MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AVALIAÇÃO DE RISCO ERGONÓMICO EM CONDUÇÃO DE LONGA DURAÇÃO

Eduardo Luís Abreu Carvalho Pereira da Silva

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista FEUP
Arguente: Professora Doutora Joana Cristina Cardoso Guedes FEUP
Presidente do Júri: Professora Doutora Maria Luísa Pontes da Silva Ferreira de Matos FEUP

2019

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt **ISN:** 3599*654

Telefone: +351 22 508 14 00 **Fax:** +351 22 508 14 40

URL: http://www.fe.up.pt **Correio Electrónico:** feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Desejo os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que esta tese se concretizasse

Agradeço ao Prof. João Manuel Abreu dos Santos Baptista pelo o apoio dado ao longo da tese bem como do Mestrado como um todo, agradeço o tempo e ajuda que me dedicou ao longo dos semestres passados.

Agradeço ao Marko Cvetkovic pelo apoio que me deu ao longo do tempo em que estivemos no laboratório bem como o auxilio que me deu na tese, agradeço também pelo facto de me ter acolhido no seu projeto e me ter dado acesso a parte do seu trabalho para poder criar esta tese.

Agradeço ao Prof. José Pedro Maia Pimentel Tavares e todos os intervenientes e donos do equipamento utilizado no laboratório G003.

Agradeço aos voluntários que se dispuseram a participar na experiência de Marko Cvetkovic.

Finalmente agradeço à minha família pelo o apoio de inúmeras formas nestes 2 anos que passei na FEUP bem como o apoio dado ao longo dos meus estudos.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

DESTAQUES

1. Avaliação RULA
2. Avaliação REBA
3. Avaliação OWAS
4. Velocidade da mão
5. Aceleração da mão

HIGHLIGHTS

1. RULA evaluation
2. REBA evaluation
3. OWAS evaluation
4. Hand velocity
5. Hand aceleration

RESUMO

Introdução – No decorrer das suas atividades o condutor profissional terá de se sujeitar a riscos de várias ordens. Um desses riscos é o risco ergonómico que poderá levar a que o trabalhador contraia Lesões Musculosqueléticas Relacionada com o Trabalho LMERT.

Objetivos – Com isto em mente, a tese tem como principais objetivos, avaliar os riscos de lesão relacionada com a postura de condução e comparar valores de velocidade e aceleração da mão para concluir acerca de risco da atividade.

Metodologia – Assim, este documento segue a metodologia PRISMA STATEMENT, para a recolha de informação relativa a este tema tendo em conta os critérios seguintes: ano do documento (2014-2018); tipo de documento (Artigos e artigos de revisão); tipo de fonte (revistas) e linguagem (Inglês). A amostra do estudo consistiu em 15 voluntários que teriam de utilizar um simulador automóvel durante 2 horas para um posterior tratamento de dados utilizando as metodologias RULA, REBA OWAS, adicionalmente realizou-se uma análise de imagem com o auxílio do software SkillSpector a 2 segundos de filmagem 3D realizada no interior do simulador a cada um dos 15 voluntários.

Resultados - Os resultados obtidos com a metodologia prevista terá como base a avaliação de riscos de cada método usado, RULA, REBA e OWAS, tendo como resultado final de risco baixo, risco médio e risco baixo respetivamente, este valor final irá corresponder a uma frase que irá ditar o risco associado do valor dado e com isto caracterizar o risco da atividade, adicionalmente a análise realizada com o SkillSpector ditou os resultados correspondentes à posição, velocidade e aceleração da mão esquerda no volante de cada um dos 15 voluntários ao longo do tempo designado para o estudo.

Conclusões - As conclusões realizadas foram divididas de forma a que houvesse uma conclusão correspondente a cada um dos métodos RULA, REBA e OWAS tendo como base os valores e as frases do nível de risco de cada um e conclusões sobre à análise de imagem realizada com o auxílio do software SkillSpector, culminando numa conclusão geral ditando a possibilidade de não existência de risco ergonómico para os braços.

Palavras Chave: RULA, REBA, OWAS, LME

ABSTRACT

Introduction – In the course of its activities the professional driver will have to be subject to various risks. One such risk is the ergonomic risk that could lead the worker to contract LMERT-related Musculoskeletal Injuries.

Objectives - The main objective of the thesis is to evaluate the risks of injury related to the posture of each volunteer from the experience and to compare velocity and acceleration values obtained by the same volunteers to conclude about the risk of the activity.

Methedology - Thus, this document follows the PRISMA STATEMENT methodology, for collecting information on this topic considering the following criteria: year of the document (2014-2018); type of document (Articles and review articles); type of source (journals) and language (English). The study sample consisted of 15 volunteers, who would have to use an automobile simulator for 2 hours for a later treatment of data using the RULA, REBA and OWAS methodologies. In addition, an image analysis was performed with the aid of the SkillSpector software at 2 seconds performed inside the simulator of each of the 15 volunteers.

Results - The results obtained with the predicted methodology will be based on the risk assessment of each method used, RULA, REBA and OWAS, with the final result of low risk, medium risk and low risk respectively, this final value will correspond to a sentence that will dictate the associated risk of the given value and thereby characterize the risk of the activity, additionally the analysis performed with the SkillSpector dictated the results corresponding to the position, velocity and acceleration of the left hand at the wheel of each of the 15 volunteers over the designated time period of the study.

Conclusions - The conclusions were divided in order to obtain a conclusion corresponding to each of the RULA, REBA and OWAS methods, based on the values and phrases of the risk level of each and conclusions about the image analysis performed with axillary software SkillSpector culminating in a general conclusion dictating the possibility of no ergonomic risk to the arms.

Key-words: RULA, REBA, OWAS, WMSDs.

INDICE

1 INTRODUÇÃO 3
2 Fundamentação do trabalho 5
2.1 Apresentação da entidade onde a Dissertação é realizada 5
2.2 Conceitos básicos de ordem tecnológica 5
2.2.1 RULA 5
2.2.2 REBA 5
2.2.3 OWAS 5
2.3 Conhecimento Científico 6
2.3.1 Critérios de exclusão / inclusão 6
2.3.2 Fontes de informação 6
2.3.3 Busca 6
2.4 Resultados da Revisão 7
2.4.1 Seleção de estudos 7
2.4.2 Características dos estudos 8
2.5 Discussão da revisão 8
2.5.1 Sumário da evidência 8
2.5.2 Limitações 9
2.5.3 Conclusões da Pesquisa Bibliográfica 9
2.6 Objetivos da Dissertação 10
3 MATERIAIS E MÉTODOS 11
3.1 Escolha de voluntários e características 11
3.2 Equipamento e Software 12
3.3 Procedimento Experimental 13
3.4 Procedimento de Tratamento de Dados 16
3.4.1 Procedimento de avaliação de riscos 16
3.4.2 Procedimento de Análise de movimento 19
4 RESULTADOS 27
4.1 Avaliação de riscos: RULA 27
4.2 Avaliação de riscos: REBA 28

4.3 Avaliação de riscos: OWAS 29
4.4 Análise de movimento 29
4.4.1 Gráficos SkillSpector de Posição 29
5 DISCUSSÃO 39
5.1 Avaliação de risco 39
5.2 Análise de Movimento 43
5.3 Limitações e vieses 46
6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS 49
6.1 Perspetivas futuras 49
7 BIBLIOGRAFIA 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – PRISMA 2009 Flow Diagram 7
Figura 2 – Cubo de calibração 12
Figura 3 - Marcadores Corporais 13
Figura 4 - Câmera 5 14
Figura 5 - Câmera 6 15
Figura 6 - Câmera 7 15
Figura 7 – VirtualDub 17
Figura 8 - Exemplo da Tabela do REBA 18
Figura 9 - Exemplo da tabela do OWAS 20
Figura 10 - SkillSpector Câmera 5 e 6 20
Figura 11 - VirtualDub Câmera 6 21
Figura 12 - Pontos SkillSpector 21
Figura 13 - Calibração SkillSpector 22
Figura 14 - Ordem de colocação dos pontos 22
Figura 15 - Parâmetro DLT 23
Figura 16 - Gráfico de Posição 1 29
Figura 17 - Gráfico de Posição 2 30
Figura 18 - Gráfico de Posição 3 30
Figura 19 - Gráfico de Posição 4 30
Figura 20 - Gráfico de Posição 5 31
Figura 21 - Gráfico de Posição 6 31
Figura 22 - Gráfico de Posição 7 31
Figura 23 - Gráfico de Posição 8 32
Figura 24 - Gráfico de Posição 9 32
Figura 25 - Gráfico de Posição 10 32
Figura 26 - Gráfico de Posição 11 33
Figura 27 - Gráfico de Posição 12 33
Figura 28 - Gráfico de Posição 13 33
Figura 29 - Gráfico de Posição 14 34
Figura 30 - Gráfico de Posição 15 34

Figura 31 - Exemplo de Gráfico de Posição 43
Figura 32 - Exemplo de Gráfico de Velocidade 44
Figura 33 - Exemplo de Gráfico de Aceleração 45
Figura 34 - Exemplo de um erro de Sincronização no SkillSpector 47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela Resumo 8

Tabela 2 – Procedimento do Software Skill Capture 16

Tabela 3 - Passo 1 do RULA 17

Tabela 4 - Passo 7 do REBA 18

Tabela 5 – RULA sem apoio (porta) 27

Tabela 6 – RULA com apoio (porta) 27

Tabela 7 – REBA sem apoio (porta) 28

Tabela 8 – REBA com apoio (porta) 28

Tabela 9 – OWAS 29

Tabela 10 – Resumo Posição do braço (Max. e min,) 35

Tabela 11 – Velocidade do braço (Max. e min.) 36

Tabela 12 – Aceleração do braço (Max. e min.) 37

Tabela 13 – Avaliação de riscos RULA 39

Tabela 14 - Passo 1 do RULA 39

Tabela 15 – Avaliação de riscos REBA 40

Tabela 16 - Passo 7 do REBA 41

Tabela 17 – Avaliação de riscos OWAS 41

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS/…

REBA – Rappid Entire body assement

RULA - Rappid upper limb assesment

OWAS - ovaco working posture analysis

LME- Lesão Musco-Esquelética

LMERT - Lesões Musculosqueléticas Relacionada com o Trabalho

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

No seu trabalho, um condutor profissional poderá estar sujeito a riscos de várias ordens. Um desses riscos é o ergonómico que poderá levar a que o trabalhador manifeste Lesões Musculosqueléticas Relacionada com o Trabalho ou LMERT.

Designam-se por LMERT as lesões que resultam da ação de fatores de risco profissionais como a repetibilidade, a sobrecarga e/ou a postura adotada durante o trabalho. As LMERT geralmente afetam os membros superiores e a coluna vertebral, podendo ter outras localizações, dependendo da atividade de risco desenvolvida pelo trabalhador (Uva A.S. *et all*, 2008).

Nos automóveis, apesar de serem considerados cada vez mais seguros, a questão ergonómica nunca poderá ser esquecida como sendo um elemento essencial para a pessoa que o utiliza regularmente (Hs, 2013).

Os condutores profissionais passam um longo período de tempo numa posição estática o que cria uma situação de risco para o condutor que se pode vir a expressar em doenças profissionais durante a sua carreia (Gaiola V. *et all*, 2016). Sendo assim, é necessário avaliar o risco ergonómico a que estes trabalhadores estão expostos, para avaliar esse risco pode-se recorrer a metodologias físicas como o RULA ou REBA, ou a metodologias fisiológicas como a utilização de Eletromiografia, bem outros métodos menos convencionais como métodos comportamentais ou métodos de equipa (Stanton, N *et all*, 2004).

O Regulamento (CE) nº 561/2006, de 15 de março de 2006, estabelece regras em matéria de tempos de condução, pausas e períodos de repouso para os condutores de transporte rodoviário de mercadorias e passageiros. A regra diz que a duração máxima de condução contínua é de 4 horas e 30 minutos. Nesse período, o condutor tem que fazer uma interrupção contínua de pelo menos 45 minutos.

Adicionalmente, de acordo com a Lei n.º 27/2010 estão previstas contraordenações e infrações relacionadas com o regulamento anteriormente referenciado, tendo como um dos focos dessas infrações e contraordenações, o tempo em excesso de condução por parte dos condutores.

O Regulamento (CE) nº 561/2006 refere, no entanto, que o condutor pode não obedecer aos tempos referenciados de repouso e trabalho, desde que não comprometa a segurança rodoviária e com o objetivo de atingir um ponto de paragem adequado, sempre na medida do necessário para garantir a segurança das pessoas, do veículo ou da carga.

A questão de investigação ou o problema para a qual se realiza este projeto centra-se na existência ou não de risco ergonómico na condução de longa duração para estes trabalhadores, enquadrando-se assim no âmbito de Segurança e Higiene Ocupacionais.

Para este efeito propôs-se a seguinte hipótese de trabalho com a realização da pesquisa bibliográfica de métodos de estudo ergonómico com recurso a visualização, tendo sido escolhidos os seguintes métodos: REBA – Rappid Entire Body Assessment, RULA - Rappid Upper Limb Assessment, OWAS - Ovaco Working Posture Analysis para avaliação da postura dos condutores.

Para que se possa ter uma ideia do nível de risco associado à condução de longa duração por parte de condutores profissionais, efetuou-se uma comparação dos resultados do nível de risco depois da aplicação das metodologias RULA, REBA e OWAS propostas com o intuito de se concluir em relação ao nível de risco associado à atividade, bem como concluir em relação às vantagens e desvantagens de cada método utilizado.

Finalmente, o presente documento apresentará uma conclusão tendo os objetivos em mira, sendo adicionalmente expostas perspetivas futuras para estudos que possam enquadrar-se dentro do mesmo tema.

Em resumo, esta tese apresentará os seguintes elementos que estarão divididos em 2 partes:

Parte 1

- Capítulo 1 - Introdução
- Capítulo 2 - Fundamentação do trabalho ou Capítulo de revisão.
- Capítulo 3 - Materiais e Métodos utilizados na tese.

Parte 2

- Capítulo 4 - Resultados correspondentes à avaliação das metodologias RULA, REBA e OWAS, bem como os resultados correspondentes aos dados retirados do software SkillSpector.
- Capítulo 5 - Discussão dos resultados correspondentes à avaliação das metodologias RULA, REBA e OWAS, bem como os resultados correspondentes aos dados retirados do software SkillSpector.
- Capítulo 6 - Conclusões e perspetivas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO DO TRABALHO

2.1 Apresentação da entidade onde a Dissertação é realizada

O trabalho conducente à dissertação foi realizado no Laboratório de Controlo de Tráfego da FEUP.

2.2 Conceitos básicos de ordem tecnológica

2.2.1 RULA

Rapid Upper-Limb Assessment (RULA) fornece uma classificação facilmente calculada de cargas musculoesqueléticas em tarefas nas quais as pessoas têm um risco de sobrecarga no pescoço e nos membros superiores.

A ferramenta fornece uma pontuação única da tarefa, que é uma classificação da postura. O risco é calculado em uma pontuação de 1 (baixa) a 7 (alta). Essas pontuações são agrupadas em quatro níveis de ação que fornecem uma indicação do nível de risco a que o trabalhador está exposto (Stanton, N *et all*, 2004).

2.2.2 REBA

Rapid Entire Body Assessment (REBA) foi desenvolvido para avaliar o tipo de posturas de trabalho imprevisíveis encontradas nos locais de trabalho. Os dados são coletados sobre a postura corporal. Uma pontuação final REBA é gerada para dar uma indicação do nível de risco e urgência com que a ação deve ser tomada (Stanton, N *et all*, 2004).

2.2.3 OWAS

OWAS - Ovaco Working Posture Analysis identifica as posturas de trabalho mais comuns para as costas (4 posturas), braços (3 posturas) e pernas (7 posturas) e o peso da carga manipulada (3 categorias). A postura do corpo inteiro é descrita por essas partes do corpo com um código de quatro dígitos. Essas 252 posturas foram classificadas em quatro categorias de ação, indicando a necessidade de mudanças ergonómicas (Oy, 2009).

2.3 Conhecimento Científico

2.3.1 Critérios de exclusão / inclusão

Os critérios de exclusão utilizados foram os seguintes: o nº de anos (2014-2018); tipo de documento (Artigos e artigos de revisão); tipo de fonte (revistas); linguagem (Inglês).

2.3.2 Fontes de informação

A base de dados utilizada para a realização deste documento foi a SCOPUS.

2.3.3 Busca

A busca para a realização deste documento foi a partir da base de dados da SCOPUS, sendo assim a metodologia aplicada para este efeito consistiu em limitar a pesquisa dentro de alguns parâmetros, assim a pesquisa foi limitada aos últimos 5 anos, de 2014 até 2018, adicionalmente foram só rastreados artigos científicos e artigos de revisão que foram colocados em jornais científicos, finalmente foram rastreados documentos na língua inglesa.

Para escolha das palavras chave foi tido em conta os nomes dos métodos a utilizar na dissertação sendo assim as palavras chave utilizadas para artigos relacionados com o RULA foram ‘’RULA’’ e ‘’Drivers’’, para o método OWAS foram escolhidas ‘’OWAS’’ e ‘’ovaco working posture analysis e upper limbs’’ e finalmente para o método REBA foram escolhidas as palavras ‘’REBA’’ e ‘’Rapid Entire Body Assessment’’, sendo que foi realizada a combinação de várias palavras chave, estas foram as que deram melhores resultados de pesquisa no final.

Adicionalmente foi feita uma breve busca de documentos anteriores a 2014, esta resultou em encontrar 2 documentos adicionais para as palavras chave ‘’RULA’’ e ‘’Drivers’’, ‘’OWAS’’, ‘’ovaco working posture analysis’’ e ‘’upper limbs’’’.

2.4 Resultados da Revisão

No Capítulo ‘’2.4.1 Seleção de estudos’’ é apresentado o Fluxograma do método PRISMA 2009, (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009) (Figura 1) e no Capítulo ‘’ 2.4.2. Características dos estudos’’ é apresentado Tabela resumo de estudos de revisão (Tabela 1).

