

# ANÁLISE ERGONÓMICA AO ABASTECIMENTO DE UM COMBOIO LOGÍSTICO

## ERGONOMIC ANALYSIS OF THE SUPPLY OF A LOGISTICS TRAIN

Ana Colim<sup>1</sup>, Beatriz Sousa<sup>2</sup>, Francisca Laranjo<sup>3</sup>, Hugo Costa<sup>4</sup>, Joana Ferreira<sup>5</sup>, Maria Macedo<sup>6</sup>, Patrícia Brandão<sup>7</sup>, Paula Carneiro<sup>8</sup>, Sara Gomes<sup>9</sup>, SofiaVale<sup>10</sup> e Tiago Faria<sup>11</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; ana.colim@dps.uminho.pt; ORCID 0000-0003-1138-1534

<sup>2</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50247@alunos.uminho.pt

<sup>3</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; a89389@alunos.uminho.pt

<sup>4</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50422@alunos.uminho.pt

<sup>5</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50456@alunos.uminho.pt

<sup>6</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; a89371@alunos.uminho.pt

<sup>7</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50674@alunos.uminho.pt

<sup>8</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pcarneiro@dps.uminho.pt; ORCID 0000-0003-0874-8593

<sup>9</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50756@alunos.uminho.pt

<sup>10</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; sofiamartinsvale@gmail.com

<sup>11</sup> Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Guimarães, Portugal; pg50780@alunos.uminho.pt

### Abstract

The following study was carried out with the aim of ergonomically evaluating a workstation to measure the risk of Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD) and, consequently, to take the necessary measures in the corresponding time urgency. The subject of the study was the milkrun's supply workstation which was assessed using the Nordic Musculoskeletal Questionnaire and the Ergonomic Workplace Analysis (EWA) on 6 workers in the study. From it, it was concluded that the most affected body regions were the neck, shoulders, and lumbar region. Then, the selected workstation was assessed using observational methods – Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Key Indicator Method (KIM). From the results obtained through these methods, it was possible to conclude that the workstation under study required further investigation and a quick intervention at the ergonomic level. Therefore, measures to improve the ergonomics of the workstation were proposed, such as reducing the height of the milkrun's shelves, relocating the components to different shelves, among others were suggested.

**Keywords:** WMSD, KIM - LHC, KIM - MHO, RULA, MILKRUN

### Introdução

Com a evolução do mercado de trabalho, as empresas pretendem, cada vez mais, garantir a satisfação dos seus colaboradores. Sendo o local de trabalho onde as pessoas passam grande parte do seu dia, é fundamental que as entidades patronais proporcionem condições de trabalho, adaptando as suas circunstâncias através de uma análise ergonómica aos seus postos de trabalho (Autoridade para as Condições do Trabalho, 2014).

A Ergonomia tem como principal objetivo modificar os sistemas de trabalho para adaptar e conceber a atividade nele existente às características, habilidades e limitações das pessoas com vista ao seu desempenho eficiente, confortável e seguro (ABERGO, 2000).

A maioria das Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT) desenvolvem-se ao longo do tempo. Estas resultam frequentemente da combinação de vários fatores de risco, incluindo fatores físicos e biomecânicos, fatores organizacionais e psicossociais, bem como fatores individuais (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2007). O estudo realizado tem como principal objetivo a avaliação ergonómica

de um posto de trabalho de modo a medir o seu nível de risco de LMERT e, conseqüentemente, tomar medidas preventivas de acordo com a urgência de intervenção determinada.

Para tal, foi realizado um trabalho de campo numa empresa de componentes elétricos para identificar o posto de trabalho mais problemático e os principais problemas relacionados com o mesmo.

### **Materiais e métodos**

Nesta empresa foi possível realizar observações diretas, medições, inquéritos aos operadores e à chefia. Através destes, pretende-se determinar quais os fatores mais preocupantes no que concerne ao descontentamento dos operadores, às posturas adotadas, picos de trabalho, ambiente circundante, entre outros aspetos.

Neste sentido, começou-se por aplicar o método EWA FIOH, *Ergonomic Workplace Analysis Finnish Institute of Occupational Health*, e o Questionário Nórdico, partindo, posteriormente, para os métodos observacionais: KIM – LHC, *Key Indicator Method – Lifting, Holding and Carrying*, KIM – MHO, *Key Indicator Method – Manual Handling Operations* e RULA, *Rapid Upper Limb Assessment*.

