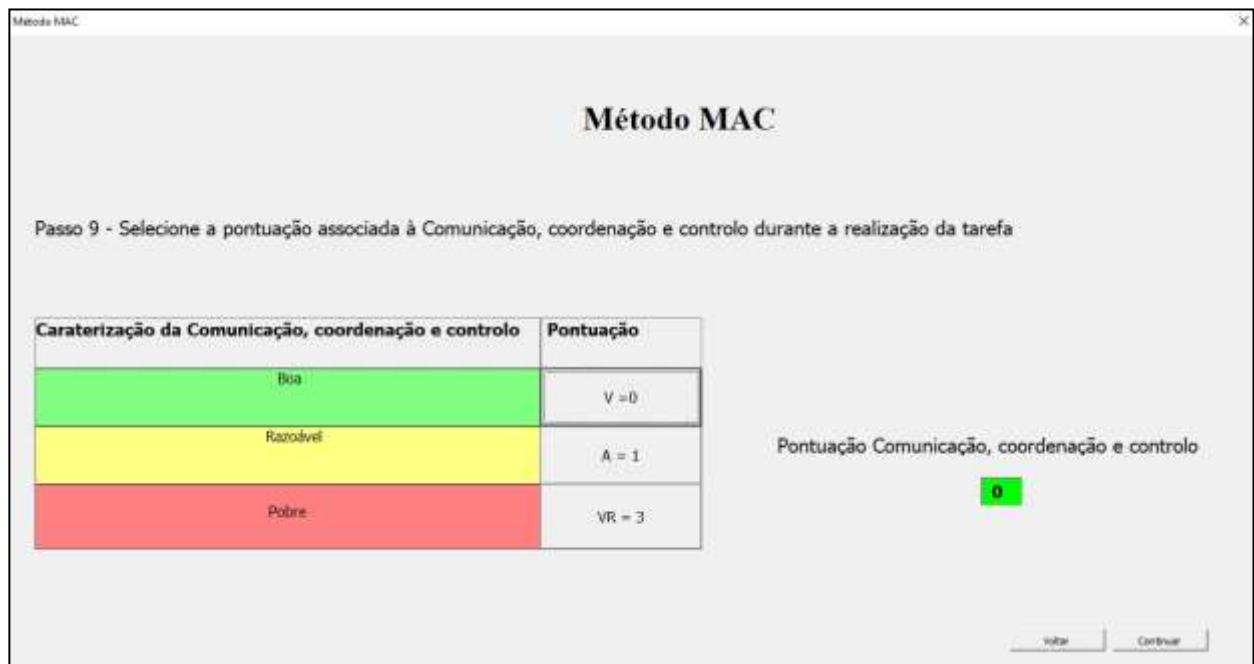


Figura 54 – Passo 9 do Método MAC

### 3.3.6.10 PONTUAÇÃO TOTAL DE RISCO

Para concluir a análise ergonómica do posto de trabalho através do método MAC e, com base nos valores atribuídos às nove variáveis presentes nos passos que compõem o método, é calculado através da forma apresentada na Figura 55, a **Pontuação Total de Risco**.

Esta pontuação é obtida através da soma dos valores atribuídos às variáveis dos passos executados demonstrados neste subcapítulo, e através do valor obtido será então atribuído o nível de risco associado ao posto de trabalho analisado [21].

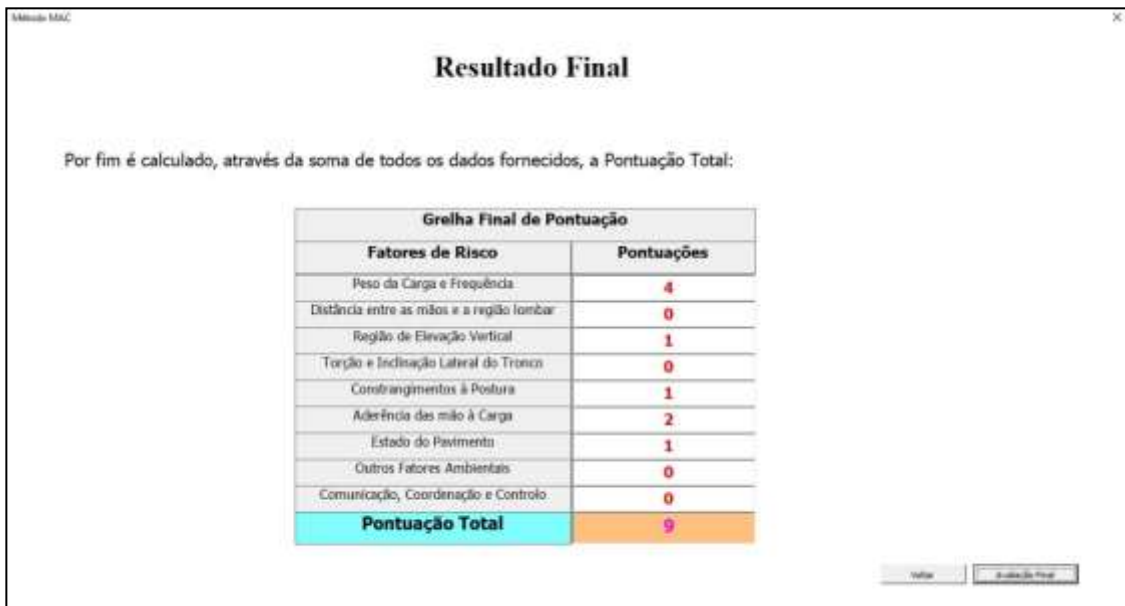


Figura 55 – Resultado Final do Método MAC

O valor da **Pontuação Total de Risco** obtido foi de **9** valores e com base neste valor, e de acordo com a Tabela 5, apresentada abaixo, é feita então análise ergonómica do posto de trabalho, sendo atribuído então o nível de risco do aparecimento de lesões músculo esqueléticas dos membros superiores, LMEMS, associado.

Tabela 5 – Níveis de Risco do Método MAC [21]

Pontuação Total de Risco	Avaliação Ergonómica
1-10	Situação Aceitável, risco extremamente baixo. A atividade pode ser realizada pela maioria dos trabalhadores sem causar danos
10-20	Risco Médio. Situação de aumento de carga, provavelmente sobrecarga física e aumento da probabilidade de lesão em alguns trabalhadores
>20	Risco elevado. Situação de sobrecarga física, aparecimento de lesões na maioria dos trabalhadores

Por fim, com base na avaliação ergonómica realizada ao longo da demonstração dos passos do Método MAC, ao longo deste subcapítulo, obteve-se uma **Pontuação Total de Risco de 9** valores, e por conseguinte a tarefa está inserida no nível de risco mais baixo que é caracterizado por situações aceitáveis e adequadas, com um risco extremamente baixo do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas nos membros superiores na maioria dos trabalhadores, como é apresentado na Figura 56.

The screenshot displays the 'Avaliação Final do Posto de Trabalho através do Método MAC' window. It features a title bar 'Método MAC' and a main title. Below the title, a text box states: 'Após a execução de todos os passos do Método Mac, e de acordo com a Pontuação Total obtida, conclui-se que :'. To the right, the 'Pontuação Total' is shown as a green square with the number '9'. Three risk levels are listed in boxes: 'Situação Aceitável, risco extremamente baixo. A atividade pode ser realizada pela maioria dos trabalhadores sem causar danos' (highlighted in green), 'Risco Médio. Situação de aumento de carga, provavelmente sobrecarga física e aumento da probabilidade de lesão em alguns trabalhadores' (highlighted in yellow), and 'Risco elevado. Situação de sobrecarga física, aparecimento de lesões na maioria dos trabalhadores' (highlighted in purple). At the bottom right, there are three buttons: 'Voltar', 'Repetir Método MAC', and 'Imprimir Fichas'.

Figura 56 – Avaliação Final do Método MAC

### 3.3.7 MÉTODO KIM

O Método KIM (Key Indicator Method) foi desenvolvido Federal Institute for Occupational Safety and Health (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA) e pelo Regional Committee of Occupational Safety and Safety Techniques (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik – LASI) da Alemanha, envolvendo vários profissionais, entre eles especialistas em segurança no trabalho, médicos, entidades patronais, associações de trabalhadores, seguradoras e institutos científicos [22], para ser usado como uma ferramenta para realizar a avaliação do risco associado a lesões musculoesqueléticas relacionadas com o trabalho (LMELT), particularmente em tarefas que envolvem atividades de movimentação manual de cargas, tais como tarefas de elevar/baixar, segurar e transportar cargas.

Através de um bom conhecimento dos postos de trabalho a ser avaliados, e por isso serem usados como indicadores as características referentes ao ambiente em que as tarefas são realizadas, o método permite identificar défices estruturais em relação ao design ergonómico do posto de trabalho em análise e após a sua avaliação ergonómica, fornecer medidas para reduzir riscos de efeitos adversos à saúde.