2.4.1 Seleção de estudos

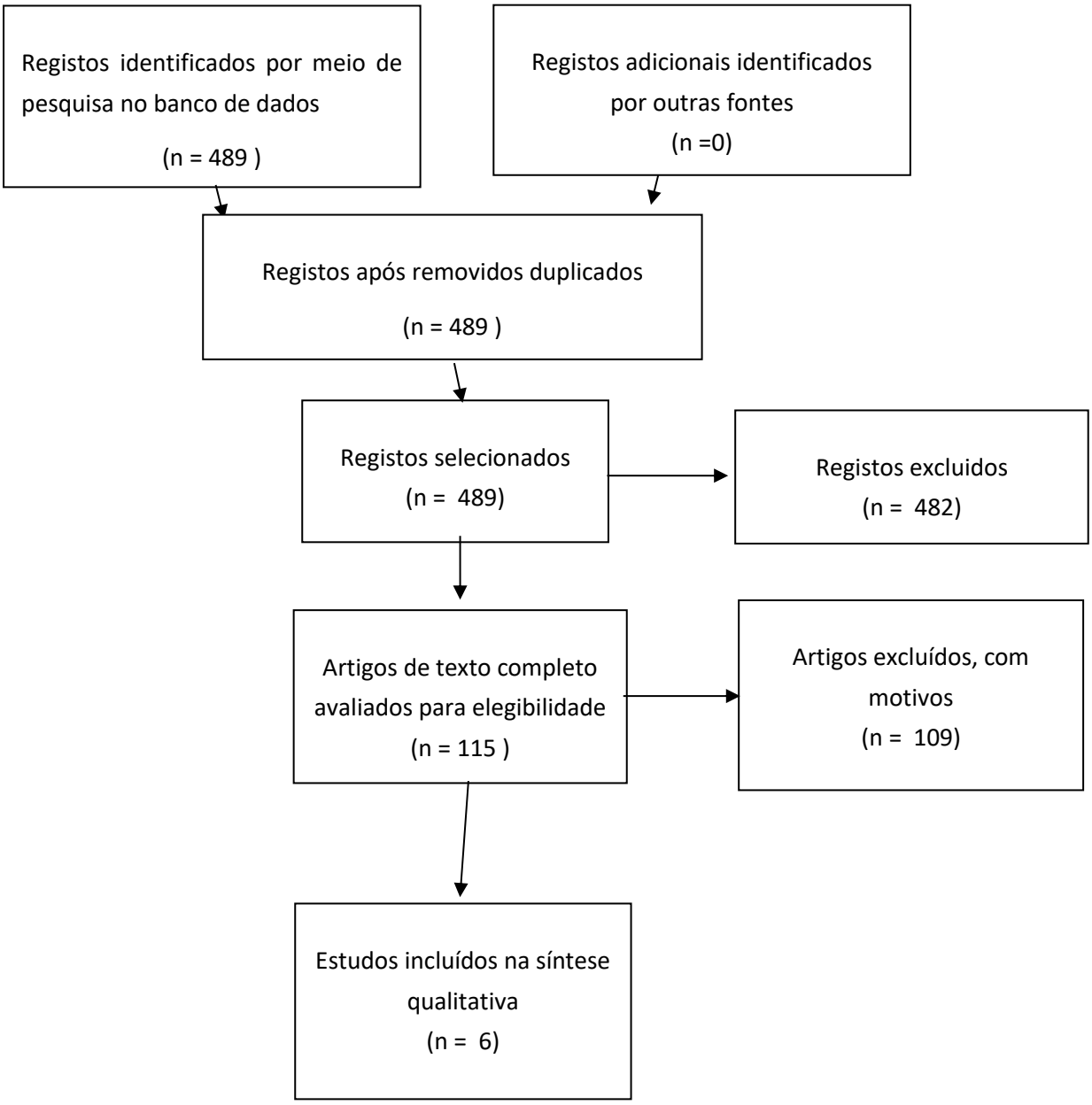


Figura 1 – PRISMA 2009 Fluxograma

2.4.2 Características dos estudos

Tabela 1 – Tabela resumo de estudos de revisão

Autores	Ano	Metodologia
Manish Kumar; Bhupinder Singh	2018	RULA
Cléverson Paim; Daniele Peraça; Flávia Sapper; Içara Morreia; Thaísa Moreira	2016	RULA e OWAS
Nabila Chowdhury, Fereydoun Aghazadeh Milad Amini	2017	REBA e RULA
X. Lia, S. Hanb; M. Gülc; M. Al-Husseind	2017	RULA e REBA
David Ravnik; Stanislav Otáhal; Metoda Dodi	2008	OWAS e RULA
Patrícia Petromilli Nordi Sasso Garcia; Gabriela Scatimburgo Polli; Juliana Alvares Duarte Bonini Campos	2013	OWAS e REBA

2.5 Discussão da revisão

2.5.1 Sumário da evidência

O objetivo principal deste trabalho foi analisar e apresentar os métodos aplicados em avaliação de postura do condutor enquanto dirige um veículo comparando várias metodologias de avaliação RULA, REBA e OWAS.

Resumindo os estudos escolhidos, tendo em conta a ordem apresentada na Tabela 1, o primeiro estudo apresenta a metodologia RULA aplicada a um objeto de locomoção ‘’E-Rickshaw’’ (Kumar M.; Singh B., 2018), o segundo apresenta o uso da metodologia RULA e OWAS aplicados a uma instituição de ensino superior (Paim C. *et all*, 2016), o terceiro estudo utiliza a metodologia REBA e RULA em ambiente de local de trabalho com computadores (Chowdhury N. *et all*, 2017), o quarto estudo utiliza novamente as metodologias REBA e RULA com o intuito de criar uma forma automática de avaliar o risco ergonómico (Lia X., *et all*, 2017), o quinto estudo utiliza o OWAS e o RULA para avaliar o desconforto em guiar um automóvel (Ravnik D. *et all*, 2008), finalmente o sexto estudo usa a metodologia OWAS e REBA em estudantes de medicina dentária (Garcia P. P .N. S. *et all, 2013*).

Com isto em mente foi possível observar que a metodologia se centra nos métodos escolhidos como relevantes e adicionalmente é utilizada a imagem como fonte de dados.

Em todos os estudos referenciados anteriormente são registados níveis de risco como era de esperar.

É possível observar, adicionalmente, o nº de métodos que os estudos usam para capturar imagem e vídeo ao longo dos tempos, bem como capturar o movimento dos voluntários nos diversos estudos.

2.5.2 Limitações

As limitações encontradas nesta pesquisa centram-se no facto de que existe informação sobre os métodos de avaliação de risco utilizados nos estudos, mas existem poucos estudos que representem a questão dos risco de LME de condutores, ou seja, existem poucos estudos realizados com os métodos para condutores, sendo assim a pesquisa focou-se em situações em que o trabalhador se encontra-se sentando ou numa posição estática durante algum tempo.

Também existe as limitações relacionadas com cada método utilizado, apesar de serem métodos utilizados universalmente, estes métodos apresentam uma limitação significativa que é o facto de várias pessoas ao utilizar estes métodos chegam a níveis de risco diferentes (falta de reprodutibilidade), isto também é demonstrado nos estudos escolhidos, este facto é especialmente evidente nos métodos de RULA e REBA.

Finalmente, tendo como pressuposto que estes métodos não são validados, haverá sempre um erro e uma incerteza associada a estes métodos pois este três método tem como base a observação de quem vai realizar a avaliação, adicionalmente é necessário não esquecer que o nível de experiência do avaliador, este pressuposto tem um papel fundamental para a correta avaliação do risco.

2.5.3 Conclusões da Pesquisa Bibliográfica

Tendo em conta os estudos escolhidos é possível chegar à conclusão que os condutores profissionais de longo curso estão expostos a riscos de LME, sendo os trabalhadores estão expostos a riscos nestes locais de trabalho, estes devem ser avaliados pois existe a possibilidade de que estaremos a colocar em riscos vários trabalhadores bem como a vida dos mesmos no caso de uma lesão permanente.

No que consta a futuras implicações para futuras pesquisas poderá ser de interesse utilizar mais métodos de avaliação de risco ergonómico pois existem vários apresentados em diferentes estudos realizados na área, existem avaliações de riscos que não se apoiam só em métodos físicos, existirá sempre a possibilidade de utilizar métodos fisiológicos e métodos e métodos cognitivos (Neville *et. all*, 2004).

Finalmente não poderá de se deixar de realizar avaliações a outros elementos de risco que possam vir a causar danos ao trabalhador no decurso da sua atividade, com isto é necessário realizar uma avaliação de riscos pormenorizada do local de trabalho tendo em conta outros perigos e riscos que possam trazer danos ao trabalhador.

2.6 Objetivos da Dissertação

Atendendo aos resultados da pesquisa bibliográfica que demonstro a falte de estudos na área, foram definidos como objetivos principais deste estudo os seguintes:

- Avaliar a postura de 15 condutores de acordo com os métodos RULA, REBA e OWAS com o intuito de comparar entre os mesmos os valores de risco associados bem com concluir a cerca do melhor método a utilizar nesta situação.
- Comparar valores de Posição, Velocidade e Aceleração do braço esquerdo dos mesmos 15 voluntários no decorrer da experiência usando o software SkillSpector com o intuito de comparar com valores de outros estudos de outras áreas, (ex.: Desporto), para concluir em relação ao risco da atividade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este documento apresenta a metodologia PRISMA (Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, 2009) representante á pesquisa bibliográfica realizada para este trabalho, para a recolha de informação relativa a este tema.

A metodologia aplicada no momento da experiência resumidamente consistiu em que os voluntários fizessem uma serie de procedimentos, (Cvetkovic M., abril 2019):

- Colocação de marcadores no corpo do voluntário
- Caminhar e equilíbrio no tapete de forças antes de entrar no carro
- Conduzir o carro durante 2 Horas, (simulador).
- Caminhar e equilíbrio no tapete de forças após entrar no carro

Durante estes procedimentos os voluntários foram filmados com webcams (Logitech C920 HD Pro Webcams) 6 no interior do carro, o programa utilizado para a filmagem dos voluntários foi o SkillCapture.

Posteriormente para o tratamento dos dados foi utilizado o programa SkillSpector para retirar os dados sobre a posição, velocidade e aceleração do membro superior esquerdo.

No que consta à avaliação postural foram utilizadas as matrizes de avaliação de riscos correspondentes a cada método, RULA, REBA e OWAS para esse efeito foi utilizado o programa Excel (Anexo 1) para a realização das matrizes bem como comparação dos dados de cada avaliação de riscos correspondente de cada método.

Finalmente, para a analise de imagem utilizando o SkillSpector foram retirados os valores de posição, velocidade e aceleração correspondentes ao ponto escolhido, a mão, pois foi-se a verificar que era o ponto com maior movimento nos gráficos representados no software, estes valores posteriormente serão comparados com outras atividades de outros estudos (Ex: Desporto) para que se possa concluir em relação à possibilidade de lesão decorrente desta atividade, adicionalmente serão comparados com os dados de um estudo realizado a uma atividade laboral comum, elevação de cargas.

3.1 Escolha de voluntários e características

A metodologia aplicada para a escolha dos participantes consistiu nos requisitos em que os voluntários teriam de responder aos seguintes pontos (Cvetkovic M., abril 2019):

- Saudáveis
- Posse de carta de condução
- Idade entre 18-40 anos

Para esta experiência foi possível obter dados de 48 pessoas de ambos os sexos entre as idades referidas anteriormente, dessas 48 pessoas, 25 são do sexo masculino e 23 do sexo feminino.

3.2 Equipamento e Software

A experiência foi realizada na sala G003 de controlo de tráfego do estabelecimento de Ensino da FEUP nesta sala encontra-se um simulador de transito onde o voluntário conduziu o simulador, (carro).

Para a realização da experiência foi necessário a utilização de vários equipamentos, mas no que diz respeito à tese irei referir os que interessam tendo em mente os objetivos da tese.

Na envolvente do carro bem como o interior houve a necessidade de colocar 6 webcams (Logitech C920 HD Pro Webcams) para capturar o movimento do voluntario no decorrer da experiência.

O software utilizado para a captura do movimento dos voluntários designa-se SkillCapture e o software utilizado para o tratamento dos dados dos movimentos respetivos designa-se SkillSpector. Os vídeos utilizados foram cortados utilizando o software VirtualDub.

Foi necessário, no de correr do tratamento dos dados, utilizar uma calibração que consistia num vídeo de aproximadamente 3 segundos do objeto de calibração, um cubo de 20 centímetros de aresta (figura 2).



Figura 2 – Cubo de calibração

3.3 Procedimento Experimental

No presente capítulo irei focar os pontos mais relevantes desse processo para a realização desta tese (Cvetkovic M., abril 2019).

A experiência iniciava-se com a realização de medidas antropométricas do voluntário, de seguida eram colocados marcadores no corpo do voluntario para a melhor visualização no software (figura 3).

Antes da entrada no carro por parte dos voluntários, era pedido que realizassem uma serie de testes um de equilíbrio e três de caminhada sobre um equipamento de medição de pressão dos voluntários durante essas atividades, este passo era filmado com as mesmas webcams refenciadas no capítulo ‘’equipamento e software’’.



Figura 3 – Marcadores Corporais

No final desses testes era pedido ao voluntário que se colocasse dentro do carro e utilizasse o simulador durante 2 horas, adicionalmente no decorrer das 2 horas eram realizadas 4 capturas de movimento do voluntário de cerca de 10 segundos cada.

As capturas do movimento no interior do carro eram realizadas com 6 web-cams, 3 no lado esquerdo e 3 no lado direito, as camaras numeradas de 2 a 4 foram colocadas no lado direito do condutor, as numeradas de 5 a 7 no lado esquerdo, estas últimas foram utilizadas no tratamento de dados apresentados nesta Tese (figura 4, 5 e 6).



Figura 4 – Câmera 5



Figura 5 – Câmera 6



Figura 6 – Câmera 7

As filmagens dos 15 voluntários eram realizadas de 30 em 30 minutos no decorrer do ensaio de cada voluntário, utilizando o Software SkillCapture.

Posteriormente á realização das filmagens e ao procedimento do SkillCapture era pedido novamente aos voluntários que se dirigissem ao tapete de forças referenciado no primeiro passo para realizar os mesmos testes, um de equilíbrio num só pé e três de caminhada (tabela 2).

Tabela 2 – Procedimento do Software Skill Capture

Fase 1: 1. Crie uma Pasta na Área de Trabalho Nomeie-os por dia / mês / ano_time 2. Crie pastas dentro da anterior com tantas quantas o nº de câmaras utilizadas. 3. Abrir programa SkillSpector 4. Vá para Configuração 5. Vá para a câmara 6. Selecione todas as câmaras 7. Pressione ‘’ Ok’’
Fase 2: 1. Abra quantas janelas de captura de habilidades o número de câmaras existentes e selecione cada came em cada janela.
Fase 3 1. Configuração 2. Selecione Nomenclatura de arquivos e pastas, defina como Y / M / D_TIME e marque as caixas de seleção em "Nome do arquivo". 3. Ainda na janela anterior, selecione a opção ‘’Procurar’’ e pesquise as pastas com a câmara correspondente em cada janela de ‘’Captura’’. 4. Pressione ‘’ Ok’’ 5. Pressione ‘’create new sesion’’ e pressione o botão ‘’Inialize’’ em cada janela Skill Capture.
Fase 4: (depois de pressionar GO e Stop) 1. Pressione ‘’Arquivo’’ 2. Guardar Sessão 3. Pressione Nova sessão para mais gravações em cada janela do SkillCapture.

3.4 Procedimento de Tratamento de Dados

3.4.1 Procedimento de avaliação de riscos

O tratamento dos dados para esta Dissertação consistiu em escolher aleatoriamente 15 voluntários para estudo, destes 15 voluntários 5 são do sexo masculino 10 do sexo feminino. Nas tabelas e quadros apresentados no capítulo dos ‘’resultados’’ cada quadro terá cada voluntário designado com um ‘’M’’ e um ‘’F’’ de acordo com o seu género.

Para avaliação de riscos, efetuada com os métodos RULA, REBA e OWAS foi utilizada a template de Excel apresentada em anexo.

A realização das avaliações de risco dos 15 voluntários procedeu-se tendo como base os métodos de RULA, REBA e OWAS, para esse efeito foi retirado uma imagem da quarta filmagem realizada do interior do carro, após as 2 horas, para isso foi utilizado o software VirtualDub para escolher o momento da filmagem desejado para ser avaliado, para uma melhor visualização do voluntário no

carro foram utilizadas imagens das 3 camaras do lado esquerdo, com a imagem de três ângulos poder-se-á observar melhor o voluntário retirando-se os dados necessários para realizar as avaliações de risco (figura 7).

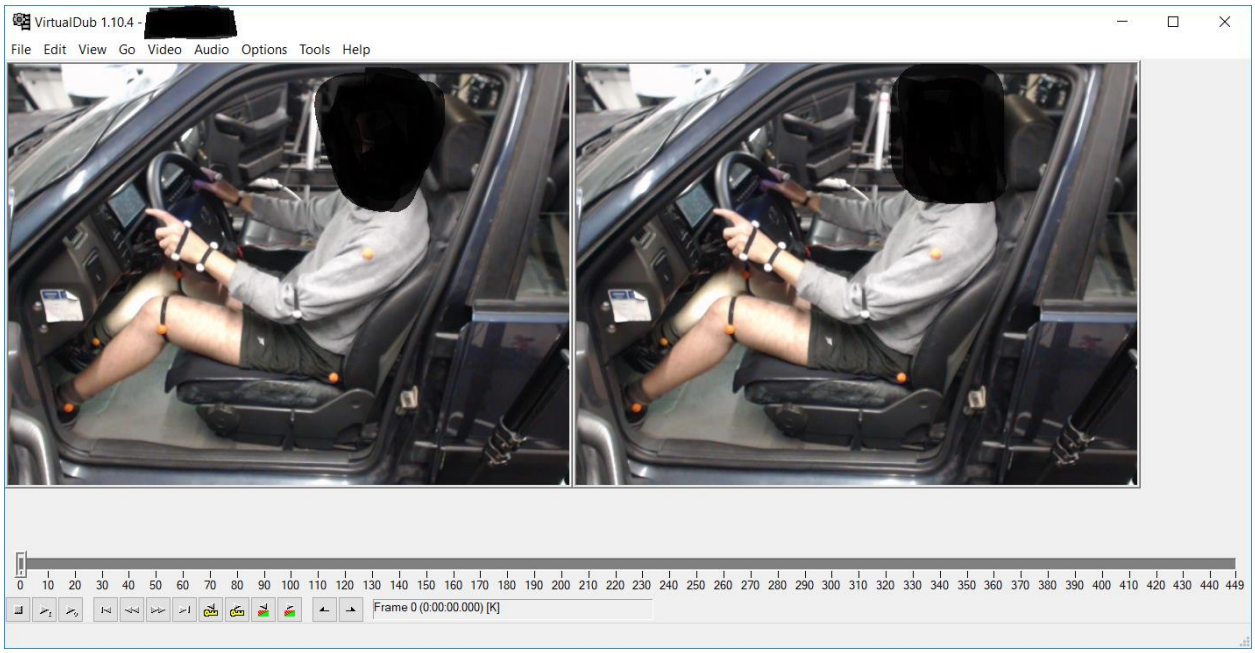


Figura 7 – VirtualDub

A avaliação de riscos com o método do RULA foi realizada utilizando a matriz de risco a ele associada, com isso em mente a avaliação foi realizada aos 15 voluntários aleatoriamente escolhidos, adicionalmente foi realizada a avaliação tendo em conta a existência ou não da porta do lado do condutor como apoio de braço com o intuito de se poder observar diferenças no valor de risco final associado (Tabela 3).

