

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Gessieli Possebom

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL EM
OPERAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Santa Maria, RS, Brasil
2018

Gessieli Possebom

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL EM OPERAÇÃO
DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Airton dos Santos Alonço (Dr. Eng.)

Santa Maria, RS, Brasil
2018

Possebom, Gessieli
Comparação de métodos para avaliação postural em
operação de máquinas agrícolas / Gessieli Possebom.- 2018.
103 p.; 30 cm

Orientador: Airton dos Santos Alonço
Coorientadora: Catize Brandelero
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2018

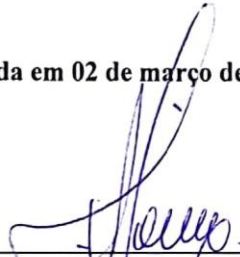
1. Ergonomia 2. Engenharia Agrícola 3. Análise
Postural I. dos Santos Alonço, Airton II. Brandelero,
Catize III. Título.

Gessieli Possebom

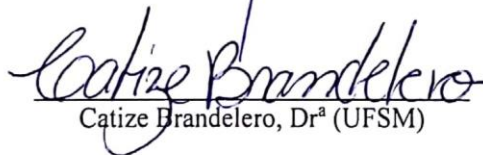
**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL EM OPERAÇÃO
DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Agrícola**.


Aprovada em 02 de março de 2018:



Airton dos Santos-Alenço, Dr. (Eng. (UFSM))
(Presidente/ Orientador)



Catize Brandelero, Dr.^a (UFSM)



Mônica Regina Gonzatti Balestra, Dr.^a (CESURG)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

A toda minha família, em especial a minha mãe, **Elda**, pelo exemplo de força e apoio incomensurável em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, sem o qual nada disso seria possível.

Ao meu orientador, Professor Airton dos Santos Alonço, por me proporcionar a oportunidade de realizar o mestrado, pela amizade construída, pela confiança e por todos ensinamentos compartilhados de forma tão prestativa e dedicada.

De forma especial, ao proprietário da Fazenda Santa Helena, Engenheiro Agrônomo Fernando Pissetti Rossato e a dona Rosane Pissetti, primeiramente por acreditarem no trabalho e tão generosamente abrirem as portas da fazenda para o desenvolvimento da pesquisa. Agradeço pela disponibilidade de tempo e por toda a paciência para que o trabalho fosse realizado da melhor forma possível. Estendo os agradecimentos também, a todos os colaboradores da fazenda por não medirem esforços para nos ajudar durante a estada na propriedade.

Ao Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas (LASERG) pela disponibilidade de estrutura e suporte necessário para a realização do estudo.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido.

À secretária do PPGEA, Luciana Nunes pela amizade, exemplo de profissionalismo e eficiência nas tarefas desenvolvidas.

Às professoras Catize Brandelero e Mônica Balestra por aceitarem constituir banca em minha defesa de dissertação.

Aos amigos e colegas do LASERG, Antônio Robson Moreira, Arthur de Lima Pires, Bruno Cristiano Correa Ruiz Zart, Dauto Carpes, Pablo do Amaral Alonço, Rafael Sobroza Becker, Sabrina Bellochio, Tiago Gonçalves Lopes e Vitor Scherer, pela amizade.

Aos amigos Dauto Carpes e Tiago Gonçalves Lopes pela ajuda na coleta de dados a campo.

À toda minha família, em especial aos meus pais Domingos Ary Possebom e Elda Possebom, pela educação, exemplo de força, apoio e por todo o incentivo de sempre.

À minha irmã Gessica Possebom, por se manter presente, apesar da distância.

Aos meus avós maternos Aldérico Ferla (*in memoriam*) e Alfonsa Ferla, pelas orações, por sempre acreditarem em mim e por todo o carinho.

Dessa forma, a todas essas pessoas e também a algumas que aqui não foram citadas, mas que, de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais essa importante etapa em minha vida, o meu muito obrigada.

“Se não puder voar, corra;
Se não puder correr, ande;
Se não puder andar, rasteje;
Mas continue em frente de qualquer jeito. ”

Martin Luther King

RESUMO

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL EM OPERAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

AUTORA: Gessieli Possebom
ORIENTADOR: Airton dos Santos Alonço

A agricultura é uma atividade muito antiga e seu desenvolvimento no país, nas últimas décadas está fortemente ligada a grande evolução tecnológica das máquinas e equipamentos agrícolas. Em contrapartida, o crescente uso de maquinários contribuiu para o aumento de alguns riscos de acidentes e especialmente lesões ou distúrbios posturais no meio rural. Dessa forma, a identificação precoce das posturas inadequadas, através de um métodos de análise postural congruente se torna uma importante ferramenta na busca de segurança e conforto aos operadores. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa entre os métodos de avaliação ergonômica RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM, buscando evidenciar semelhanças e diferenças para sua utilização, durante a operação de máquinas agrícolas. O estudo foi realizado através de uma pesquisa exploratória em Boa Vista do Incra, RS, no mês de agosto de 2017, durante a operação de preparo de solo, com o conjunto trator-subsolador. Inicialmente foi aplicado um questionário, para coletar informações do operador, bem como da máquina e implemento utilizados. Para a análise postural, foi filmada a operação de preparo do solo por um período de 10 horas. Após, foi selecionado uma hora de vídeo julgada representativa, seccionada em fotos e selecionadas 100 imagem sequenciais. Tais imagens foram analisadas pelos métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM através do Software Ergolândia 5.0 com o auxílio de informações complementares de ruído, temperatura e força. Para as análises comparativas, foi analisado o grau da facilidade de aplicação, a importância das variáveis de postura e complementares, e a abrangência dos fatores de atividade e postural. O método OWAS, apresentou destaque para facilidade de aplicação, enquanto os métodos REBA, seguido pelo RULA se destacaram para a importância das variáveis de postura. Para a importância das variáveis complementares, o RULA, seguido pelo REBA merecem destaque como os mais indicados. Resultados semelhantes foram obtidos para a abrangência dos fatores de postura, com destaque para esses dois métodos. Em relação a abrangência dos fatores da atividade, o TOR-TOM obteve os resultados mais satisfatórios. Na análise postural dos operadores de máquinas agrícolas, em 94% do tempo total da operação, a postura pode ser considerada aceitável se não for mantida por longos períodos. Assim, a análise comparativa permitiu evidenciar o método RULA como o mais indicado para análises posturais em máquinas agrícolas, além do método REBA, por apresentar situações muito semelhantes, contemplando análises de corpo inteiro. Em avaliações simples e rápidas, o método OWAS é o mais indicado e em situações de alta repetitividade, o método TOR-TOM apresenta as condições mais favoráveis de análise.

ABSTRACT

VALUATION METHODS IN COMPARISON POSTURAL IN THE OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

AUTHOR: Gessieli Possebom
ADVISOR: Airton dos Santos Alonço

Agriculture is a very old activity and its development in the country in recent decades is strongly linked to the great technological evolution of agricultural machinery and equipment. On the other hand, the increasing use of machinery contributed to the increase of some risks of accidents and especially injuries or postural disturbances in rural areas. Thus, early identification of inappropriate postures, through postural analysis methods, however, has become an important tool for operator safety and comfort. The objective of this work is to perform a comparative analysis between the ergonomic evaluation methods RULA, REBA, OWAS and TOR-TOM, seeking to highlight the versions and differences for their use, during the operation of agricultural machines. The study was carried out through an exploratory research in Boa Vista of INCRA, RS, in the month of August, 2017, during a soil preparation operation, with the sub-tractor set. Initially a questionnaire was applied, seeking to collect information from the operator, as well as the machine and implement used. For analytical analysis, a soil preparation operation was filmed for a period of 10 hours. Afterwards, one hour of representative video judged, sectioned in photos and selected 100 sequential images were selected. These images were analyzed by the RULA, REBA, OWAS and TOR-TOM methods through the software Ergolândia 5.0 with the aid of complementary noise, temperature and force information. As comparative analyzes, an ease of application, an importance of the posture and complementary variables, and a range of activity and postural factors were analyzed. The OWAS method presented the highlight for the facilitation of the application, while the REBA methods, followed by the RULA, stood out for the importance of the posture variables. For the importance of the complementary variables, the RULA, followed by the REBA, deserve to be highlighted as the most indicated. Similar results were obtained for the inclusion of the posture factors, with emphasis on the two methods. Regarding the range of activity factors, TOR-TOM obtained the most satisfactory results. Analysis of agricultural machine operators, in 94% of the total time of the operation, a posture can be considered acceptable for the maintained for long periods. Thus, a comparative analysis showed the RULA method as the most suitable for postural analysis in agricultural machines, besides the REBA method, because it presents very similar situations, contemplating whole body analyzes. The TOR-TOM method presents the most favorable conditions of analysis.

Keywords: Agricultural Engineering; Ergonomics; Postural analysis.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Relação entre repetitividade e desenvolvimento de distúrbios osteomusculares. ... | 23 |
| Figura 2 - Relação entre o grau de contração muscular e o tempo suportável. | 27 |
| Figura 3 - Estrutura mínima de atributos para segurança em máquinas agrícolas. | 28 |
| Figura 4 - Localização espacial da área de estudo..... | 33 |
| Figura 5 - Conjunto trator-subsolador, no preparo de solo, em Boa Vista do Incra, RS..... | 33 |
| Figura 6 - Representação do posicionamento da câmera de filmagem na cabina do trator. | 35 |
| Figura 7 - Aferição das forças para o acionamento de controles..... | 36 |
| Figura 8 - Representação dos pontos para medição de ângulos, em operador de máquinas agrícolas..... | 37 |
| Figura 9 - Representação da angulação de braço (a), antebraço (b), pescoço (c) e tronco (d) na postura 01, em operador de máquina agrícola. | 39 |
| Figura 10 - Representação da angulação de pescoço (a) e tronco (b), pescoço (c) e tronco (d), em operador de máquina agrícola..... | 40 |
| Figura 11 - Diagrama de Mudge para comparação de posturas em métodos de análise postural. | 43 |
| Figura 12 - Grau de facilidade de aplicação para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM. | 51 |
| Figura 13 - Diagrama de Mudge na avaliação postural de operadores de máquinas agrícolas. | 52 |
| Figura 14 - Importância das variáveis de postura para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM..... | 55 |
| Figura 15 - Importância das variáveis complementares para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM. | 56 |
| Figura 16 - Abrangência dos fatores da atividade para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM..... | 58 |
| Figura 17 - Abrangência dos fatores posturais para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM..... | 59 |
| Figura 18- Comparação dos métodos de análise postural para máquinas agrícolas..... | 60 |
| Figura 19 - Níveis de ação em relação as 100 posturas analisadas, através dos quatro métodos de análise postural. | 66 |
| Figura 20 - Fluxograma 1-Definição do fator Repetitividade (FR)..... | 81 |
| Figura 21 - Fluxograma 2- Definição do Fator Força (FF). | 82 |
| Figura 22 - Estrutura de cálculo do RULA..... | 96 |
| Figura 23 - Folha de pontuação REBA. | 100 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Lista dos comandos identificados e medidos a força no trator..... | 45 |
| Tabela 2 - Resultado para a análise postural do método RULA para a postura 01..... | 46 |
| Tabela 3 - Pontuação OWAS para a postura 01..... | 46 |
| Tabela 4 - Pontuação REBA para a postura 01..... | 46 |
| Tabela 5 - Pontuação TOR-TOM para a postura 01..... | 47 |
| Tabela 6 - Resultado para a análise postural do método RULA para a postura 02..... | 47 |
| Tabela 7 - Pontuação OWAS para a postura 02..... | 48 |
| Tabela 8 - Pontuação REBA para a postura 02..... | 48 |
| Tabela 9 - Pontuação TOR-TOM para a postura 02..... | 49 |
| Tabela 10 - Classificação dos métodos segundo o critério “Grau de facilidade de aplicação”. | 50 |
| Tabela 11 - Hierarquização das posturas consideradas mais importantes, na avaliação postural de máquina agrícolas..... | 53 |
| Tabela 12 - Pontuação para os métodos, após hierarquização das posturas, em máquinas agrícolas..... | 54 |
| Tabela 13 - Comparação dos métodos através das posturas complementares | 55 |
| Tabela 14 - Comparação dos métodos através de fatores da atividade..... | 57 |
| Tabela 15 - Combinação de posturas abrangidas pelos métodos de análise postural RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM..... | 59 |
| Tabela 16 - Resultado da comparação dos métodos de análise postural para máquinas agrícolas..... | 60 |
| Tabela 17 - Resultados apresentados pelos métodos de análise ergonômicas, nas duas posturas analisadas, para operadores de máquinas agrícolas..... | 61 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Normas para posto de operação de tratores agrícolas | 20 |
| Quadro 2 - Descrição do conjunto trator-subsolador utilizado no experimento..... | 34 |
| Quadro 3 - Descrição das atividades gerais do TOR-TOM..... | 79 |
| Quadro 4 - Cálculo de pausas curtíssimas. | 79 |
| Quadro 5 - Descrição das atividades de baixa exigência..... | 79 |
| Quadro 6 - Cálculo da TOR..... | 80 |
| Quadro 7 - Fatores na TOCAR..... | 80 |
| Quadro 8 - Definição do fator peso movimentado (FPM). | 83 |
| Quadro 9 - Definição do Fator Postura (FP) - (continua)..... | 83 |
| Quadro 10 - Definição do Fator Postura (FP) - (conclusão) | 84 |
| Quadro 11 - Definição do Fator Esforço Estático (FEE)..... | 85 |
| Quadro 12 - Itens a serem considerados para determinação do fator Carga Mental (FCM). ... | 86 |
| Quadro 13 - Cálculo dos graus de dificuldade - (continua)..... | 86 |
| Quadro 14 - Cálculo dos graus de dificuldade - (continua)..... | 87 |
| Quadro 15 - Cálculo dos graus de dificuldade - (conclusão). | 88 |
| Quadro 16 - Cálculo dos mecanismos de regulação - (continua)..... | 88 |
| Quadro 17 - Cálculo dos mecanismos de regulação - (conclusão)..... | 89 |
| Quadro 18 - Planilha dos fatores. | 90 |
| Quadro 19 - Definição do fator dispêndio de energia de energia no trabalho (FDE). | 90 |
| Quadro 20 - Definição dos valores ligados à condição climática - (continua)..... | 90 |
| Quadro 21 - Definição dos valores ligados à condição climática - (conclusão)..... | 91 |
| Quadro 22 - Definição dos valores ligados à vibração – (continua). | 91 |
| Quadro 23 - Definição dos valores ligados à vibração - (conclusão)..... | 92 |
| Quadro 24 - Definição dos valores ligados a outros fatores do ambiente físico. | 92 |
| Quadro 25 - Cálculo do fator postura básica (FPP)..... | 93 |
| Quadro 26 - Cálculo final do índice TOR-TOM | 93 |
| Quadro 27 - Pontuação para as posturas segundo o método RULA. | 94 |
| Quadro 28 - Pontuação para as posturas segundo o método RULA. | 94 |
| Quadro 29 - Descrição do uso da força para o método RULA..... | 95 |
| Quadro 30 - Pontuação do grupo A. | 95 |
| Quadro 31 - Pontuação do grupo B. | 95 |
| Quadro 32 - Pontuação C. | 96 |
| Quadro 33 - Níveis de ação do método RULA. | 97 |
| Quadro 34 - Pontuação para as posturas através do método OWAS..... | 98 |
| Quadro 35 - Categorias de ação segundo combinação de posturas do OWAS - (continua). ... | 98 |
| Quadro 36 - Categorias de ação segundo combinação de posturas do OWAS - (conclusão). ... | 99 |
| Quadro 37 - Níveis de ação do método OWAS. | 99 |
| Quadro 38 - Pontuação para as posturas do Grupo A -(continua)..... | 100 |
| Quadro 39 - Pontuação para as posturas do Grupo A -(conclusão)..... | 101 |
| Quadro 40 - Pontuação para as posturas do Grupo B..... | 101 |
| Quadro 41 - Pontuação para o grupo A. | 101 |
| Quadro 42 - Pontuação para o grupo B - (continua)..... | 101 |
| Quadro 43 - Pontuação da carga..... | 102 |
| Quadro 44 - Pontuação da pega..... | 102 |
| Quadro 45 - Pontuação C. | 102 |
| Quadro 46 - Pontuação da atividade..... | 102 |
| Quadro 47 - Níveis de ação do método REBA..... | 102 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|---------------|---|
| RULA | Rapid Upper Limb Assessment (Avaliação rápida dos membros superiores) |
| REBA | Rapid Entire Body Assessment (Avaliação rápida do corpo inteiro) |
| OWAS | Ovako Working Analysis System (Sistema de análise de trabalho Ovako) |
| TOR | Taxa de Ocupação Real |
| TOM | Taxa de Ocupação Máxima |
| TOCAMP | Taxa de Ocupação Considerando o Ambiente, Metabolismo, Postura e demais fatores |
| TOCAR | Taxa de Ocupação Considerando a Atividade Repetitividade |
| LER | Lesões por Esforço Repetitivo |
| DORT | Distúrbios Osteo Musculares Relacionadas ao Trabalho |
| ISO | International Organization for Standardization |
| NBR | Norma brasileira |
| UNE | Associação Espanhola de Normalização |
| IEA | Associação Internacional de Ergonomia |
| NR | Norma Regulamentadora |
| EPC | Estrutura de Proteção ao Capotamento |
| LASERG | Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas |

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICE

| | |
|---|------------|
| APÊNDICE A - Levantamento dados do operador..... | 77 |
| ANEXO A - TOR-TOM | 79 |
| ANEXO B - RULA..... | 94 |
| ANEXO C - OWAS..... | 98 |
| ANEXO D - REBA..... | 100 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 | HIPÓTESES | 17 |
| 3 | OBJETIVO | 17 |
| 3.1 | OBJETIVO GERAL | 17 |
| 3.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 4 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 18 |
| 4.1 | ANTROPOMETRIA | 18 |
| 4.2 | POSTO DE OPERAÇÃO | 19 |
| 4.3 | ERGONOMIA | 20 |
| 4.3.1 | Ergonomia em máquinas agrícolas – Normas técnicas e regulamentadoras | 21 |
| 4.4 | LESÕES NO TRABALHO | 22 |
| 4.4.1 | Repetitividade | 23 |
| 4.4.2 | Postura | 24 |
| 4.4.3 | Fatores organizacionais | 26 |
| 4.4.4 | Força | 26 |
| 4.4.5 | Outros fatores | 27 |
| 4.5 | MÉTODOS PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCO | 28 |
| 4.5.1 | Método TOR-TOM | 29 |
| 4.5.2 | Método RULA | 30 |
| 4.5.3 | Método OWAS | 31 |
| 4.5.4 | Método REBA | 32 |
| 5 | MATERIAL E MÉTODOS | 32 |
| 5.1 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL | 32 |
| 5.2 | QUESTIONÁRIO | 34 |
| 5.3 | ANÁLISE POSTURAL | 34 |
| 5.4 | DETERMINAÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS | 35 |
| 5.5 | PROCESSAMENTO DOS DADOS | 37 |
| 5.6 | DESCRIÇÃO DE TEMPOS | 38 |
| 5.7 | ANÁLISES COMPARATIVAS | 40 |
| 6 | RESULTADOS | 44 |
| 6.1 | ANÁLISE INDIVIDUAL DE CADA MÉTODO | 44 |
| 6.1.1 | Análise da Postura 1 - RULA | 45 |
| 6.1.2 | Análise da Postura 1 – OWAS | 46 |
| 6.1.3 | Análise da Postura 1 - REBA | 46 |
| 6.1.4 | Análise da Postura 1 - TOR-TOM | 47 |
| 6.1.5 | Análise da Postura 2 - RULA | 47 |
| 6.1.6 | Análise da Postura 2 – OWAS | 48 |
| 6.1.7 | Análise da Postura 2 – REBA | 48 |
| 6.1.8 | Análise da Postura 2 - TOR-TOM | 48 |
| 7. | ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO | 49 |
| 7.1 | GRAU DE FACILIDADE DE APLICAÇÃO | 49 |
| 7.2 | IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS | 51 |
| 7.3 | ABRANGÊNCIA DOS FATORES | 56 |
| 7.4 | CLASSIFICAÇÃO FINAL DOS MÉTODOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 60 |
| 7.5 | ANÁLISE POSTURAL DOS OPERADORES | 65 |
| 8. | CONCLUSÕES | 67 |
| | REFERÊNCIAS | 69 |
| | APÊNDICE A- Levantamento dados do operador | 77 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| ANEXO A- TOR-TOM..... | 79 |
| ANEXO B- RULA | 94 |
| ANEXO C- OWAS | 98 |
| ANEXO D- REBA | 100 |
| RECOMENDAÇÕES FUTURAS..... | 103 |

1 INTRODUÇÃO

A inserção de máquinas em substituição ao trabalho braçal está se tornando uma necessidade cada vez maior devido ao aumento na demanda de produção de alimentos e madeira no mundo. Tratores e demais máquinas agrícolas são adquiridos e exercem a maior parte das funções no ramo agropecuário, como preparo de solo, tratos culturais, colheita e transporte de produtos (MARCON, 2013).