A **Pontuação Total de Risco** é obtida através da análise de 4 [23] indicadores:

- **Tempo**, relacionado com a duração da atividade;
- **Carga**, relacionado com a força aplicada tendo em conta o peso da carga;
- **Postura e Posição da Carga**, relacionado a posição do corpo e da carga durante a execução da atividade;
- **Condições de Trabalho**, relacionado com as condições do ambiente de trabalho que podem condicionar a execução da atividade.

### 3.3.7.1 PONTUAÇÃO DO TEMPO

No primeiro passo da execução do Método KIM [23], o utilizador da ferramenta tem de seleccionar um dos valores de uma das colunas da tabela apresentada na *userform*, na Figura 57. Esta tabela atribui diferentes valores à variável “Pontuação do Tempo” tendo em conta o tipo de tarefa a ser analisada, se estamos perante operações de elevação, pega ou de deslocação, numa escala de valores entre 1 e 10.

Com base no valor seleccionado para a “Pontuação de Tempo”, irá também apresentado a cor correspondente ao nível de risco associado, como tem sido já habitual em todos os métodos abordados na ferramenta WATEA.

**Aplicação do Método KIM para Tarefas de Elevar / Baixar / Segurar / Transportar**

Passo 1: Determinação da Pontuação do Tempo (Selecione apenas uma coluna)

Operações de elevação ou deslocação (< 5 s)		Pega (> 5 s)		Transporte (> 5 m)	
Número por dia de trabalho	Pontuação do tempo	Duração total no dia de trabalho	Pontuação do tempo	Distância global no dia de trabalho	Pontuação do tempo
<10	1	<5min	1	<300m	1
10 a < 40	2	5min a < 15min	2	300m a < 1000	2
40 a < 200	4	15min a < 1h	4	1000 a < 4000	4
200 a < 500	6	1h a < 2h	6	4000 a < 8000	6
500 a < 1000	8	2h a < 4h	8	8000 a < 16000	8
> 1000	10	> 4h	10	> 16000	10

**Pontuação do Tempo**

6

Voltar Continuar

Figura 57 – Passo 1 do Método KIM

### 3.3.7.2 PONTUAÇÃO DA CARGA

No segundo passo da execução do Método KIM [23], apresentado na Figura 58, o utilizador da ferramenta tem de seleccionar um dos valores de uma das colunas da tabela apresentada na *userform*. Esta tabela atribui diferentes valores à variável “Pontuação da Carga”, tendo em conta o gênero do trabalhador que executa a tarefa que está a ser avaliada, numa escala de valores entre 1 e 25.

De notar que a carga efetiva analisada se traduz efetivamente na força de ação real necessária para mover a carga, podendo não corresponder à massa da carga em cada caso. Por exemplo, ao inclinar uma caixa apenas 50% da massa da carga terá efeito sobre o trabalho, e no caso de ser utilizado um carrinho a percentagem da massa da carga que tem efeito sobre o trabalho é de apenas 10%.

**Aplicação do Método KIM para Tarefas de Elevar / Baixar / Segurar / Transportar**

Passo 2: Determinação da Pontuação da Carga (Selecione apenas uma coluna)

Carga			
Carga efectiva para Homens	Pontuação da Carga	Carga efectiva para Mulheres	Pontuação da Carga
<10kg	1	<9kg	1
10kg a 20kg	2	9kg a 10kg	2
20kg a 30kg	4	10kg a 15kg	4
30kg a 40kg	7	15kg a 20kg	7
> 40kg	25	> 20kg	25

**Pontuação da Carga**

**2**

Nota: Neste contexto, carga efectiva significa a força de acção real necessária para mover a carga. Esta força de acção não corresponde à massa da carga em cada caso. Por exemplo, ao inclinar uma caixa apenas 50% da massa da carga terá efeito sobre o trabalho e ao usar um carrinho só 10%.

Valor Continuar

Figura 58 – Passo 2 do Método KIM



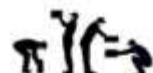

### 3.3.7.3 PONTUAÇÃO DA POSTURA DO TRABALHADOR E POSIÇÃO DA CARGA

O passo 3 do Método KIM [23], está associado à postura que é adotada pelo trabalhador durante a realização da tarefa em análise, tendo também em conta qual a posição da carga durante a execução da tarefa.

Na tabela apresentada na *userform*, na Figura 59, estão presentes quatro níveis diferentes, cada um descrito por uma figura ilustrativa e por uma breve descrição, que tem como função não só caracterizar as posturas apresentadas, mas também auxiliar o utilizador da ferramenta a escolher corretamente qual o nível que mais fielmente replica a postura real do trabalhador e a posição da carga, e desta forma ser atribuído o valor correto à variável “Pontuação da Postura e Posição da Carga”.

Aplicação do Método KIM para Tarefas de Elevar / Baixar / Segurar / Transportar

Passo 3: Determinação da Pontuação da Postura habitual do trabalhador e da Posição habitual da Carga

Posição do corpo, Posição da Carga	Posição, Posição da carga	Pontuação da Posição
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tronco direito, não torcido</li> <li>Quando da elevação, pega, transporte e abaixamento, a carga está próxima do corpo</li> </ul>	1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ligeira inclinação para a frente ou torção do tronco</li> <li>Quando da elevação, pega, transporte e abaixamento, a carga está próxima ou a meio do corpo</li> </ul>	2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inclinação para baixo ou mais para a frente</li> <li>Ligeira inclinação para a frente com torção do tronco em simultâneo</li> <li>Carga longe do corpo ou acima da altura do ombro</li> </ul>	4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ligeira inclinação para a frente com torção do tronco em simultâneo</li> <li>Carga longe da carga</li> <li>Estabilidade limitada da posição quando de pé</li> <li>Apocamento ou apoiantes</li> </ul>	8

Pontuação da Postura e Posição da Carga

**8**

Ver Continuar

Figura 59 – Passo 3 do Método KIM

### 3.3.7.4 PONTUAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO AMBIENTE DE TRABALHO

Por fim, no passo 4 da execução do Método KIM [23], o utilizador da ferramenta tem de seleccionar um dos valores presentes na tabela apresentada na *userform*, na Figura 60. Esta tabela atribui diferentes valores à variável “Pontuação das condições de trabalho”, tendo em conta as condições ambientais que se podem observar no posto de trabalho, sendo atribuído um dos três valores possíveis, entre 0 e 2.

Método KIM

### Aplicação do Método KIM para Tarefas de Elevar / Baixar / Segurar / Transportar

Passo 4: Determinação da Pontuação das condições do ambiente de trabalho

Condições de trabalho	Pontuação
Boas condições ergonómicas, por exemplo espaço suficiente, sem obstáculos físicos no espaço de trabalho, nivelamento e pavimento sólidos iluminação suficiente boas condições de fixação	0
Espaço para movimento restrito e condições ergonómicas desfavoráveis : - Ex1: espaço para movimento limitado por área de trabalho demasiado baixa ou alta inferior a 1,5m até 2 m - Ex2: estabilidade posição prejudicada por pavimento desnivelado ou mole	1
Espaço de movimento demasiado restrito ou instabilidade do centro de gravidade de carga Ex: transferência de pacientes	2

Pontuação das Condições de Trabalho

0

Valor Continuar

Figura 60 – Passo 4 do Método KIM

### 3.3.7.5 PONTUAÇÃO TOTAL DO RISCO

Para concluir a análise ergonómica do posto de trabalho através do método KIM e, com base nos valores atribuídos às quatro variáveis presentes nos passos que compõem o método, é calculado através da forma apresentada na imagem seguinte a **Pontuação Total de Risco**.

Esta pontuação é obtida através da soma dos valores atribuídos às variáveis dos passos 2, 3 e 4 e posteriormente este valor intermédio é multiplicado pela Pontuação do Tempo que é obtido na execução do primeiro passo do método [23].

Fazendo uso então dos valores atribuídos durante a execução do método KIM que foi apresentada e descrita ao longo dos subcapítulos anteriores, temos então um total intermédio de **10** valores, resultado da soma dos parâmetros Pontuação da Carga, Pontuação da Postura e Posição da Carga, e Pontuação das Condições de Trabalho, que posteriormente é multiplicado pela Pontuação do Tempo, de valor **6**, obtendo-se assim uma **Pontuação Total de Risco de 60** valores, como é demonstrado na Figura 61.



Figura 61 – Resultado Final do Método KIM

Com base na Pontuação Total de Risco calculada e de acordo com a Tabela 6, apresentada abaixo, é feita então análise ergonómica do posto de trabalho, sendo atribuído então o nível de risco.