Tabela 3 – Passo 1 do RULA

Passo 1: Identificar a posição do seguimento superior dos braços **Observar a Figura 1 e pontuar utilizando o seguinte critério**
1 = Para 20º de extensão e 20º de flexão 2 = Para extensão maior que 20º 2 = Para flexão entre 20º e 45º 3 = Para flexão entre 45º e 90º 4 = Para flexão maior que 90º +1= Adicionar 1, quando o ombro estiver elevado. +1= Adicionar 1 para braço abduzido -1= Subtrair 1 quando o braço estiver suportado por algum apoio

Os dados finais apresentados no capítulo dos resultados têm em mente este facto e são apresentados dois quadros com os valores de risco com e sem a porta como apoio de braços.

A metodologia de avaliação de risco do REBA tem um parâmetro semelhante ao do RULA em relação ao apoio de braços, sendo assim foi também realizada a avaliação comparativa com os mesmos termos (Tabela 4).

Tabela 4 – Passo 7 do REBA

Passo 7a: ajuste
Se o ombro se apresentar elevado: +1
Se o braço se apresentar abduzido: +1
Se o braço se apresentar apoiado: -1

Adicionalmente, a avaliação deste método é um pouco mais complexa, sendo que tem muitos mais parâmetros para avaliar, foi realizado na própria template 2 tabelas, uma com os valores de risco sem a porta como apoio (Esquerdo) e outra com os valores de risco tendo em mente a porta como apoio (Direito) (figura 8).

Sendo que o valor associado à tabela, B. ‘’Análise de Braço e Pulso’’, é a única que sofre mudanças de valores a Tabela A ‘’Analise do tronco pescoço e pernas’’, servirá para ambas as avaliações realizadas para os 15 voluntários.

A. Análise do Tronco Pescoço e Perna	Pontuação
Passo 1: Localize a posição do pescoço	2
Etapa 2: localizar a posição do tronco	2
Passo 3: Pernas	2
Etapa 4: Pontuação da Postura de Consulta na Tabela A	4
Passo 5: Adicionar Pontuação Força / Carregar	0
Etapa 6: Pontuação A	4

B. Análise de Braço e Pulso	Pontuação
Etapa 7: Localize a posição do braço superior:	3
Etapa 8: Localize a posição do antebraço	2
Passo 9: Localize o Posicionamento do Pulso	2
Passo 10: Pontuação da Postura de Consulta na Tabela B	5
Etapa 11: Adicionar pontuação de acoplamento	0
Etapa 12: Pontuação B,	5

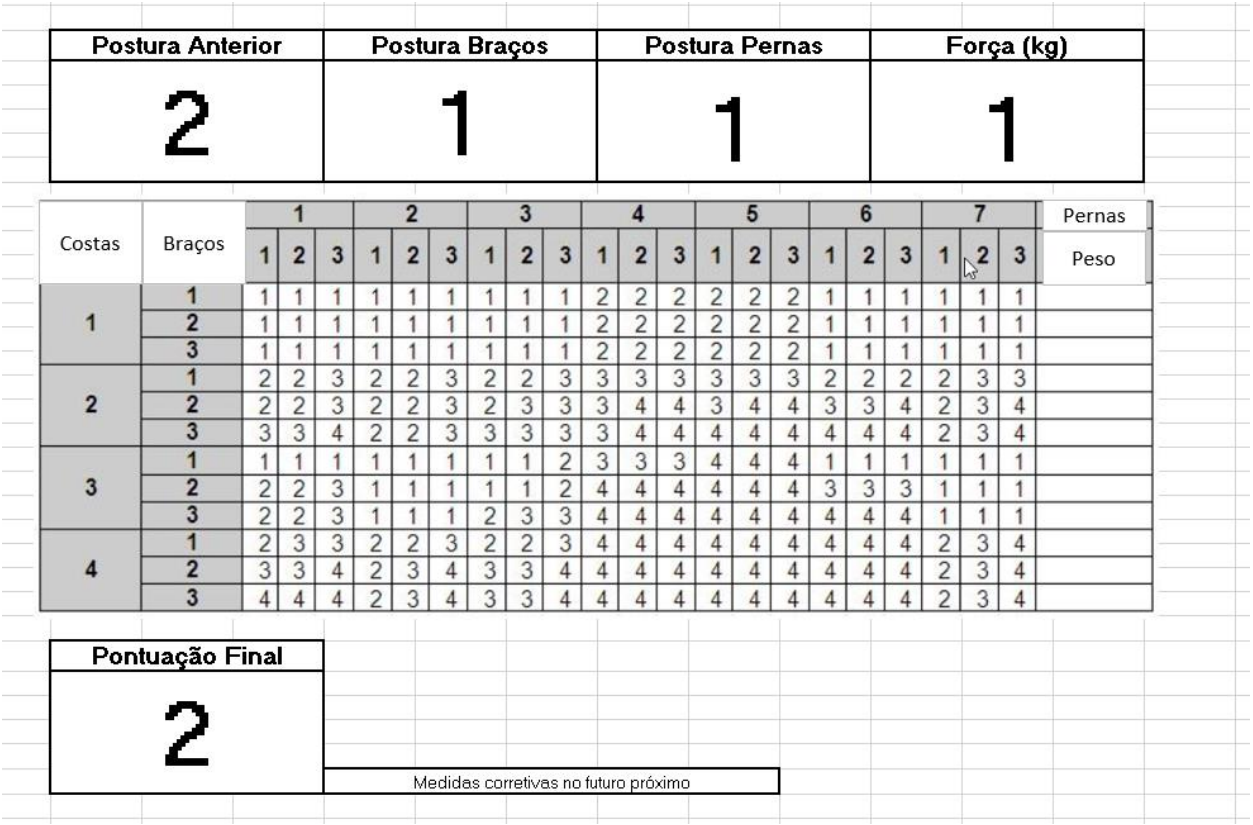
C. Pontuação REBA	Pontuação
Pontuação de atividade	1
Pontuação da Tabela C	5
Pontuação REBA	6

B. Análise de Braço e Pulso	Pontuação
Etapa 7: Localize a posição do braço superior:	2
Etapa 8: Localize a posição do antebraço	2
Passo 9: Localize o Posicionamento do Pulso	2
Passo 10: Pontuação da Postura de Consulta na Tabela B	3
Etapa 11: Adicionar pontuação de acoplamento	0
Etapa 12: Pontuação B,	3

C. Pontuação REBA	Pontuação
Pontuação de atividade	1
Pontuação da Tabela C	4
Pontuação REBA	5

Figura 8 – Exemplo da Tabela do REBA

Finalmente a avaliação realizada com o método de avaliação de OWAS apresenta a avaliação de cada parâmetro diferenciado para se poder observar qual desses parâmetros influencia o valor de risco do método utilizado, por outro lado não será possível observar mudanças no nível de risco com e sem apoio de braços pois o método não apresenta parâmetro para tal, ao contrário do RULA e REBA (figura 9).



Postura Anterior	Postura Braços	Postura Pernas	Força (kg)
2	1	1	1

Costas	Braços	1			2			3			4			5			6			7			Pernas
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Peso
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Pontuação Final
2

Medidas corretivas no futuro próximo

Figura 9 – Exemplo da tabela do OWAS

3.4.2 Procedimento de Análise de movimento

Para a análise de imagem, utilizando o software SkillSpector, foi utilizado os vídeos da 4ª filmagem de cada um dos 15 voluntários escolhidos.

A análise realizada com o software SkillSpector, para o efeito desta tese, requeria que fosse realizada com os parâmetros a 3 dimensões (3D). Para concretizar o desejado foi necessário realizar uma série de predefinições no software SkillSpector.

Sendo que a analise a ser realizada seria a 3D era requerido que pelo menos 2 camaras fossem utilizadas no software para a analise tridimensional, as camaras escolhidas foram as correspondentes ao interior do carro do lado esquerdo do condutor numeradas com 5 e 6 pois nessas era possível observar os pontos necessários para a analise tridimensional (figura 10).

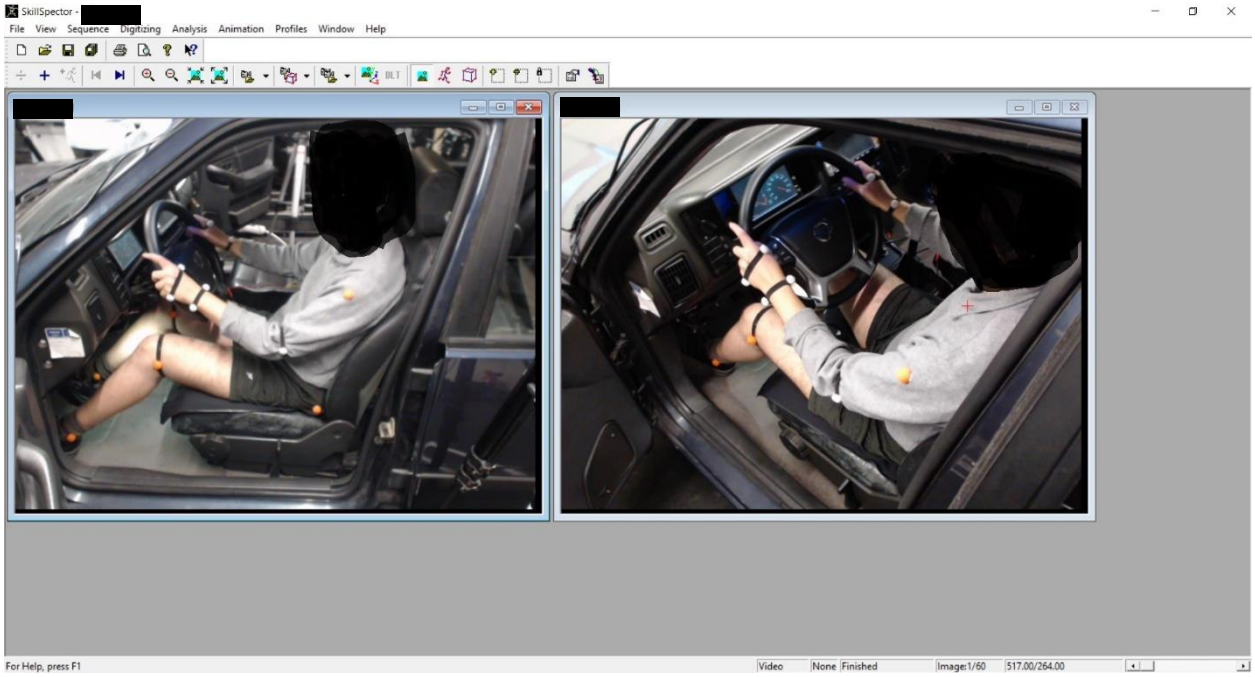


Figura 10 – SkillSpector Câmera 5 e 6

Para criação de ficheiros para o uso por parte do SkillSpector foi utilizado o mesmo software que foi usado para as avaliações de risco, o VirtualDub, este software cria vídeos cortando-os frame a frame, para esta tese foram realizados 15 vídeos, 1 por cada voluntário, de 2 segundos cada (60 frames), para ambas as camaras 5 e 6 (figura 11).

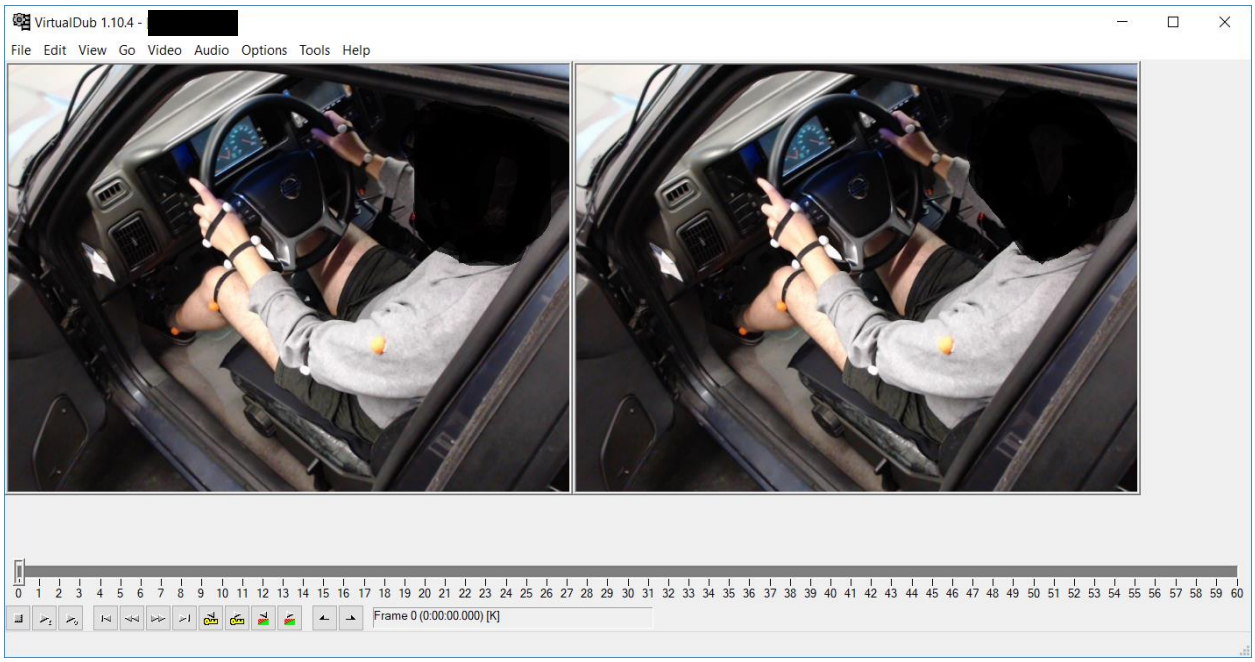


Figura 11 – VirtualDub Câmera 6

Com os vídeos já inseridos no SkillSpector, era necessário digitar os modelos requeridos para a análise efetuada, para esse efeito foram criados 2 perfis no software, 1 correspondente ao segmento do corpo que se queria analisar e um outro para o modelo de calibração (cubo).

De seguida foi necessário colocar os pontos nos vídeos correspondentes aos pontos do braço esquerdo indicados pelos marcadores, ombro, cotovelo, pulso e mão, esta seria a ordem que o perfil do SkillSpector teria para a colocação dos pontos (figura 12).

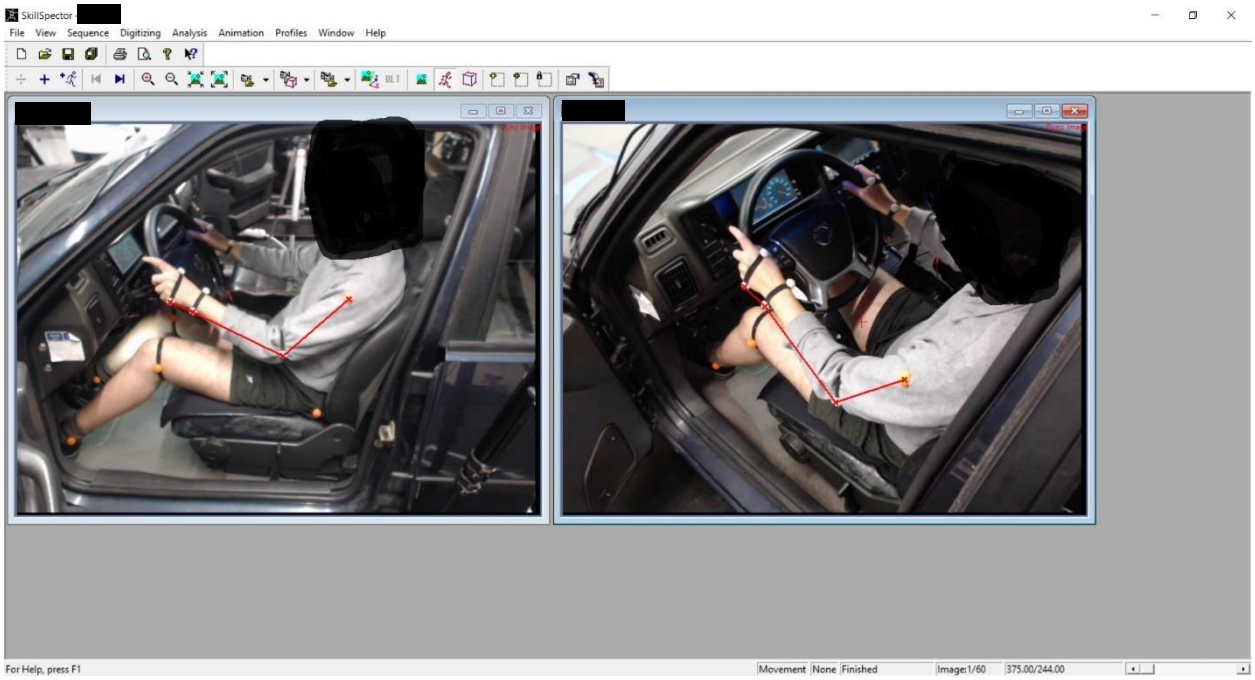


Figura 12 – Pontos SkillSpector

Finalmente, era necessário colocar os ficheiros vídeo correspondentes ao objeto de calibração, no caso deste estudo era um cubo de dimensões fixas de 20 centímetros de aresta, este objeto de calibração também necessitava de um perfil de predefinição no software, sendo também necessário a colocação das filmagens de 2 ângulos do mesmo objeto de calibração correspondentes ás camaras usadas para a digitalização dos pontos (Figura 13), estes pontos teriam de ser colocados com uma ordem especifica (figura 14).