### **Questionário Nórdico Musculoesquelético**

O Questionário Nórdico Musculoesquelético (Crawford, 2007) é uma das ferramentas de auto-avaliação utilizadas para estudar a sintomatologia musculoesquelética (estado da dor e de desconforto) auto-reportada pelos trabalhadores aquando da execução do trabalho em análise. Este questionário é utilizado como ponto de partida para a identificação de postos de trabalho críticos, suportando um estudo mais aprofundado do posto de trabalho e, conseqüentemente, a possível intervenção ergonómica.

A aplicação deste método foi feita através da entrega de um Questionário Nórdico a 6 trabalhadores do armazém, tendo as respostas obtidas ao mesmo, sido posteriormente analisadas. Neste método, são estudados os sintomas sentidos em 9 regiões corporais, de acordo com 4 parâmetros, sendo estes: a deteção de algum problema (dor, desconforto ou dormência) nos últimos 12 meses (A), a deteção de problemas nos últimos 7 meses (B), a necessidade do próprio trabalhador evitar as suas atividades normais devido a problemas detetados nos últimos 12 meses (C) e, por fim, o nível de dor sentida nas respetivas regiões musculares (D).

### **Ergonomic Workplace Analysis, FIOH**

Este método (Ahonen et al., 1989) consiste na análise ergonómica do espaço de trabalho, adequando-se sobretudo a tarefas de manipulação de materiais e atividades industriais manuais, sendo por isso uma ferramenta importante na análise do posto de trabalho em causa neste estudo. Neste método, o posto de trabalho é analisado segundo catorze diferentes itens, sendo primeiramente efetuada uma análise por um analista, e, posteriormente, pelos operadores do posto de trabalho. A escala de avaliação do analista varia entre 1 (situação mais favorável) e 4 ou 5 (situação mais desfavorável). A escala do operador apresenta apenas quatro níveis: “boa” (+ +), “razoável” (+), “má” (-) e “muito má” (- -).

A aplicação deste método foi realizada através de uma avaliação por observação direta do posto de trabalho pelo analista e pela realização de um conjunto de perguntas a 6 operadores do armazém, sendo os resultados destas questões transformados em avaliações médias, de modo a obter uma avaliação geral.

### **Método RULA**

O Método RULA (McAtamney & Nigel Corlett, 1993) é um método observacional quantitativo que avalia o risco LMERT dos membros superiores considerando também o tronco, cabeça e extremidades inferiores, uma vez que o mesmo serve para a avaliação de posturas, forças e movimentos de tarefas manuais repetitivas com utilização do mesmo grupo de músculos. Este método analisa fatores de risco como a postura, contração muscular estática, repetição e força. Desta forma, o método RULA estabelece uma pontuação associada à postura adotada por diferentes segmentos corporais, refletindo a sobrecarga musculoesquelética associada. A pontuação final obtida varia entre 1 - Aceitável e 7 - Investigação e intervenção imediata que correspondem a diferentes níveis de ação.

Neste seguimento, o RULA foi utilizado para avaliar duas posturas, consideradas mais críticas, no processo de abastecimento da prateleira de altura 1,63m com cargas entre 3 a 5kg e da prateleira de altura 80cm com cargas inferiores a 2kg. Para a medição dos ângulos de cada área corporal destas posturas foi utilizado o *software online* “Ângulos entre segmentos corporales”, desenvolvido pela *Universitat Politècnica de València*.

### **Método KIM: KIM-LHC e KIM-MHO**

O método KIM (Klussmann et al., 2017) é um método observacional quantitativo que permite um diagnóstico rápido da Movimentação Manual de Cargas (MMC) contemplando uma objetiva descrição das exigências do trabalho em análise, bem como do esforço e razões que provoquem uma sobrecarga física. Este método baseia-se em indicadores chave como a duração da tarefa, modo, nível e frequência de aplicação de forças, postura, exigências organizacionais e condições ambientais. Desta forma, e com o intuito de fazer o estudo, pelo analista, das duas posições mais comuns do processo de abastecimento do comboio logístico foram selecionados, os métodos KIM-MHO (para operações manuais) e KIM-LHC (elevar, segurar e transportar cargas) para a avaliação do risco inerente a estas.