Tabela 6 – Níveis de Risco do Método KIM [23]

Pontuação Total de Risco	Avaliação Ergonómica
≤ 10	Situação de carga leve, improvável o surgimento de sobrecarga física
10-25	Situação de carga média, o surgimento de sobrecarga física é possível em pessoas menos resistentes. Para este grupo, a modificação do local de trabalho pode ser favorável
25-50	Situação de carga aumentada, o surgimento de sobrecarga física é também possível em pessoas com resistência normal. É recomendável a modificação do local de trabalho
>50	Situação de carga muito elevada, é provável o surgimento de sobrecarga física. É necessária a modificação do local de trabalho

Por fim, com base na avaliação ergonómica realizada ao longo da demonstração dos passos do Método KIM, ao longo deste subcapítulo, o valor da Pontuação Total de Risco obtido foi de 60 valores, e por conseguinte a tarefa está inserida no nível de risco mais elevado que é caracterizado por uma situação de carga muito elevada, em que existe probabilidade de sobrecarga física, o que pode levar ao aparecimento de lesões músculo-esqueléticas, sendo aconselhado o estudo e implementação de medidas corretivas a curto-médio prazo, de modo a modificarem o local de trabalho, como apresentado na Figura 62.



Figura 62 – Resultado Final do Método KIM

### 3.3.8 TABELA RESUMO

Na Tabela 7, apresentada abaixo, está presente um resumo de todos os métodos de análise ergonómica que compõem a ferramenta WATEA, sendo realçadas algumas características dos métodos, tais como, as tarefas em que os mesmos são aplicáveis, qual o procedimento de avaliação de cada um e qual a avaliação ergonómica apresentada.

Tabela 7 – Tabela Resumo dos Métodos Abordados

MÉTODOS	TAREFAS APLICÁVEIS	PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ERGONÓMICA
<b>MÉTODO RULA</b>	Tarefas repetitivas ou estáticas em que há esforço nos membros superiores, tronco e pernas	Através de figuras ilustrativas que replicam as posturas adotadas determina-se a <b>Pontuação Rula</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não necessidade de implementar mudanças para prevenir lesões a curto-médio prazo
<b>MÉTODO OWAS</b>	Tarefas em que há esforço nos membros superiores, tronco e pernas	Através de figuras ilustrativas que replicam as posturas adotadas determina-se a <b>Categoria de Risco</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não necessidade de corrigir a postura de modo a prevenir lesões a curto-médio prazo
<b>MÉTODO STRAIN INDEX</b>	Uso das mãos em tarefas repetitivas e estáticas	Através de um produto, relaciona-se seis variáveis, obtendo-se a <b>Pontuação SI</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não haver risco do aparecimento LMELT a curto-médio prazo
<b>MÉTODO EQUAÇÃO DE NIOSH</b>	Elevar/Baixar, Manipular Cargas Individualmente	Analisa-se as posições da carga e do trabalhador, obtendo-se o <b>Índice de Levantamento</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não haver risco do aparecimento lesões a curto-médio prazo
<b>MÉTODO MAC</b>	Elevar/Baixar, Manipular Cargas em Equipa	Analisa-se as posturas adotadas e as características do ambiente de trabalho, obtendo-se a <b>Pontuação Total de Risco</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não haver risco do aparecimento lesões a curto-médio prazo
<b>MÉTODO KIM</b>	Elevar/Baixar, Segurar e Transportar Cargas	Analisa-se indicadores referentes às características do ambiente de trabalho, obtendo-se a <b>Pontuação Total de Risco</b> que se associa a um nível de risco	De acordo com o nível de risco, pode haver ou não necessidade de modificações no ambiente de trabalho de modo a prevenir lesões a curto-médio prazo

# 4. APLICAÇÃO PRÁTICA DA WATEA NA MELHORIA DE UM POSTO DE TRABALHO

## 4.1 APRESENTAÇÃO DO POSTO DE TRABALHO

Com a conclusão do desenvolvimento da ferramenta WATEA, temos então ao nosso dispor uma ferramenta que nos permite fazer a avaliação ergonómica das condições reais de um posto de trabalho.

Então em colaboração com empresa SOCORI, apresentada no primeiro capítulo, foi feita a análise ergonómica, que será apresentada e demonstrada ao longo deste capítulo, de um posto de trabalho desta empresa, no qual é feito o enchimento de sacos de rolhas de cortiça, sendo que o ciclo de tarefas a realizar pelo operário afetado a este posto de trabalho é demonstrado na forma de um fluxograma, apresentado na Figura 63.

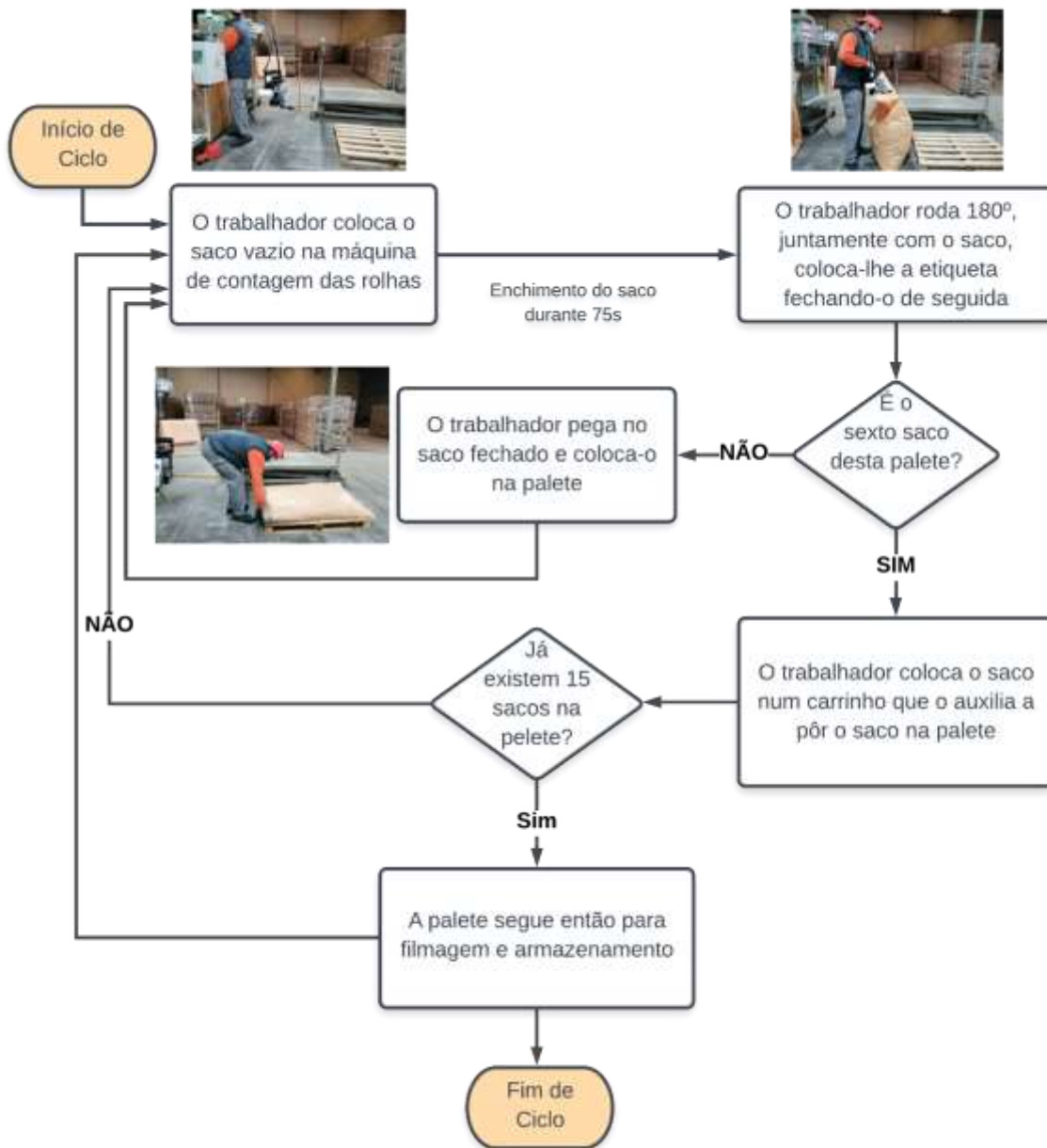


Figura 63 – Ciclo de tarefas do posto de trabalho em análise

## 4.2 ABORDAGEM AO PROBLEMA

O ciclo de tarefas apresentado dura cerca de 2 minutos, o que analisando, um turno de trabalho de 8 horas, nos leva a concluir que são executados 30 ciclos a cada hora de trabalho, ou seja, 240 ciclos, que se traduz em 240 sacos de rolhas de cortiça paletizados por turno diário de trabalho.