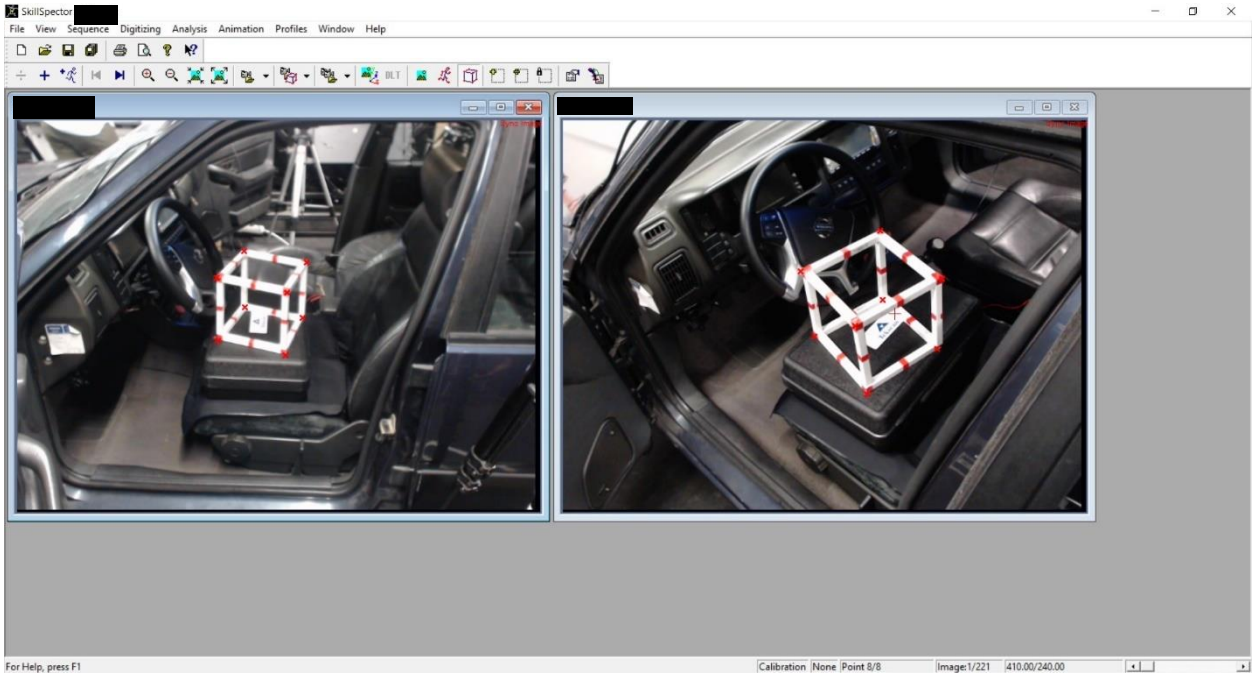


Figura 13 – Calibração SkillSpector



Figura 14 – Ordem de colocação dos pontos

Finalmente, com os pontos digitalizados, na calibração e no corpo, seria possível transformar os dados para coordenadas reais com o parâmetro do software DLT, com as coordenadas reais foi possível retirar os dados necessários apresentados no capítulo dos Resultados (figura 15).

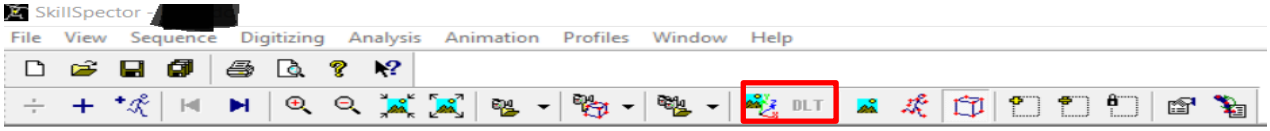


Figura 15 – Parâmetro DLT do software SkillSpector

PARTE 2

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação de riscos: RULA

No presente capítulo apresentam-se os valores de risco do método RULA sem o apoio da porta (Tabela 5) e com apoio da porta (Tabela 6).

Tabela 5 – RULA sem apoio (porta)

	RULA	Significado
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
M	3	risco baixo
M	4	risco baixo
F	4	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
F	3	risco baixo

Tabela 6 – RULA com apoio (porta)

	RULA	Significado
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
M	3	risco baixo
M	4	risco baixo
F	4	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
F	3	risco baixo
M	3	risco baixo
F	3	risco baixo

4.2 Avaliação de riscos: REBA

No presente capítulo apresentam-se os valores de risco do método REBA sem o apoio da porta (Tabela 7) e com apoio da porta (Tabela 8).

Tabela 7 – REBA sem apoio (porta)

	REBA	Significado
F	5	risco médio
M	6	risco médio
F	6	risco médio
M	5	risco médio
M	4	risco médio
M	6	risco médio
F	6	risco médio
F	4	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	6	risco médio
M	6	risco médio
F	6	risco médio

Tabela 8 – REBA com apoio (porta)

	REBA	Significado
F	5	risco médio
M	5	risco médio
F	5	risco médio
M	5	risco médio
M	4	risco médio
M	5	risco médio
F	5	risco médio
F	4	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
F	5	risco médio
M	5	risco médio
F	5	risco médio

4.3 Avaliação de riscos: OWAS

No presente capítulo apresentam-se os valores de risco do método OWAS (Tabela 9).

Tabela 9 – OWAS

	OWAS	Significado
F	2	risco baixo
M	2	risco baixo
F	2	risco baixo
M	2	risco baixo
M	2	risco baixo
M	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
F	2	risco baixo
M	2	risco baixo
F	2	risco baixo

4.4 Análise de movimento

No Capítulo ‘’4.4.1 Gráficos SkillSpector de Posição’’ são apresentados os gráficos de posição em metros dos 15 voluntários durante os dois segundos usados para o estudo da mão esquerda (Figuras 16 a 30).