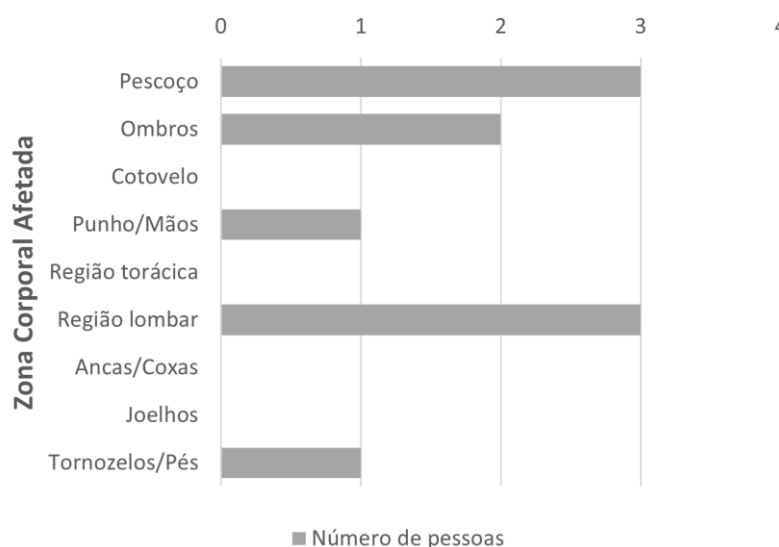
O risco calculado através de cada método varia entre 1 (<20 pontos – risco baixo) e 4 (>= 100 pontos – risco alto) que correspondem a diferentes medidas a ser implementadas.

### **Resultados**

Uma vez analisados e interpretados os métodos anteriores, obtém-se os resultados apresentados, e posteriormente procede-se à determinação da necessidade de intervenção e, em caso afirmativo, à sugestão de medidas de correção e melhoria.

### **Questionário Nórdico Musculoesquelético**

Através das respostas obtidas ao Questionário Nórdico, ilustra-se através da Figura 1 o número de pessoas que sentiram dor em alguma zona corporal na realização do trabalho em estudo.



*Figura 1. Resumo dos resultados obtidos no Questionário Nórdico*

### **Ergonomic Workplace Analysis, FIOH**

Os resultados obtidos da aplicação do método EWA FIOH pelas duas formas de análise mencionadas no capítulo anterior, são apresentadas neste capítulo através da Tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos resultados do EWA

Itens de análise Ergonómica	Escala de avaliação	Avaliação pelo Analista	Avaliação pelos Trabalhadores
1. Espaço de trabalho	1 – 4	3	-
2. Atividade física geral	1 – 4	3	-
3. Tarefas de elevação	1 – 5	3	-
4. Posturas e movimentos	1 – 5	5	-
5. Risco de acidente	1 – 5	5	-
6. Conteúdo do trabalho	1 – 5	3	+
7. Restritividade do trabalho	1 – 5	3	+
8. Comunicação do trabalhador	1 – 5	1	++
9. Dificuldade em tomar decisões	1 – 5	2	+
10. Repetitividade do trabalho	1 – 5	4	-
11. Atenção requerida	1 – 4	2	+
12. Iluminação	1 – 4	2	+
13. Ambiente térmico	1 – 5	3	-
14. Ruído	1 – 5	3	-

### Rapid Upper Limb Assessment, RULA

De modo a obter resultados fidedignos no método RULA, foram identificados e determinados todos os ângulos existentes nas posições efetuadas pelo operador. De seguida, foram atribuídas pontuações para cada ponto do método, obtendo-se uma pontuação final de 3 para a Postura 1 e uma pontuação final de 7, para a Postura 2 representadas na Figura 2.



Figura 2. (a) Postura 1; (b) Postura 2.