Como foi apresentado no fluxograma, o trabalhador só utiliza o carrinho para o auxiliar na tarefa de colocar os sacos na palete a partir do sétimo saco, ou seja, ele usa apenas a sua força física para fazer a colocação dos primeiros seis sacos na palete. Cada saco de rolhas de cortiça tem um peso de cerca de 21,250 Kg, o que requer alguma força física para sua elevação e colocação na palete. O uso apenas da sua forma física de um modo repetitivo durante o turno diário de trabalho propicia, com o passar do tempo, o surgimento de lesões na zona lombar e nos membros superiores, o que por si só condiciona a capacidade do trabalhador desempenhar as suas funções ou até o impede de as realizar, e que foi verificado pelas queixas apresentadas por alguns dos funcionários da empresa afetados a este posto de trabalho estudado.

Com vista a solucionar este problema existente, foi então aplicada a ferramenta WATEA, desenvolvida no âmbito desta Tese/Dissertação, como um instrumento auxiliar para se fazer uma análise ergonómica a este posto de trabalho e com base nos seus resultados foram então estudadas duas soluções, sendo que estes processos serão descritos nos próximos subcapítulos.

## 4.3 ANÁLISE ERGONÓMICA DO POSTO DE TRABALHO


Utilizando a ferramenta WATEA para fazermos a avaliação ergonómica do posto de trabalho, onde é realizada a tarefa de elevação e deposição de uma carga, os sacos de rolhas de cortiça, de forma manual e individualmente, esta indica-nos, com base nas respostas dadas às perguntas iniciais de triagem, que o método ergonómico adequado para analisar este posto é o Método Equação de Niosh.

Relativamente ao passo 1 e 2 da execução do método, apresentados na Figura 64, atribuindo os valores aproximadamente reais de distância vertical das mãos ao chão na origem do levantamento, que será de cerca de 100 cm, pois o saco de rolhas de cortiça tem de comprimento cerca de 120 cm, porém o operador para o transportar faz a pega cerca de 20 cm abaixo do limite do saco, e da distância vertical desde a origem até ao destino que será em média de 40 cm. De acordo com estes valores as variáveis Multiplicador Vertical - VM e Multiplicador de Distância – DM terão ambas o valor de 0,93

Método Equação de Niosh

### Método Equação de Niosh

Passo 1 - Seleccione o Multiplicador Vertical associado à distância das mãos ao chão na origem do levantamento - VM :




**Distância Vertical das mãos ao chão na origem do levantamento**

Altura (cm)	0	25	50	75	100	125	150	>175
Factor	0,77	0,85	0,93	1	0,90	0,85	0,79	0,7

**Multiplicador Vertical - VM**

0,93

Passo 2 - Seleccione o Multiplicador Vertical associado à distância da carga desde a origem até ao destino - DM :



**Distância vertical da carga desde origem até ao destino**

Deslocamento (cm)	25	30	40	50	70	100	170	>175
Factor	1	0,97	0,93	0,91	0,88	0,87	0,86	0,8

**Multiplicador de Distância - DM**

0,93


Figura 64 - Passos 1 e 2 da análise ergonómica ao Posto de trabalho

Relativamente ao passo 3 e 4 da execução do método, apresentados na Figura 65, durante a realização do movimento de transporte da carga, o operador leva o saco a uma distância de cerca de 40 cm do corpo e não existe qualquer ângulo de rotação do corpo. Desta forma a variável Multiplicador Horizontal – HM terá o valor de 0,63 e a variável Multiplicador Assimétrico – AM terá o valor 1.

Método Equação de Niosh

### Método Equação de Niosh

Passo 3 - Seleccione o Multiplicador Horizontal associado à distancia da carga ao corpo durante o levantamento - HM:




**Distancia maximal do peso ao corpo durante o levantamento**

Distancia cm	25	30	40	50	55	60	>63
Factor	1	0,81	0,63	0,5	0,46	0,42	0,3

**Multiplicador Horizontal - HM**

0,63

Passo 4 - Seleccione o Multiplicador Assimétrico associado ao ângulo de rotação do corpo durante o levantamento - AM:



**Angulo de rotação do corpo no plano Sagital**

Deslocamento ( graus)	0	30	60	90	120	135	>135
Factor	1	0,8	0,81	0,71	0,52	0,57	0,3

**Multiplicador Assimétrico - AM**

1

Figura 65 – Passos 3 e 4 da análise ergonómica ao Posto de trabalho

Por fim, os passos 5 e 6 da execução do método, apresentados na Figura 66, como o ciclo de tarefas realizadas neste posto de trabalho tem a duração de cerca de 2 minutos, faz com que frequência associada ao movimento de levantamento e transporte da carga seja 1 levantamento/minuto durante as 8 horas do horário laboral. Assim a variável Multiplicador de Frequência – FM terá o valor de 0,75, e neste caso o Multiplicador de Pega – CM terá o valor de 0,95 pois a pega realizada pelo operador é considerada uma pega razoável, pois existe uma aderência razoável entre a superfície das mãos e o material da superfície dos sacos de rolhas de cortiça.

**Método Equação de Niosh**

Passo 5 - Seleccione o Multiplicador de Frequência associado ao número de levantamentos e duração dos levantamentos, realizados durante o horário de trabalho - FM:

Frequencia de levantamentos média por minuto							
Frequencia	0,2	1	4	6	9	12	>15
Continua < de 1h	1	0,74	0,64	0,75	0,82	0,87	0
Continua de 1 a 2 h	0,08	0,88	0,72	0,58	0,70	0,21	0
Continua de 2 a 8h	0,05	0,75	0,49	0,27	0,31	0	0

Multiplicador de Frequencia - FM: **0,75**

Passo 6 - Seleccione o Multiplicador de Pega associado à qualidade da pega - CM:

Qualidade da pega de carga			
Avaliação	Boa Pega	Pega Razoavel	Pega Pobre
Factor	1	0,95	0,88

Multiplicador de pega - CM: **0,95**

Buttons: Voltar, Continuar

Figura 66 – Passos 5 e 6 da análise ergonómica ao Posto de trabalho

Concluídos todos os passos da análise ergonómica do posto de trabalho, através do método Equação de Niosh, é calculado então o valor do Peso Limite Recomendado, ou RWL, para o posto de trabalho em análise, através da equação apresentada na *userform*, na Figura 67.

O valor do **Peso Limite Recomendado** obtido foi de **8,929** Kg e este valor é posteriormente comparado com a **Peso Real** levantado na execução da tarefa analisada e desta forma calculamos o Índice de Levantamento. Neste caso concreto, consideramos o valor de **21,250Kg** como sendo o **Peso Real levantado**, que corresponde ao peso de cada

saco de rolhas de cortiça, que contem 2500 rolhas com cerca de 8,5g cada, obtendo-se assim um **Índice de Levantamento** de **2,379** valores.



Figura 67 – Resultado Final da análise ergonómica ao Posto de trabalho

Com base no valor de Índice de Levantamento calculado, concluiu-se que a tarefa de levantamento e transporte manual dos sacos de rolhas de cortiça, está associada ao **nível de risco mais elevado** que é caracterizado por situações de sobrecarga física, o que **potencia o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas nos membros superiores na maioria dos trabalhadores**, como é apresentado na Figura 68.



Figura 68 – Avaliação Final da análise ergonómica ao Posto de trabalho

## 4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

Para a resolução do problema descrito no subcapítulo anterior, evitar que o operador afetado a este posto de trabalho faça um enorme esforço físico para o transporte, elevação e deposição dos sacos na palete, foram então propostas duas soluções, que serão apresentadas e descritas, às quais deu-se o nome de “Solução 1: Tapete Móvel” e “Solução 2: Palete Móvel”.

A maioria dos elementos que compõem o ambiente de trabalho neste posto serão os mesmos em qualquer uma das soluções, sendo eles, a máquina que processa o enchimento dos sacos de rolhas de cortiça, o operador afetado a este posto, a máquina que processa o fecho e etiquetagem dos sacos, um tapete transportador que irá fazer o transporte dos sacos desde o ponto de fecho dos mesmos até à palete, e a respetiva palete onde são empilhados os sacos cheios. Deste modo, o operador após fechar e etiquetar o saco de rolhas de cortiça, terá apenas de colocar o saco no tapete transportador. Por sua vez, o tapete irá realizar o transporte desde o ponto de fecho do saco até ao ponto onde está a palete.

A maior diferença entre as duas soluções propostas, é o ponto móvel do sistema, isto é, na Solução 1, o tapete transportador irá subir e descer, com recurso a um elemento elevatório implementado no tapete transportador, e o no caso da Solução 2, será a palete a subir e descer, com o recurso a um sistema de molas elevatório.