4.4.1 Gráficos SkillSpector de Posição

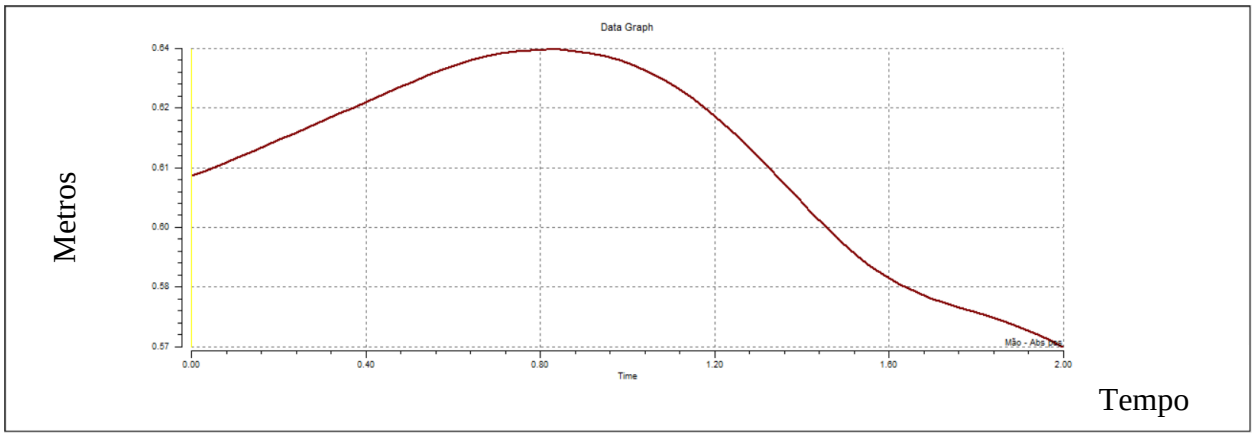


Figura 16 – Gráfico de Posição 1

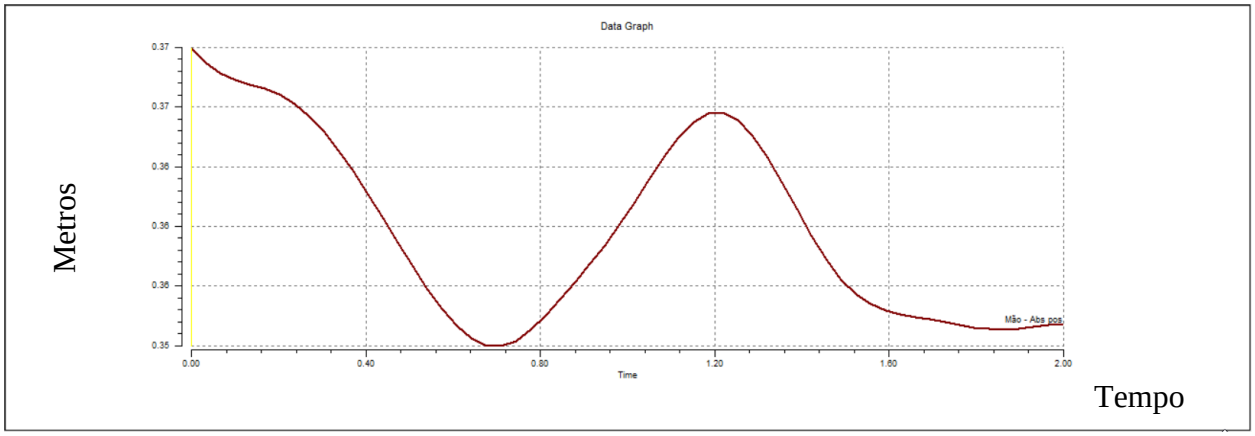


Figura 17 – Gráfico de Posição 2

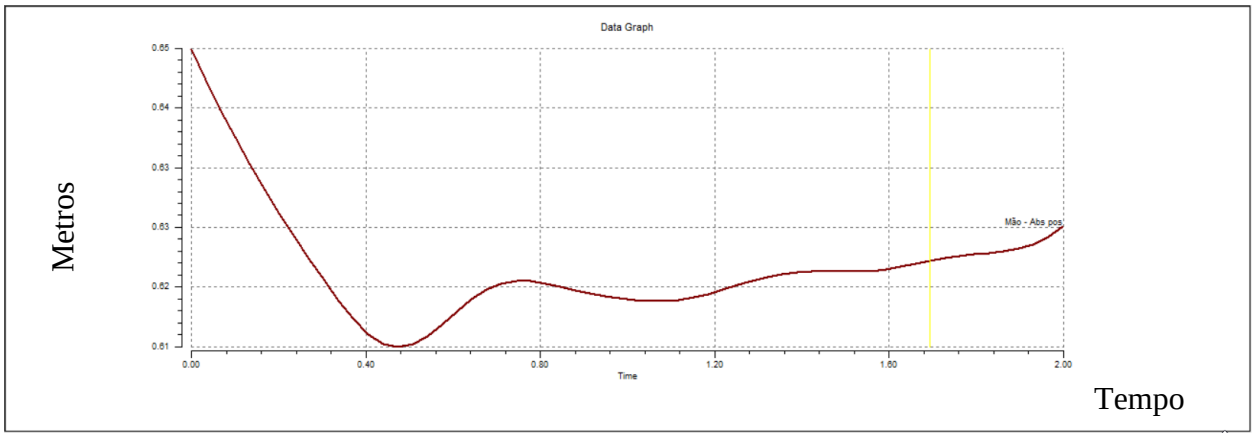


Figura 18 – Gráfico de Posição 3

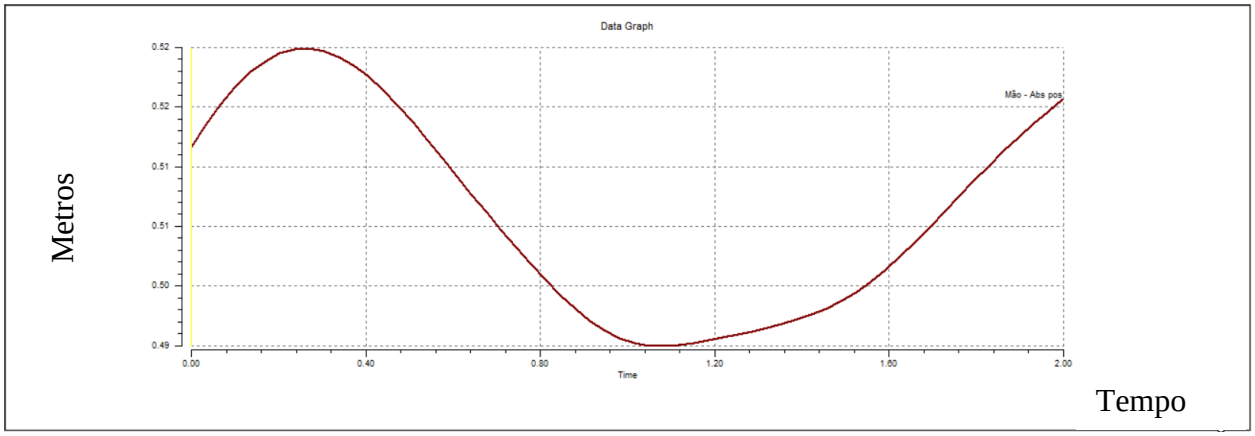


Figura 19 – Gráfico de Posição 4

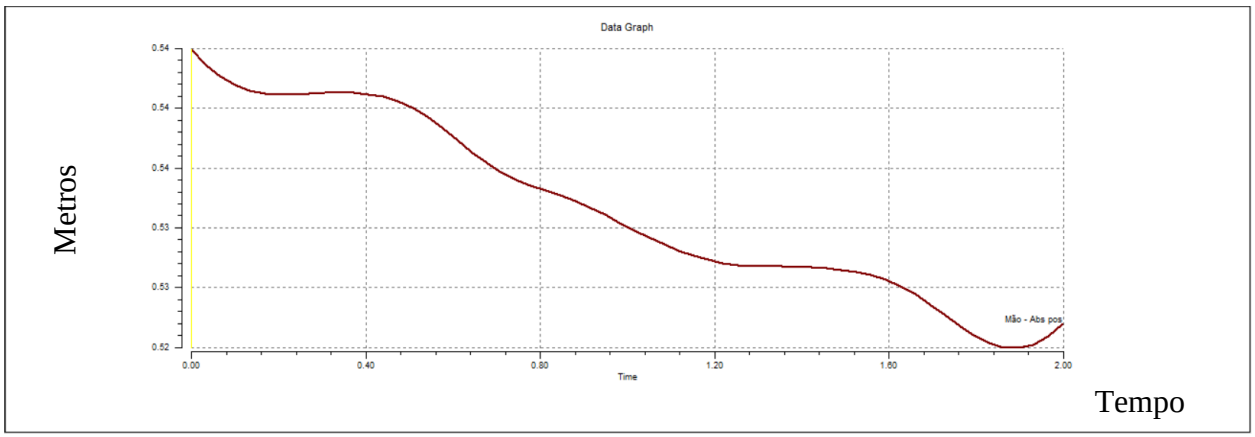


Figura 20 – Gráfico de Posição 5

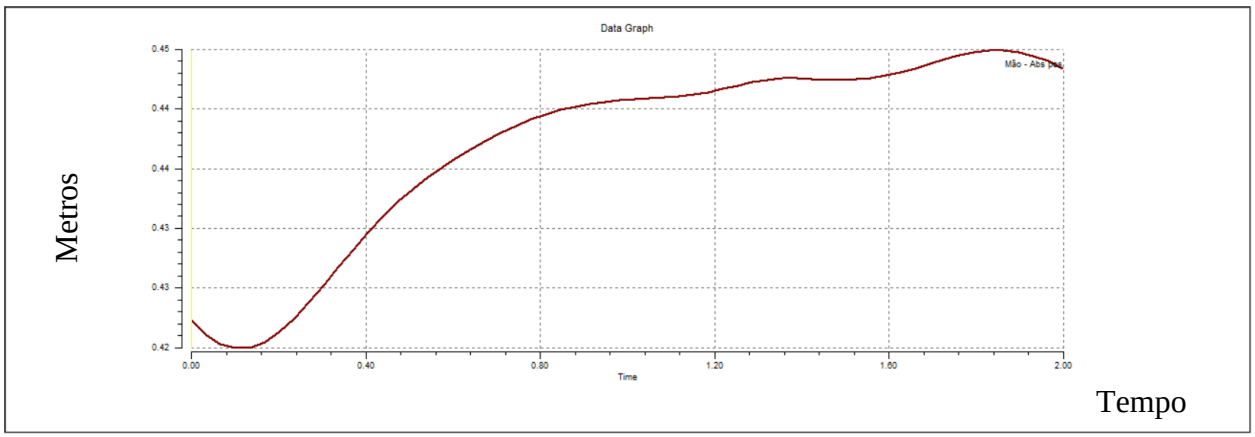


Figura 21 – Gráfico de Posição 6

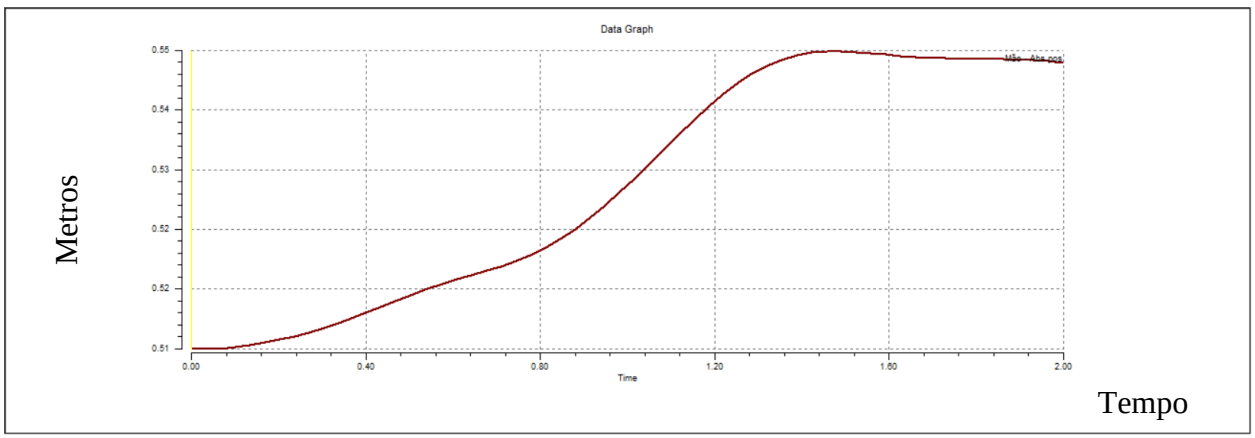


Figura 22 – Gráfico de Posição 7

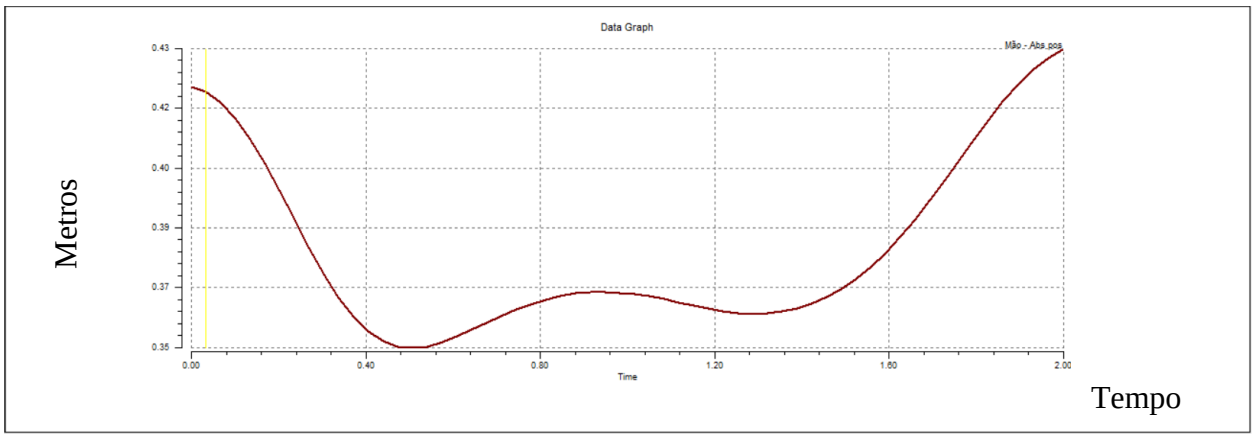


Figura 23 – Gráfico de Posição 8

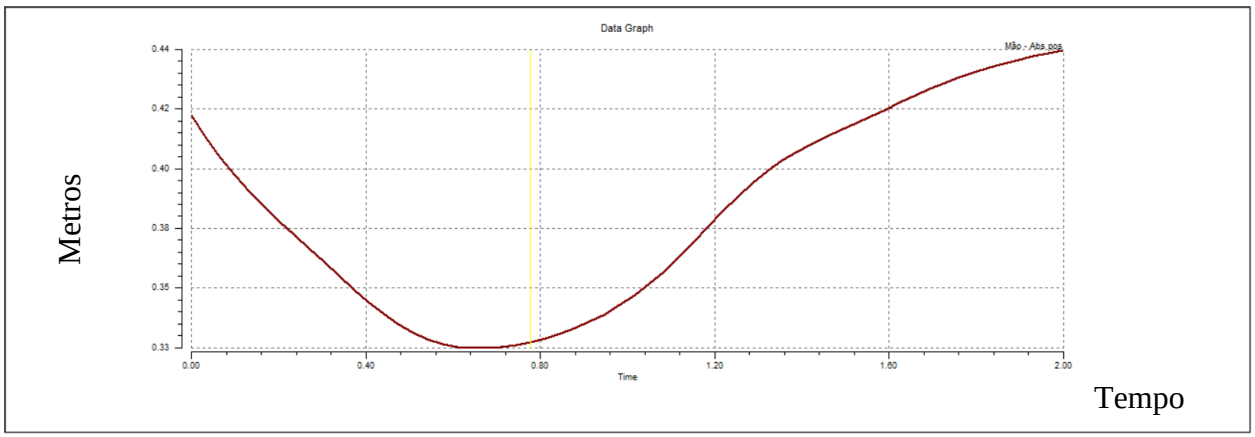


Figura 24 – Gráfico de Posição 9

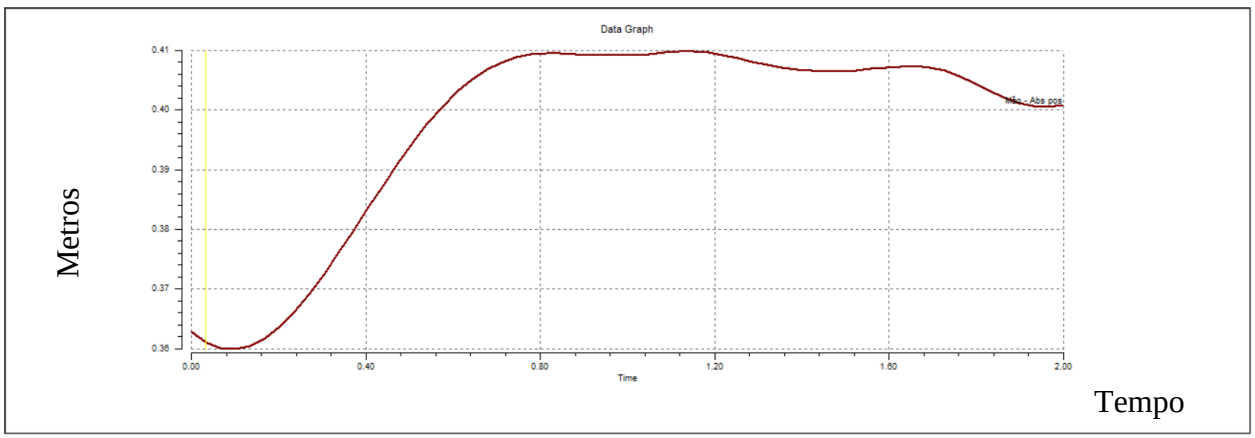


Figura 25 – Gráfico de Posição 10

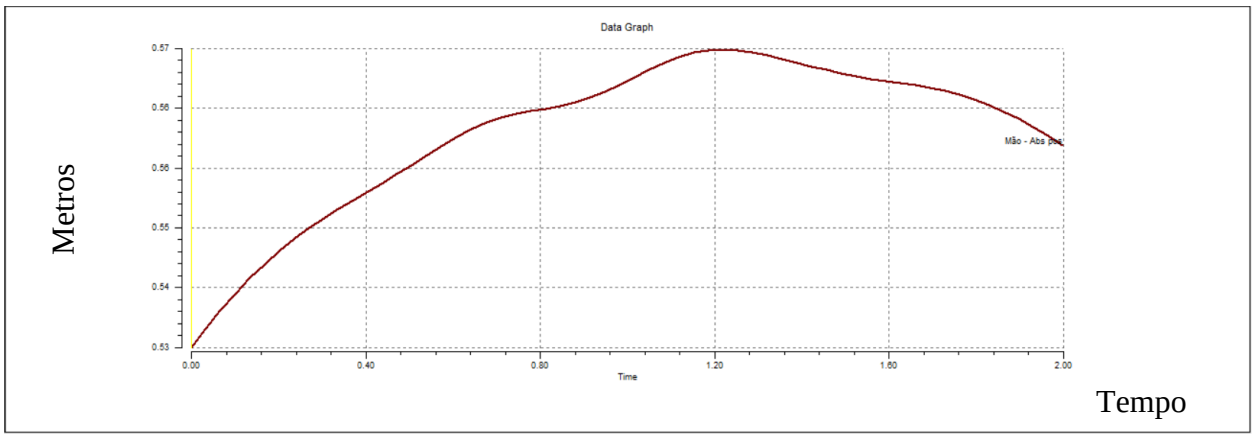


Figura 26 – Gráfico de Posição 11

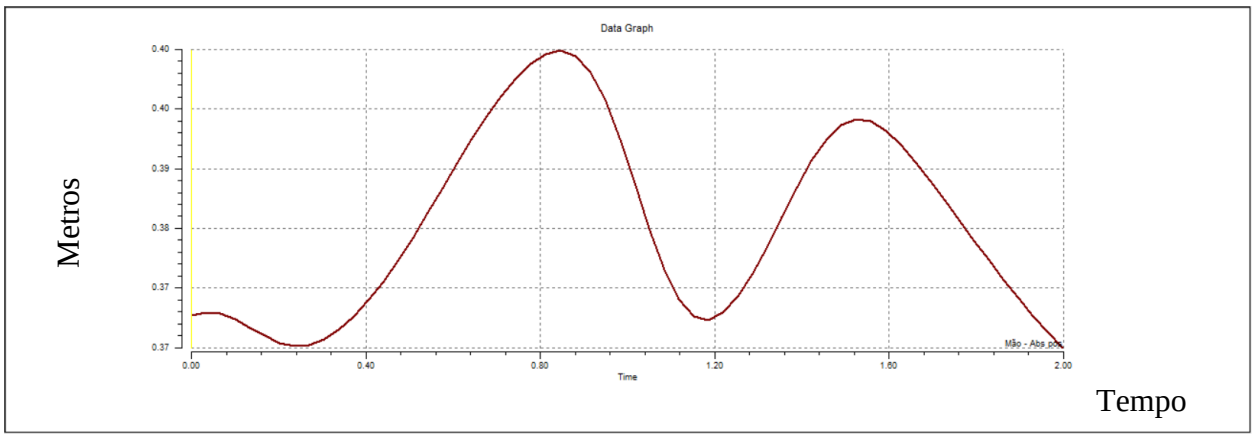


Figura 27 – Gráfico de Posição 12

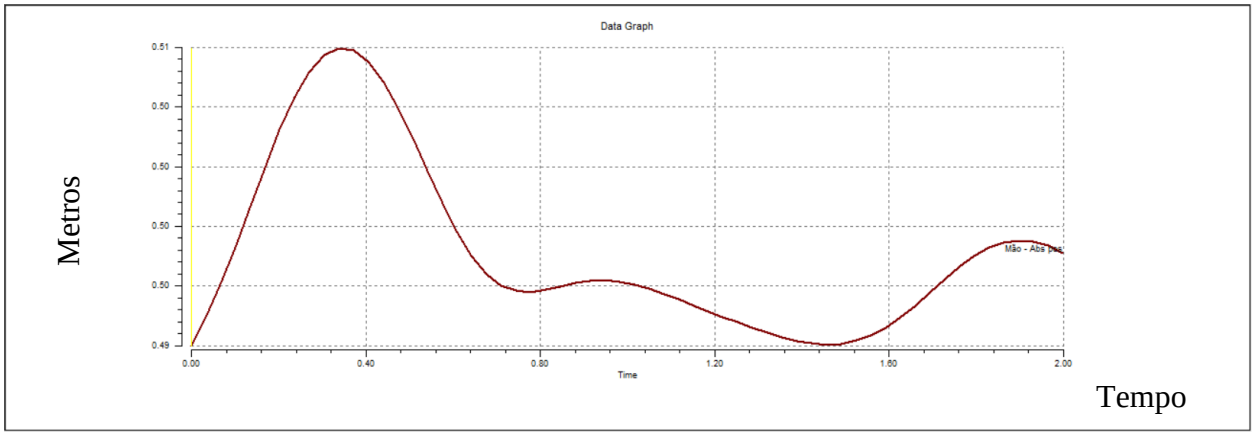


Figura 28 – Gráfico de Posição 13

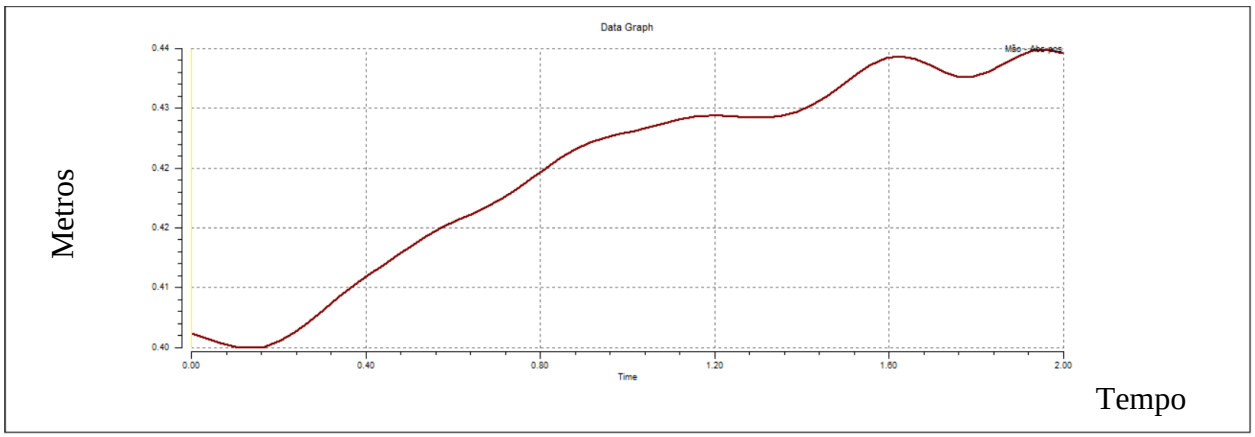


Figura 29 – Gráfico de Posição 14

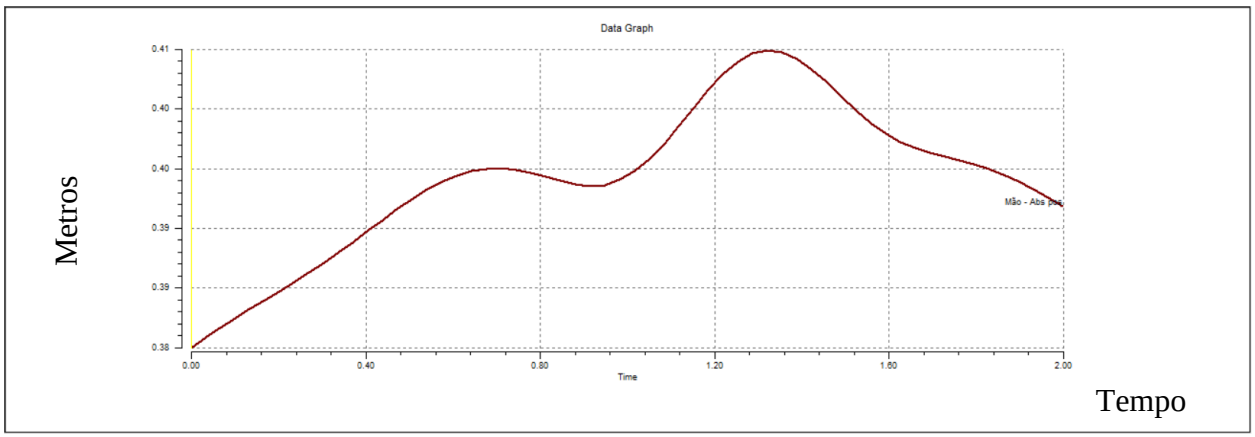


Figura 30 – Gráfico de Posição 15

A. Resultados de Posição

Os gráficos apresentados neste capítulo correspondem aos gráficos de posição referentes ao ponto ‘’Mão’’ retirados do software SkillSpector, a ordem dos gráficos apresentada será a correspondente á que se verifica no Tabela 5, estes gráficos representam a posição da mão esquerda no volante de cada um dos 15 voluntários ao longo dos 2 segundos utilizados para a análise no software SkillSpector, a numeração apresentada para cada figura corresponde à ordem apresentada no quadro dos resultados correspondente, ou seja, a primeira linha da Tabela 10 corresponde aos valores derivados do ‘’gráfico posição 1’’ e por aí adiante (figura 16 a 30).

Os quadros apresentados no capítulo ‘’resultados’’ têm a designação ‘’M’’ e ‘’F’’, estas correspondem ao género do voluntário, masculino ou feminino, respetivo dos valores da tabela.

Tabela 10 – Resumo Posição do braço (Max. e min,)

	Posição (m)	
	Min.	Max.
F	0,57	0,64
M	0,35	0,37
F	0,61	0,65
M	0,49	0,52
M	0,52	0,54
M	0,42	0,45
F	0,51	0,55
F	0,35	0,43
F	0,33	0,44
F	0,36	0,41
F	0,53	0,57
F	0,37	0,40
F	0,49	0,51
M	0,40	0,44
F	0,38	0,41

B. Resultados de Velocidade

Os valores apresentados neste capítulo correspondem aos valores nos gráficos de Velocidade referentes ao ponto ‘’Mão’’ retirados do software SkillSpector, estes valores na Tabela 11 representam a velocidade da mão esquerda no volante de cada um dos 15 voluntários ao longo dos 2 segundos utilizados para a análise no software SkillSpector.

Os quadros apresentados no capítulo ‘’resultados’’ têm a designação ‘’M’’ e ‘’F’’, estas correspondem ao género do voluntário, masculino ou feminino, respetivo dos valores da tabela.

Tabela 11 – Velocidade do braço (Max. e min.)

	Velocidade (m/s)	
	Min.	Max.
F	0,00	0,17
M	0,00	0,07
F	0,00	0,22
M	0,01	0,14
M	0,00	0,05
M	0,01	0,15
F	0,00	0,08
F	0,00	0,35
F	0,02	0,43
F	0,01	0,19
F	0,00	0,13
F	0,00	0,08
F	0,00	0,77
M	0,02	0,11
F	0,01	0,09

C. Resultados de aceleração

Os valores apresentados neste capítulo correspondem aos valores nos gráficos de Aceleração referentes ao ponto ‘’Mão’’ retirados do software SkillSpector, estes valores na Tabela 12 representam a aceleração da mão esquerda no volante de cada um dos 15 voluntários ao longo dos 2 segundos utilizados para a análise no software SkillSpector.

Os quadros apresentados no capítulo ‘’resultados’’ têm a designação ‘’M’’ e ‘’F’’, estas correspondem ao género do voluntário, masculino ou feminino, respetivo dos valores da tabela.

Tabela 12 – Aceleração do braço (Max. e min.)

	Aceleração (m/s²)	
	Min.	Max.
F	0,09	0,47
M	0,03	0,59
F	0,02	1,15
M	0,06	0,51
M	0,05	0,35
M	0,02	0,73
F	0,01	0,29
F	0,06	2,01
F	0,07	1,35
F	0,05	0,71
F	0,01	0,33
F	0,01	0,6
F	0,06	3,32
M	0,05	1,28
F	0,06	0,70

5 DISCUSSÃO

5.1 Avaliação de risco

A. RULA

O Quadro do ponto 4.1 deste presente documento representa a avaliação de risco pelo método RULA, este método está compreendido entre os valores 1 a 7 sendo 1 o valor mais baixo de risco e 7 o mais alto risco, adicionalmente este método divide em 4 partes os níveis de risco de acordo com o valor associado (tabela 13).