Esses cenários, sempre que inovados, são construídos para o máximo de segurança, porém ainda podem ocorrer acidentes. Os acidentes e lesões causados com máquinas agrícolas eram creditados, normalmente, à falta de mão-de-obra qualificada. Entretanto, o rendimento do trator, bem como a ocorrência de acidentes, está muito além dessas condições. Os principais fatores presentes nas atividades do trabalhador que desencadeiam as lesões ou sensações de desconforto, são posturas inadequadas, necessidade de aplicação de força, velocidade e aceleração do movimento, duração, tempo de recuperação, esforço dinâmico pesado e vibração localizada (MARQUES; HALLAL; GONÇALVES, 2010).

Estas condições associadas às características ambientais como calor, frio, iluminação e ruído e, ainda, fatores adicionais como estresse, demanda cognitiva, organização do trabalho e carga de trabalho potencializam as ocorrências das lesões por esforço repetitivo (LER) e Distúrbios osteo musculares, relacionados ao trabalho (DORT) (BARTHE et al., 2007; MARQUES; HALLAL; GONÇALVES, 2010).

Nesse sentido, uma das etapas da análise ergonômica do posto de trabalho faz referência à avaliação dos fatores de risco identificados nesses locais, potencialmente danosos à saúde e, portanto, sujeitos a expor o organismo a lesões. Para tal análise, o uso de métodos ergonômicos representam importante ferramenta para essa quantificação. Existem inúmeros métodos e técnicas para avaliação dos fatores de riscos e o nível de exposição do trabalhador no posto de trabalho (SANTOS, 2009), abrangendo desde técnicas simples de observação, até sofisticados Softwares, que diferem, basicamente, quanto aos fatores ergonômicos que consideram.

Dentre esses métodos, o RULA, o REBA e o OWAS são tradicionalmente conhecidos e muito utilizados (SOUZA, 2011). Enquanto o método TOR-TOM, por sua vez, apresenta-se como mais recente, busca por espaço e possui inúmeros aspectos positivos (COUTO, 2006). Entretanto, apesar do constante uso desses métodos em investigações ergonômicas, Dempsey et al., (2001); Ferreira, (2014) relatam que pouco se sabe sobre sua extensão e sua qualidade. Reforçando a afirmação, Stanton e Annett (2000), declaram que o ergonomista

frequentemente se depara com questionamentos quanto ao seu uso por não haver uma comparação que esclareça qual o método adequado para uma atividade específica.

Na difícil tarefa de escolha, o método ideal é aquele que apresenta facilidade de aplicação, tornando o processo simples e prático; aquele que conter as variáveis de postura consideradas mais importantes para a análise ergonômica naquela atividade; além daquele que abranger o maior número possível de fatores posturais e de atividade: tudo isso apresentando um resultado simples e de fácil entendimento (GUIMARÃES; NAVEIRO, 2004; SIGNORI; GUIMARÃES; SAMPEDRO, 2004; SANTOS, 2009).

2 HIPÓTESES

- I. Se existe um método adequado para a avaliação postural em máquinas agrícolas, então, através de uma análise comparativa entre eles, é possível informar qual melhor se adequa a diferentes circunstâncias.
- II. Se o grau da facilidade de aplicação; a importância das variáveis de postura e adicionais; bem como a abrangência dos fatores de postura e da atividade alteram a análise dos métodos, então, o menos complexo, mais completo e mais abrangente, pode se apresentar como o mais adequado para as análises posturais.
- III. Se as posturas empregadas pelos operadores de máquinas agrícolas estão inadequadas, então, através dos métodos estudados, é possível detectar essas posições e assim, elaborar formas de melhoria para a operação.

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise comparativa entre os métodos de avaliação ergonômica RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM, buscando evidenciar semelhanças e diferenças para sua utilização, durante a operação de máquinas agrícolas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Determinar qual dentre os métodos é o mais profícuo para avaliação postural na operação do conjunto trator-subsolador;
- II. Verificar se os subcritérios; grau da facilidade de aplicação, importância das variáveis e abrangência dos fatores posturais e de atividade apresentam diferença entre os quatro métodos analisados;
- III. Determinar se as posturas empregadas pelo operador do conjunto trator-subsolador estão adequadas e, em caso de inadequação, como poderiam ser melhoradas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 ANTROPOMETRIA

A antropometria é definida como o estudo das medidas das várias características do corpo humano (IIDA, 2005). Abrange, principalmente, o estudo das dimensões lineares, diâmetros, pesos, centros de gravidade do corpo humano e suas partes. O problema prático com o qual a antropometria mais se depara está relacionado com as diferentes dimensões do ser humano, de tal forma que uma altura considerada boa para um, não é necessariamente boa para outro.

Conforme Iida (2005) a antropometria pode ser dividida em: estática, dinâmica e funcional. A antropometria estática é aquela em que as medidas são efetuadas mantendo-se o corpo parado ou com poucos movimentos, de modo que seu uso não é recomendado para projetos de máquinas, equipamentos ou postos de trabalho, onde ocorram movimentações. A antropometria dinâmica se relaciona os alcances dos movimentos, de modo que os movimentos de cada parte do corpo são medidos mantendo-se o resto do corpo estático.

Contudo, na prática, cada parte do corpo não se move isoladamente, ocorre uma conjugação de movimentos. O movimento do punho está associado ao tipo de movimento do braço, do tronco, dos ombros. As medidas relacionadas com a execução de uma tarefa específica caracterizam a chamada de antropometria funcional.

4.2 POSTO DE OPERAÇÃO

O posto de operação em uma máquina agrícola é formado pelo conjunto de dispositivos de informações, de órgãos de comando e de equipamentos auxiliares, somados ao espaço gerado pelo deslocamento do operador ou de seus membros na execução da tarefa (FIEDLER, 1995; IIDA, 2005; BRITO, 2007). Se esse espaço for reduzido, ou o projeto da cabine for mal elaborado, o trabalhador pode adotar uma postura fixa e cansativa, acarretando em prejuízos a sua saúde (BAUMHARDT, 2012).

Segundo Schlosser et al., (2002), a adaptação do posto de trabalho ao operador pode ocorrer de duas maneiras distintas. A primeira delas refere-se à incorporação ao projeto de itens qualitativos de conforto, como cabines, dispositivos eletrônicos de controle, dispositivos absorvedores de vibrações, entre outros. Geralmente, a incorporação destes itens implica num aumento considerável do custo da máquina ao agricultor. A outra forma de adaptação da máquina ao homem relaciona-se à correta disposição e dimensionamento de todos os componentes do posto de trabalho, como comandos, volante de direção, assento, estruturas de proteção e vias de acesso e saída.

O posicionamento do corpo humano em relação ao posto de trabalho é, segundo Iida (2005), um dos itens mais importantes no momento de operação, assim como seus alcances e movimentos. Os movimentos que tendem a se afastar da posição normal do corpo, são chamados de abdução; tem-se, como exemplo, o movimento do membro inferior, para o acionamento de uma alavanca de pé. Caso esse controle esteja posicionado em um local incorreto, pode ocasionar uma lesão para o operador em uso frequente.

Isso se agrava, ao passo que as máquinas agrícolas muitas vezes são projetadas levando em consideração dados antropométricos internacionais e, assim, quando utilizadas por trabalhadores brasileiros, não se adequam a forma como deveriam, pois não apresentam dimensionamento correto para determinados acionamentos (SCHLOSSER et al., 2002).

As dimensões que caracterizam o posto de trabalho dos tratores agrícolas encontram-se normatizadas em nível internacional (Quadro 1). Os padrões definidos por estas normas estão de acordo com as medidas antropométricas dos operadores europeus e norte-americanos que, a princípio, podem diferir as medidas dos operadores de outros países (BRITO, 2007).

Quadro 1-Normas para posto de operação de tratores agrícolas

| Norma | Descrição |
|------------------------------|---|
| ISO 3462 – 1979 (NBR – 9405) | Tratores e Máquinas Agrícolas – Ponto de Referência do Assento – Método de Determinação |
| NBR – ISO 4252 – 2000 | Tratores Agrícolas – Local de trabalho do operador - dimensões |
| UNE 68 – 046 – 83 | Tratores Agrícolas – Acessos, Saídas e Posto do Condutor – Medidas |

Na maioria dos casos as dimensões recomendadas se referem às tomadas em posições de atuação do operador das máquinas, como o posto do condutor e seu ambiente operacional. Do posto do operador, a maioria das recomendações é referente às distâncias e espaços máximos e mínimos que dão conforto e segurança ao homem que vai operar a máquina, bem como, os locais de acesso e saída do posto de condução que são abrangidos. Assim, quando essas dimensões não satisfazem os parâmetros nacionais, dificultam a operação das máquinas por exigirem movimentos em distâncias e circunstâncias não previstas.

Uma cabine deve ter espaço suficiente para que o operador possa adotar posições confortáveis, independentemente de suas características físicas e sua massa, mas que este espaço não seja exagerado de modo que impeça o alcance (BRITO, 2007). Quanto ao posicionamento dos comandos, de maneira geral, deve permitir um manejo fácil e seguro, sem a necessidade do operador se deslocar de sua posição normal de trabalho (IIDA, 2005).

O operador, quando em controle da máquina, deve ter a sua disposição todos os comandos para acionamentos sem que seja necessário o deslocamento no posto de trabalho. Essa movimentação faz com que tenha que desviar a atenção da operação para localizar os controles em que precisa, aumentando riscos de acidentes e de lesões nos operadores (BAUMHARDT, 2012).

4.3 ERGONOMIA

A ergonomia, segundo Pinheiro; França (2006) teve sua origem na pré-história quando o homem passou a lapidar objetos para serem usados como instrumentos, ferramentas e armas da forma que melhor se adequassem as suas necessidades. Vários autores definem o termo ergonomia. Segundo Grandjean (1998) se trata de uma ciência interdisciplinar que compreende a fisiologia e a psicologia, bem como a antropometria e a sociedade no trabalho. O autor afirma que o objetivo prático da ergonomia é a adaptação do posto de trabalho, dos instrumentos, das máquinas, dos horários e do meio ambiente às exigências do homem.

Para a Associação Internacional de Ergonomia - IEA (2016) - trata-se de uma disciplina científica interessada nas interações entre o homem com outros elementos de um sistema, aplicando teoria, princípios, dados e métodos para projetar e para aperfeiçoar o bem-estar humano e o desempenho do sistema global. Pode ser dividida em:

Ergonomia física – está relacionada com a biomecânica de atividades físicas, anatomia humana, antropometria, além de considerar características da fisiologia. Visa analisar a forma de uso de materiais ou instrumentos no trabalho e avaliar os movimentos repetitivos que possam desencadear distúrbios músculo-esqueléticos.

Ergonomia cognitiva – baseia-se no sistema homem-máquina, ou seja, a processos mentais, como: percepção, memória, raciocínio e resposta motora para o sistema. Para tanto, considera-se o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, stress e treinamento.

Ergonomia organizacional – refere-se a métodos para melhorar o sistema de trabalho. Leva em consideração estruturas organizacionais, políticas e de processos. Inclui parâmetros de comunicações, projeto de trabalho, organização temporal do trabalho, trabalho em grupo, projeto participativo, trabalho cooperativo, cultura organizacional e gestão da qualidade.

Independente da definição seguida, o princípio básico da ergonomia se mantém o mesmo: amenizar a fadiga dos trabalhadores, bem como, melhorar as condições de trabalho e segurança. Resultando no aumento de produtividade do sistema, além de contribuir para a satisfação pessoal e profissional dos envolvidos (FIEDLER et al., 2007).

As melhorias e benefícios proporcionados pela ergonomia vão muito além do aumento da produtividade. Podem ainda, auxiliar na redução no índice de afastamentos médicos, de queixas sobre as condições de trabalho, dos acidentes e lesões relacionados ao trabalho e, conseqüentemente, na redução nos gastos da empresa (DUL; WEERDMEESTER, 2004).

4.3.1 Ergonomia em máquinas agrícolas – Normas técnicas e regulamentadoras

No Brasil, a legislação trabalhista exige das empresas que seus operadores de máquinas usem determinados dispositivos para proteção contra possíveis acidentes quando em operação. Entre as principais normas que norteiam a segurança e ergonomia dos trabalhadores estão:

- NR 12 – Segurança no trabalho em Máquinas e Equipamentos - máquinas e implementos para uso agrícola e florestal. Aplica-se às fases de projeto, fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título de máquinas

estacionárias ou não e implementos para uso agrícola e florestal e, ainda, às máquinas e equipamentos de armazenagem e secagem e seus transportadores, tais como: silos e secadores.

- NR 17 – Ergonomia. Visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente.
- NR 31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura. Tem por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades com a segurança e saúde e meio ambiente do trabalho.
- NBR ISO 4254-3 – Tratores e máquinas agrícolas e florestais – Recursos técnicos para garantir a segurança. Fornece diretrizes a prevenção de acidentes durante o uso de tratores agrícolas, bem como, norteia parâmetros apropriados a serem seguidos.
- NBR ISO 12003 – Tratores agrícolas e florestais – Estruturas de proteção na capotagem (EPC) em tratores de rodas de bitola estreita. Parte I – Montagem na dianteira. Parte II – Montagem na traseira. Como característica principal, define a zona de segurança e as condições de aceitação para os EPCs.
- NBR ISO 11684 – Tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados de gramado e jardim – Sinais de segurança e pictogramas do risco – Princípios gerais. Essa norma é responsável pelo projeto e aplicação de sinais de segurança e pictogramas do risco permanentemente afixados em tratores, máquinas agrícolas e florestais, bem como, equipamentos motorizados de gramado e jardim.

4.4 LESÕES NO TRABALHO

As lesões, em sua maioria, ocorrem quando o esforço físico e a fadiga muscular exigida por uma atividade, são maiores que a capacidade de recuperação do organismo. O aparecimento de sintomas de desconforto corporal, processos inflamatórios e consequências biomecânicas são comuns e se relacionam à saúde do trabalhador. Para a empresa com trabalhador adoecido, estas são vistas, no comprometimento da demanda produtiva e nos setores de segurança e saúde ocupacional, ocasionadas por seu afastamento da rotina laboral.

A Organização Internacional do Trabalho – OIT – estima que 2,34 milhões de pessoas morrem a cada ano em acidentes de trabalho e doenças, indicando que cerca de 2 milhões

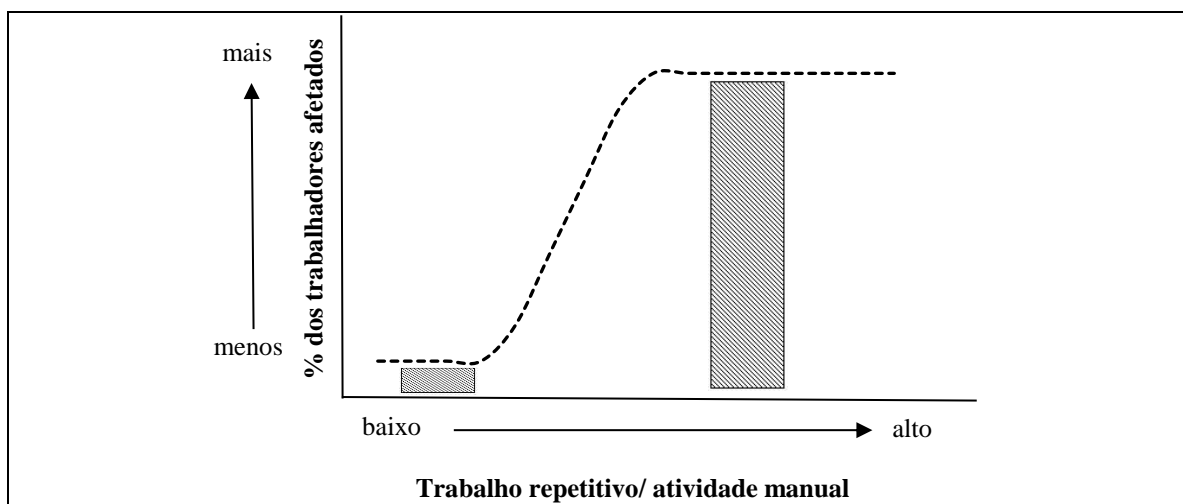
dessas mortes seriam causadas por doenças relacionadas com o trabalho. As LER/DORT são associados a riscos ergonômicos que podem ser encontrados em ocupações diversas e especialmente em atividades típicas de trabalhadores fabris: esforço físico intenso, posturas desconfortáveis, pressão mecânica localizada sobre algum segmento, vibrações, temperaturas extremas, movimentos repetitivos e trabalho muscular estático (FILHO, 2006). A seguir são descritos alguns aspectos a serem considerados para o estudo de LER/DORT.

4.4.1 Repetitividade

Considera-se trabalho repetitivo aquele que diz respeito a um ciclo básico igual ou inferior a 30 segundos, isto é, com a realização de duas unidades de trabalho por minuto, ou quando corresponde a mais do que 50% do ciclo de trabalho, que envolve um mesmo padrão de movimentos, uma sequência de passos que se repete (GUIMARÃES; DINIZ, 2004).

A relação entre repetitividade e as lesões pelo trabalho são conhecidas a muitos anos, dando origem a sigla LER – Lesões por Esforço Repetitivo (FILHO, 2006). Essa intensa correlação pode ser observada na Figura 1, a qual demonstra que com baixo trabalho repetitivo, a porcentagem de trabalhadores afetados por lesões também é reduzida. Entretanto na medida em que é aplicado esses esforços durante a execução das tarefas, o índice de trabalhadores afetados é elevado.