### 4.4.1 SOLUÇÃO 1: TAPETE MÓVEL

Relativamente à “Solução 1: Tapete Móvel” a posição do tapete vai sendo alterada de acordo como número de sacos já depositados na palete, isto é, no início do ciclo, quando ainda não existem sacos na palete, o tapete transportador estará na sua posição inicial, posição com uma pequena inclinação relativamente ao solo. Após a deposição do primeiro saco na palete, o tapete irá subir cerca de 13 cm, pois esta é aproximadamente a altura de cada saco depositado na palete, que naturalmente está ao nível do solo.

Para que isto aconteça, o ponto inicial do tapete terá um elemento elevatório, que irá fazer o tapete subir de acordo com o ângulo calculado, tendo em conta a variação de altura pretendida, como pode ser observado na Figura 69, onde está presente um desenho realizado com ajuda de um professor de desenho, e que representa o estado do sistema após a deposição do sétimo saco na paleta. Este procedimento será cíclico até se ter o total de 15 sacos depositados na paleta, o que corresponde a uma altura de 1,95 m, que neste caso estará pronta para embalagem e armazenamento.

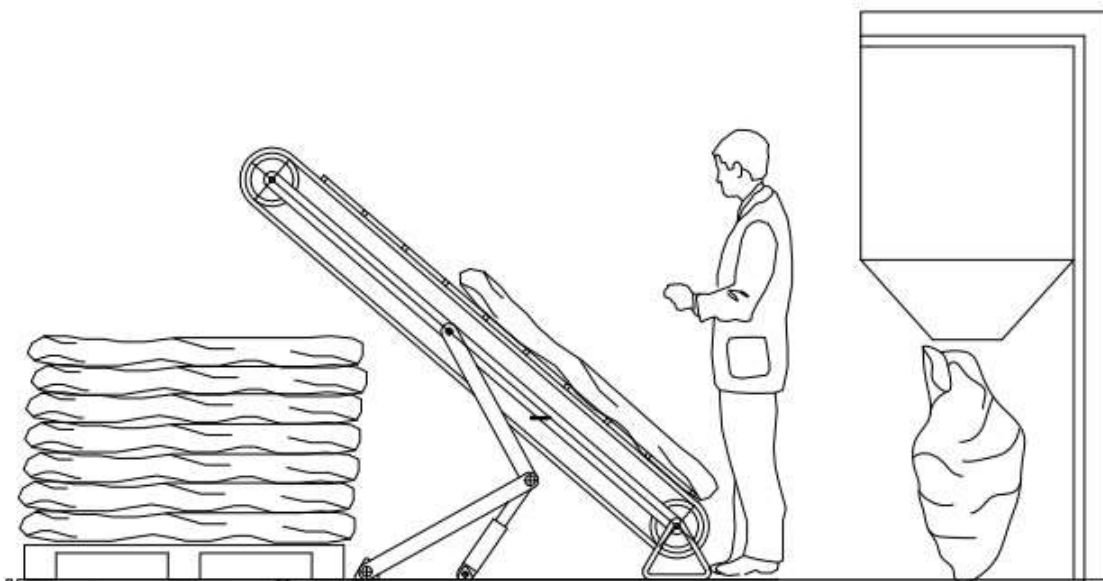


Figura 69 - Representação do sistema da “Solução 1: Tapete Móvel” após a deposição do sétimo saco na paleta

## 4.4.2 SOLUÇÃO 2: PALETE MÓVEL

Relativamente à “Solução 2: Palete Móvel”, o tapete transportador terá uma posição fixa, num plano inclinado ascendente, e a sua extremidade final estará à mesma altura da palete relativamente ao solo, sendo que a posição da palete vai sendo alterada de acordo como número de sacos já depositados na palete, isto é, no início do ciclo, quando ainda não existem sacos na palete, a palete estará na sua posição inicial, que será uma altura de  $1,43\text{ m}$  relativamente ao solo, valor que corresponde à altura de uma palete que contém 11 sacos. Após a deposição do primeiro saco na palete, esta irá descer cerca de  $13\text{ cm}$ , pois esta é aproximadamente a altura de cada saco depositado na palete, como pode ser observado na Figura 70, onde é apresentado um desenho realizado com ajuda de um professor de desenho.

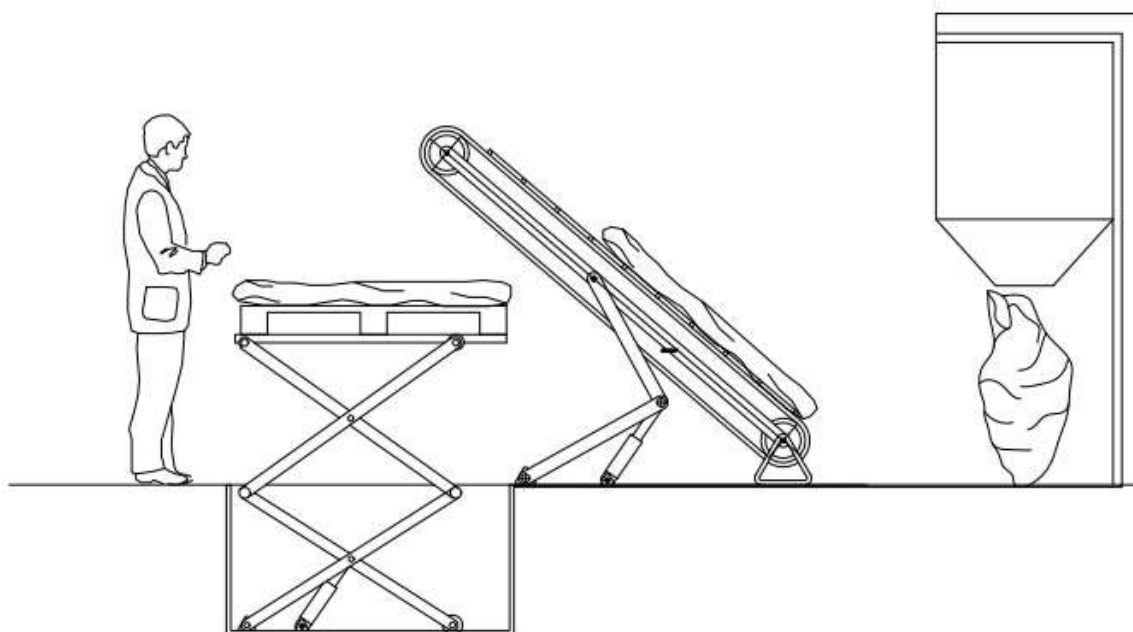


Figura 70 - Representação do sistema da “Solução 2: Palete Móvel” após a deposição do primeiro saco na palete

Para que isto aconteça, terá de ser implementado um sistema elevatório, composto por um sistema de molas, que irá ser responsável pelo movimento descendente da palete de acordo com a altura pretendida. Este procedimento será cíclico até se ter o total de 15 sacos depositados na palete, sendo que a partir do 11º saco a palete irá descer para uma superfície com mais profundidade relativamente ao solo, um buraco, e quando estiverem

os 15 sacos de rolhas na paleta, o sistema de molas estará totalmente comprimido, e a paleta estará então pronta para embalagem e armazenamento, como se pode ver na Figura 71, onde é apresentado um desenho realizado com ajuda de um professor de desenho.

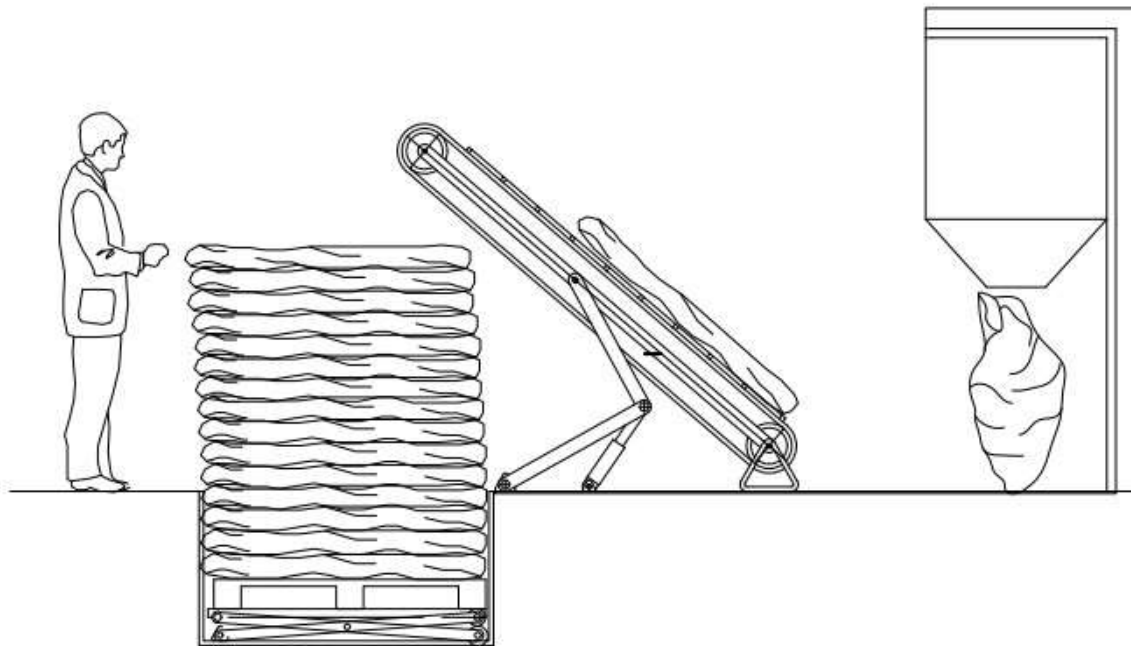


Figura 71 - Representação do sistema da “Solução 2: Paleta Móvel” após a deposição dos 15 sacos na paleta

#### 4.4.3 DIMENSIONAMENTO DOS TAPETES TRANSPORTADORES E ORÇAMENTAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Para se realizar a orçamentação de qualquer uma das soluções apresentadas, foi feita a pesquisa de empresas que comercializassem tapetes transportadores ou correias transportadoras para implementação em postos de trabalho industriais de modo a se conseguir ter valores reais com os quais se poderia fazer o cálculo do custo total associado a cada uma das soluções.