Tabela 13 – Avaliação de riscos RULA

Nível 1	Pontuação 1-2	Postura aceitável
Nível 2	Pontuação 3-4	Possibilidade de requerer mudanças.
Nível 3	Pontuação 5-7	Realizar mudanças rapidamente.
Nível 4	Pontuação 7	Mudanças imediatas.

A avaliação realizada aos 15 voluntários escolhidos obteve valores compreendidos no Nível 2 de risco, concluindo-se que existe a possibilidade de requerer mudanças na postura ou do local testado.

Adicionalmente é possível observar que em todas as avaliações a pontuação respetiva à análise dos membros superiores e punhos (pontuação A) é significativamente mais elevada que a pontuação respeitante à pontuação da análise do pescoço, tronco e pernas (pontuação B).

Em ambas situações, é possível observar que não existe mudança nos níveis de risco finais, embora que o risco do parâmetro respetivo ao apoio de braço diminuísse os valores associados ao mesmo (Tabela 14).

Tabela 14 – Passo 1 do método RULA

Passo 1: Identificar a posição do seguimento superior dos braços **Observar a Figura 1 e pontuar utilizando o seguinte critério** 1 = Para 20º de extensão e 20º de flexão 2 = Para extensão maior que 20º 2 = Para flexão entre 20º e 45º 3 = Para flexão entre 45º e 90º 4 = Para flexão maior que 90º +1= Adicionar 1, quando o ombro estiver elevado. +1= Adicionar 1 para braço abduzido -1= Subtrair 1 quando o braço estiver suportado por algum apoio

- Vantagens
  1. Fácil utilização
  2. Rápido
  3. Valores de risco imediatos
  4. Fácil compreensão
  5. Para o local alvo do corpo, (parte superior do corpo), é o mais indicado

- Desvantagens
  1. Não se encontra validado
  2. Subjetivo
  3. Existência de uma simples clausula para as pernas
  4. Não proporciona soluções ao nível do risco associado

B. REBA

O Quadro do ponto 4.2 deste presente documento representa a avaliação de risco pelo método REBA, este método está compreendido entre os valores 1 a 12 sendo 1 o valor mais baixo de risco e 12 o mais alto risco, adicionalmente este método divide em 5 partes os níveis de risco de acordo com o valor associado (tabela 15).

Tabela 15 – Avaliação de riscos REBA

Nível 1	Pontuação 1	Risco Negligenciável
Nível 2	Pontuação 2-3	Baixo Risco
Nível 3	Pontuação 4-7	Medio Risco
Nível 4	Pontuação 8-10	Alto Risco
Nível 5	11+	Risco Muito Alto

A avaliação realizada aos 15 voluntários escolhidos obteve valores compreendidos no Nível 3 de risco, concluindo-se que existe um risco médio e adicionalmente poderá requerer mudanças na postura ou do local testado com mais alguma investigação.

Adicionalmente é possível observar que que os valores risco obtidos são valores dispares comparando com o resto dos métodos utilizados.

Em ambas situações, é possível observar que existe mudança nos níveis de risco finais, bem como os valores de cada parâmetro respetivo ao apoio de braço mesmo assim não diminui a classificação de risco final continua a ser classificado como risco médio (Tabela 16).

Tabela 16 – Passo 7 do método REBA

Passo 7a: ajuste
Se o ombro se apresentar elevado: +1
Se o braço se apresentar abduzido: +1
Se o braço se apresentar apoiado: -1

- Vantagens
  1. Fácil utilização.
  2. Rápido.
  3. Valores de risco imediatos.
  4. Fácil compreensão.
  5. Para avaliar a postura do corpo todo será o mais indicado.
  6. Valores de risco dispares.
  7. Escala de valores de risco grande.
  8. Avaliação de cada parâmetro mais completa.

- Desvantagens
  1. Não se encontra validado
  2. Subjetivo
  3. Não proporciona soluções ao nível do risco associado

C. OWAS

O Quadro do ponto 4.3 deste presente documento representa a avaliação de risco pelo método OWAS, este método está compreendido entre os valores 1 a 4 sendo 1 o valor mais baixo de risco e 4 o mais alto risco, adicionalmente este método divide em 4 partes os níveis de risco de acordo com o valor associado (tabela 17).

Tabela 17 – Avaliação de riscos OWAS

Nível 1	Pontuação 1	Necessidade nula de medidas corretivas.
Nível 2	Pontuação 2	Necessidade de medidas corretivas no futuro.
Nível 3	Pontuação 3	Necessidade de medidas corretivas no futuro próximo.
Nível 4	Pontuação 4	Necessidade de medidas corretivas o mais rápido possível.

A avaliação realizada aos 15 voluntários escolhidos obteve valores compreendidos no Nível 2 de risco, concluindo-se que existe a possibilidade de requerer medidas corretivas no futuro na postura ou do local testado.

Adicionalmente é possível observar que os valores de risco obtidos por este método apresentaram sempre o mesmo valor bem como o mesmo alinhamento na tabela risco associada ao método.

Neste método não será possível aplicar o apoio do braço como foi possível nos métodos anteriores pois não existe parâmetros para o efeito.

- Vantagens
  1. Fácil utilização.
  2. Rápido.
  3. Valores de risco imediatos.
  4. Fácil compreensão.
  5. Para uma avaliação rápida da postura geral e com enfase na carga é o mais adequado.

- Desvantagens
  1. Não se encontra validado.
  2. Subjetivo.
  3. Escala de avaliação muito pequena.
  4. Não proporciona soluções ao nível do risco associado.
  5. Avaliação de parâmetros muito simplificada.

D. Conclusão

Resumindo os resultados no jeito de conclusão, é possível concluir que destes métodos apresentados e utilizados o mais adequado para este cenário seria o REBA pois este foi o método que apresentou o maior numero de valores de risco dispares comparativamente ao resto dos métodos que obtiveram o mesmo valor no caso do OWAS e 2 valores diferentes no caso do RULA, isto pode-se dar ao facto de que o REBA constituir um maior numero de clausulas de condicionantes adicionais ao contrario do que apresentado pelos outros métodos.

Por outra via não se pode deixar de sublinhar outros elementos de conclusão retirados de cada método:

- RULA:. Em todas as avaliações a pontuação respetiva à análise dos membros superiores e punhos (pontuação A) é significativamente mais elevada que a pontuação respeitante à pontuação da análise do pescoço, tronco e pernas (pontuação B).
- OWAS: Os valores de risco obtidos por este método apresentaram sempre o mesmo valor bem como o mesmo alinhamento na tabela risco associada ao método.

Estas conclusões adicionais de cada método podem ajudar a localizar o ponto ou área do corpo em que poderá haver maior risco de LME para o condutor, sendo que em todos estes métodos as clausulas respetivas à parte superior do corpo apresentam valores mais elevados, é possível deduzir que será nessas áreas que devera ocorrer lesão, não podendo então menosprezar as conclusões dos métodos utilizados RULA e OWAS.

5.2 Análise de Movimento

A. Posição

A análise foi realizada à posição do braço esquerdo dos 15 voluntários escolhidos para a análise de movimento com SkillSpector, com essa mesma análise foi possível observar a deslocação do braço no espaço, o quadro apresentado no ponto 4.4A é composto pelos valores em metros do valor do limite máximo e mínimo de deslocação de cada voluntário.

Foi também possível através do SkillSpector observar que durante os 2 segundos de analise que a deslocação não era significativa, sendo que era possível observar tempos de não atividade ou em que o braço estava parado.

Por outro lado, os voluntários teriam de se encontrar dentro do carro durante 2 horas, ou seja, a deslocação do braço esquerdo de cada voluntario será, na realidade muito maior do que o que é representado no SkillSpector (figura 31).

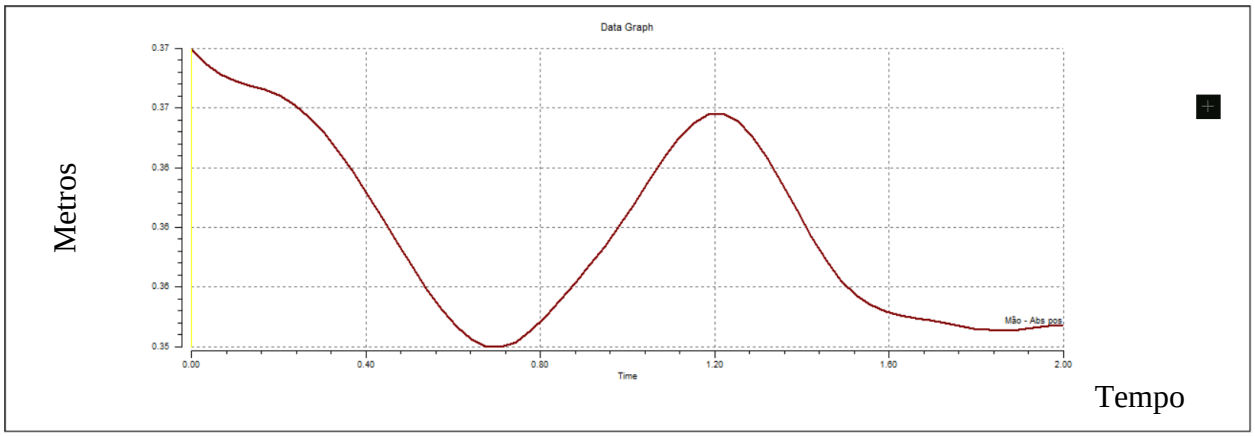


Figura 31 – Exemplo de Gráfico de Posição

B. Velocidade

A análise foi realizada à posição do braço esquerdo dos 15 voluntários escolhidos para a análise de movimento com SkillSpector, com essa mesma análise foi possível observar a velocidade do braço no espaço, o quadro apresentado no ponto 4.4B é composto pelos valores em metros por segundo do valor do limite máximo e mínimo da velocidade adquirida pelo braço de cada voluntário.

Com o intuito de avaliar a possibilidade de risco de LME da atividade do braço esquerdo do condutor, compara-se os valores de velocidade de atividades que já se existe o conhecimento de causarem lesões com os valores obtidos dos 15 voluntários escolhidos, valor de pico mais elevado obtido 0,77 m/s (Tabela 11).

Foram escolhidas 2 atividades Natação e Ténis, ambas estas atividades apresentam o uso dos braços para a realização das mesmas, adicionalmente apresentam uma probabilidade de LME

elevada para quem as pratica no num extenso período de tempo. Para ambas as atividades os valores médios de velocidade bem como os valores mais altos ou valores de pico apresentados nos estudos são muito superiores aos valores máximos dos 15 voluntários desta experiência (Ohgi, Y., 2002) e (Bruce, C., *et all*,1995)

Adicionalmente comparou-se os valores obtidos dos condutores com os valores de uma atividade laboral comum, elevação de uma carga, neste estudo os valores médios e os valores mais altos ou valores de pico apresentam-se mais próximos dos valores dos 15 voluntários escolhidos, mas por outro lado a atividade de elevação de carga escolhida era caracterizada como cíclica e repetitiva ou contrário da atividade do condutor, sendo assim existem outros riscos associados á elevação de cargas (Bernardo, F. G. P., 2017) (figura 32).

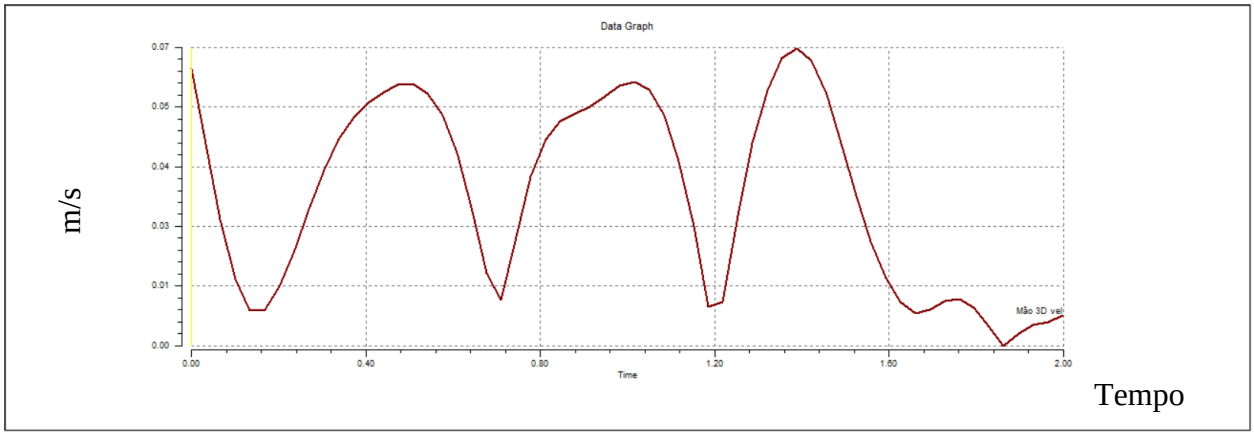


Figura 32 – Exemplo de Gráfico de Velocidade

C. Aceleração

A análise foi realizada à posição do braço esquerdo dos 15 voluntários escolhidos para a análise de movimento com SkillSpector, com essa mesma análise foi possível observar a aceleração do braço no espaço, o quadro apresentado no ponto 4.4C é composto pelos valores em metros por segundo quadrado do valor do limite máximo e mínimo da aceleração adquirida pelo braço de cada voluntário.

Com o intuito de avaliar a possibilidade de risco de LME da atividade do braço esquerdo do condutor, compara-se os valores de aceleração de atividades que já se existe o conhecimento de causarem lesões com os valores obtidos dos 15 voluntários escolhidos, valor de pico mais elevado obtido 3,32 m/s² (Tabela 12).

Foram as mesmas 2 atividades, Natação e Ténis, ambas estas atividades apresentam o uso dos braços para a realização das mesmas, adicionalmente apresentam uma probabilidade de LME elevada para quem as pratica no num extenso período de tempo. Para ambas as atividades os valores médios de aceleração bem como os valores mais altos ou valores de pico apresentados nos estudos são muito superiores aos valores máximos dos 15 voluntários desta experiência (Ohgi, Y., 2002) e (Bruce, C., *et all*,1995).

Adicionalmente comparou-se os valores obtidos com os valores médios e os valores mais altos ou valores de pico de uma atividade laboral comum, elevação de uma carga, neste estudo os valores apresentam-se mais próximos dos valores dos 15 voluntários escolhidos, mas por outro lado a atividade de elevação de carga escolhida era caracterizada como cíclica e repetitiva ou contrário da atividade do condutor, sendo assim existem outros riscos associados á elevação de cargas (Bernardo, F. G. P., 2017) (figura 33).

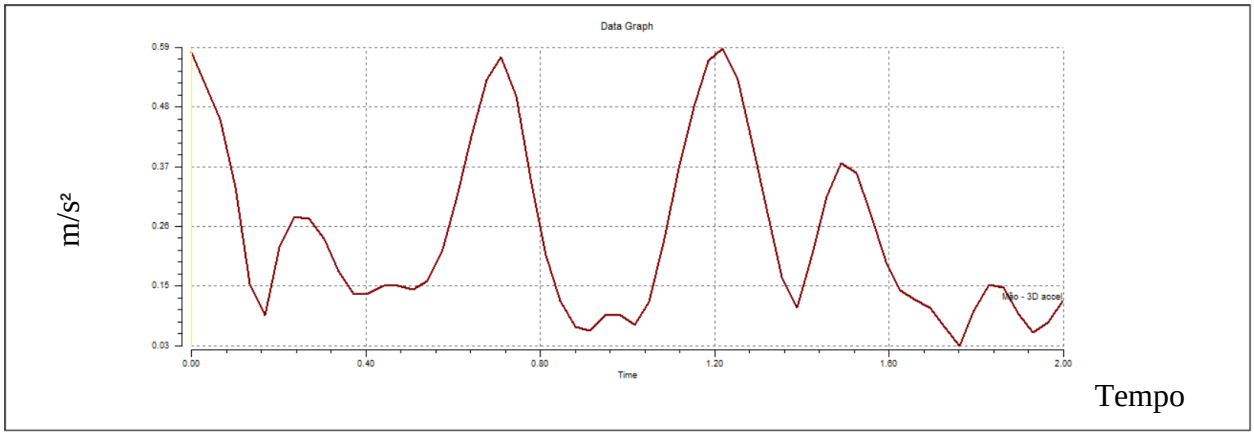


Figura 33 – Exemplo de Gráfico de Aceleração

D. Conclusão

Resumindo os resultados em jeito de conclusão, a partir dos resultados da deslocação não será possível chegar a uma conclusão definitiva de risco de LME pois a deslocação representada nos gráficos é uma parte ínfima do deslocamento total das 2 horas realizadas pelos voluntários.

Por outro lado, os valores registados de velocidade e aceleração levam a conclusões mais solidas, ao comparar os valores de velocidade e aceleração dos 15 voluntários com os valores de velocidades e aceleração de atividades que se saiba que levam a LME, pode-se chegar à conclusão que a atividade de condutor poderia levar a lesões, mas como foi possível observar os valores das atividades desportivas e dos condutores são muito diferentes, levando assim à conclusão que não deverá haver risco para os braços do condutor.

Adicionalmente, mesmo comparando com valores de uma atividade laboral comum que tenha valores idênticos à do condutor, é possível concluir que poderá não haver risco pelo facto de que a atividade de um condutor não ser considerada uma atividade cíclica ao contrário da atividade de elevação de cargas.

Em resumo, tendo em conta os dados apresentados no capítulo ‘’resultados’’ referentes à posição não haverá conclusões a retirar com esses dados em mente, pois os gráficos de deslocação retirados do software SkillSpector só representam 2 segundos da deslocação de 2 horas realizadas pelos 15 voluntários, por outro lado os gráficos que representam os valores de velocidade e aceleração, depois de comparados com as atividades propostas, desporto e atividade laboral, podem levar a concluir que não haverá risco na condução prolongada.

5.3 Limitações e vieses

A. Pesquisa Bibliográfica

No âmbito das Pesquisa bibliográfica foi necessário encontrar estudos que fossem de encontro ao estudo que foi realizado, em teoria não pareceria uma tarefa de dificuldade alta, mas com o início da pesquisa bibliográfica foi necessário escolher os métodos de avaliação de risco que melhor se enquadravam ao caso do condutor, de entre os métodos muitos deles especificam algo que não existe no caso do condutor, ciclos, logo eliminava grande parte dos métodos de avaliação de risco ergonómico existentes, limitando assim a pesquisa bibliográfica, uma outra limitação é o facto de os estudos realizados com os métodos ergonómicos são escassos sendo a maior parte deles realizados com o RULA e REBA, e procura por outros estudos com outro método era muito escassa levando assim ao uso do método OWAS.