Figura 1 - Relação entre repetitividade e desenvolvimento de distúrbios osteomusculares.



Fonte: Latko, et. al. 2010.

O momento repetitivo de execução de uma tarefa, pode ainda causar fadiga nos trabalhadores. Para Pinheiro; França (2006):

A fadiga é consequência de trabalhos ininterruptos, com uma carga acima do normal, que causa enfraquecimento de um órgão ou organismo e, conseqüentemente, uma diminuição radical do rendimento de um trabalhador. Esse quadro pode ser revertido.

Sempre que desencadeado, o estado de fadiga irá influenciar na execução das atividades, diminuir a concentração dos trabalhadores e aumenta a insatisfação no ambiente de trabalho. Quando da ocorrência contínua desse quadro, as lesões e problemas tendem a aumentar, evidenciando então a importância do controle e o precoce diagnóstico.

4.4.2 Postura

Uma postura correta pode ser considerada como aquela que observa as amplitudes biomecânicas e fisiológicas do corpo humano. Em situações em que o corpo assume posições com assimetria de seus segmentos, de forma repetida, com desconforto, é esperado que os tecidos moles e articulações envolvidas tenham excedidos seus limites de tolerabilidade ao estresse causado, e que esses excessos e desequilíbrios produzam lesões (VIEIRA; KUMAR, 2004).

A manutenção de forma prolongada de qualquer postura tende a ser causa de desconforto ou danos aos segmentos corporais envolvidos, sendo por isso recomendado, sempre que possível, haja orientação para variabilidade, para concepção de postos e estações de trabalho em que se permitam mudanças de postura. De acordo com Iida (2005), existem três situações em que a má postura pode produzir conseqüências danosas:

- Trabalhos estáticos que envolvam uma postura parada por longos períodos;
- Trabalhos que exigem muita força;
- Trabalhos que exigem posturas desfavoráveis, como o tronco inclinado e torcido.

Muitas vezes, projetos inadequados de máquinas, assentos ou disposição dos comandos, obrigam o trabalhador a usar posturas inadequadas. Se estas forem mantidas por um longo período de tempo, podem provocar fortes dores localizadas naquele conjunto de músculos solicitados na conservação dessas posturas (IIDA, 2005).

Ainda, segundo Iida (2005), o trabalho com tratores agrícolas é bastante árduo em razão de o trabalhador estar sujeito a vibrações, ruídos, calor, monotonia, esforço físico, má postura. Porém, a situação mais adversa é a necessidade de controlar, simultaneamente, a direção para frente e o trabalho que está sendo executado, na parte de trás da máquina. Isto

exige movimentos de torção da coluna vertebral, dos ombros e da cabeça, podendo causar grande incidência de doenças degenerativas da coluna.

Desse modo é necessário tentar minimizar tais situações, visando melhorar o trabalho dos tratoristas. Iida (2005) classifica essa situação em quatro visões:

- a) Aumento da estabilidade do trator;
- b) Aumento do conforto pelo melhor arranjo dos controles, posicionando-os dentro da área normal de alcance das mãos e dos pés;
- c) Redesenho dos assentos, de modo a melhor absorverem as vibrações e facilitar as rotações do tronco do trabalhador;
- d) Instalação de cabines para proteção do tratorista.

As posições inadequadas podem ser desenvolvidas por qualquer segmento do corpo e estão diretamente relacionadas aos desconfortos apresentados pelos trabalhadores. A postura inclinada da cabeça tem relação existente com queixa de dor no pescoço e região dos músculos trapézios. Posturas elevadas dos membros superiores podem se relacionar a dores e tendinite do ombro e o mecanismo de irritação dos tendões do manguito rotador sob o acrômio, conhecido como síndrome do impacto. Posturas essencialmente agachadas apresentam relação direta com dores nas pernas e maior dificuldade de locomoção, entre outros (WINDT et al., 2000).

Porém, o mais comum quando se trata de postura, é o que diz respeito a distúrbios do dorso e da coluna vertebral. As dores em região lombar são associadas com as posturas prolongadas, sentado ou em pé, com inclinações e rotações do tronco. Os discos intervertebrais dessa região sofrem compressões em qualquer posição, sendo maior a compressão quando se está sentado e com o tronco inclinado à frente. A dor lombar é também associada com esforços repetidos e com levantamentos de peso, comprometendo o bom desenvolvimento das tarefas pelos trabalhadores (VIEIRA; KUMAR, 2004).

Segundo Silva et al., (2011), se um trabalhador permanece numa postura forçada durante um longo período de tempo, existe o risco iminente da ocorrência da sobrecarga física, gerando quadros algícos e desequilíbrios de força. Já Couto (2007) relata que uma tarefa realizada pelo trabalhador, se adotando posturas inadequadas, pode ocasionar graves consequências para a sua saúde, pois a postura é considerada mais nociva, quanto mais se afasta da posição de neutralidade funcional ou anatômica, pode provocar assim, doenças ocupacionais e lesões.

4.4.3 Fatores organizacionais

A estruturação do trabalho pode ter impactos diferentes em indivíduos expostos a situações laborais semelhantes, sendo a explicação para esse fato associada aos fatores psicossociais do trabalho. Estes são definidos como as percepções que o trabalhador tem dos fatores da organização do trabalho, como as repercussões individuais relativas à carreira, à carga e ao ritmo de trabalho. Se a percepção for negativa, podem-se observar reações geradoras de problemas físicos, como a tensão muscular. O mecanismo que vem sendo discutido para explicar a ligação entre estes fatores e as alterações das LER/DORT presentes em algumas situações é o do estresse. O estresse pode ser entendido como um conjunto de alterações desencadeadas no organismo em decorrência de estímulos de natureza física, cognitiva ou psicoafetiva (FILHO, 2006).

Quando bem assimilado pelo indivíduo, pode resultar numa reação de defesa saudável, entretanto, no caso de desequilíbrio entre o estímulo e a resposta, ou entre o ambiente e o indivíduo, a reação de estresse pode trazer consequências negativas. Os efeitos, quando não favoráveis, podem afetar o ambiente de trabalho, reduzir a concentração do trabalhador no momento da tarefa, causar insatisfação e, assim, desencadear lesões e distúrbios nos trabalhadores (ROCHA; FERREIRA, 2000 apud FILHO, 2006).

Fatores relacionados ao ambiente de trabalho também merecem destaque. Os estilos de gerenciamento, formas de apoio e incentivo aos trabalhadores, controles de ritmo determinados por máquinas ou supervisores, falta de controle sobre a quantidade de trabalho realizado, pouca ou ausência de satisfação com a tarefa realizada ou com o trabalho como um todo, excesso ou ausência de responsabilidades também se relacionam com esses quadros dolorosos (SÉRIE A. NORMAS E MANUAIS TÉCNICOS, 2001).

Segundo Pinheiro; França (2006), “O trabalho é o resultado da habilidade com a motivação. A habilidade depende da capacitação prévia da pessoa, e sua motivação está ligada à decisão de realizar o trabalho”. Assim, não depende apenas de parâmetros técnicos e sim, de cada trabalhador ao desenvolver a tarefa.

4.4.4 Força

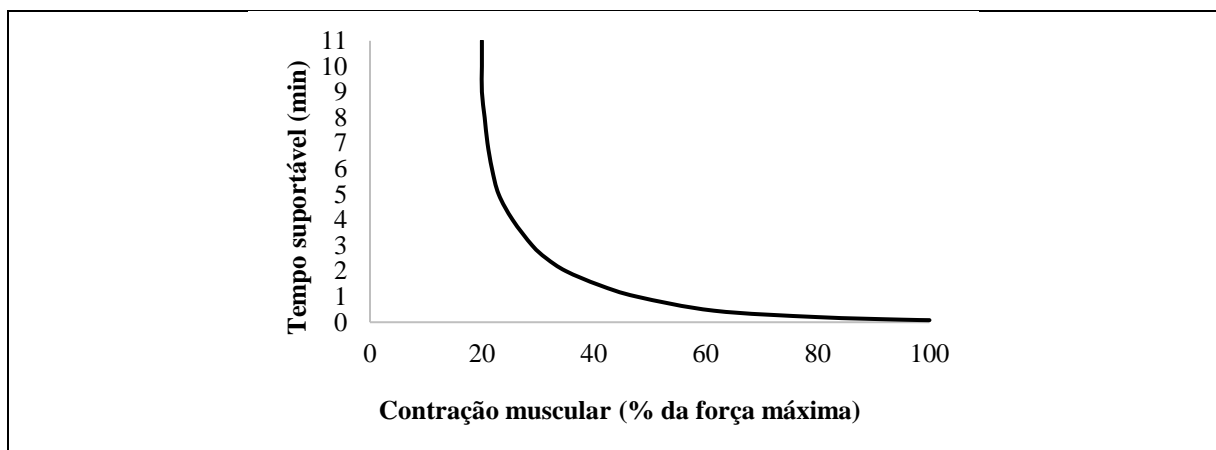
A força gerada pelo sistema músculo esquelético, pode ser entendida como aquela aplicada sobre um objeto exterior e que pode ser medida. Existem pesquisas avaliando a influência da força no desenvolvimento de distúrbios osteomusculares e as associações foram

fortemente positivas para distúrbios do punho, em especial com a síndrome do túnel do carpo (BERNARD, 1997).

O uso de força na operação de máquinas agrícolas está intimamente vinculado a comandos e controles. Quando em contato com painéis, é exigida a força do operador para acionar botão de pressão com dedos e mão; interruptores de alavanca; alavanca de mão; roda de mão, entre outros. A norma ISO 15077 rege os índices máximos de força recomendados, sendo que, quando tais valores são ultrapassados, a possibilidade de ocorrência de doenças e lesões vinculadas ao trabalho tende a crescer (BAUMHARDT, 2012).

Como o uso da força durante a execução de tarefas está diretamente vinculado à ocorrência de distúrbios, o tempo ao qual o organismo permanece exposto a essa variável é de fundamental importância. A Figura 2 apresenta a relação entre a percentagem da utilização da força máxima e o tempo suportável, demonstrando que na medida em que a contração muscular é mais exigida, o tempo de tolerância decresce, consideravelmente.

Figura 2 - Relação entre o grau de contração muscular e o tempo suportável.



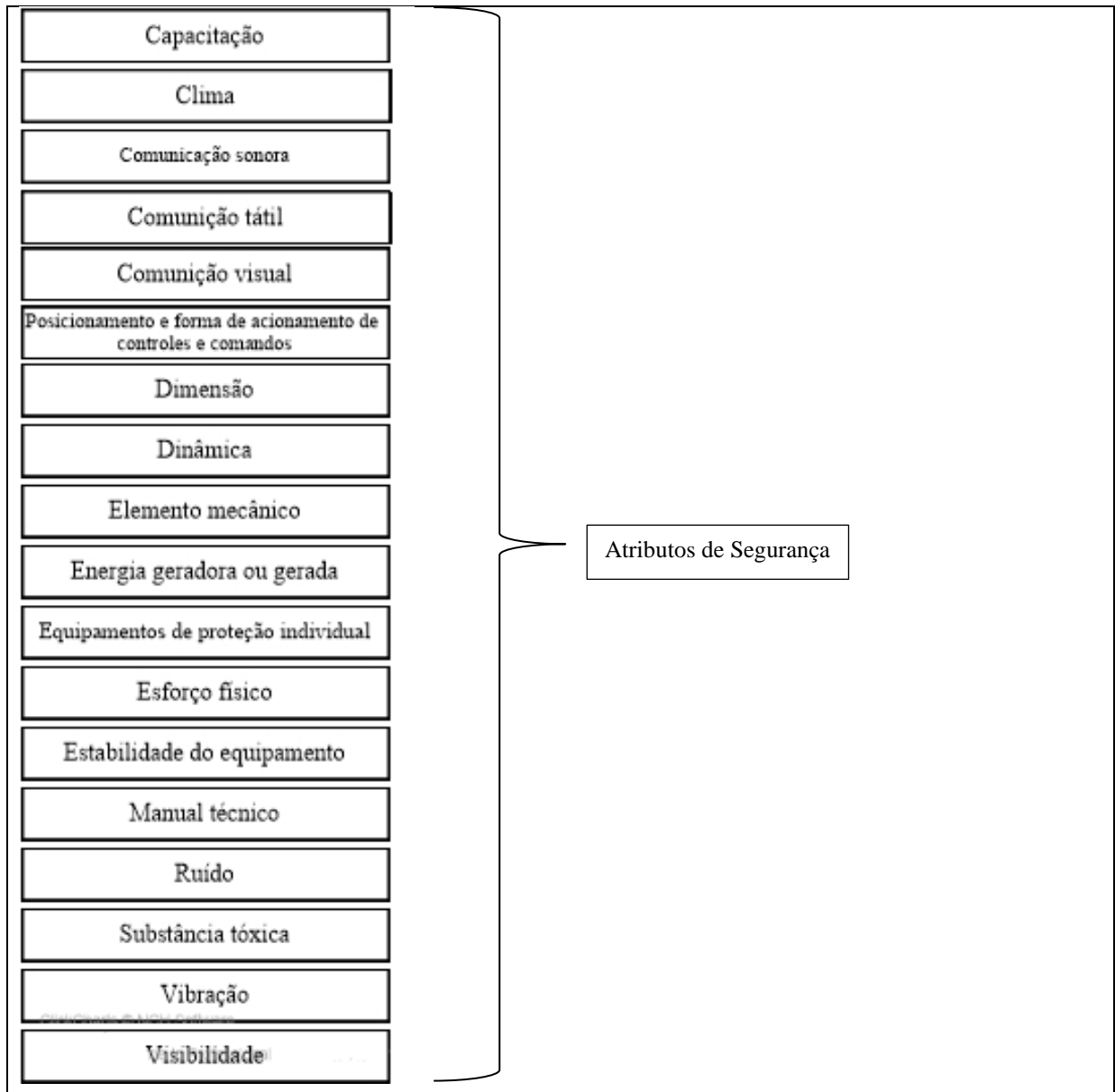
Fonte: Iida (2005).

A resistência do comando deve permitir o movimento do operador mais fraco (valor máximo), entretanto, deve apresentar um determinado atrito ou inércia (valor mínimo), a fim de evitar acionamentos acidentais.

4.4.5 Outros fatores

Existe ainda uma série de outros fatores que podem influenciar o desenvolvimento de lesões nos trabalhadores em postos de trabalho e que, portanto, devem ser considerados mínimos para segurança de máquinas agrícolas.

Figura 3 - Estrutura mínima de atributos para segurança em máquinas agrícolas.



Fonte: Alonço, (2004).

Assim, quando da projeção de uma máquina agrícola, o fator ser humano deve ser considerado conjuntamente com as características ou restrições das partes mecânicas ou ambientais da máquina, para que ao final do processo possam se ajustar mutuamente uns aos outros.

4.5 MÉTODOS PARA ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCO

Os fatores de risco são importantes na determinação de possíveis lesões ou desconfortos nos trabalhadores e, portanto, suas quantificações são indispensáveis para o

correto diagnóstico do problema. Existem vários métodos disponíveis para avaliar esse parâmetro, identificando a predisposição ao risco associado às lesões e os postos de trabalho potencialmente perigosos ou fatores de risco no trabalho.

Alguns instrumentos destacam de forma qualitativa a presença de características ocupacionais que podem conduzir o analista em direção à possível presença de um risco; alguns, com base em *checklist*, permitem uma rápida identificação do problema e outros, mais complexos, permitem caracterizar a multifatorialidade da exposição (COLOMBINI et al., 2005).

A maioria dos métodos existentes para avaliar a exposição aos fatores de risco destina-se aos membros superiores do corpo, tais como a coluna, o pescoço, os ombros, os braços e os pulsos (DAVID, 2005). Isto é compreensível porque a ocorrência de problemas musculoesqueléticos, relacionados com o trabalho dos membros inferiores é menos frequentemente observado do que os segmentos superiores do corpo, levando a muito mais estudos sobre a relação dos fatores de risco e os membros superiores (FERREIRA, 2014).

Essa série de métodos apresentam funções, por vezes muito similares, e o que por um lado se torna positivo, pois revela a importância atribuída à existência real de riscos de LER e DORT nos postos de trabalho, por outro lado, cria uma confusão entre os profissionais, pela dificuldade de escolha do método a utilizar. Malchaire; Piette (2002) referem que os métodos para avaliar os riscos são frequentemente mal utilizados devido à sua dificuldade, complexidade e custo elevados, considerando ainda que a correta quantificação de exposição a um risco é difícil e dispendiosa de efetuar e que a maioria das avaliações realizadas na indústria tem pouco valor.

4.5.1 Método TOR-TOM

O método TOR-TOM é uma ferramenta recente no ambiente ergonômico, porém seu uso vem crescendo devido à série de parâmetros que considera durante sua análise. Pode ser considerado um instrumento de avaliação do risco ergonômico, de estabelecimento de limites de tolerância e de gerenciamento de soluções em atividades repetitivas ou não.

A Taxa de Ocupação Real (TOR) do trabalhador se refere ao tempo em que realmente os trabalhadores estão exercendo suas atividades, descontados os tempos pessoais e eventuais atividades de baixa exigência, durante a jornada. A Taxa de Ocupação Máxima (TOM) permite inferir sobre a taxa máxima de trabalho, considerando dificuldades da atividade, o grau de repetitividade, a intensidade da força exercida, o peso movimentado, a postura ao

executar o trabalho, a carga mental, o calor do ambiente, dentre outros. Esses fatores, que reduzem a taxa de ocupação máxima, são também conhecidos como fatores de recuperação da fadiga (COUTO, 2006).

Por apresentar uma grande flexibilidade em seu uso, permite que sejam usadas para gerar informações acerca das mais variadas tarefas, avaliando o impacto do trabalho sobre o trabalhador. O método considera, ainda, os graus de dificuldade de cada posição de trabalho, possibilitando, assim, dimensionar as pessoas e estruturar melhor os rodízios e pausas.

Assim, a partir das interpretações, o TOR-TOM apresenta uma ideia clara, em relação ao fato de a condição de trabalho apresentar segurança ou necessitar melhoramento e de que forma isso pode ser executado, possibilitando que a organização passe a ser feita com base em um critério científico. O anexo A apresenta uma planilha de cálculos do método, demonstrando o procedimento para sua análise.

4.5.2 Método RULA

O método RULA foi desenvolvido por E. Nigel Corlett e Lynn McAtamney (University of Nottingham's, Institute for Occupational Ergonomics) (MCATAMNEY; CORLETT, 1993) e tem por objetivo investigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco, associados aos membros superiores e apresenta algumas características negativas, uma vez que em suas análises não consideram alguns fatores como o tempo contínuo das operações, as características pessoais dos trabalhadores (idade, experiência, estatura e resistência física), os fatores ambientais no posto de trabalho e os fatores psicossociais.

Cabe ressaltar que não considera a duração das atividades, fator importante para realizar um comparativo do tempo total e dos descansos. Entretanto, o método se destaca por apresentar baixo custo, facilidade e rapidez de utilização. A simplicidade dos resultados é outro ponto positivo, pois apresenta seus resultados com apenas um algarismo, facilitando sugestões e recomendações à gestão (HAMRICK, 2006).