Os valores dos custos associados a cada solução têm como base os valores apresentados pela empresa “Jungheinrich PROFISHOP” que oferece uma vasta gama de produtos para a indústria, comércio, artesanato e empresas. A Jungheinrich é um dos líderes mundiais no fornecimento de equipamentos profissionais, aconselhando de forma gratuita, competente e fiável os seus clientes via telefone, email ou com planeamento de projetos no local. Todos os seus produtos satisfazem os padrões de alta qualidade estabelecidos, sejam eles equipamentos para empilhar e elevar, transporte, armazenamento, artigos de proteção do meio ambiente, segurança no trabalho ou escritório [24].

#### 4.4.3.1 ORÇAMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO 1: TAPETE MÓVEL

No caso da “**Solução 1: Tapete Móvel**” o tapete transportador irá, como já foi dito, subir gradualmente à medida que são depositados, sendo que a sua posição inicial será próxima do solo, onde o tapete estará numa posição com uma pequena inclinação relativamente ao solo, e a sua posição final será com um certo valor de inclinação que permita que a extremidade final do tapete transportador esteja à altura da paleta completa com os 15 sacos.

A extremidade final do tapete transportador estará a cerca de 1,95 metros de altura relativamente ao solo, aquando da deposição do 15º saco, o que pode implicar uma elevada inclinação do tapete transportador se o seu comprimento for reduzido. Concluiu-se então que o comprimento do tapete transportador,  $L_{TapeteTransportador}$ , está diretamente relacionado com o valor do ângulo “ $\alpha$ ”, em graus, de uma forma inversa, isto é, quanto menor for o comprimento do tapete transportador, maior será o ângulo “ $\alpha$ ” de inclinação do tapete relativamente ao solo. Esta relação permite ajustar o comprimento do tapete transportador conforme a inclinação adequada de modo a prevenir que os sacos que estão a ser transportados caiam no sentido oposto ao do movimento do tapete.

Por exemplo:

$$\text{Se } h_{\text{TapeteTransportdor}} = 1.95 \text{ e } L_{\text{TapeteTransportdor}} = 2 \text{ m}$$

então:

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{TapeteTransportdor}}}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.95}{2} \Leftrightarrow \alpha = \arcsin \frac{1.95}{2} = 77,16^\circ$$

Esta inclinação será impossível ser implementada, pois com este valor de “ $\alpha$ ” os sacos que estariam a ser transportados poderiam cair no sentido oposto ao do movimento do tapete.

Foram então estudados dois valores para a inclinação  $\alpha$  do tapete transportador, sendo eles  $30^\circ$  de inclinação e  $45^\circ$  de inclinação e foram calculados os comprimentos do tapete transportador em cada um dos casos.

No caso de  $\alpha = 30^\circ$ , temos:

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{TapeteTransportdor}}}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.95}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow$$

$$L_{\text{TapeteTransportdor}} = \frac{1.95}{\sin 30^\circ} \Leftrightarrow L_{\text{TapeteTransportdor}} = 3,9 \text{ m}$$

Porém os tapetes transportadores são apenas comercializados valores inteiros de comprimento, pelo que:

$$L_{\text{TapeteTransportdor}} = 4 \text{ m}$$

então:

$$\sin \alpha = \frac{1.95}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.95}{4} \Leftrightarrow \alpha = \arcsin \frac{1.95}{4} = 29,18^\circ$$

Este valor de “ $\alpha$ ” é um valor possível de implementar, pois com este valor de inclinação os sacos serão transportados de forma segura no tapete transportador não existindo o risco de caírem durante o trajeto até a paleta.

No caso de  $\alpha = 45^\circ$ , temos:

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{TapeteTransportdor}}}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.95}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow$$

$$L_{\text{TapeteTransportdor}} = \frac{1.95}{\sin 45^\circ} \Leftrightarrow L_{\text{TapeteTransportdor}} = 2,76 \text{ m}$$

Porém, como já foi mencionado os tapetes transportadores são apenas comercializados valores inteiros de comprimento, pelo que:

$$L_{\text{TapeteTransportdor}} = 3 \text{ m}$$

então:

$$\sin \alpha = \frac{1.95}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.95}{3} \Leftrightarrow \alpha = \arcsin \frac{1.95}{3} = 40,54^\circ$$

Este valor de “ $\alpha$ ” é também um valor possível de implementar, pois com este valor de inclinação um pouco mais elevado do que no caso anterior, ainda assim possivelmente os sacos serão transportados de forma segura no tapete transportador não existindo o risco de caírem durante o trajeto até a paleta.

Conclui-se então que qualquer uma das opções de inclinação será viável, sendo apenas o custo de cada uma das opções o aspeto diferenciador.

Relativamente à **inclinação de  $30^\circ$**  o custo do tapete transportador, tendo **4 metros** de comprimento, seria, com base num artigo encontrado em um catálogo online, disponível no *site* da empresa “Jungheinrich PROFISHOP”, apresentado na Figura 72, referente a um tapete transportador com características semelhantes ao pretendido, de **aproximadamente 4800 €** [25].



Figura 72 – Tapete Transportador comercializado pela Jungheinrich PROFISHOP [25]

Porém existem algumas diferenças, como é o caso da largura do tapete que neste caso é de 60 cm, o que é insuficiente para a solução, pois é necessária uma largura de 80 cm pois essa é a largura dos sacos de rolhas de cortiça transportados, e com base nos preços para várias larguras dos tapetes consultadas, um **aumento de 20 cm** na largura do tapete transportador de 4 m de comprimento reflete-se num **aumento de 11%** no preço, cerca de **500 €** no custo do mesmo, fazendo com que se estime um custo de **aproximadamente 5300 €** para o tapete transportador.

Relativamente à **inclinação de 40°** o custo do tapete transportador, semelhante ao apresentado na Figura 72, tendo **3 metros** de comprimento, seria, com base num artigo encontrado em um catálogo online, disponível no *site* da empresa “Jungheinrich PROFISHOP”, referente a um tapete transportador com características semelhantes ao pretendido, de aproximadamente **4400 €** [26].

Porém, como acontece no caso anterior é necessária uma largura de 80 cm pois essa é a largura dos sacos de rolhas de cortiça transportados, e com base nos preços para várias larguras dos tapetes consultadas, um **aumento de 20 cm** na largura do tapete

transportador de 3 m de comprimento reflete-se num **aumento de 9%** no preço, cerca de **400 €** no custo do mesmo, fazendo com que se estime um custo de **aproximadamente 4800 €** para o tapete transportador.

Estes custos estimados, com base na informação encontrada, são associados a um tapete transportador fixo ao solo num plano horizontal, não sendo alterada essa posição. No entanto no caso da “Solução 1: Tapete Móvel” a posição do tapete transportador será alterada gradualmente no sentido ascendente à medida que vão sendo depositados os sacos de rolhas de cortiça, sendo por isso necessária a implementação de um elemento elevatório automatizado, o que se estima que levará a um acréscimo do preço base do tapete, no mínimo na ordem dos 40 %.

#### 4.4.3.2 ORÇAMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO 2: PALETE MÓVEL

No caso da **Solução 2: “Paleta Móvel”** o tapete transportador irá, como já foi dito, estar numa posição fixa num plano inclinado ascendente, sendo que a sua extremidade final estará a uma altura de 1,43 m relativamente ao solo, o correspondente a altura de uma paleta com 11 sacos, sendo que esta será a altura máxima necessária, pois a partir do 11º saco a paleta irá descer para o buraco feito no solo.