Adicionalmente como os métodos são considerados subjetivos levando a erros significativos por parte de quem os usa.

Por outro lado, em relação à análise de movimento, existem inúmeros estudos na área, mas grande parte dos estudos realizados têm como foco principal os valores referentes não aos segmentos do corpo, mas ao objeto do desporto, sendo assim encontrar estudos que apresentassem valores de velocidade e aceleração dos segmentos do corpo eram escaços.

B. Procedimento Experimental

O procedimento Experimental apresenta algumas limitações, desde já o facto de ser um procedimento efetuado em laboratório num simulador isto retira o facto de ser um estudo realizado ao natural, por outras palavras não é tão realista quando o seria ótimo.

Das etapas que deram os resultados usados para esta tese o de maior relevância seria o facto de os voluntários terem de permanecer durante 2 horas no carro, com isto em mente havia algumas limitações do laboratório, no início da experiência houve a avaria do projetor utilizado para o simulador levando a que fosse utilizado o projetor de reserva tornando a imagem simulada mais nítida, mas mais pequena.

A realização da experiência por parte dos voluntários na etapa anteriormente descrita era realizada com a porta do condutor aberta para facilitar a colocação das camaras de filmar.

Durante as experiências o software do simulador deixava de funcionar regularmente deixando assim o voluntario sem imagem para guiar estando parado momentaneamente, levando à necessidade de reiniciar o programa bem como o percurso do condutor.

O software de apoio às filmagens no interior do carro era problemático e era de difícil predefinição sendo necessário por vezes recomeçar o processo de definição das camaras dificultando assim as etapas de realizar as filmagens.

Adicionalmente as camaras utilizas não eram profissionais levando assim a que a imagem apresentasse menor qualidade e menos nítidas em certos pontos das filmagens, como descrito no ponto do procedimento experimental as camaras usadas eram webcams.

Finalmente, o método para a visualização dos pontos nos voluntários com marcadores é desatualizado de acordo com as tecnologias de hoje em dia, existem marcadores digitais que se podem colocar no corpo para aumentar a precisão dos movimentos, mas tal não era possível pois o equipamento entrava em interferência com o metal do carro.

C. Tratamento de Dados

O tratamento de dados realizado nesta tese passou por avaliar os riscos ergonómicos dos 15 condutores e adicionalmente avaliar o risco de lesão no braço esquerdo dos mesmos 15 condutores utilizando a análise de movimento dos mesmos.

Sendo assim existem algumas limitações a apontar no que diz respeito à metodologia apresentada, no que diz respeito à metodologia de avaliação de risco ergonómico, os métodos têm as suas limitações como são descritas na discussão de resultados:

1. Não se encontram validados.
2. Subjetivos.
3. Escala de avaliação muito pequena (OWAS).
4. Não proporciona soluções ao nível do risco associado.
5. Avaliação de parâmetros muito simplificada (OWAS).

Com isto em mente, é possível deduzir que qualquer conclusão terá um erro elevado associado ao mesmo, sendo por essa causa que foi realizada a avaliação adicional com a análise do movimento.

Em relação à análise de movimento também existem algumas limitações associadas, o software utilizado para o corte dos vídeos, Virtual Dub, era corte manual frame a frame, era necessário cortar os vídeos para haver sincronização dos vídeos no SkillSpector, com isso em mente é possível haver erros associados a esse facto, estes erros estão predispostos no manual do programa, a existência de um ponto no fim dos gráficos com valores superiores ao restante é um indicativo desse mesmo erro (figura 34). Adicionalmente a colocação dos pontos no segmento do braço com o SkillSpector era, também, manual, ou seja, pode haver erro associado na colocação dos pontos.

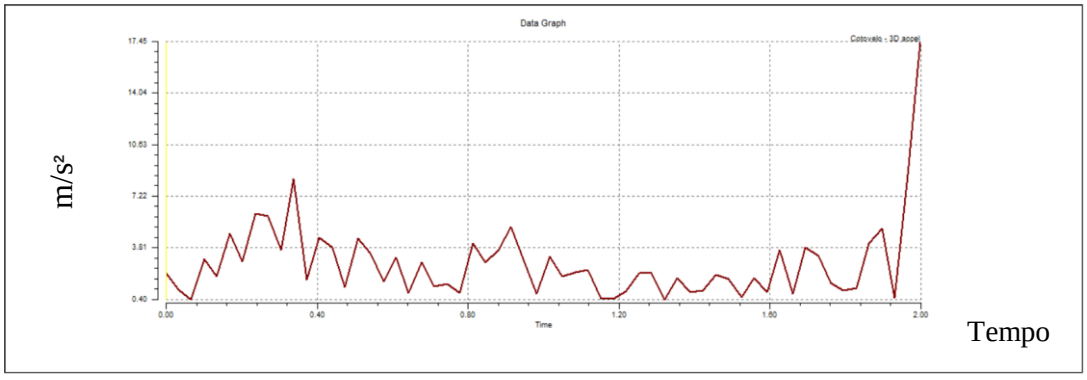


Figura 34 – Exemplo de um erro de Sincronização no SkillSpector

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Este estudo teve como objetivos principais a avaliação de risco ergonómico de para condutores profissionais tendo como base o que está descrito no capítulo 5:

- Avaliar a postura de 15 condutores de acordo com os métodos RULA, REBA e OWAS com o intuito de comparar entre os mesmos os valores de risco associados bem com concluir a cerca do melhor método a utilizar nesta situação.
- Comparar valores de Posição, Velocidade e Aceleração do braço esquerdo dos mesmos 15 voluntários no decorrer da experiência usando o software SkillSpector com o intuito de comparar com valores de outros estudos de outras áreas, (ex.: Desporto), para concluir em relação ao risco da atividade.

A avaliação a partir do RULA, REBA e OWAS obteve valores de risco relativamente baixos tendo como resultado final de risco baixo, risco médio e risco baixo respetivamente, mas de acordo com os métodos afirmavam a existência de mais testes, foi realizada a avaliação do risco de LME do braço esquerdo do condutor a partir da análise de movimento, utilizando o VirtualDub para cortar 2 segundos de vídeos (60 frames) e o SkillSpector para obter os resultados à cerca da posição, velocidade e aceleração, valores de pico mais elevados obtidos para a velocidade e aceleração 0,77 m/s e 3,32 m/s² respetivamente, posteriormente estes valores seriam comparados com atividades de desporto (Natação e Ténis) atividades que por norma causam LME para chegar a uma conclusão acerca do risco, adicionalmente os valores foram comparados com uma atividade comum laboral, levantamento de cargas, para também avaliar o risco tendo essa atividade em conta.

Tendo o paragrafo anterior em conta, é possível concluir que o risco associado à probabilidade de LME nos braços é relativamente baixa ou quase nula, numa situação normal existe pontos na condução em que se pode descansar os braços, utilizando a porta para pousar o braço, algo que não foi possível nesta experiencia pois foi realizada com a porta aberta.

Com a pesquisa bibliográfica realizada é possível recomendar alguns dos artigos elencados no decorrer do presente documento, ‘’Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods’’ para um bom local onde pesquisar métodos de avaliação de risco e ‘’Muscle fatigue assessment in manual handling of loads using motion analysis and accelerometers’’, para um estudo realizado com o mesmo software, SkillSpector, para elencar os dados mais relevantes na utilização do mesmo.

6.1 Perspetivas futuras

Este estudo teve como objetivo a avaliação de risco ergonómico a condutores profissionais, com isto em mente é possível concluir que com os dados retirados deste estudo é possível adicionar este documento aos inúmeros estudos realizados na área da ergonomia.

A necessidade de continuar a estudar os riscos ergonómicos de várias áreas laborais tem de aumentar se quisermos que os trabalhadores presentes e futuros tenham locais de trabalho seguros

em que não tenham que um dia passar a vida em fisioterapias e complicações de saúde por causa do trabalho.

É necessário realizar mais experiencias neste âmbito da avaliação de risco ergonómico em condutores, não só aos membros superiores mas também aos outros membros do corpo, o principal objetivo do Marko era avaliar o risco de LME na zona lombar e pernas dos condutores, está em decurso um estudo realizado por ele nesse mesmo âmbito, é possível que deste documento surja alguma conclusão que mude a maneira de realizar o trabalho dos condutores profissionais.

As limitações elencadas no presente documento apesar de serem presentes na criação deste estudo podem ser ultrapassadas com a utilização de tecnologia mais eficaz para a realização destes estudos.

As limitações dos métodos do RULA, REBA e OWAS são parcialmente ultrapassadas utilizando outros métodos como foi demonstrado no presente documento, também podem ser ultrapassadas com o facto de que a pessoa que os utiliza teve ou não contacto com a atividade em causa, na utilização destes métodos é necessário que o profissional que os utiliza tenha a noção da atividade que está a avaliar bem como todos os riscos associados à mesma.

A utilização de tecnologia mais exata e precisa na análise de movimento pode também dar aso a conclusões com menos erros associados, a utilização de tecnologias de acelerómetros poderá ajudar a aumentar a exatidão dos resultados e diminuir a incerteza dos mesmos, em futuros estudos dever ter-se isso em conta. Adicionalmente qualquer evolução nas tecnologias deve ser usada para proveitos da realização de mais estudos para tornar estes postos de trabalho mais seguros para todos

A atividade de condutor não se exprime só com riscos ergonómicos é necessário na realização das avaliações de risco ter isto em conta, pois os riscos ergonómicos só são uma ínfima parte dos riscos a que um condutor profissional deve ter em conta na realização da sua atividade, sendo assim, todos os riscos dever ser tidos em conta na realização de avaliações.

7 BIBLIOGRAFIA

Analysis, E. (2017). Análise Ergonômica: Métodos Rula e Owas aplicados em uma Instituição de ensino superior Ergonomic Analysis: Rula and OWAS method applied in a higher education institution. Retrived from https://www.revistaespacios.com/a17v38n11/a17v38n11p22.pdf

Autoridade para as Condições do Trabalho. (2014). *Segurança e Saúde no Trabalho da Condução Automóvel Profissional*. Retrieved from http://www.act.gov.pt/(pt-PT)/Campanhas/Campanhas a decorrer/SegurancaeSaudenoTrabalhodaConducaoAutomovelProfissional/Documents/Programa Enquadrador_ConducaoAutomovelProfissional.pdf

Bernardo, F. G., Martins, R. P., & Guedes, J. C. (2018). Muscle fatigue assessment in manual handling of loads using motion analysis and accelerometers: A short review. *Occupational Safety and Hygiene VI - Selected Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2018*, 67–71. https://doi.org/10.1201/9781351008884-12

Bruce C. Elliott, Robert N. Marshall, G. J. N. (1995). Contributions of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, *11*(4), 433–442. https://doi.org/10.1123/jab.11.4.433

Chowdhury, N., Aghazadeh, F., & Amini, M. (2018). Ergonomic assessment of working postures for the design of university computer workstations. *Occupational Ergonomics*, *13*(S1), S37–S46. https://doi.org/10.3233/OER-170252

Hs, D. O. T. (2013). An Analysis of Recent Improvements to Vehicle Safety. *Annals of Emergency Medicine*, *61*(2), 222. https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2012.12.009

Huddlestone, J., & Pike, J. (2018). Team Task Analysis. In *Team and Collective Training Needs Analysis*. https://doi.org/10.1201/9781315563275-4

JO-L. (2006). *Regulamento (CE) Nº 561/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Março de 2006 Relativo à harmonização de determinadas disposições em matéria social no domínio dos transportes rodoviários, que altera os Regulamentos (CEE) nº 3821/85 e (CEE) nº 21*. (2), 1–19. Retrieved from www.antram.pt

Li, X., Han, S., Gul, M., & Al-Hussein, M. (2017). Automated Ergonomic Risk Assessment Based on 3D Visualization. *Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC)*, (June). https://doi.org/10.22260/isarc2017/0052

Manish Kumar , Bhupinder Singh, M. K. , B. S. (2018). Ergonomic Analysis of Electric Auto Rickshaw Using Catia. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*, *8*(3), 209–216. https://doi.org/10.24247/ijmperdjun201824

Marko Cvetkovic, J. Duarte, Denise Soares, J. S. B. (2019). The influence of applied pressure on the seated person and the prediction of early discomfort – protocol for a systematic review. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, *1*(1), 29–38. https://doi.org/10.24840/2184-0954

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, *62*(10), 1006–1012. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005

Ohgi, Y. (2002). Microcomputer-based Acceleration Sensor Device for Sports Biomechanics. *Proceedings of IEEE Sensors Conference*, 699–704.

Oy, O. (2009). OWAS (Ovako Working posture Assessment System). *Finnish Institute of Occupational Health*, *1*(June), 1–6. Retrieved from http://www.ttl.fi/en/ergonomics/methods/workload_exposure_methods/table_and_methods/Pages/default.aspx

Petromilli Nordi Sasso Garcia, P., Polli, G. S., & Campos, J. A. D. B. (2013). Working postures of dental students: ergonomic analysis using the Ovako Working Analysis System and rapid upper limb assessment. *La Medicina Del Lavoro*, *104*(6), 440–447.

Presidente, O., & Gama, J. (2010). *Diário da República, 1.ª série — N.º 168 — 30 de Agosto de 2010*.

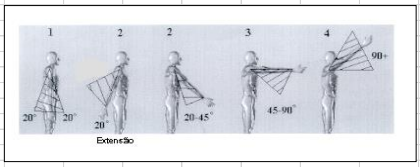
Ravnik, D., Otáhal, S., & Dodic Fikfak, M. (2008). Using different methods to assess the discomfort during car driving. *Collegium Antropologicum*, *32*(1), 267–276. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18494213

Sousa-Uva, António; Serranheira, F. (2008). Lesões Musculoesqueléticas Relacionadas com o Trabalho: Guia de Orientação para a Prevenção. *Programa Nacional Contra as Doenças Reumáticas*, 28. https://doi.org/274779/08

ANEXOS

Anexo 1 – Template Excel

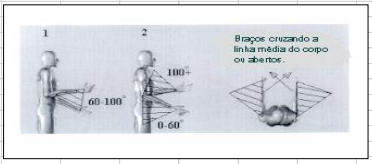
Figura 1 - Análise da Postura e Alcances dos Segmentos Superiores dos Braços e Ombros



Observar a Figura 1 e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para 20º de extensão e 20º de flexão
2 = Para extensão maior que 20º
2 = Para flexão entre 20º e 45º
3 = Para flexão entre 45º e 90º
4 = Para flexão maior que 90º
+1= Adicionar 1, quando o ombro estiver elevado.
+1= Adicionar 1 para braço abduzido
-1= Subtrair 1 quando o braço estiver suportado por algum apoio

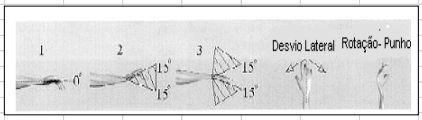
Figura 2 - Análise da Postura e Alcances dos Antebraços



Observar a Figura 2 e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para flexão entre 60º e 100º
2 = Para flexão com menos que 60º e mais que 100º
+1 = Adicionar 1, quando o antebraço trabalhar cruzando a linha média do corpo
+1 = Adicionar 1 quando o antebraço estiver aberto em relação ao tronco

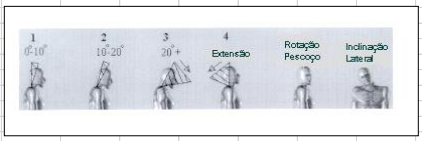
Figura 3 - Análise da Postura e Desvios dos Punhos



Observar a Figura 3 e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para punho em posição neutra
2 = Para flexão ou extensão entre 0º e 15º
3 = Para flexão ou extensão maior que 15º
+1 = Adicionar 1 para desvio radial ou ulnar
+1 = Adicionar 1 para trabalho com rotação de punho.

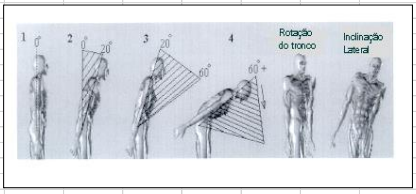
Figura 4 - Análise da Postura e Desvios do Pescoço



Observar a Figura 4 e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para flexão de 0º a 10º
2 = Para flexão de 10º a 20º
3 = Para flexão maior que 20º
4 = Extensão
+1 = Adicionar 1 para pescoço rotacionado
+1 = adicionar 1 para inclinação lateral do pescoço

Figura 5 - Análise da Postura e Desvios do Tronco



Observar a Figura 5 e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para trabalho sentado com as costas bem apoiadas e ângulo entre coxas/tronco de 90º a 110º.
2 = Para flexão do tronco para posição en pé entre 0º e 20º
3 = Para flexão do tronco para posição en pé entre 20º e 60º
4 = Para flexão do tronco maior que 60º na posição em pé
+1 = Adicionar 1 para rotacionamento do tronco
+1 = Adicionar 1 para inclinação lateral do tronco

Análise da Postura dos pés e Pernas

Observar a Postura dos pés e pernas e pontuar utilizando o seguinte critério:

1 = Para pés e pernas apoiados na posição sentado
1 = Para posição em pé com o peso do corpo distribuído em ambos os pés e que tenha espaço adequado para os pés.
2 = Para pés e pernas sem suporte, em pé ou sentado



NÍVEL 1	Pontuação de 1-2	Postura aceitável se não repetida ou mantida durante longos períodos
NÍVEL 2	Pontuação de 3-4	Investigar, possibilidade de requerer mudanças
NÍVEL 3	Pontuação de 5-6	Investigar, realizar mudanças rapidamente
NÍVEL 4	Pontuação de 7+	Mudanças imediatas

RULA - Avaliação Rápida da Postura dos Membros Superiores

A - Análise dos Membros Superiores e Punhos

Passo 1: Identificar a posição do seguimento superior dos braços

Observar a Figura 1 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para 20º de extensão e 20º de flexão
2 = Para extensão maior que 20º
2 = Para flexão entre 20º e 45º
3 = Para flexão entre 45º e 90º
4 = Para flexão maior que 90º
+1= Adicionar 1, quando o ombro estiver elevado.
+1= Adicionar 1 para braço abduzido
-1= Subtrair 1 quando o braço estiver suportado por algum apoio

Pontuação final para braços= ____

Passo 2: Identificar a posição dos antebraços

Observar a Figura 2 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para flexão entre 60º e 100º
2 = Para flexão com menos que 60º e mais que 100º
+1 = Adicionar 1, quando o antebraço trabalhar cruzando a linha média do corpo
+1 = Adicionar 1 quando o antebraço estiver aberto em relação ao tronco.