Seus principais empregos correspondem à avaliação da postura, da força e de situações em tarefas sedentárias ou outras, em que o trabalhador se encontra sentado ou de pé, sem andar. É importante considerar que para as análises devem ser observados os vários ciclos do operador e depois selecionar a postura que ocorre com mais frequência, onde ocorre o maior valor de carga ou, alternativamente, avaliar as diferentes posturas. Para as análises, o método considera o corpo dividido em dois grupos:

- Braço, antebraço, pulso e rotação do pulso.

- Pescoço, tronco e membros inferiores.

A partir da análise desses dois grupos, posteriormente, é feita a classificação para a carga ou força utilizada, a utilização dos músculos e assim, é calculado a pontuação parcial e depois a pontuação final. O anexo B apresenta uma planilha de cálculos do método, demonstrando o procedimento para sua análise.

4.5.3 Método OWAS

Desenvolvido na Finlândia, o método OWAS (Ovako Working Analysis System) difundiu-se muito bem, especialmente na indústria de aço, tendo por base o uso de técnicas de observação e avaliação da postura de trabalho e visa identificar posturas inadequadas e redesign de locais de trabalho (KARHU; KANSI; KUORINKA, 1977).

Trata-se de um método de rápida identificação da gravidade das posturas assumidas, destacando-se devido a essa característica. Apresenta ainda benefícios na monitorização das tarefas que impõem constrangimentos ao operador, indicando quais as zonas anatômicas mais atingidas e sugere recomendações ergonômicas que eliminem ou minimizem o risco das atividades, bem como a urgência das ações a tomar. Entretanto, tem sido alvo de críticas, por analisar a postura de forma generalista, o que acaba representando baixa sensibilidade, além de não considerar a avaliação do pescoço, dos pulsos e do antebraço, apresentando um nível de detalhamento menor se comparado a outros métodos (SANTOS, 2009).

De modo análogo aos demais métodos, exige que sejam observados vários ciclos de trabalho, para selecionar as posturas usualmente empregadas. Ainda, é necessária ser verificada a frequência e o tempo gasto em cada postura. Assim, a avaliação do método compreende observar detalhadamente o trabalho, identificar as atividades da tarefa que se pretende avaliar, considerar a carga e uso da força durante a operação para, posteriormente, efetuar a análise através do OWAS.

Para codificar as posturas são considerados aspectos relacionados ao tronco, ao membros superiores, aos membros inferiores e a carga utilizada, atribuindo valores de acordo com o risco assumido na execução. O anexo C apresenta uma planilha de cálculos do método, demonstrando detalhadamente o procedimento para sua análise.

4.5.4 Método REBA

O método REBA (Rapid Entire Body Assessment) foi desenvolvido por Hignett; McAtamney, (2000), inicialmente para avaliar posturas nos postos de trabalho, relacionado com o setor da saúde e outros setores industriais, porém seu uso se estendeu nas mais diversas áreas. Semelhante a outros métodos de análise ergonômica, o REBA apresenta seis passos no seu procedimento: observação da tarefa; seleção das posturas para avaliação; atribuir uma pontuação às posturas; efetuar o tratamento das pontuações; estabelecer a pontuação final do REBA e, finalmente, confirmar o nível de ação e a urgência das respectivas medidas.

O REBA é um método que tem sido muito utilizado nos estudos de investigação ergonômica e também na avaliação do impacto nas alterações ao desenho do posto de trabalho relativo a posturas corporais, mas, enquanto o RULA é utilizado para trabalhos com posturas sentadas, o REBA é, mais indicado em trabalhos efetuados em pé (HEDGE, 2005).

Para o procedimento de análise, o método REBA considera dois grupos, sendo então pontuado de acordo com a postura:

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

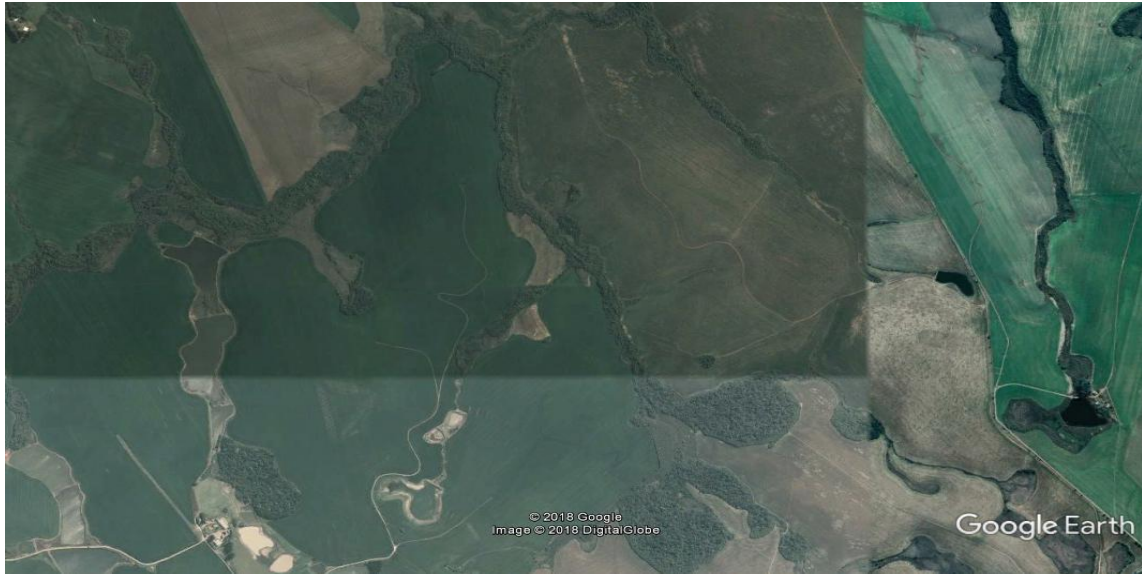
É considerada a carga utilizada durante a operação, a pega – se está adequada ou não – e se a atividade condiz com movimentos repetitivos ou com grandes mudanças de posturas. Ainda, dependendo da posição, podem ser adicionados ou subtraídos pontos, quando apresenta alguma característica muito marcante. O anexo D apresenta uma planilha de cálculos do método, demonstrando o procedimento para sua análise.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na fazenda Santa Helena, situada no município de Boa Vista do Inca (Rio Grande do Sul). As coordenadas do local são 28° 76' latitude sul e 53°49' longitude oeste. A escolha do local foi baseada na disponibilidade de recursos (material, humano e infraestrutura). A Figura 4 ilustra a localização espacial do local.

Figura 4 – Localização espacial da área de estudo



Fonte: (Google Earth, 2016).

A coleta de dados foi realizada no mês de agosto de 2017, durante a operação de preparo do solo. Foi escolhida esta tarefa, pois é um trabalho exigente e desgastante, em termos de postura para o operador de trator agrícola na lavoura, além de ser a atividade predominantemente desenvolvida na época, na fazenda. Os trabalhos de preparo do solo foram executados com um trator agrícola *Massey Ferguson 7180*¹, o qual foi acoplado um subsolador *GTS*¹, conforme ilustrado na Figura 5. Ambos estão descritos no Quadro 2.

Figura 5 – Conjunto trator-subsolador, no preparo de solo, em Boa Vista do Inara, RS.



Fonte: Autora.

¹ A citação de marcas e modelos comerciais não implica nenhuma forma de aprovação ou recomendação por parte da autora.

Quadro 2-Descrição do conjunto trator-subsolador utilizado no experimento

| Trator Massey Ferguson 7180 | |
|------------------------------------|-------------------|
| Modelo/Marca | 620DS/AGCO POWER |
| Potência do motor (cv) | 180 |
| Potência máxima na TDP (cv) | 162 |
| Número de cilindros | 6 |
| Embreagem | Seca/ Bi-disco |
| Transmissão | Sincronizada 12x5 |
| Tomada de Potência | Independente |
| Direção | Hidrostática |
| Assento | Pneumático |
| Presença de cabine | Sim |
| Velocidade de trabalho | Média de 4 km/h |
| Subsolador GTS Terrus | |
| Modelo/Marca | GTS-TS-05 |
| Número de hastes | 05 |
| Profundidade de trabalho | Em média 30 cm |
| Chassi (mm) | 2980 |
| Potência requerida (cv) | 150-200 |

5.2 QUESTIONÁRIO

Com o objetivo de conhecer de modo mais aprofundado o perfil do operador da máquina agrícola, inicialmente foi aplicado um questionário (Apêndice A) para levantamento de dados, buscando coletar informações acerca do operador, como idade, setor e função em que atua, o tempo de experiência na área, entre outros. Além disso, foram requisitadas informações em relação ao equipamento que está sendo operado, o conforto e a segurança observados na percepção do operador.

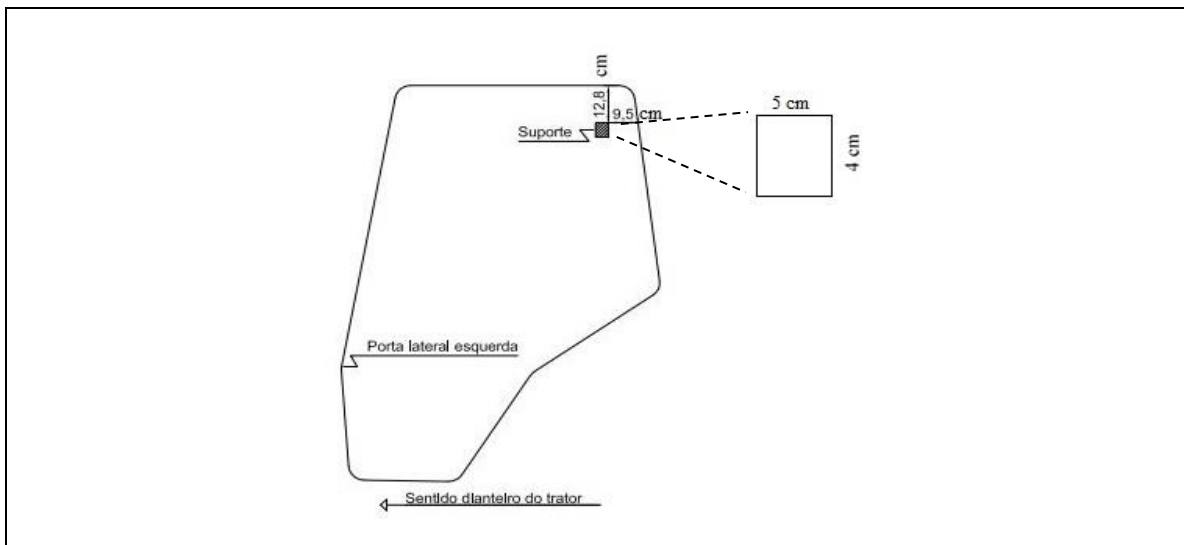
5.3 ANÁLISE POSTURAL

Em relação às análises posturais, foram utilizadas duas técnicas, sendo elas: a observação feita a “olho nu” e a filmagens da atividade. A observação foi realizada, buscando evidenciar o comportamento e os movimentos mais frequentemente empregados pelo operador, durante a execução da operação.

Essa técnica é um método simples, bastante utilizado em análise ergonômica, pois permite uma análise global da atividade no trabalho, na qual o pesquisador, a partir de uma estruturação das classes de problemas a serem observados, faz uma filtragem seletiva das informações disponíveis (MARCON, 2013).

Posteriormente às observações, foi realizada a filmagem da operação, por permitir maior fidedignidade na análise, capturando não apenas os detalhes posturais, mas também, os comportamentais do operador. Para tanto, foi fixado, por meio de fitas dupla-face, uma câmera *GoPro Hero 3* na parte interna da cabina do trator, posicionada de modo a abranger o posicionamento de membros superiores e inferiores do operador (Figura 6).

Figura 6 - Representação do posicionamento da câmera de filmagem na cabina do trator.



Fonte: Autora.

Para avaliações gerais da análise ergonômica, é possível obter os dados mediante observação direta (em campo) ou indireta (por vídeo), devendo ser observado todo o ciclo em atividades cíclicas, e nas atividades não cíclicas, ser observado um período de, no mínimo, trinta segundos (GUIMARÃES et. al., 2002; STRIEBEL, 2003; SILVA, 2001). Ainda, a literatura específica para filmagem em operações com máquinas agrícolas não estabelece um tempo mínimo ou adequado para a coleta dos dados. Assim, inicialmente foi filmada a operação durante cinco horas e trinta minutos, consecutivas (13 horas – 18:30 horas). No dia seguinte, a filmagem seguiu por mais quatro horas e trinta minutos de trabalho (8 horas – 12:30 horas). O total de 10 horas de filmagem de operação foi considerado satisfatório, pois ao analisar as imagens, não foram verificadas mudanças comportamentais do operador com o decorrer do tempo.

5.4 DETERMINAÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Para a análise dos métodos, além das informações contidas na filmagem, foi determinado:

a) Nível de Ruído

A medição do nível do ruído no posto de operação seguiu as orientações recomendadas pela NBR 9999 (1987), ou seja, posicionando o decibelímetro próximo ao ouvido esquerdo e direito do operador, estando o equipamento configurado com o circuito de ponderação A expressos em dB e resposta lenta (“slow”). Os dados foram coletadas em quatro repetições, sendo posteriormente determinada a média.

A exemplo, trabalhos são citados pelo emprego de metodologias semelhantes, são citados estudos em máquinas de colheita florestal (BRITO, 2007; MINETTE et al., 2007) e com máquinas agrícolas (ALONÇO et al., 2006; BAESSO et al., 2008; RINALDI et al., 2008; SILVA et al., 2011).

b) Temperatura

A aferição acerca da temperatura foi realizada com a utilização de um termômetro digital da marca Wibget, modelo RSS-241. O índice de temperatura foi mensurado posicionando o termômetro ao lado do posto de operação, semelhante ao realizado para obter os valores de ruído. A resposta, em C°, foi obtida através de quatro repetições, sendo posteriormente determinada a média entre os dados.

c) Forças necessárias para o acionamento dos comandos

Inicialmente, foram identificados e caracterizados os controles presentes na cabine de acordo com o tipo empregado, em botão, alavanca e pedais. Após, com o uso de um dinamômetro digital portátil, com capacidade de até 20 kg (modelo DD – 200), foram efetuadas as medições das forças necessárias para os acionamentos, com três repetições, sendo posteriormente determinada a média entre eles. A força foi medida na posição exata em que o comando estiver situado, na postura corporal exigida e com o tipo de deslocamento a ser efetuado, a fim de simular uma situação real, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Aferição das forças para o acionamento de controles



Fonte: Autora

5.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para o processamento dos dados, foi analisado o tempo total de filmagens, buscando analisar o comportamento do operador, bem como identificar as posturas predominantemente empregadas por ele, durante a operação de máquinas agrícolas. Uma vez realizada a análise visual do vídeo, tornou-se perceptível que o comportamento do operador mantinha um padrão muito semelhante no decorrer do tempo.

Assim, foi selecionada uma hora julgada representativa. Com o auxílio do Software *Free Studio* foi transformado em imagens sequenciais a cada 3 segundos da tarefa, totalizando 1.200 imagens. Posteriormente estas foram novamente analisadas e selecionada, então, a quantia de 100 imagens sequenciais da tarefa, representantes do ciclo de trabalho do operador durante um turno.

Os quatro métodos de análise postural foram então aplicados a essas 100 imagens, totalizando 400 resultados. Para tal, utilizou-se o Software online *Ruler*, para realizar as medidas dos ângulos dos membros superiores e dos inferiores empregados pelo operador no momento dessas posturas, e as informações complementares. O processamento dos dados ocorreu através das planilhas em Anexo A, B, C e D, além dos Softwares *Ergolândia* (para processamento do RULA, REBA e OWAS) e *TOR-TOM* (para o método TOR-TOM). A utilização de ambos os meios de cálculos para os métodos, ocorreu para verificação de resultado, assim como, para facilitar o processo de comparação entre as quatro ferramentas.

A seguir, é apresentada a postura empregada pelo operador, a fim de explicar a forma como os pontos de angulação foram tomados.

Figura 8 - Representação dos pontos para medição de ângulos, em operador de máquinas agrícolas.



Fonte: Autora.

Para a avaliação do braço do operador, o ângulo a ser considerado é a relação entre o ombro e cotovelo. A intersecção das linhas 2 e 7 representa o ponto ao centro do ombro e a intersecção da linha 4 e 6 representa o ponto ao centro do cotovelo do operador. Dessa forma a angulação formada por esses dois pontos, representa o ângulo do braço. Quando o trabalhador está em uma posição neutra, ou seja, com ângulo igual a 0° , o braço está acompanhando o corpo, alinhado ao ombro, de forma que quanto mais distante, maior a angulação.

Para a avaliação do antebraço, deve-se considerar o quanto ele está deslocado em relação ao braço totalmente esticado, ou seja, a linha ombro, cotovelo e pulso em 180° . Assim, além dos pontos de ombro e cotovelo, descritos anteriormente, a intersecção das linhas 3 e 5 representa o ponto ao centro do punho. A relação entre essas três regiões, abrange o ângulo do antebraço. Para obter o resultado, é necessário então subtrair essa angulação de 180° , para assim resultar na angulação final.

Para a avaliação do pescoço, deve-se considerar o ponto extremo superior da coluna, nesse caso a intersecção da linha 1 e 8, e um ponto próximo a parte de trás da orelha do operador. A área abrangida pela união desses dois pontos corresponde ao ângulo de inclinação do pescoço no presente momento.

Finalizando, para a avaliação do tronco, foi tomado como base o ponto na coluna que apresenta maior inclinação, nesse caso representado pela intersecção das linhas 2 e 9, e o ponto superior da coluna, já mencionado como intersecção das linhas 1 e 8. A relação entre esses dois pontos representa, portanto, a inclinação de tronco do operador. Cabe salientar que todas as medidas de angulação foram tomadas aproximadamente ao centro dos membros do operador, seguindo o usual.

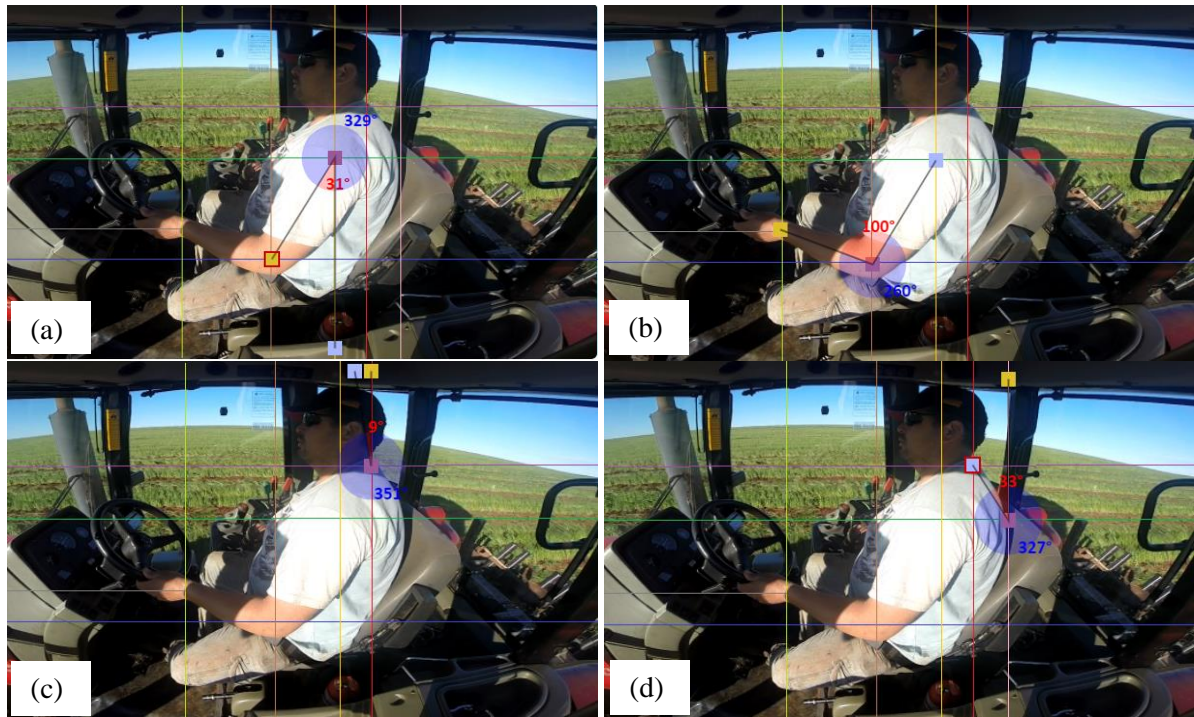
5.6 DESCRIÇÃO DE TEMPOS

A operação de máquinas agrícolas é uma atividade com poucos movimentos, porém não é totalmente estática e requer muita atenção. Apesar de terem sido selecionadas a sequência de 100 posturas representativas do ciclo de trabalho, durante a operação, foi perceptível o destaque para duas posturas.