Sendo assim:

$$\text{Se } h_{\text{TapeteTransportdor}} = 1.43 \text{ e } L_{\text{TapeteTransportdor}} = 2 \text{ m}$$

então:

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{TapeteTransportdor}}}{L_{\text{TapeteTransportdor}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.43}{2} \Leftrightarrow \alpha = \arcsin \frac{1.43}{2} = 45,64^\circ$$

Este valor de “ $\alpha$ ” é um valor possível de implementar, pois com este valor de inclinação possivelmente os sacos serão transportados de forma segura no tapete transportador não existindo o risco de caírem durante o trajeto até a paleta.

No entanto foi, também no caso desta solução, estudado o valor de  $30^\circ$  para a inclinação  $\alpha$  do tapete transportador e foi calculado o comprimento do mesmo.

No caso de  $\alpha = 30^\circ$ , temos:

$$\sin \alpha = \frac{h_{\text{TapeteTransportador}}}{L_{\text{TapeteTransportador}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.43}{L_{\text{TapeteTransportador}}} \Leftrightarrow$$

$$L_{\text{TapeteTransportador}} = \frac{1.43}{\sin 30^\circ} \Leftrightarrow L_{\text{TapeteTransportador}} = 2,86 \text{ m}$$

Porém os tapetes transportadores são apenas comercializados valores inteiros de comprimento, pelo que:

$$L_{\text{TapeteTransportador}} = 3 \text{ m}$$

então:

$$\sin \alpha = \frac{1.43}{L_{\text{TapeteTransportador}}} \Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{1.43}{3} \Leftrightarrow \alpha = \arcsin \frac{1.43}{3} = 28,47^\circ$$

Este valor de “ $\alpha$ ” é um valor possível de implementar, pois com este valor de inclinação os sacos serão transportados de forma segura no tapete transportador não existindo o risco de caírem durante o trajeto até a paleta.

Conclui-se então que qualquer uma das opções de inclinação será viável, sendo apenas o custo de cada uma das opções o aspeto diferenciador.

Relativamente ao custo do tapete transportador, semelhante ao apresentado na Figura 72, de **2 metros** de comprimento, associado a uma **inclinação de aproximadamente**

**45°** seria, com base num artigo encontrado em um catálogo online, disponível no *site* da empresa “Jungheinrich PROFISHOP”, referente a um tapete transportador com características semelhantes ao pretendido, de **aproximadamente 3900 €** [27].

Porém, como foi observado no caso da Solução 1, existem algumas diferenças, como é o caso da largura do tapete que neste caso é de 60 cm, o que é insuficiente para a solução, pois é necessária uma largura de 80 cm pois essa é a largura dos sacos de rolhas de cortiça transportados, e com base nos preços para várias larguras dos tapetes de 2 m de comprimento consultadas, um **aumento de 20 cm** na largura do tapete transportador reflete-se num **aumento de 5%** no preço, cerca de **200 €** no custo do mesmo, fazendo com que se estime um custo de **aproximadamente 4100 €** para o tapete transportador.

Relativamente ao custo do tapete transportador, de **3 metros** de comprimento, semelhante ao apresentado na Figura 72, associado a uma **inclinação de aproximadamente 29°** seria, com base num artigo encontrado em um catálogo online, disponível no *site* da empresa “Jungheinrich PROFISHOP”, referente a um tapete transportador com características semelhantes ao pretendido, de **aproximadamente 4400 €** [26].

Porém, como acontece no caso anterior é necessária uma largura de 80 cm pois essa é a largura dos sacos de rolhas de cortiça transportados, e com base nos preços para várias larguras dos tapetes consultadas, um **aumento de 20 cm** na largura do tapete transportador de 3 m de comprimento reflete-se num **aumento de 9%** no preço, cerca de **400 €** no custo do mesmo, fazendo com que se estime um custo de **aproximadamente 4800 €** para o tapete transportador.

Estes custos estimados, com base na informação encontrada, são associados a um tapete transportador que estará numa posição fixa, porém num plano inclinado ascendente relativamente ao solo, que implicará ajustes na sua montagem, a nível do comprimento dos suportes que sustentam o tapete, o que pode alterar um pouco o seu preço final.

No entanto, há que ter em conta ainda que, no caso da “Solução 2: Palete Móvel” a posição da palete será alterada gradualmente no sentido descendente à medida que vão sendo depositados os sacos de rolhas de cortiça, sendo por isso necessária a implementação de um elemento elevatório composto por molas, e ainda a realização de obras no ambiente de trabalho, para ser feito o buraco onde ficará instalado este sistema elevatório, e para o qual será também necessário construir uma rampa para se conseguir movimentar a palete após estar completa com os 15 sacos de rolhas de cortiça, obras essas para as quais não se conseguiu estimar um valor numérico.

#### 4.4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

Como qualquer solução proposta para um determinado problema, existem vantagens e desvantagens na sua implementação, e no caso de ambas as soluções apresentadas, existem portanto pontos a favor e pontos contra.

Qualquer que seja a solução, porventura, implementada pela empresa, a organização verá resolvido o seu principal problema com este posto de trabalho analisado, ou seja, deixará de haver queixas, por parte dos operários afetados a este posto, de dores musculares nos membros superiores e na região lombar, e de fadiga, solucionando assim outro problema consequente deste, a abstinência dos trabalhadores, o que se traduzia em quebras de produtividade e mau funcionamento do processo produtivo.

No caso da “Solução 1: Tapete Móvel”, o custo associado à automatização para que seja possível realizar o movimento de subida do tapete transportador, reflete-se no preço final do mesmo e a altura a que estará a extremidade final do tapete, uma altura de 1,95m relativamente ao solo, para que o ângulo de inclinação não seja demasiado elevada de modo a prevenir que os sacos que estão a ser transportados no tapete caiam no sentido oposto ao do movimento do tapete, implica a aquisição de uma tapete de maior dimensão e a sua implementação resultaria na necessidade de serem feitas alterações estruturais, neste caso uma expansão deste posto de trabalho.

No caso da “Solução 2: Palete Móvel”, o custo do tapete transportador será menor em comparação com a Solução 1, porém, para ser realizado o movimento de descida da palete, um sistema de molas terá de ser projetado para sustentar o peso total da palete composta pelos 15 sacos de rolhas de cortiça e ainda ser feito um buraco no solo. Esta necessidade de serem feitas alterações estruturais no posto de trabalho, podem acarretar custo total superior ao custo total da Solução 1.

Há ainda a realçar que a implementação desta solução torna o posto do trabalho mais seguro em comparação com a Solução 1, pois o tapete transportador não estará numa posição tão elevada, não havendo o risco de queda de um dos sacos da uma altura mais elevada o que poderia provocar acidentes de trabalho, e como tapete implementa poderá ter uma dimensão menor, a sua introdução no espaço atual do posto de trabalho será menos complexa.

# 5. CONCLUSÕES

Neste quinto e último capítulo é feito um balanço geral acerca do desenvolvimento deste projeto, são apresentadas as conclusões mais relevantes acerca do todo o trabalho desenvolvido durante este projeto, todos os constrangimentos e limitações enfrentadas durante o desenvolvimento do mesmo, e ainda as perspectivas para desenvolvimento de trabalhos futuros.

## 5.1 CONCLUSÕES FINAIS

A proposta de Tese/Dissertação tinha dois objetivos principais que foram descritos ao longo deste relatório, o desenvolvimento de uma ferramenta, composta por diversos métodos de análise ergonómica e, a sua aplicação prática na análise de um posto de trabalho industrial da empresa SOCORI, empresa responsável pelo projeto.

Relativamente o primeiro objetivo, o desenvolvimento de uma ferramenta de análise ergonómica, foi totalmente conseguido e temos agora uma ferramenta “*user friendly*” de utilização simples e intuitiva, que compila diversos métodos de análise ergonómica e que poderá ser um elemento auxiliar para avaliar as condições de diferentes tipologias de postos de trabalho, indicando através da resposta a algumas questões iniciais, qual o método adequado para se fazer a avaliação ergonómica de um posto de trabalho.

Relativamente ao segundo objetivo, a aplicação prática da ferramenta WATEA na análise de um posto de trabalho, consistiu na execução da ferramenta tendo por base as condições reais do posto de trabalho. O método indicado foi o método Equação de Niosh e foram então executados os seus passos considerando os aspetos reais associados ao posto de trabalho e ao ambiente envolvente. Concluiu-se que a tarefa de elevação dos sacos de rolhas de cortiça e deposição dos mesmos na palete era a tarefa que implicava um elevado esforço físico, e representava um nível de risco ergonómico elevado, o que com o passar do tempo potenciou o aparecimento de queixas, por parte dos trabalhadores

afetados a este posto de trabalho, de fadiga muscular e em alguns casos lesões músculo-esqueléticas.