Tabela 2. Resultados RULA das Posturas 1 e 2

Tipos de Pontuações	Postura 1	Postura 2
Pontuação A	3	6
Pontuação final de punho e braço	4	7
Pontuação B	2	5
Pontuação final do pescoço, tronco e membro inferior	2	6
Pontuação final	3	7

### **Key Indicator Method, KIM**

Relativamente ao método KIM-MHO, obtiveram-se pontuações muito baixas, tendo a mais alta sido um 3 na postura corporal. Somando este valor aos resultados dos outros indicadores, obteve-se 6 pontos na classificação do indicador do 2º passo do método. Assim, com esta pontuação e com 3 pontos na classificação de tempo, obteve-se uma pontuação final de 18.

Para o método observacional KIM-LHC, foram atribuídas pontuações mais altas na postura do corpo (9 pontos) e nas condições de trabalho desfavoráveis (4 pontos). Assim, com 3,5 pontos na classificação de tempo e um total de 20 e 22 pontos, para homens e mulheres respetivamente, na classificação do indicador, verificou-se uma pontuação final de 70 para a população masculina e 77 para a população feminina.

### **Discussão**

Segundo os resultados obtidos no Questionário Nórdico Musculoesquelético, é possível identificar, através da Figura 1, que, segundo a perspectiva dos operadores, as regiões corporais mais afetadas pela execução do trabalho são a zona do pescoço, ombros e a região lombar.

Neste seguimento, tal como expectável inicialmente e à semelhança das questões efetuadas aos operadores no EWA, os itens mais relevantes para uma análise ergonómica aprofundada revelaram-se os seguintes: espaço de trabalho, atividade física geral, tarefas de elevação, posturas e movimentos, risco de acidente, repetitividade do trabalho, ambiente térmico e ruído, uma vez que apresentam uma avaliação mais prejudicativa – Tabela 1.

Assim, através da análise dos métodos de diagnóstico obteve-se informação relativa aos fatores mais relevantes de aprofundar numa avaliação ergonómica mais detalhada, de modo a estudar os riscos de LMERT.

Deste modo, para o abastecimento de caixas com menos de 2kg em prateleiras com 80 cm de altura, os resultados do RULA indicam que deve existir mais investigação e os do KIM-MHO dizem que o risco para a saúde é bastante reduzido pelo que não propõe qualquer tipo de melhoria a aplicar. Após a observação mais detalhada da subatividade, concluiu-se que não é necessária a implementação de melhorias uma vez que as condições de trabalho são favoráveis.

Por outro lado, para o abastecimento de caixas com peso entre 3 a 5kg nas prateleiras mais altas das carruagens, os resultados do RULA indicam a necessidade de investigação e intervenção imediata. A análise do KIM-LHC sugere uma reestruturação do espaço de trabalho e/ou a consideração de outras medidas a adotar. Neste sentido, a última situação é a que apresenta maior risco para a saúde do trabalhador.

Posto isto, foram analisadas e estudadas algumas formas de melhorar as condições de trabalho existentes. Uma vez que a atuação da equipa recai na área da Ergonomia de Correção, alguns dos fatores a ter em consideração aquando das propostas de melhoria são: corredores estreitos no chão de fábrica que impedem que o comboio logístico tenha grandes dimensões, sobrelotação do comboio logístico devido às novas necessidades da empresa e o tempo limitado disponível para abastecimento.

Desta forma, propõe-se o aumento da frequência das rotas logísticas e/ou uma alteração à sua organização, de forma a permitir que cada carruagem leve menos componentes. Isto permite diminuir a altura da prateleira mais alta, sendo que, a nova altura, segundo os dados de antropometria da população portuguesa (Barroso et al.,

2005), seria 1,228m, assumindo como ponto referência a altura do ombro em relação ao chão (tendo em conta que esta é uma limitação minorante, consideram-se as dimensões da população feminina e adiciona-se uma correção de calçado de 25mm), de forma a satisfazer 95% da população. De notar que foi escolhido o ombro, uma vez que este é o ponto de referência para evitar o risco de LMERT (Cohen et al., 1997).

Como forma de complementar esta medida, propõe-se ainda uma redistribuição dos componentes, colocando os mais leves e com menos rotatividade na prateleira mais alta, e os mais pesados nas prateleiras mais baixas e nas intermédias.

Além disso, uma opção viável para que se possam evitar movimentos de flexão e extensão máximos dos braços, seria a colocação de barreiras de proteção removíveis em cada prateleira do comboio.