A posição um (P1) caracteriza-se pelo operador sentado na máquina, voltado para frente, com o tronco quase que ereto. A mão esquerda, constantemente sobre o volante, com o braço semi-esticado e sem apoio para o antebraço, enquanto o braço direito permanece apoiado sobre o encosto do assento e com a mão permanentemente controlando o acelerador

(Figura 9). Dessa forma foi observado que na postura 01, o operador manteve a angulação de braço em 31° , antebraço em 80° ($180^\circ-100^\circ$), 9° no pescoço e 33° para o tronco.

Figura 9 - Representação da angulação de braço (a), antebraço (b), pescoço (c) e tronco (d) na postura 01, em operador de máquina agrícola.

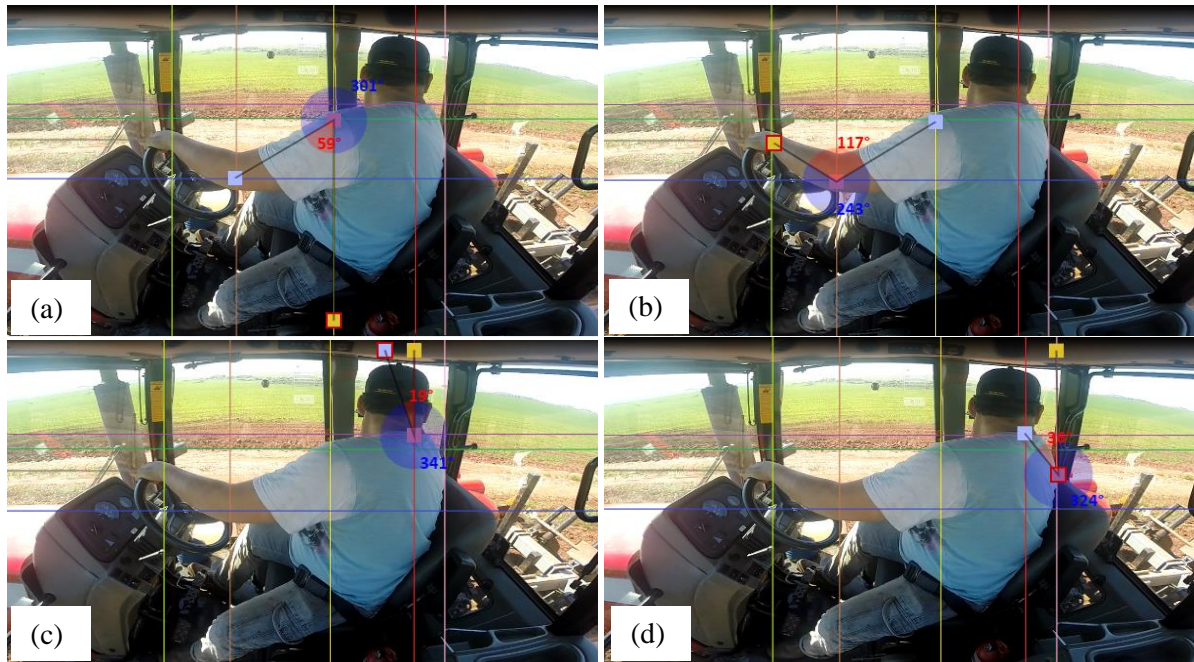


Fonte: Autora.

Entretanto, por se tratar de uma tarefa de subsolagem, que envolve não somente uma máquina agrícola, mas a utilização de um implemento acoplado na traseira do trator, isso requer do operador atenção também a essa direção. Essa exigência resulta na segunda postura (P2) (Figura 10) empregada na operação.

A análise do vídeo permitiu observar que em intervalos de, aproximadamente, 2 minutos e trinta segundos, o operador rotacionava o tronco para trás, a fim de verificar o funcionamento do subsolador. Após essa visualização do implemento por cerca de 5 segundos, volta a assumir a postura inicialmente descrita.

Figura 10 - Representação da angulação de pescoço (a) e tronco (b), pescoço (c) e tronco (d), em operador de máquina agrícola.



Fonte: Autora.

5.7 ANÁLISES COMPARATIVAS

Os quatro métodos de análise estudados, ponderam diferentes situações ergonômicas, bem como consideram diferentes fatores da atividade. Assim, não é possível compará-los diretamente, uma vez que abrangem diferentes situações (LIGEIRO, 2010). Dessa forma, para que a comparação entre métodos na atividade de máquinas agrícolas seja possível, foram selecionados três critérios, considerados importantes em métodos de análise postural (GUIMARÃES; NAVEIRO, 2004; SIGNORI; GUIMARÃES; SAMPEDRO, 2004; SANTOS, 2009) para através da comparação destes, identificar o método mais adequado para as avaliações em máquinas agrícolas. Os critérios foram:

1) Grau de facilidade de aplicação

Para a classificação dos métodos quanto à complexidade na sua aplicação, de forma a utilizar um critério homogêneo. Ou seja, a classificação mais elevada significa que o método tende a ser mais complexo – foi definido o critério “grau de facilidade de aplicação”. Nesse caso, foram considerados três subcritérios, são eles: o número de variáveis consideradas, a necessidade de consulta a tabelas e/ou gráficos e o número médio de interfaces dos Softwares-cálculos. Os três subcritérios foram mensurados, considerando o processo da avaliação postural em máquinas agrícolas.

O número médio de cálculos, assim como de variáveis, aumenta a precisão da análise, mas foi inserido também neste critério por se considerar que aumenta a dificuldade de aplicação, pelo fato de implicar numa maior necessidade de efetuar diversas medições. Por último, foi considerada pertinente a inclusão do subcritério relativo à necessidade de consulta de tabelas e/ou gráficos porque, nestes tipos de métodos, foi verificada com frequência a necessidade de consultar valores pré-estabelecidos e ainda, de fazer interpolações. É importante salientar que a disposição dos métodos em tabelas, bem como, o princípio de análise, ocorre de forma semelhante, permitindo assim essa comparação.

Como os quatro métodos podem ser também analisados através de software, para que a avaliação do grau de facilidade de aplicação se torne mais completa, foi considerada também, a possibilidade de análise através dessa ferramenta. Assim, foi contabilizado o número de interfaces necessárias para a avaliação, até o resultado final, para análise em máquinas agrícolas. O resultado dessa análise está apresentado no tópico 7.1.

2) Importância das variáveis de postura e variáveis complementares

Uma vez definida a aplicação, deve-se atentar para a importância que as variáveis de postura, presentes nos diferentes métodos, representam na avaliação postural de máquinas agrícolas. Pois são essas variáveis que desempenham o papel mais importante de quantificação da postura empregada (FERREIRA, 2014). Assim, inicialmente, foram listadas as possíveis posições posturais empregadas pelos quatro métodos em estudo. É importante ressaltar que os critérios apresentados nos métodos como alterações de pontuação não foram aqui analisados, pois serão considerados, separadamente, em uma segunda etapa desse tópico. A exceção, foram as posturas de rotação e inclinação lateral, pois segundo Vieira; Kumar, (2004) são cruciais na avaliação postural e, portanto, foram analisadas nessa etapa.

A próxima atividade foi, então, o processo de hierarquização das referidas posições, a fim de conhecer quais, segundo a presente análise, são as mais importantes a serem mensuradas. Assim, foi utilizada a ferramenta “Diagrama de Mudge” (Figura 6). Segundo Rocco; Silveira (2008) é uma forma que permite o confronto de função de duas em duas, com o objetivo de ordená-las por relevância. Esta comparação é feita, geralmente, enumerando as funções como 1, 2, 3, ... n, onde n é o número de funções. Posteriormente, foram atribuídos graus de importância para as funções com suas respectivas letras, como: Pouco mais importante (A=1); Moderadamente mais importante (B=3); Muito mais importante (C=5).

A comparação se inicia na seguinte ordem: o requisito número 1 da linha foi comparado com o número 2 da coluna, realizando a pergunta; o requisito 1 é mais importante de ser mensurado nos métodos que o 2? Em caso afirmativo, registraria na célula 1, e em

negativo, na cédula 2. Dessa forma, se o requisito 1 é muito importante que o 2 o preenchimento da célula ficaria 1C, sendo o procedimento realizado com as próximas colunas. A quantificação do diagrama de Mudge foi realizado pelo somatório dos pesos atribuídos as letras tanto na linha com na coluna do requisito avaliado.

A classificação em ordem de importância, através do Mudge, foi realizada pela equipe do laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas, LASERG. Optou-se pela entrevista com esta equipe, por estarem envolvidos com a pesquisa ergonômica e, portanto, possuírem maior conhecimento em relação as posturas que necessitam ser consideradas pelos métodos.

A segunda etapa dessa avaliação é referente às posturas denominadas complementares ou adicionais. Referem-se às posturas tradicionalmente conhecidas dentre os métodos estudados, porém aplicadas em casos específicos, permitindo assim ampliar a gama de combinações posturais dos métodos, tornando-os mais completos. Dessa forma, para essa análise, elaborou-se uma tabela com as respectivas posturas, de forma que nos casos em que os métodos possuíam o adicional de postura, foi somado um ponto e em caso negativo, não atribuiu-se pontuação. O resultado dessas análises pode ser observado no tópico 7.2.

3) Abrangência dos fatores de atividade e postura

Os fatores de atividade se referem a fatores externos, os quais são capazes de influenciar na realização da tarefa. Assim, buscou-se analisar quais elementos são considerados pela literatura, como os mais importantes quando da análise postural e aspectos de segurança, pois é a partir desses elementos que são executados os projetos de máquinas agrícolas mais seguras e ergonomicamente melhores. Assim, além dos aspectos de postura estática (COUTO, 2006), análise de estresse (FILHO, 2006), aspectos motivacionais (PINHEIRO, FRANÇA, 2006), força (IIDA, 2005; BAUMHARDT, 2012), seguiu-se os atributos de segurança, propostos por Alonço (2004). Uma vez elencados esses critérios, atribuiu-se o valor 1 para os métodos que abrangem determinado fator e 0 no caso de o método não abranger o fator apontado.

Para os fatores posturais, foi considerada a quantidade de combinações posturais possíveis para os métodos estudados, em cada segmento corpóreo, assim como as posturas adicionais. Não foram considerados fatores de atividade/músculos/força, por terem sido considerados na análise anterior.

O resultado dessas análises pode ser observado no tópico 7.3.

Figura 11 - Diagrama de Mudge para comparação de posturas em métodos de análise postural.

| | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | S | % |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 13 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 15 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 16 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Requisitos |
|---|
| 1. Flexão de braço |
| 2. Extensão de braço |
| 3. Flexão de antebraço |
| 4. Os dois braços abaixo do nível dos ombros |
| 5. Um braço ao nível ou acima do ombro |
| 6. Os dois braços ao nível ou acima dos ombros |
| 7. Extensão de punho |
| 8. Flexão de punho |
| 9. Rotação de punho |
| 10. Flexão de pescoço |
| 11. Extensão de pescoço |
| 12. Flexão de tronco |
| 13. Extensão de tronco |
| 14. Inclinação lateral do tronco |
| 15. Rotação do tronco |
| 16. Pernas e pés bem apoiados e equilibrados/sentado- bem sentado |
| 17. Pernas/pés não corretamente apoiados- mal sentado |
| 18. De pé com joelhos estendidos |
| 19. Agachado ou com joelhos flectidos |
| 20. Ajoelhado com um ou dois joelhos |
| 21. Caminhando ou em movimento |
| 22. Rotação do pescoço |
| 23. Inclinação lateral do pescoço |

6 RESULTADOS

6.1 ANÁLISE INDIVIDUAL DE CADA MÉTODO

A seguir é apresentada o resultado das duas posturas apresentadas, para os quatro métodos estudados. A forma de avaliação apresentada por cada método servirá como base para a posterior comparação entre eles, apresentada na sequência.

Optou-se pela descrição de apenas duas posturas, pois o essencial neste caso é a forma de análise do método e não a quantidade analisada. Assim, no tópico referente à discussão dos resultados de postura será considerada a totalidade analisada, ou seja, as 100 posturas.

Para as análises individuais dos métodos, as variáveis complementares apresentaram as seguintes características:

a) Ruído

O nível de ruído no interior da cabina, medido em ambos os lados do ouvido do operador, apresentou o valor médio de 80 dB (A), para a média de 9 horas de trabalho/dia. Segundo a NR 15, o valor máximo que o ser humano pode suportar, sem causar lesão ao ouvido, é de 85 dB, estando, portanto, em conformidade a norma.

b) Temperatura

A cabina do trator possui um sistema de ar condicionado, o qual o operador utiliza constantemente. Assim, a temperatura está constantemente ajustada de forma a proporcionar o máximo de conforto. Nas avaliações, a média das observações coletadas ao longo de todo o dia, foi de 21,5° C.

c) Forças para acionamento dos comandos

É importante salientar que não foi mensurada a força de todos os comandos e controles, uma vez que alguns tratam de ajustes esporádicos, normalmente efetuados antes da operação da máquina. Assim, ao total, realizou-se a medição da força de vinte e quatro comandos, com três repetições cada. A escolha dos comandos a serem medidos, ficou a critério do operador, por julgar ser de maior uso no decorrer da operação.

Dos vinte e quatro comandos, catorze foram classificados como alavancas, sete como botões e três pedais (conforme Tabela 1). Durante a aferição, as forças foram correlacionadas com o sentido de deslocamento, sendo que a força máxima é variável de acordo com o tipo de controle.

Tabela 1 - Lista dos comandos identificados e medidos a força no trator.

| Classificação | Comando | Força (Kgf) |
|---------------|---|-------------|
| Alavanca | 1. Primeira marcha | 4,5 |
| | 2. Segunda marcha | 5,5 |
| | 3. Terceira marcha | 3,2 |
| | 4. Quarta marcha | 4,4 |
| | 5. Quinta marcha | 4,8 |
| | 6. Sexta marcha | 5,5 |
| | 7. Primeira marcha reduzida | 6,0 |
| | 8. Segunda marcha reduzida | 5,7 |
| | 9. Marcha ré | 5,6 |
| | 10. Alavanca de comando de óleo/ Primeiro estágio | 1,2 |
| | 11. Alavanca de comando de óleo/ Segundo estágio | 1,5 |
| | 12. Alavanca de comando de óleo/ Terceiro estágio | 1,9 |
| | 13. Alavanca da direção | 1,0 |
| | 14. Acelerador manual | 2,7 |
| Botão | 15. Botão do sistema hidráulico | 0,7 |
| | 16. Buzina | 0,6 |
| | 17. Seta | 0,4 |
| | 18. Tração | 0,5 |
| | 19. Farol traseiro | 1 |
| | 20. Luz alta/baixa | 0,7 |
| | 21. Alerta | 0,5 |
| Pedal | 22. Pedal do acelerador | 7,4 |
| | 23. Pedal do freio | 9,6 |
| | 24. Embreagem | 9,8 |

A média de força utilizada pelas alavancas foi de 3,82 Kgf, enquanto para os botões e pedais, 0,63 Kgf e 8,93 Kgf, respectivamente. Assim, a força exercida pelos membros superiores corresponde a uma média entre as alavancas e botões, ou seja, 2,22 Kgf, com máximo de 6,0 Kgf na primeira marcha reduzida, enquanto que os membros inferiores correspondem a 8,93 Kgf, representado pelos pedais, com máximo de 9,8 Kgf no pedal da embreagem.

6.1.1 Análise da Postura 1 - RULA

Importante ressaltar que a atividade não se caracteriza por ser totalmente estática, ou seja, o operador desce do trator para verificação do trabalho a ser executado e apresenta liberdade de mudança postural. Ainda, não apresenta repetitividade evidente. Assim, não foram acrescentados pontos a atividade. Somente um ponto adicional pela força empregada pelos membros superiores, durante a operação (foi considerado o máximo de força, 6 Kgf).

Tabela 2 - Resultado para a análise postural do método RULA para a postura 01.

| Descrição | Pontuação |
|---|-----------|
| Braço | 2 |
| Antebraço | 2 |
| Punho | 1 |
| Atividade | 0 |
| Força membros superiores | 1 |
| Pescoço | 1 |
| Tronco | 3 |
| Pernas | 1 |
| Força membros inferiores | 1 |
| Escore total | 4 |
| Possível investigação, sujeita a modificações na postura empregada pelo operador. | |

6.1.2 Análise da Postura 1 – OWAS

Tabela 3 - Pontuação OWAS para a postura 01.

| Descrição | Pontuação |
|--|-----------|
| Tronco | 2 |
| Membros superiores | 1 |
| Membros inferiores | 1 |
| Força | 1 |
| Escore total | 2 |
| A postura necessita ser verificada, com intervenções em um futuro próximo. | |

6.1.3 Análise da Postura 1 - REBA

Importante ressaltar que para a análise de força, foi considerado como a maior força aplicada, ou seja, pelos membros inferiores (9,8 Kgf).

Tabela 4 - Pontuação REBA para a postura 01.

| Descrição | Pontuação |
|---|-----------|
| Tronco | 3 |
| Pescoço | 1 |
| Pernas | 1 |
| Força | 1 |
| Braço | 2 |
| Antebraço | 1 |
| Pulso | 1 |
| Pega | 0 |
| Atividade | 0 |
| Escore total | 2 |
| O risco é baixo, sendo que a intervenção pode ser necessária. | |

6.1.4 Análise da Postura 1 - TOR-TOM

Para a análise do método TOR-TOM, por se tratar de uma atividade não repetitiva, considerou-se a TOCAMP como o índice TOM, avaliando assim o ambiente físico, metabolismo e postura. Na descrição das atividades gerais do TOR-TOM, foi considerada a atividade desenvolvida ao longo do dia observado no estudo (8 horas – 18:30 horas), totalizando 10:30 horas (630 minutos), com 50 minutos de pausa regular, que correspondem ao tempo do almoço, representando um percentual de 7,94% do total e não apresenta pausas curtíssimas.