Pontuação final para antebraço= ____

Passo 3: Identificar a posição do punho

Observar a Figura 3 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para punho em posição neutra
2 = Para flexão ou extensão entre 0º e 15º
3 = Para flexão ou extensão maior que 15º

Pontuação final para punho= ____

Passo 4: Lateralização do punho

+1 = Para desvio radial ou ulnar
+1 = Para trabalho com rotação de punho.

Pontuação da lateralização do punho= ____

Passo 5: Resumo da pontuação da tabela A

Use os valores dos passos 1,2,3 e 4 para identificar a pontuação da postura na Tabela A

Pontuação da postura - Tabela A= ____

Passo 6: Adicionar a pontuação do Trabalho Muscular.

Se a postura é estática = adicionar 1
Se a postura é dinâmica, mais que 4 mov./minuto: adicionar 1

\+ Pontuação do trabalho muscular = ____

Passo 7: Pontuação da força/carga adicional

0 = Carga intermitente ou força menor que 2 Kg
1 = carga intermitente ou força de 2 a 10 Kg
2 = Repetição ou carga estática e forças de 2 a 10 Kg
3 = Repetição ou carga estática e forças maiores que 10 Kg
3 = Carga ou força com aceleração do movimento (Ação de sacudir e/ou dar solavancos)

\+ Pontuação de força/carga= ____

Passo 8: Identificação da linha correspondente da Tabela C

A pontuação obtida da análise dos membros superiores e punho será usada para identificar a **linha** correspondente na tabela C

= Pontuação final dos membros superiores e punho = 0

PONTUAÇÃO

Tabela A

Braço	Ante-Braço	PUNHO 1	2	3	4
		Laterização - Punho 1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	4	4	4	5
3	1	2	3	3	4	4	4	5	5
	2	2	3	3	4	4	4	5	5
	3	2	3	4	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	5	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabela C

	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
8+	5	5	6	7	7	7	7

Pontuação Final

Cruzamento: Linha x Coluna

B - Análise de Pescoço, Tronco e Pernas

Passo 9: Identificar a posição do pescoço

Observar a Figura 4 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para flexão de 0º a 10º
2 = Para flexão de 10º a 20º
3 = Para flexão maior que 20º
4 = Extensão
+1 = Adicionar 1 para pescoço rotacionado
+1 = adicionar 1 para inclinação lateral do pescoço

= Pontuação final para pescoço

Passo 10: Identificar a posição do tronco

Observar a Figura 5 e pontuar utilizando o seguinte critério

1 = Para trabalho sentado com as costas bem apoiadas e ângulo entre coxas/tronco entre 90º e 110º.
2 = Para flexão do tronco para posição em pé entre 0º e 20º
3 = Para flexão do tronco para posição em pé entre 20º e 60º
4 = Para flexão do tronco maior que 60º na posição em pé
+1 = Adicionar 1 para rotacionamento do tronco
+1 = Adicionar 1 para inclinação lateral do tronco

= Pontuação final para o tronco

Passo 11: Pernas

1= Para pés e pernas apoiados na posição sentado
1 = Para posição em pé com o peso do corpo distribuído em ambos os pés
2 = Para pés e pernas sem suporte, em pé ou sentado

= Pontuação final para pernas.

Tabela B

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

Passo 12: Resumo da pontuação de posturas na Tabela B

Use os valores dos passos 8,9 e 10 para localizar a pontuação de posturas na tabela B

=Pontuação de Postura

Passo 13: Adicionar a pontuação do trabalho muscular

Se a postura é estática = adicionar 1
Se a postura é dinâmica, mais que 4 mov./minuto: adicionar 1

\+ = Pontuação do esforço muscular

Passo 14: Adicionar pontuação de força/carga

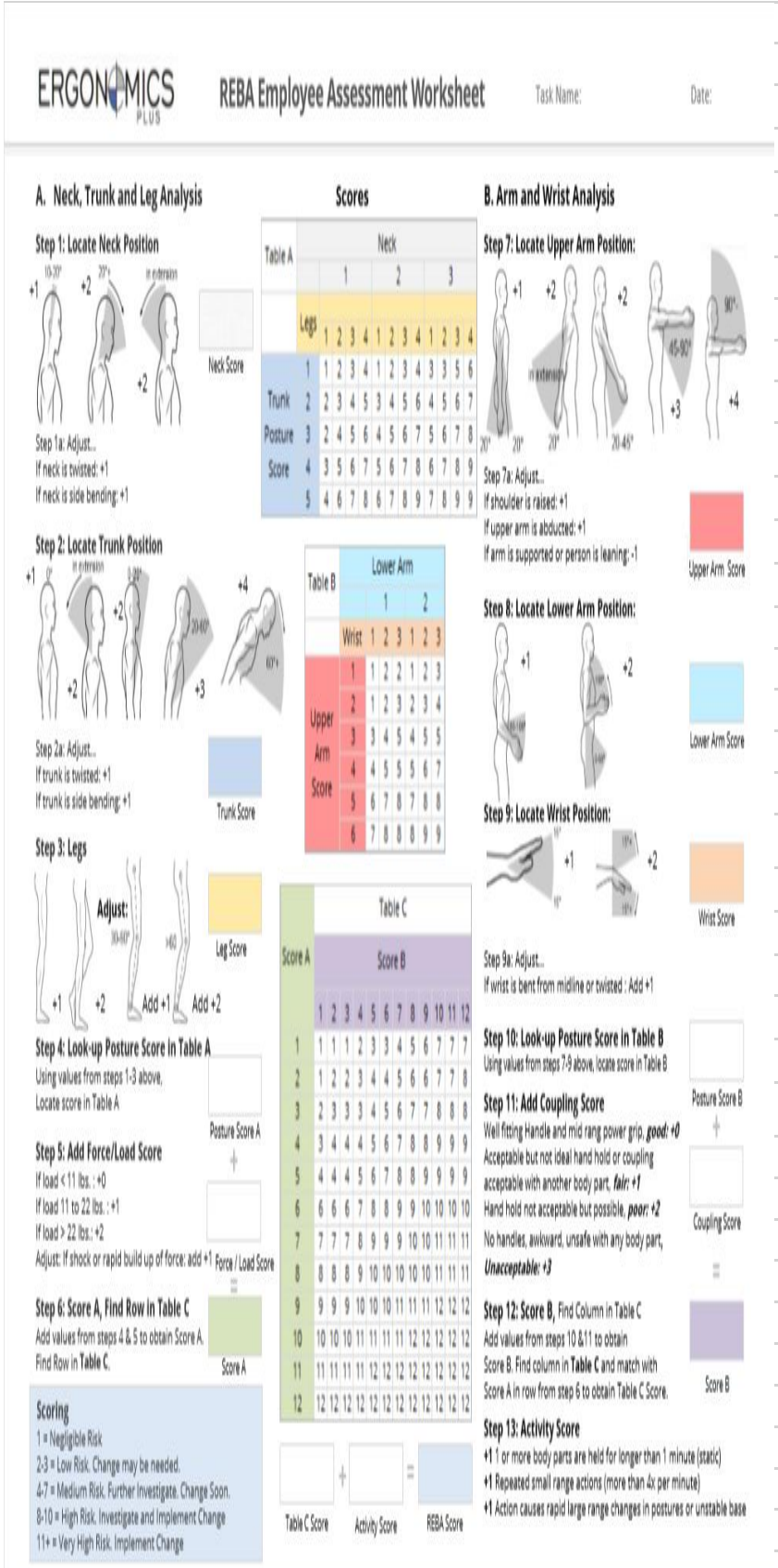
0 = Carga intermitente ou força menor que 2 Kg
\+ 1 = carga intermitente ou força de 2 a 10 Kg
2 = Repetição ou carga estática e forças de 2 a 10 Kg
3 = Repetição ou carga estática e forças maiores que 10 Kg
3 = Carga ou força com aceleração do movimento (Ação de sacudir e/ou dar solavancos)

= Pontuação de força/carga

Passo 15: Identificação da coluna correspondente na Tabela C.

A pontuação obtida da análise do pescoço, tronco e pernas será usada para identificar a **coluna** correspondente na tabela C

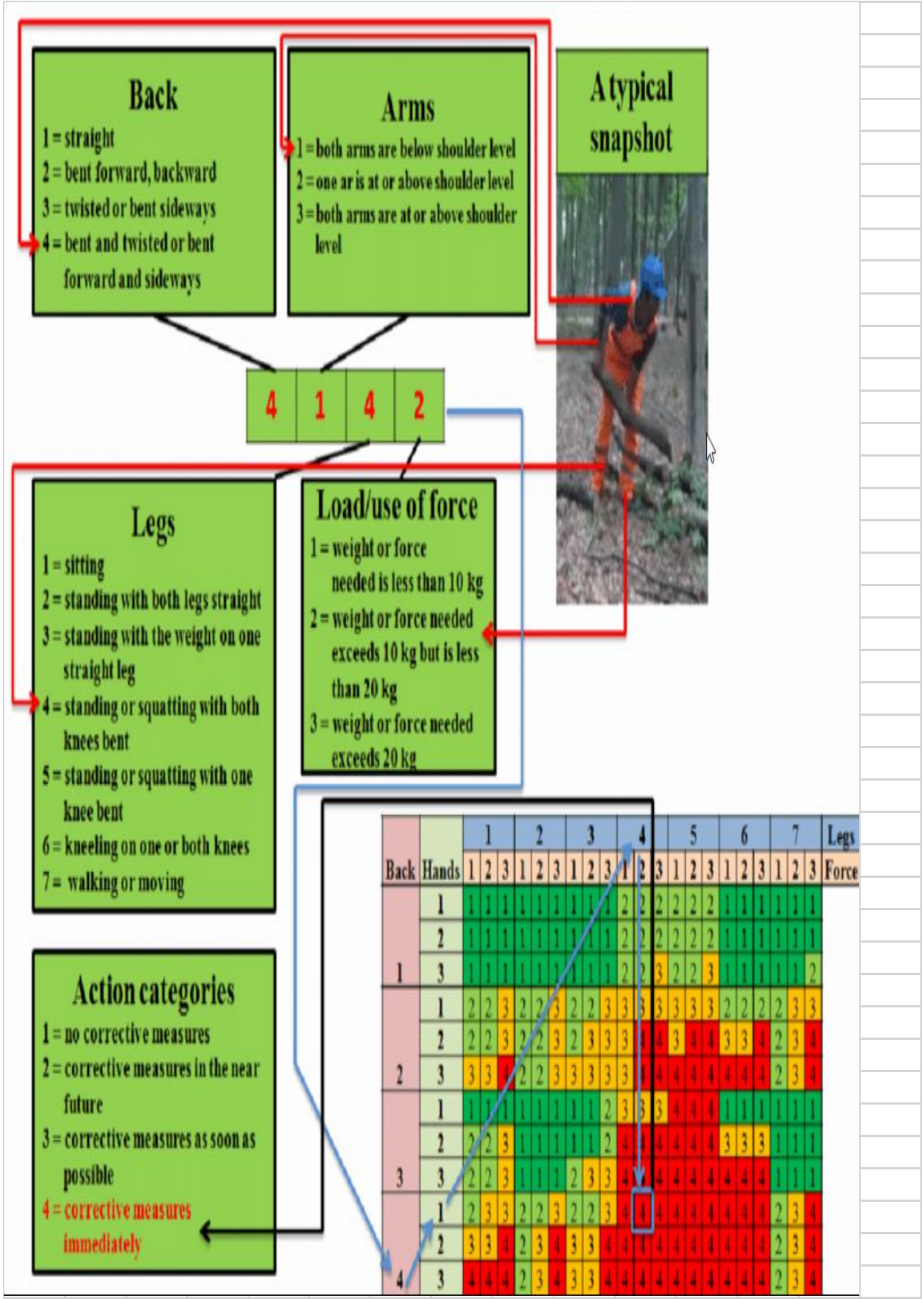
= 0 = Pontuação final do pescoço, tronco e pernas

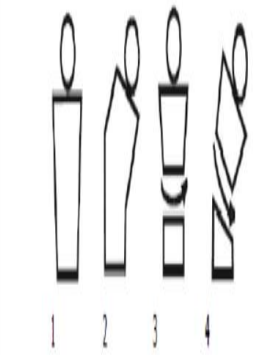


A. Neck Trunk and Leg Analysis	Score
Step 1: Locate Neck Position	
Step 2: Locate Trunk Position	
Step 3: Legs	
Step 4: Look-up Posture Score in Table A	
Step 5: Add Force/Load Score	
Step 6: Score A	0

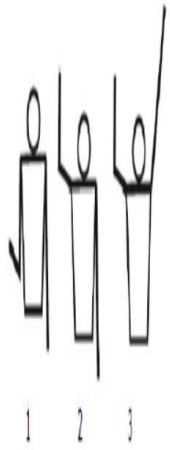
B. Arm and Wrist Analysis	Score
Step 7: Locate Upper Arm Position:	
Step 8: Locate Lower Arm Position	
Step 9: Locate Wrist Posistion	
Step 10: Look-up Posture Score in Table B	
Step 11: Add Coupling Score	
Step 12: Score B,	0

C. REBA Score	Score
Activity score	
Table C Score	
REBA SCORE	0


Back
1 = straight
2 = bent forward, backward
3 = twisted or bent sideways
4 = bent and twisted or bent forward and sideways
Arms
1 = both arms are below shoulder level
2 = one ar is at or above shoulder level
3 = both arms are at or above shoulder level
A typical snapshot
4 1 4 2
Legs
1 = sitting
2 = standing with both legs straight
3 = standing with the weight on one straight leg
4 = standing or squatting with both knees bent
5 = standing or squatting with one knee bent
6 = kneeling on one or both knees
7 = walking or moving
Load/use of force
1 = weight or force needed is less than 10 kg
2 = weight or force needed exceeds 10 kg but is less than 20 kg
3 = weight or force needed exceeds 20 kg
Action categories
1 = no corrective measures
2 = corrective measures in the near future
3 = corrective measures as soon as possible
4 = corrective measures immediately
Back
Hands
Legs
Force



back posture
1 - upright
2 - leaning forward
3 - flexuous
4 - leaning forward and flexuous



forearms posture
1 - both below elbow joint
2 - one above elbow joint
3 - both above elbow joint



legs work
1 - sitting position
2 - standing with legs upright
3 - standing with one leg upright
4 - standing with legs bent
5 - standing with one leg bent
6 - kneeling on one or both knees
7 - walking



external load volume for men [kg]
1 - below 10
2 - within the range 10-20
3 - above 20

Back Posture	Forearms Posture	Legs Work	Use Of Force (kg)

BACK	ARMS	1			2			3			4			5			6			7			LEGS
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	USE OF FORCE
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Final Score

SIGNIFICADO

Vista Frontal	Vista lateral	Vista de Traz

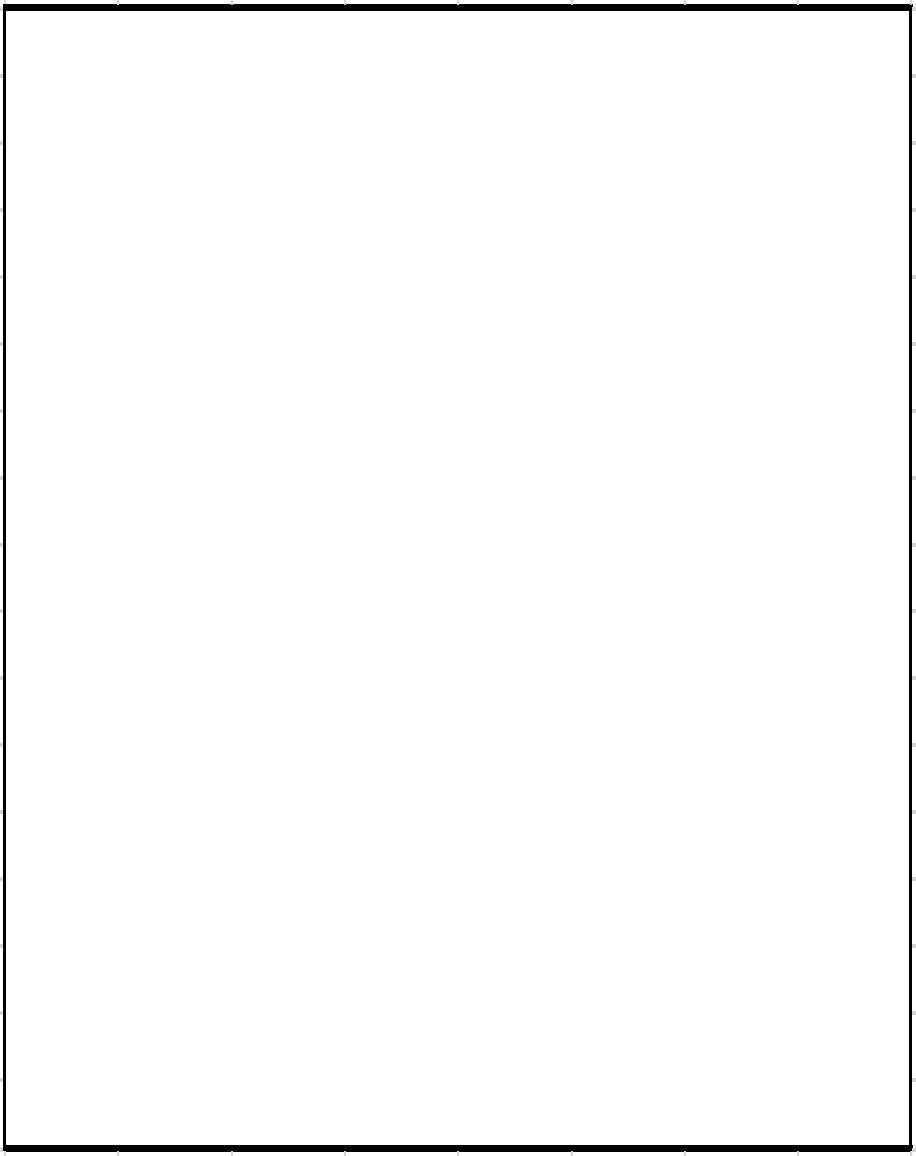


Grafico SkillSpector