Outra proposta seria o aumento da largura das prateleiras com o objetivo de ganhar mais espaço no próprio comboio. Contudo, para a aplicação desta medida é necessário aumentar o espaço dos corredores. Através da recolha de sugestões dos trabalhadores, aliadas a uma posterior análise do chão de fábrica, percebeu-se que era possível reduzir o espaço dentro de cada linha de produção. Com esta alteração, entra em ponderação a possibilidade de acrescentar uma quarta carruagem ao comboio, com o intuito deste ganhar mais espaço considerando a diminuição da altura da prateleira mais alta. Em acréscimo, esta implementação conduz à redução nas alterações efetuadas no sistema relativas à frequência das rotas. Esta carruagem teria que ter implementado um sistema de rodas com flexibilidade de movimentos (carruagem com sistema de *swivel castors*).

De notar, que seria relevante realizar uma estimativa de custos e ganhos produtivos/ergonómicos das medidas propostas como trabalho futuro.

Por fim, deveriam ser asseguradas, aos operadores, formações relativas às posturas a adotar durante o abastecimento neste tipo de indústria. Segundo Nicola et al. (2022), os efeitos do treino postural em tempo real, juntamente com a organização e distribuição de tarefas tendo em conta as características antropométricas dos trabalhadores e do posto de trabalho, permitem melhorar a qualidade ergonómica do trabalho realizado.

### **Conclusões**

Através da análise efetuada ao posto de trabalho que carecia de mais preocupação - Abastecimento do Comboio Logístico, comprova-se que este necessita de mais investigação e uma rápida intervenção a nível ergonómico. Tal foi comprovado através dos resultados obtidos pelos métodos aplicados e pela sua concordância com as observações realizadas a nível empresarial.

Após esta principal conclusão, é crucial destacar o trabalho futuro que passa pela implementação das melhorias sugeridas como por exemplo a diminuição da altura da prateleira mais alta através do aumento da frequência das rotas logísticas e a reorganização dos percursos.

### **Agradecimentos**

Deixamos o nosso agradecimento à empresa que nos permitiu a concretização deste trabalho em contexto real e às Professoras Ana Colim e Paula Carneiro pelo constante esclarecimento de dúvidas, pelo apoio e pelo desafio lançado com este trabalho.

This work has been supported by FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia within the R&D Units Project Scope: UIDB/00319/2020.

### **Referências**

- ABERGO. (2000). A certificação do ergonomista brasileiro. *Editorial Do Boletim 1/2000, Associação Brasileira de Ergonomia*.
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. (2007). *Lesões musculoesqueléticas*. Safety and Health at Work EU-OSHA. <https://osha.europa.eu/pt/themes/musculoskeletal-disorders>
- Ahonen, M., Launis, M., & Kuorinka, T. (1989). *Ergonomic workplace analysis* (F. I. of O. H. Ergonomics Section, Ed.). Institute of Occupational Health.

- Autoridade para as Condições do Trabalho. (2014). *Organização da SST na empresa*. [https://www.act.gov.pt/\(pt-pt\)/areasprincipais/empregadores/deveresobrigacoes/paginas/organizacaoostempresas.aspx](https://www.act.gov.pt/(pt-pt)/areasprincipais/empregadores/deveresobrigacoes/paginas/organizacaoostempresas.aspx)
- Barroso, M. P., Arezes, P. M., da Costa, L. G., & Miguel, A. S. (2005). Anthropometric study of Portuguese workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(5), 401–410. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2004.10.005>
- Cohen, A., Gjessing, C., Fine, L., Bernard, B., & McGlothlin, J. (1997). *ELEMENTS OF ERGONOMICS PROGRAMS. A Primer Based on Workplace Evaluations of Musculoskeletal Disorders*.
- Crawford, J. O. (2007). The Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Occupational Medicine*, 57(4), 300–301. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm036>
- Klussmann, A., Liebers, F., Gebhardt, H., Rieger, M., Latza, U., & Steinberg, U. (2017). Risk assessment of manual handling operations at work with the key indicator method (KIM-MHO) — determination of criterion validity regarding the prevalence of musculoskeletal symptoms and clinical conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1542-0>
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Nicola, B., Serena, F., Mattia, G., Monica, R., & Daria, B. (2022). Real-time postural training effects on single and multi-person ergonomic risk scores. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.384>