Tabela 5 - Pontuação TOR-TOM para a postura 01.

| Descrição | Pontuação |
|--|--------------|
| Pausas | 7,94% |
| Dispêndio energético | 0 |
| Clima | 0 |
| Ruído | 2 |
| EPI/gases | 0 |
| Postura | 5 |
| Escore total | -2,94 |
| O índice TOR é menor que TOM, ou seja, há o predomínio de eficácia das pausas de recuperação e inexistência de risco ergonômico. | |

6.1.5 Análise da Postura 2 - RULA

Para o fator atividade, não se caracteriza por ser totalmente estática, além de não apresentar repetitividade evidente. Assim, não foram acrescidos pontos a atividade, somente um ponto pela força empregada pelos membros superiores durante a operação (6 Kgf).

Tabela 6 - Resultado para a análise postural do método RULA para a postura 02.

| Descrição | Pontuação |
|--|-----------|
| Braço | 3 |
| Antebraço | 3 |
| Punho | 1 |
| Atividade | 0 |
| Força membros superiores | 1 |
| Pescoço | 3 |
| Tronco | 4 |
| Pernas | 1 |
| Força membros inferiores | 1 |
| Escore total | 7 |
| Investigação e modificações imediatas. | |

6.1.6 Análise da Postura 2 – OWAS

Tabela 7 - Pontuação OWAS para a postura 02.

| Descrição | Pontuação |
|--|-----------|
| Tronco | 4 |
| Membros superiores | 1 |
| Membros inferiores | 1 |
| Força | 1 |
| Escore total | 2 |
| Postura necessita ser verificada, de forma que podem ser necessárias intervenções em um futuro próximo | |

6.1.7 Análise da Postura 2 – REBA

Tabela 8 - Pontuação REBA para a postura 02.

| Descrição | Pontuação |
|--|-----------|
| Tronco | 4 |
| Pescoço | 2 |
| Pernas | 1 |
| Força | 1 |
| Braço | 3 |
| Antebraço | 1 |
| Pulso | 1 |
| Pega | 0 |
| Atividade | 0 |
| Escore total | 6 |
| O risco é médio, sendo que a intervenção é necessária. | |

Importante ressaltar que para a análise de força, foi considerado como a maior força aplicada, ou seja, pelos membros inferiores (9,8 Kgf).

6.1.8 Análise da Postura 2 - TOR-TOM

Para a análise do método TOR-TOM, por se tratar de uma atividade não repetitiva, considerou-se a TOCAMP como o índice TOM, avaliando assim o ambiente físico, metabolismo e postura. Na descrição das atividades gerais do TOR-TOM, foi considerada a atividade desenvolvida ao longo do dia observado no estudo (8 horas – 18:30 horas), totalizando 10:30 horas (630 minutos), com 50 minutos de pausa regular, que correspondem ao tempo do almoço, representando um percentual de 7,94% do total e não apresenta pausas curtíssimas.

Tabela 9 - Pontuação TOR-TOM para a postura 02.

| Descrição | Pontuação |
|--|---------------|
| Pausas | 7,94% |
| Dispêndio energético | 0 |
| Clima | 0 |
| Ruído | 2 |
| EPI/gases | 0 |
| Postura | 20 |
| Escore total | -12,06 |
| O índice TOR é menor que TOM, ou seja, há o predomínio de eficácia das pausas de recuperação e inexistência de risco ergonômico. | |

7. ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO

Nas condições e para aquilo que se estudou neste trabalho, os resultados foramⁱ:

7.1 GRAU DE FACILIDADE DE APLICAÇÃO

Na Tabela 10 são apresentados os subcritérios para o grau de facilidade de aplicação para os quatro métodos. O método RULA abrange nove variáveis (braço, antebraço, punho, rotação do punho, pescoço, tronco, pernas, músculos/atividade e força), dispostas em oito tabelas. O método OWAS abrange apenas quatro variáveis (membros superiores/braço, membros inferiores/pernas, tronco e força), dispostos em três tabelas. O método REBA se comporta de modo muito semelhante ao RULA, com nove variáveis (tronco, pescoço, pernas, braço, antebraço, pulso, força, pega e músculos/atividade), dispostos em 10 tabelas.

O último método analisado, TOR-TOM, abrange onze variáveis para a avaliação na operação de máquinas agrícolas (duração/pausas, outras atividades desenvolvidas, dispêndio energético, calor, frio, vibração, ruído, ambiente confinado, roupa de trabalho, emissões e postura básica), sendo necessário um número igual de tabelas para a sua avaliação. Quando analisado através do Software, o método OWAS ainda se demonstra mais simples, com apenas quatro interfaces de análise, seguido pelo RULA, REBA e TOR-TOM, este último novamente mais complexo, com um subtotal de 16 interfaces necessárias para análise.

A facilidade na utilização dos métodos é um dos principais requisitos buscados por aplicadores em análise ergonômica (SOUZA, 2011). Quanto mais simples é o método, mais rápida e prática é a sua aplicação, tornando mais atrativa sua aplicabilidade, visto que um dos principais

ⁱ A autora declara que, ao aplicar os métodos em outras operações, tarefas, atividades, provavelmente os resultados serão diferentes e os métodos terão também diferentes classificações.

entraves nas análises ergonômicas, é justamente o reduzido número de avaliações (SILVA; AMARAL, 2006).

Castilho; Barbirato; Sales (2016) afirma que um método ao utilizar diagramas das posturas corporais, acompanhados de tabelas que facilitam a avaliação da submissão do operário aos fatores de risco, está em vantagem quando comparado a outro sem as mesmas ferramentas. Essa afirmação é corroborada por Capeletti (2013), ao realizar a escolha do método ergonômico pela presença de diagramas e tabelas que facilitam a aplicação.

Tabela 10 - Classificação dos métodos segundo o critério “Grau de facilidade de aplicação”.

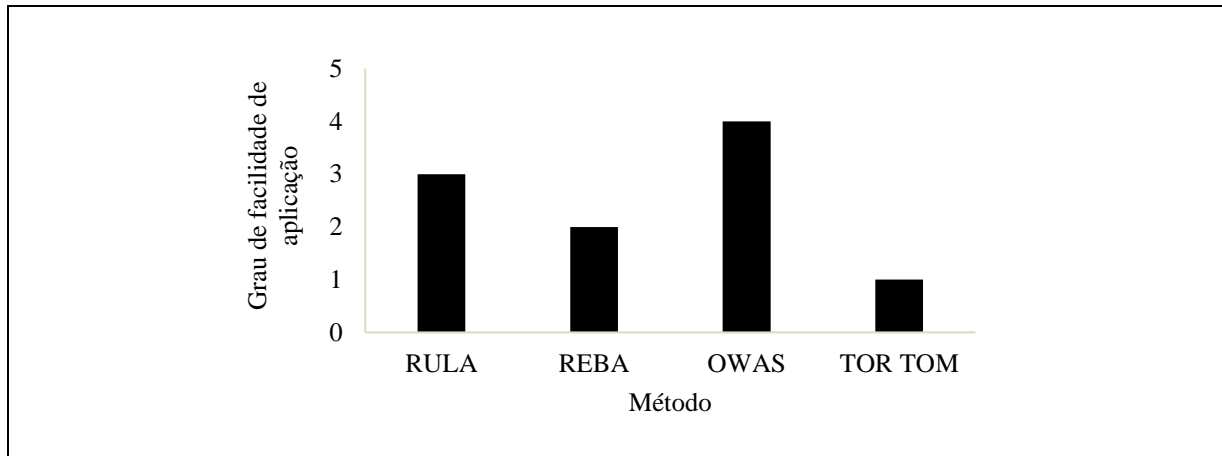
| Método | Subcritérios | | | Total |
|---------|-----------------|-------------------------|------------------------------|-------|
| | Nº de variáveis | Nº de tabelas/gráficos* | Nº de interfaces no software | |
| RULA | 9 | 8 | 8 | 25 |
| REBA | 9 | 10 | 9 | 28 |
| OWAS | 4 | 3 | 4 | 11 |
| TOR-TOM | 11 | 11 | 16 | 38 |

* Foi considerado o número de tabelas e gráficos necessários até chegar ao diagnóstico final.

Fonte: Autora.

Ao analisar a classificação geral, observa-se que o método OWAS resultou no maior grau de facilidade de aplicação (por apresentar menor valor), totalizando onze pontos, seguido pelo método RULA, REBA e TOR-TOM. Para simplificar o processo de hierarquização final, foi atribuído um valor decrescente de 4 a 1, com a maior pontuação para o método mais simples e menor pontuação para o mais complexo. Assim: OWAS (4 pontos), RULA (3 pontos), REBA (2 pontos) e TOR-TOM (1 ponto), conforme exposto na Figura 12.

Figura 12 - Grau de facilidade de aplicação para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.



Fonte: Autora.

7.2 IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS

Na Figura 18 é apresentada, através do diagrama de Mudge, a comparação entre as vinte e três posturas abrangidas pelos quatro métodos de análise ergonômica estudados.

Figura 13 - Diagrama de Mudge na avaliação postural de operadores de máquinas agrícolas.

| | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | S | % | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| 01 | 1A | 1A | 1A | 1B | 1B | 1B | 1B | 1B | 10A | 11A | 12A | 13B | 14B | 15B | 1A | 1A | 1A | 19B | 20A | 1A | 1A | 1A | 25 | 5,54 | |
| | 02 | 3A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 2A | 10B | 11A | 12A | 13A | 14B | 15B | 2A | 17A | 18A | 19B | 2A | 2A | 22A | 23A | 10 | 2,22 | |
| | | 03 | 3B | 3B | 3A | 3B | 3A | 3A | 10A | 11B | 12B | 13A | 14B | 15B | 3B | 3A | 3B | 3B | 3A | 21A | 22A | 23A | 24 | 5,32 | |
| | | | 04 | 4A | 4A | 4A | 4A | 4A | 10B | 11A | 12B | 13B | 14B | 15B | 4A | 4A | 4B | 19B | 4A | 21A | 22A | 23A | 12 | 2,66 | |
| | | | | 05 | 4A | 7A | 8A | 5A | 10B | 11A | 12B | 13B | 14B | 15B | 5B | 5B | 5A | 19A | 20A | 21A | 22A | 23A | 8 | 1,77 | |
| | | | | | 06 | 6A | 6A | 6A | 10B | 11A | 12B | 13B | 14B | 15B | 6A | 6A | 18A | 19A | 20A | 6A | 22A | 23A | 7 | 1,55 | |
| | | | | | | 07 | 7A | 7A | 10B | 11A | 12B | 13B | 14B | 15B | 16A | 17A | 18A | 19B | 20A | 21A | 22B | 23B | 3 | 0,66 | |
| | | | | | | | 08 | 8A | 10A | 11A | 12B | 13B | 14A | 15B | 16B | 17A | 18A | 19B | 20A | 21A | 22B | 23B | 2 | 0,44 | |
| | | | | | | | | 09 | 10B | 11B | 12B | 13B | 14C | 15B | 16A | 17A | 18A | 19B | 20A | 21A | 22A | 23A | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | 10 | 10B | 12B | 13B | 14B | 15B | 10B | 10B | 10A | 10A | 10A | 10A | 10A | 10A | 10A | 36 | 7,99 |
| | | | | | | | | | | 11 | 12A | 13B | 14B | 15B | 11B | 11A | 11B | 11A | 11A | 11A | 11A | 11A | 11A | 28 | 6,21 |
| | | | | | | | | | | | 12 | 12A | 14B | 15A | 12B | 12B | 12A | 12B | 12A | 12A | 12A | 12A | 12A | 45 | 9,98 |
| | | | | | | | | | | | | 13 | 14A | 15A | 13B | 13B | 13A | 13A | 13A | 13A | 13A | 13A | 13A | 42 | 9,31 |
| | | | | | | | | | | | | | 14 | 15A | 14B | 14B | 14A | 14A | 14A | 13A | 14A | 14A | 14A | 51 | 11,31 |
| | | | | | | | | | | | | | | 15 | 15C | 15A | 15A | 15A | 15A | 15A | 15A | 15A | 15A | 49 | 10,86 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 16 | 17A | 18A | 19A | 20A | 21A | 22B | 23B | 6 | 1,33 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | 18A | 19A | 20A | 21A | 22A | 23A | 6 | 1,33 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 19A | 18A | 21A | 22A | 23A | 9 | 1,99 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | 19A | 19A | 19A | 19A | 19A | 28 | 6,22 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 20 | 21A | 20A | 20A | 11 | 2,44 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21 | 21A | 21A | 12 | 2,66 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22 | 23B | 17 | 3,77 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23 | 20 | 4,43 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 451 | 100 | |

| Requisitos | |
|---|--|
| 1. Flexão de braço | |
| 2. Extensão de braço | |
| 3. Flexão de antebraço | |
| 4. Os dois braços abaixo do nível dos ombros | |
| 5. Um braço ao nível ou acima do ombro | |
| 6. Os dois braços ao nível ou acima dos ombros | |
| 7. Extensão de punho | |
| 8. Flexão de punho | |
| 9. Rotação de punho | |
| 10. Flexão de pescoço | |
| 11. Extensão de pescoço | |
| 12. Flexão de tronco | |
| 13. Extensão de tronco | |
| 14. Inclinação lateral do tronco | |
| 15. Rotação do tronco | |
| 16. Pernas e pés bem apoiados e equilibrados/sentado- bem sentado | |
| 17. Pernas/pés não corretamente apoiados- mal sentado | |
| 18. De pé com joelhos estendidos | |
| 19. Agachado ou com joelhos flectidos | |
| 20. Ajoelhado com um ou dois joelhos | |
| 21. Caminhando ou em movimento | |
| 22. Rotação do pescoço | |
| 23. Inclinação lateral do pescoço | |

Após a aplicação do diagrama de Mudge, a hierarquização da importância da mensuração das posturas através dos métodos, resultou na Tabela 11.

Tabela 11 - Hierarquização das posturas consideradas mais importantes, na avaliação postural de máquina agrícolas.

| Identificação | Postura | Porcentagem |
|----------------------|---|--------------------|
| 14 | Inclinação lateral do tronco | 11,31% |
| 15 | Rotação do tronco | 10,86% |
| 12 | Flexão de tronco | 9,98% |
| 13 | Extensão de tronco | 9,31% |
| 10 | Flexão de pescoço | 7,99% |
| 11 | Extensão de pescoço | 6,22% |
| 19 | Agachado ou com joelhos flectidos | 6,21% |
| 3 | Flexão de antebraço | 5,54% |
| 1 | Flexão de braço | 5,32% |
| 23 | Inclinação lateral do pescoço | 4,43% |
| 22 | Rotação do pescoço | 3,77% |
| 4 | Os dois braços abaixo do nível dos ombros | 2,66% |
| 22 | Caminhando ou em movimento | 2,66% |
| 2 | Extensão de braço | 2,44% |
| 18 | De pé com joelhos estendidos | 2,22% |
| 21 | Ajoelhado com um ou dois joelhos | 1,99% |
| 5 | Um braço ao nível ou acima do ombro | 1,77% |
| 6 | Os dois braços ao nível ou acima dos ombros | 1,55% |
| 16 | Pernas e pés bem apoiados e equilibrados/sentado- bem sentado | 1,33% |
| 17 | Pernas/pés não corretamente apoiados- mal sentado | 1,33% |
| 7 | Extensão de punho | 0,66% |
| 8 | Flexão de punho | 0,44% |
| 9 | Rotação de punho | 0,00% |

Fonte: Autora.

De posse dessa tabela, foi analisada cada postura, individualmente, para cada método. É importante ressaltar que foi considerada, exclusivamente, a forma de análise utilizada para avaliação da postura em operadores de máquinas agrícolas.

A Tabela 12 apresenta a pontuação final para os quatro métodos analisados, após a hierarquização das posturas, para máquinas agrícolas.

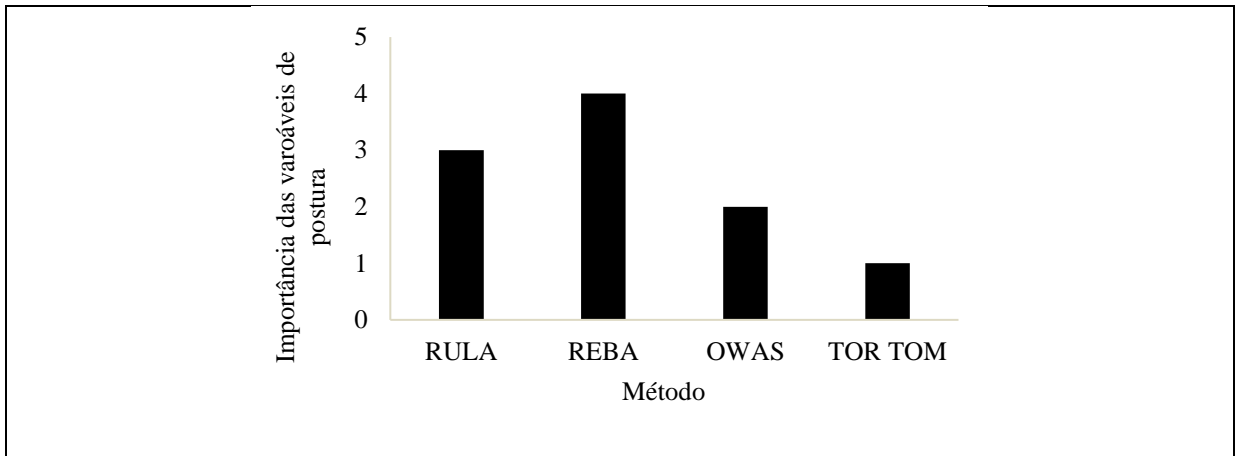
Tabela 12 - Pontuação para os métodos, após hierarquização das posturas, em máquinas agrícolas.

| Postura | Pontuação | RULA | REBA | OWAS | TOR-TOM |
|--|------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Inclinação lateral do tronco | 11,31 | 11,31 | 11,31 | 0 | 0 |
| Rotação do tronco | 10,86 | 10,86 | 10,86 | 10,86 | 0 |
| Flexão de tronco | 9,98 | 9,98 | 9,98 | 9,98 | 9,98 |
| Extensão de tronco | 9,31 | 0 | 9,31 | 0 | 0 |
| Flexão de pescoço | 7,99 | 7,99 | 7,99 | 0 | 0 |
| Extensão de pescoço | 6,22 | 6,22 | 6,22 | 0 | 0 |
| Agachado ou com joelhos flectidos | 6,21 | 0 | 0 | 6,21 | 0 |
| Flexão de antebraço | 5,54 | 5,54 | 5,54 | 0 | 0 |
| Flexão de braço | 5,32 | 5,32 | 5,32 | 0 | 0 |
| Inclinação lateral do pescoço | 4,43 | 4,43 | 4,43 | 0 | 0 |
| Rotação do pescoço | 3,77 | 3,77 | 3,77 | 0 | 0 |
| Os dois braços abaixo do nível dos ombros | 2,66 | 0 | 0 | 2,66 | 0 |
| Caminhando ou em movimento | 2,66 | 0 | 0 | 2,66 | 2,66 |
| Extensão de braço | 2,44 | 2,44 | 2,44 | 0 | 0 |
| De pé com joelhos estendidos | 2,22 | 0 | 0 | 2,22 | 2,22 |
| Ajoelhado com um ou dois joelhos | 1,99 | 0 | 0 | 1,99 | 0 |
| Um braço ao nível ou acima do ombro | 1,77 | 0 | 0 | 1,77 | 0 |
| Os dois braços ao nível ou acima dos ombros | 1,55 | 0 | 0 | 1,55 | 0 |
| Pernas e pés bem apoiados e equilibrados/sentado-bem sentado | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| Pernas/pés não corretamente apoiados-mal sentado | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 | 1,33 |
| Extensão de punho | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0 | 0 |
| Flexão de punho | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0 | 0 |
| Rotação de punho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | 71,62 | 80,93 | 42,56 | 17,52 |

Fonte: Autora.