Com base nos resultados da avaliação ergonómica, foram propostas então duas soluções e foi feito o dimensionamento dos tapetes transportadores para ambas as soluções e para diferentes graus de inclinação do tapete, para se evitar a queda dos sacos de rolhas de cortiça. Com a implementação de uma das soluções propostas será automatizada a deposição dos sacos de rolhas de cortiça que é até ao momento realizado manualmente, e conseqüentemente será haverá uma diminuição do risco do aparecimento de lesões músculo-esqueléticas, o que irá resolver o problema de absentismo enfrentado pela empresa.

Em termos pessoais o desenvolvimento deste projeto representou não só um primeiro contacto com um posto de trabalho industrial, mas também uma oportunidade de aplicação quer dos conhecimentos adquiridos durante o percurso académico, quer do desenvolvimento de competências transversais e profissionais relacionadas com temas com os quais ainda não tinha havido oportunidade de contactar, como é o caso de todos os aspetos que o conceito Ergonomia engloba, e o desenvolvimento de um programa em linguagem Visual Basic.

## 5.2 LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Relativamente ao desenvolvimento da ferramenta WATEA, não existiu qualquer limitação, no sentido de alguma dificuldade ou obstáculo que comprometesse o objetivo, porque todos os obstáculos que foram surgindo ao longo do seu desenvolvimento foram sendo ultrapassados. Porém pode-se falar em limitações no sentido em que a ferramenta contém neste momento seis métodos de análise ergonómica, que avaliam algumas tipologias de postos de trabalho, havendo então a possibilidade de se estender o número de métodos abordados, adicionando à ferramenta, por exemplo, um método que avalie o risco ergonómico de postos de trabalho administrativos, onde os trabalhadores estão

sentados nas suas secretárias em frente de um computador, que é o seu instrumento de trabalho para realizar as tarefas que lhe são atribuídas, durante todo o seu horário laboral.

Esta possibilidade poderá tornar-se então num objetivo para o desenvolvimento de um trabalho futuro, de extensão dos métodos incorporados na ferramenta WATEA, sendo possível ser feita a sua aplicação na análise de diversos postos de trabalho para além de postos de trabalho industriais.

Poderá ser ainda desenvolvida uma aplicação móvel, através adaptação da ferramenta já desenvolvida, para poder ser executada em qualquer dispositivo móvel, o que tornaria o acesso e a execução da ferramenta ainda mais fácil e prática.

Relativamente às soluções propostas para a melhoria do posto de trabalho, as principais limitações enfrentadas estão relacionadas com a orçamentação das soluções, pois foram encontrados vários tipos de tapetes/esteiras transportadores comercializados por diversas empresas, mas apenas num dos casos eram fornecidos valores com os quais se poderia trabalhar para efetuar o cálculo do orçamento de cada uma das soluções. Na maioria das empresas consultadas, os colaboradores da empresa deslocavam-se ao local onde iria ser feita a instalação do tapete para realizarem uma avaliação das necessidades do cliente e posteriormente apresentavam um orçamento de acordo com a sua análise realizada. Por essa razão, foi então feita uma estimativa dos custos totais de cada uma das soluções apresentadas, com base nos valores apresentados no catálogo online da empresa “Jungheinrich PROFISHOP”.

Numa perspetiva de trabalhos futuros estará, se assim a empresa entender, a implementação de uma das soluções propostas, verificando posteriormente quais os benefícios, quer para os trabalhadores afetados àquele posto de trabalho, quer para a produtividade e desempenho da empresa, e ainda a utilização de ferramenta como um instrumento auxiliar para se fazer a avaliação ergonómica de outros postos de trabalho da empresa.

## *Referências Documentais*

- [1] APCOR. 2012. Associação Portuguesa da Cortiça [Online]. Available: <https://www.apcor.pt/entrevista-socori-sociedade-de-corticadas-de-riomeao-sa/> [Accessed 15/03//2021].
- [2] Jornal Notícias. Junho 2020[Online]. Available: <https://www.jn.pt/local/noticias/aveiro/santa-maria-da-feira/foi-buscar-mascaras-para-ele-e-para-os-colegas-e-acabou-despedido-12361849.html> [Accessed 15/03//2021].
- [3] IEA. 2021. International Ergonomics Association [Online]. Available: <http://www.iea.cc> [Accessed 17/03//2021].
- [4] IIDA, I. 2005. Ergonomia: projeto e produção, Edgard Blücher.
- [5] WICKENS, C. D., GORDON, S. E. & LIU, Y. 1998. An introduction to human factors engineering, Longman.
- [6] REBELO, F. 2004. Ergonomia no Dia a Dia, Edições Sílabo
- [7] DGS. 2008. Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho: Guia de Orientação para a Prevenção.
- [8] Clínica da Mão. 2021 [Online]. Available: <https://www.clinicadamao.pt/tendinite-da-base-do-polegar/> [Accessed 24/03//2021].
- [9] Projeto Eu Consigo. Fevereiro 2018 [Online]. Available: <https://www.projectoeuconsigo.pt/sindrome-do-tunel-carpico-prevencao-e-tratamento-com-a-terapia-ocupacional/> [Accessed 24/03//2021].
- [10] Traumatologia e Ortopedia. 2021 [Online]. Available: <https://traumatologiaeortopedia.com.br/informe/lombalgia-ou-dor-ciatica-entenda-a-diferenca-entre-dor-lombar-e-dor-ciatica/> [Accessed 24/03//2021].
- [11] Freitas, C. 2019. Gestão de Projetos – Abordagens Ágeis: Scrum - coletânea de diapositivos, Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [12] Engenharia 360. 2020 “SCRUM: entenda a metodologia utilizada na Gestão de Projetos” [Online]. <https://engenharia360.com/scrum-a-metodologia-utilizada-na-gestao-de-projetos/> [Accessed 28/03//2021].
- [13] RPSO. 2020. Métodos para detetar o Risco de surgirem Lesões Músculo-Esqueléticas relacionadas com o Trabalho. [Online]. Available: <https://www.rpso.pt/metodos-para-detetar-o-risco-de-surgirem-lesoes-musculo-esqueleticas-relacionadas-com-o-trabalho-sabemos-o-suficiente/> [Accessed 09/08//2021].
- [14] McAtamney, L., & Corlett, N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.

- [15] (Adaptado) ErgoPus. 2021 [Online]. Available: <https://ergo-plus.com/rula-assessment-tool-guide/> [Accessed 17/05//2021].
- [16] D. S. C. Marques, “Avaliação do risco de Lesões Músculo–Esqueléticas Ligadas ao Trabalho em empresa da indústria alimentar”, M.S. thesis, IPS, Setúbal, PT, 2015.
- [17] J. Steven Moore & Arun Garg (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, DOI: 10.1080/15428119591016863
- [18] Brito, M. 2020. Método Strain Index, Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- [19] (Adaptado) CCOHS. 2021. Canadian Center of Occupation Health and Safety [Online]. Available: [https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/niosh/calculating\\_rwl.html](https://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/niosh/calculating_rwl.html) [Accessed 11/07//2021].
- [20] Health and Safety Executive. 2021 “Manual handling assessment charts (the MAC tool)” [Online]. Available: <https://www.hse.gov.uk/msd/mac/> [Accessed 12/08//2021].
- [21] Guia de Aplicação - Método MAC, Braga, Universidade do Minho.
- [22] E.A.D. P. Campos, “Contributo da análise ergonómica do trabalho na avaliação do risco de lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho”, M.S. thesis, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Lisboa, PT, 2011.
- [23] Guia de Aplicação - Método KIM, Braga, Universidade do Minho.
- [24] Jungheinrich Profishop. 2021 [Online]. Available: <https://www.jungheinrich-profishop.pt> [Accessed 19/10//2021].
- [25] Jungheinrich Profishop. 2021. “Correia transportadora acionada, capacidade de carga máx. 30 kg/m de comprimento da correia” [Online]. Available: <https://www.jungheinrich-profishop.pt/Correia-transportadora-acionada-capacidade-de-carga-max-30kg-m-de-comprimento-da-correia-26779-106907/> [Accessed 28/09//2021].
- [26] Jungheinrich Profishop. 2021. “Correia transportadora acionada, capacidade de carga máx. 30 kg/m de comprimento da correia” [Online]. Available: <https://www.jungheinrich-profishop.pt/Correia-transportadora-acionada-capacidade-de-carga-max-30kg-m-de-comprimento-da-correia-26779-106906/> [Accessed 28/09//2021].
- [27] Jungheinrich Profishop. 2021. “Correia transportadora acionada, capacidade de carga máx. 30 kg/m de comprimento da correia” [Online]. Available: <https://www.jungheinrich-profishop.pt/Correia-transportadora-acionada-capacidade-de-carga-max-30kg-m-de-comprimento-da-correia-26779-106905/> [Accessed 28/09//2021].