O método REBA destacou-se como o mais completo nesse quesito, seguido pelo RULA, OWAS e TOR-TOM. Através do processo de hierarquização, já utilizado na classificação do grau de facilidade de aplicação, atribui-se 4 pontos ao método REBA, 3 pontos ao RULA, 2 pontos ao OWAS e 1 ponto ao TOR-TOM, conforme Figura 14.

Figura 14 - Importância das variáveis de postura para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.



Fonte: Autora.

A segunda etapa dessa avaliação, referente às posturas complementares ou adicionais, é apresentada na Tabela 13. Para essa avaliação, os métodos RULA e REBA também merecem destaque, totalizando 6 e 5 pontos, respectivamente. Os métodos OWAS e TOR-TOM, por não apresentarem essa possibilidade de posturas adicionais, não pontuaram.

Tabela 13 - Comparação dos métodos através das posturas complementares

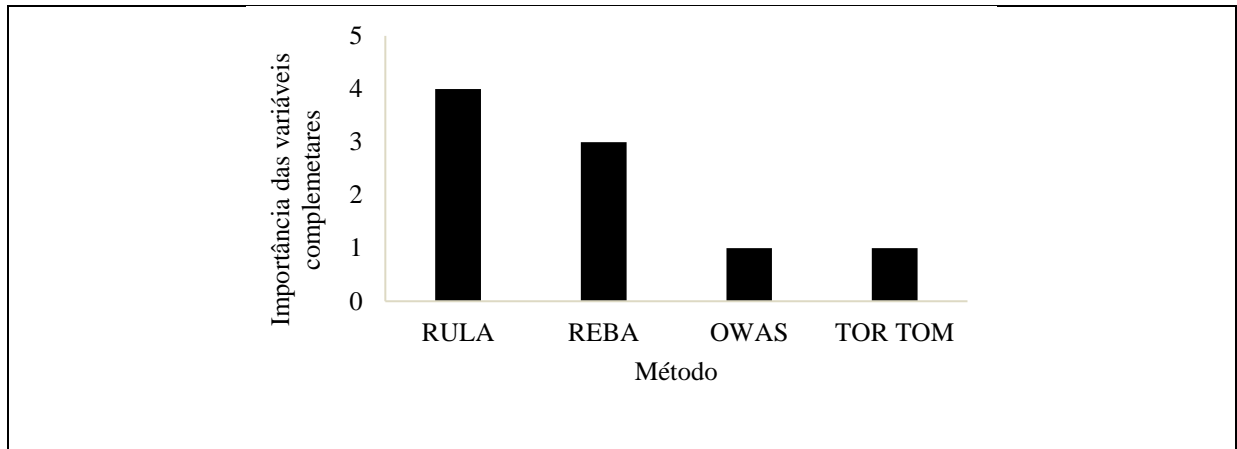
| Descrição | Método | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| | RULA | REBA | OWAS | TOR-TOM |
| Abdução do braço | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Ombro elevado | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Braço apoiado | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Adução do ombro/braço | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Cruzamento da linha média do antebraço | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Desvio da linha neutra do punho | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Joelhos flexionados | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Total | 6 | 5 | 0 | 0 |

Fonte: Autora.

No processo de hierarquização o método RULA apresentou então 4 pontos, seguido pelo REBA com 3 pontos e OWAS e TOR-TOM ambos sem pontuação, atribuindo 1 ponto cada, conforme Figura 15.

As variáveis de postura, sejam gerais ou complementares, são a base para os métodos de análise ergonômica (FERREIRA, 2014), uma vez que os principais fatores presentes nas atividades do trabalhador desencadeiam as lesões ou sensações de desconforto são posturas inadequadas (JUNIOR, 2006).

Figura 15 - Importância das variáveis complementares para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.



Fonte: Autora.

Segundo Castilho; Barbirato; Sales (2016), levando a ergonomia além do estudo do local de trabalho com suas características e design, posicionamento de objetos e ritmo de atividades, a postura adotada pelo trabalhador é um fator externo muito importante. Assim, qualificar o fator exposição é fator essencial na avaliação, pois sem a adoção de posturas específicas pelos funcionários não existiria a conceituação do todo a ser analisado.

7.3 ABRANGÊNCIA DOS FATORES

Em relação à abrangência dos fatores da atividade, na Tabela 14 são apresentados os resultados, após a comparação entre os quatro métodos estudados.

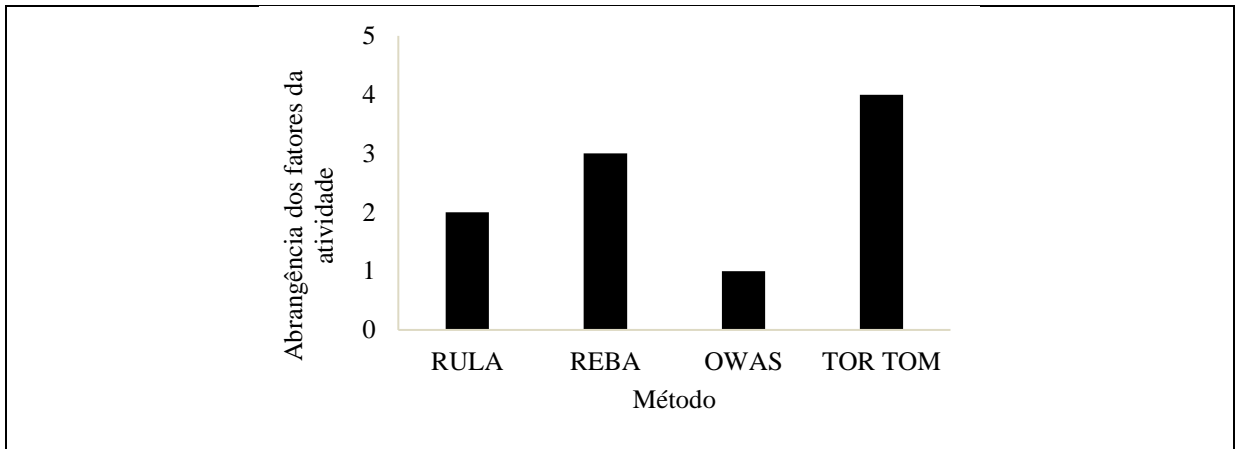
Tabela 14 - Comparação dos métodos através de fatores da atividade.

| Fatores da atividade | RULA | REBA | OWAS | TOR-TOM |
|---|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Postura estática/dinâmica | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Estresse | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Aspectos motivacionais | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carga ou força | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Comunicação visual | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dimensão | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elemento mecânico | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Manual técnico | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Posicionamento e forma de acionamento de controles e comandos | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Equipamento de proteção individual | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Estabilidade do equipamento | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Visibilidade | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ruído | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Substância Tóxica | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Vibração | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Energia geradora ou gerada | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Capacitação | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Clima | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Comunicação sonora | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Comunicação tátil | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 2 | 3 | 1 | 6 |

Fonte: Autora.

Para os fatores da atividade, o método OWAS apresentou o menor índice, pontuando apenas uma vez, no quesito força. O método RULA, além de também pontuar no aspecto avaliação da força, somou um ponto a mais, por considerar a análise da postura essencialmente estática. Na sequência, o método REBA apresentou o total de três pontos, seguido do método TOR-TOM, que obteve a melhor classificação, com seis pontos, por abranger em sua avaliação, essencialmente, aspectos relacionados ao ambiente. No processo de hierarquização, TOR-TOM apresenta, então, 4 pontos, seguido de REBA com 3 pontos, RULA com 2 pontos e OWAS com 1 ponto, conforme Figura 16.

Figura 16 - Abrangência dos fatores da atividade para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.



Fonte: Autora.

Na avaliação postural, os fatores da atividade exercem influência sobre os trabalhadores e sobre o ambiente de trabalho (DE GUIMARÃES, 2011). Além dos aspectos de postura estática (COUTO, 2006), estresse (FILHO, 2006), aspectos motivacionais (PINHEIRO, FRANÇA, 2006), força (MERCHÁN; JURADO, 2007; BAUMHARDT, 2012), comunicação, capacitação (ALONÇO, 2004), condições associadas às características ambientais como calor, frio, iluminação e ruído, potencializam as ocorrências das LER/Dort's (JUNIOR 2006).

Em estudo desenvolvido por Ramos e Pinto (2009) as variáveis relacionadas ao conforto ambiental como ruído, temperatura, iluminação e esforço físico foram responsáveis por uma parte considerável dos problemas ergonômicos, decorrentes da inadequada condição do ambiente. Assim, os autores puderam concluir que é importante que a questão postural seja analisada juntamente com a ergonômica no ambiente.

A Tabela 7 apresenta os resultados para a abrangência dos fatores posturais. Ao final, o RULA possibilita a combinação de 3840 posturas normais e 12 combinações de posturas adicionais, o REBA 600 diferentes combinações e 6 combinações adicionais, enquanto o OWAS se restringe a 84 posturas e o TOR-TOM, por não apresentar divisão do corpo para análise, englobando apenas posturas gerais, totaliza 9 possíveis combinações posturais.

Tabela 15 - Combinação de posturas abrangidas pelos métodos de análise postural RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.

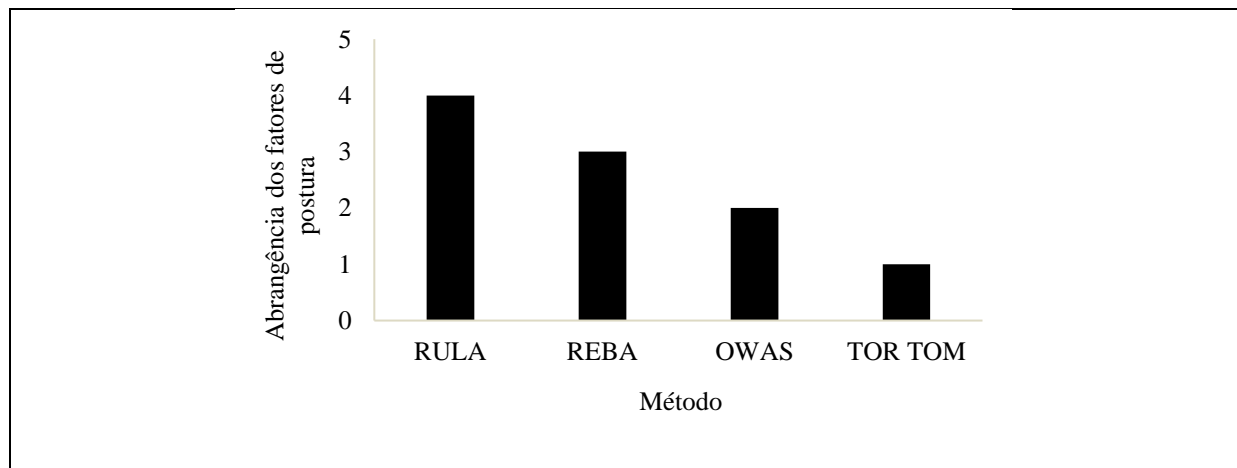
| Segmento corpóreo | RULA | | REBA | | OWAS | | TOR-TOM | |
|-----------------------------|-------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| | N | A | N | A | N | A | N | A |
| Braço/Membros Superiores | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | - | - | - |
| Antebraço | 3 | 1 | 2 | - | - | - | - | - |
| Punho | 4 | - | 2 | 1 | - | - | - | - |
| Rotação do Punho | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Pescoço | 4 | 2 | 3 | 1 | - | - | - | - |
| Tronco | 4 | 2 | 5 | 1 | 4 | - | - | - |
| Pernas | 2 | - | 2 | 2 | 7 | - | - | - |
| Posturas gerais | - | - | - | - | - | - | 9 | - |
| Total de combinações | 3840 | 12 | 600 | 6 | 84 | - | 9 | - |

*N: Postura normal; A: Postura adicional.

Fonte: Autora.

Para hierarquização deste subcritério, o RULA apresenta 4 pontos, seguido do REBA com 3 pontos, OWAS com 2 pontos e TOR-TOM com apenas 1 ponto, conforme Figura 17.

Figura 17 - Abrangência dos fatores posturais para os métodos RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM.



Fonte: Autora.

A análise de posturas no trabalho constitui aspecto de vital importância na garantia da saúde dos trabalhadores em relação às possíveis doenças musculoesqueléticas (BATIZ et al., 2012), de modo que, quanto maior a possibilidade de combinações possíveis do método, maior é a credibilidade a ele atribuído (LIGEIRO, 2010).

7.4 CLASSIFICAÇÃO FINAL DOS MÉTODOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 16 é apresentada a classificação final dos métodos, após as análises do grau de facilidade de aplicação, importância das variáveis de postura e abrangência dos fatores posturais e de atividade.

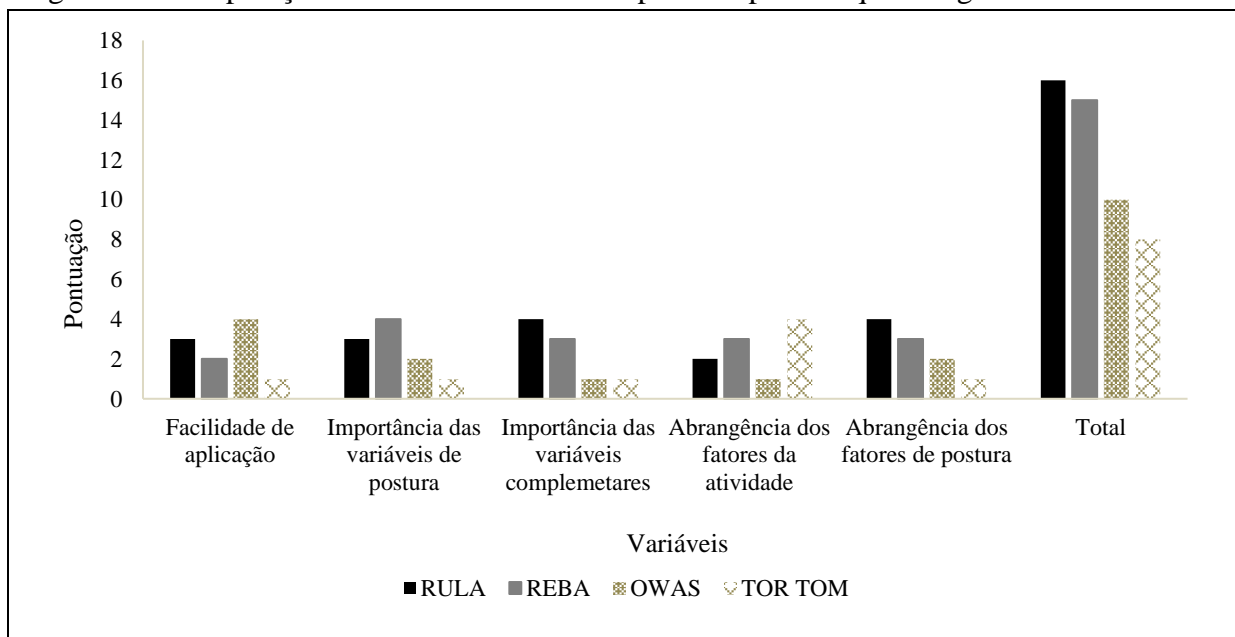
Tabela 16 - Resultado da comparação dos métodos de análise postural para máquinas agrícolas

| Método | Variáveis | | | | | Total |
|---------|---------------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------|---------|-----------|
| | Grau de facilidade de aplicação | Importância das variáveis | | Abrangência dos fatores | | |
| | | Postura | Complementares | Atividade | Postura | |
| RULA | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 16 |
| REBA | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 15 |
| OWAS | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 10 |
| TOR-TOM | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 8 |

Fonte: Autora.

Na classificação final, a forma de análise do RULA apresentou os resultados de maior relevância, demonstrando ser o mais adequado para a avaliação postural em máquinas agrícolas. Porém, o método REBA aparece logo na sequência, com resultados também importantes. Posteriormente, os métodos OWAS e TOR-TOM em terceiro e quarto lugar, respectivamente, apresentaram as menores possibilidades de avaliação postural em máquinas agrícolas, para as condições estudadas (Figura 23).

Figura 18- Comparação dos métodos de análise postural para máquinas agrícolas.



Fonte: Autora.

Na Tabela 17 é apresentado os resultados dos quatro métodos de análise postural em máquinas agrícolas, para as duas posturas descritas. Por tratar de uma metodologia de resultado diferente, o método TOR-TOM não permite essa comparação direta. Entretanto, ao comparar os outros três métodos, observa-se que na postura um, todos apresentaram o mesmo nível de ação, demonstrando uma sensibilidade semelhante entre eles. Na postura dois, somente RULA e REBA apresentaram níveis de ação semelhantes, diferindo do OWAS e, portanto, confirmam a sensibilidade entre os dois métodos, evidenciada na postura um. O destaque para os métodos RULA e REBA corrobora o evidenciado pela comparação final entre os métodos.

Tabela 17 - Resultados apresentados pelos métodos de análise ergonômicas, nas duas posturas analisadas, para operadores de máquinas agrícolas.

| Nível de ação-Postura 1 | | | | Nível de ação-Postura 2 | | | |
|-------------------------|----------------|----------------|--------------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------------|
| RULA | REBA | OWAS | TOR-TOM | RULA | REBA | OWAS | TOR-TOM |
| 2 ¹ | 2 ² | 2 ³ | -2,94 ⁴ | 7 ⁵ | 6 ⁶ | 2 ⁷ | -12,06 ⁸ |

Fonte: Autora.

¹ Necessária uma investigação e poderão ser necessárias modificações.

² Risco é baixo, sendo que a intervenção pode ser necessária.

³ Postura necessita ser verificada, podendo ser necessário intervenções em um futuro próximo.

⁴ Eficácia das pausas de recuperação e inexistência de risco ergonômico.

⁵ Necessário uma investigação e modificações imediatas.

⁶ Risco é médio, sendo que a intervenção é necessária.

⁷ Postura necessita ser verificada, podendo ser necessário intervenções em um futuro próximo.

⁸ Eficácia das pausas de recuperação e inexistência de risco ergonômico.

Apesar de ser uma análise singular, esse resultado corrobora o evidenciado por Santos (2009), que ao avaliar métodos observacionais em indústria, também obteve destaque para os métodos RULA e REBA, e com Signori, Guimarães; Sampedro (2004), em estudo de dois ambientes distintos, onde também obteve como melhor desempenho o método RULA.

Mesmo sem haver comparação direta, a avaliação através do RULA também se mostrou satisfatória em análise ergonômica com máquinas agrícolas, desenvolvida por Marcon (2013), sendo recomendado o uso de tal ferramenta, pelo autor. Em estudo realizado por Fieldkircher (2015), comparando o resultado apresentado por três diferentes métodos de análise postural, o autor concluiu ser o RULA o mais sensível e, portanto, o mais indicado para análises posturais gerais.

O método RULA é considerado por muitos como o principal método de análise postural (JUNIOR, 2006; JUNIOR, 2009, SOUZA, 2011). O elevado grau de facilidade de aplicação, em conjunto com o emprego de variáveis posturais importantes, tornam o método visado especialmente para análises envolvendo posturas dinâmicas e estáticas do tronco, risco associados a membros superiores e força (LIGEIRO, 2010).

O bom desempenho evidenciado pelo método pode dar-se em decorrência da principal função do RULA, ou seja, do uso em situações de tarefas sedentárias ou onde o trabalhador se encontra sentado ou de pé, sem andar (MCATAMNEY E CORLETT, 1993), como é o caso da operação em máquinas agrícolas. Segundo Guimarães e Naveiro (2004), em estudo de revisão de ferramentas ergonômicas, o RULA foi o único método que possibilitava uma classificação dos problemas ergonômicos em ambientes de trabalhos, que exigem postura sentada com utilização dos membros superiores. A praticidade aliada à facilidade de aplicação da ferramenta, segundo os autores, foram os principais critérios de escolha da mesma e a comprovação desses méritos se deu no estudo em questão.

Durante parte das atividades agrícolas (como observado nas avaliações anteriores), o operador possui como função direcionar a máquina e atentar não somente para o que ocorre à sua frente, como também para a parte traseira do trator, evidenciando o funcionamento do implemento. Segundo Massaccesi et al., (2003), em estudo do método RULA para avaliação de motoristas profissionais, os resultados apontaram para uma associação significativa entre os valores totais para tronco e pescoço e a percepção individual de dor nestas regiões, mostrando ser uma ferramenta confiável para avaliação rápida da carga nestas partes do corpo humano. Em outro estudo sobre a prevalência de sintomas nos membros superiores e os fatores de risco, a ferramenta RULA foi usada com sucesso, mostrando a clara associação entre os fatores de risco e o valor final do RULA.

O método REBA apresentou destaque, especialmente nas avaliações de importância das variáveis de postura e complementos, além de apresentar considerável pontuação ao analisar a abrangência das variáveis. O resultado mais satisfatório em relação a esse parâmetro, quando em comparação ao RULA e OWAS, se deve em função do método REBA ser uma derivação dos dois métodos, criado especialmente visando reduzir essas deficiências nos métodos já existentes (HIGNETT; MCATAMNEY, 2000).

O REBA tem em sua essência a análise de posturas do corpo inteiro, força, carga, além do destaque para a avaliação da pega dos comandos e controles, apresentando relevante valia ainda em trabalhos imprevisíveis. Ao contrário do evidenciado pelo RULA, é mais indicado em trabalhos efetuados em pé, exatamente devido ao destaque dado aos membros inferiores

(HIGNETT; MCATAMNEY, 2000), entretanto não deixando de considerar os membros superiores, tronco, pescoço, além dos fatores da atividade.

Em função da semelhança com o RULA e a tradicionalidade já imposta por esse método, muitas vezes o REBA é substituído pelo uso de RULA. Porém, segundo SHIDA; BENTO (2012) o método REBA apresenta características importantes de divisão dos membros inferiores em segmentos mais específicos que traduzem maior confiabilidade em comparação ao método RULA.

O método OWAS tem como principal característica a rapidez e simplicidade (SILVA; AMARAL, 2006), pecando, porém, nas análises posturais, devido ao reduzido número de combinações posturais possíveis. Em decorrência, justamente dessa facilidade de aplicação, apresenta-se como um dos métodos de maior número de citações em trabalhos envolvendo análise postural e redesign de locais de trabalho (SOUZA, 2011). Entretanto, o método OWAS não considera a angulação dos membros, o que acaba por resultar em uma análise muito generalista, com baixa sensibilidade, além de não considerar a avaliação do pescoço, os pulsos e o antebraço (partes muito importantes na avaliação postural), fatores que fazem do método ser usado restritamente em avaliações menos complexas e que envolvam menores riscos (GUIMARÃES; NAVEIRO, 2004).

Segundo Gómez-Galán (2017) o OWAS apresenta uma série de pontos fortes em suas avaliações, mas ainda maiores são os pontos fracos. Dentre eles: as categorias de posturas são mais voltadas para tronco e ombros; o método não adiciona nenhuma informação acerca da duração da postura; não apresenta a possibilidade de divisão do corpo em lado direito e esquerdo e não analisa membros considerados importantes, tornando as situações de postura muito abrangentes. Ao avaliar as posturas de operadores de trator agrícola apenas com o método OWAS, Pauluk (2016) reprovou a ferramenta, concluindo não se tratar de uma boa alternativa de análise.

Por apresentar-se muito superficial, estudos mostram que ao utilizar o método OWAS, é comum utilizar outras ferramentas concomitante, buscando melhorar a confiabilidade de aplicação. Peralta et al., (2010) ao realizar um estudo utilizando o OWAS, aumentaram o número de observações, além de acrescentarem um segundo método de análise, visando reduzir o erro e, dessa forma, concluíram pela melhoria do método após esses complementos. De forma semelhante, Taube (2002) utilizou o método OWAS em conjunto com entrevistas e questionários para estudar os fatores de desordens e desconforto do sistema músculo-esquelético. A partir da união dessas ferramentas, o autor obteve resultados relevantes e conseguiu diagnosticar os fatores contribuintes das desordens relatadas (LER/Dort).

O método TOR-TOM é uma ferramenta muito utilizado para análises, principalmente no setor de indústria e de serviços, onde a repetitividade é a principal característica das atividades (COUTO, 2006). Quando é aplicado nessas condições, apresenta-se como um método considerado por muitos, como eficiente e completo, por abranger uma gama muito considerável de elementos de postura e operacionais (FILHO, 2006). Entretanto, quando se trata de atividades exigentes de análise predominantemente postural, o TOR-TOM deixa a desejar, por não aprofundar-se e considerar apenas as posturas básicas. Essa baixa precisão e superficialidade nas análises são retratadas como as principais críticas para os métodos de análise postural (STANTON; ANNETT, 2000; VIEIRA; KUMAR, 2004).

Segundo Serranheira (2007); Souza (2011), a maioria dos instrumentos não aborda as dimensões cognitiva e organizacional do trabalho, fornecendo subsídios apenas para a análise da dimensão física relacionada às posturas adotadas no trabalho, ao esforço devido às atividades de manuseio de materiais, à realização de movimentos repetitivos, ao projeto de postos de trabalho e aos aspectos de segurança e saúde. O método TOR-TOM, entretanto, abrange muitos dos aspectos da atividade considerados importantes em um método de análise postural, porém, apenas em relação às atividades repetitivas.

É o caso também da determinação do fator postura, que compreende os desvios de pescoço, coluna, ombros, cotovelos e punhos das suas posições neutras, o qual é classificado em leve, moderado, nítido e extremo, mas apenas para atividades repetitivas (FILHO, 2006). Como a operação de máquinas agrícolas não é uma atividade repetitiva, ou seja, não há um produto ou serviço gerado ou produzido mais de duas vezes por minuto, esses aspectos do TOR-TOM não podem ser considerados e analisados, tornando-os sem valor.

Outra dificuldade enfrentada em situações avaliadas por métodos menos abrangentes, estão relacionadas ao fato de as variáveis poderem não estar dentro dos limites das ferramentas. Nesses casos, é indicado usar os valores mais próximos, sendo necessário cautela na interpretação (DEMPSEY et al., 2001, DEMPSEY, 2002; VAN DER BEEK et al., 2005). Esse cuidado na aplicação dos métodos é essencial, visto que, como as ferramentas de análise ergonômicas são de modo geral sensíveis, o uso inadequado ou a análise realizada de forma equivocada pode resultar em diagnósticos diferentes da situação real (ASHBY et al., 2004).

Quando um método é utilizado isolado, apresenta limitações adicionais, tal como a simplificação das informações da atividade realizada pelo trabalhador e que, portanto, teria melhor aplicação num primeiro momento de classificação de risco, não como uma ferramenta conclusiva (GUIMARÃES; NAVEIRO, 2004), SIGNORI; GUIMARÃES; SAMPEDRO, 2004, JONES, et al. 2005).

Em estudo ergonômico desenvolvido por Castilho, Barbirato, Sales, (2016) com as ferramentas RULA e OWAS, os resultados mostraram-se úteis na avaliação postural, entretanto devendo ser usados ambos os métodos em conjunto. Logo, confirma-se a afirmativa de Pavani; Quelhas, (2006) que menciona a inexistência de uma ferramenta de avaliação que englobe todos os quesitos associados aos riscos ocupacionais.

Os conceitos de avaliação do risco em métodos diferentes podem ser usados para o desenvolvimento de soluções que conduzam a um método global apropriado para todas as tarefas de trabalho e todas as partes do corpo. Contudo, é necessário que as premissas sejam verificadas e alguma padronização seja introduzida (ROMAN-LIU, 2014).

7.5 ANÁLISE POSTURAL DOS OPERADORES

Para a análise postural dos operadores de máquinas agrícolas serão apresentados os resultados dos quatro métodos, entretanto para análise final, foi considerado o resultado apresentado pelo método que obteve a melhor classificação, ou seja, RULA. A adequada avaliação e diagnóstico postural na operação de máquinas agrícolas não só apresenta-se como importante fator de melhoria de conforto e segurança para os operadores, a fim de modificar, se necessário, a postura empregada (POSSEBOM, 2017), como também tem influência sobre a fase de projetos de máquinas.

Segundo Rozin (2010), a melhoria dos conhecimentos em ergonomia produziu novos conceitos de máquinas, fazendo com que os fabricantes passassem a oferecer modelos de tratores agrícolas com uma melhor localização dos comandos de operação e instrumentos de controle. Projetos inadequados de máquinas, assentos ou bancadas de trabalho podem obrigar o trabalhador a usar posturas inadequadas e se estas forem mantidas por um longo tempo, podem provocar fortes dores no conjunto de músculos solicitados em sua conservação (IIDA, 2005). Entretanto, se as posturas forem identificadas precocemente e as máquinas projetadas, visando maior conforto e segurança, possivelmente menores serão os índices de desconforto e dor nos operadores.

Conforme apresentado anteriormente, a análise de vídeo permitiu observar que em intervalos de dois minutos e meio, o operador curva-se para trás, e após 5 segundos, retorna a posição inicial. Ou seja, ao final da operação, a postura curvada representa um total aproximado de 3,33% do tempo de operação.

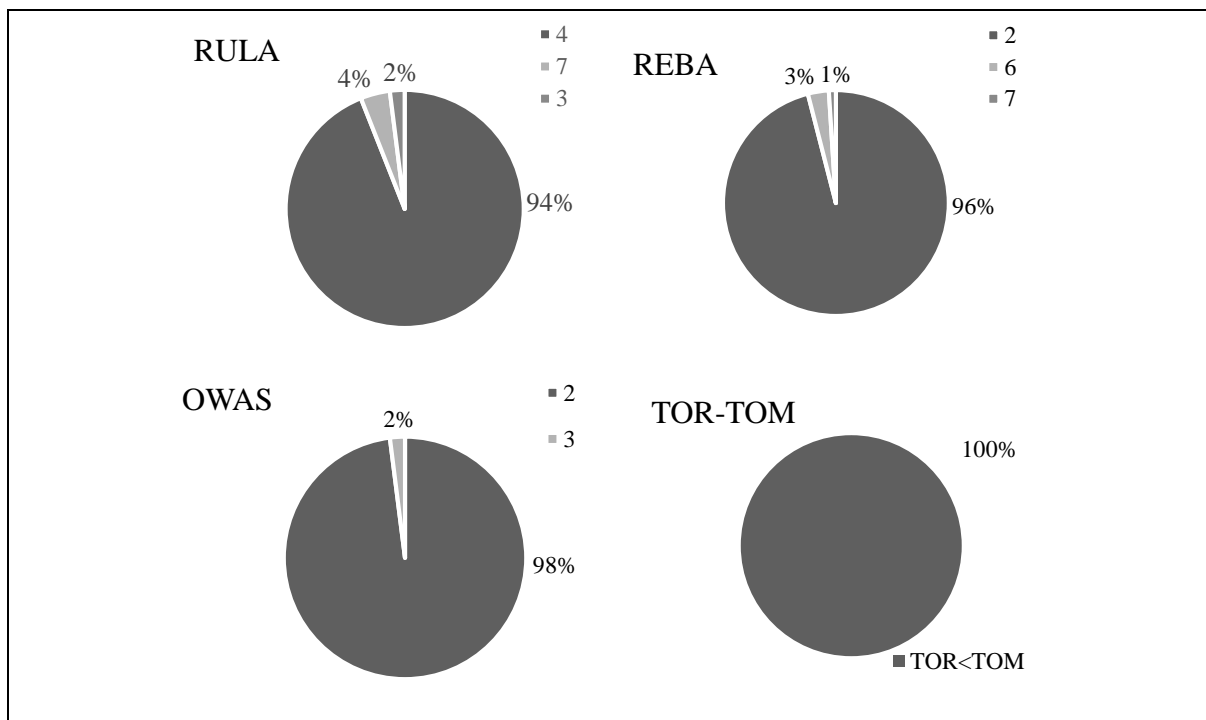
A Figura 24 apresenta os resultados posturais do operador durante a operação de máquinas agrícolas. Ao analisar a sequência de 100 posturas, o método RULA refletiu o

evidenciado no vídeo. Do tempo total de operação observado, 4% representa o nível de ação 7, enquanto que 96% do tempo reflete os níveis 3 e 4. Esses referem-se a uma postura aceitável se não for mantida por longo tempo, mas sendo necessário atentar para possíveis modificações. Já o nível de ação 7 traduz a existência de risco ergonômico, sendo necessárias investigações e modificações, imediatamente.

Durante toda a operação, o operador permanece com o braço esquerdo sobre o volante, entretanto, sem apoio para o antebraço, visto que o encosto do assento permanece elevado. Ou seja, a primeira modificação pode ser realizada com o apoio para o antebraço, permitindo assim, reduzir o cansaço sentido nesse segmento do corpo.

A postura classificada como 7 se refere ao período em que o operador curva-se para a traseira do trator, visualizando o funcionamento do implemento. Apesar de essa postura representar uma porcentagem pequena em relação ao total, pela operação de subsolagem exigir essa atenção dividida do operador, é recomendado que sempre que possível seja reduzido o tempo exposto a esta postura.

Figura 19 - Níveis de ação em relação as 100 posturas analisadas, através dos quatro métodos de análise postural.



Fonte: Autora.

Durante a operação de máquinas agrícolas, o operador permanece a maior parte do tempo sentado, mudando de posição apenas em eventuais paradas necessárias. Na postura sentada, o peso corpóreo é transferido para o assento (MARQUES; HALLAL;

GONÇALVES, 2010). Essa postura requisita atividade dos músculos dorsal e ventral (IIDA, 2005). Embora a postura sentada seja considerada menos danosa que a postura em pé, Dul e Weerdmeester (2004) recomendam evitar longos períodos sentados, intercalando as tarefas que permitam a postura em pé, estática ou dinâmica. A postura sentada pode, ainda, ocasionar diversos tipos de danos à saúde do trabalhador, sobretudo, o sistema músculo-esquelético e o subsistema neural, que é formado pelas estruturas do sistema nervoso (MARQUES; HALLAL; GONÇALVES, 2010).

Segundo estudo ergonômico de Narimoto (2012) em trabalhadores de colhedoras, os operadores têm seus movimentos restritos, de forma que não conseguem realizar o alongamento dos membros e tronco, permanecendo na postura sentada por um tempo prolongado. Na operação de máquinas agrícolas, a rotação do tronco pode provocar dor e desconforto, especialmente na região da coluna vertebral e, por isso, a adoção de postura adequada ao sentar é muito importante para reduzir a sobrecarga na coluna, o que demanda manter um bom ângulo entre o tronco e as coxas, que deve ser, necessariamente, maior que 90° e menor que 110° (DE GUIMARÃES, 2011).

Ao ser questionado sobre isso, o operador retratou que o conforto proporcionado pela máquina durante a operação é alto, de modo que o máximo de dor sentido é um leve cansaço físico ao final do turno de trabalho. Portanto, Fontana et al., (2004) ressalta que os critérios a serem considerados no momento da escolha de uma máquina, não devem levar em conta apenas aspectos operacionais, mas também a segurança de quem vai operá-la, pois a capacidade operacional do trabalho depende das condições em que ele é realizado.

Entretanto, não há uma postura ideal. A manutenção de forma prolongada de qualquer postura tende a ser causa de desconforto ou dano aos segmentos corporais envolvidos, sendo por isso recomendado que, sempre que possível, haja orientação para variabilidade, para concepção de postos e estações de trabalho em que se permitam mudanças de postura (FILHO, 2006).

8. CONCLUSÕES

- I. A análise comparativa entre os métodos de análise postural RULA, REBA, OWAS e TOR-TOM permitiu evidenciar que, para a operação do conjunto trator-subsolador, o método RULA é o mais indicado;
- II. O método REBA apresenta características muito semelhantes ao RULA, permitindo ainda análise do corpo inteiro;

III. Apesar de os métodos RULA e REBA terem se apresentado de forma satisfatória em comparação aos demais, ainda assim, não existe um método capaz de abranger com detalhes o posicionamento do corpo inteiro do operador de máquinas agrícolas, considerando a angulação de membros superiores e inferiores, bem como fatores relevantes da atividade e do ambiente de trabalho.

IV. Em virtude da facilidade de aplicação, o método OWAS é mais indicado em análises menos complexas, rápidas e amplas;

V. O método TOR-TOM, apesar de, para as condições estudadas ser o menos indicado, em atividades de alta repetitividade, apresenta as condições mais favoráveis de análise;

VI. O grau de facilidade de aplicação, a importância das variáveis de postura e adicionais e a abrangência dos fatores da postura e da atividade alteram a análise dos métodos de análise postural, de modo que o mais adequado foi o que classificou-se de forma satisfatória nestas três variáveis, bem como, nos resultados finais apresentados;

VII. Pela singularidade característica de cada método e a fim de tornar as análises ergonômicas mais completas, é recomendado o uso de mais de uma ferramenta de análise postural, durante as avaliações.

VIII. A postura dos operadores de máquinas agrícolas apresentou-se de modo geral, satisfatória, com baixo risco ergonômico, elevando o risco para médio apenas em aproximadamente 3% - 4% do período de operação.

REFERÊNCIAS

ALONÇO, A. dos S. **Metodologia de projeto para a concepção de máquinas agrícolas seguras**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - UFSC. 221p. 2004.

ALONÇO, A. dos S. et al. Análise ergonômica do trabalho em atividades desenvolvidas com uma roçadora manual motorizada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 1638-1642, set./out. 2006.

ASHBY, L. et al. Evaluation in industry of a draft code of practice for manual handling. **Applied Ergonomics**, v.35, 2004. p.293-300.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9999**: Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas. Rio de Janeiro, 1987. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4254-3**: Tratores e máquinas agrícolas e florestais - Recursos técnicos para garantir a segurança. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br>>. Acesso em: 02 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12003**: Tratores agrícolas e florestais – Estruturas de proteção na capotagem (EPC) em tratores de rodas de bitola estreita. Parte I – Montagem na dianteira. Parte II – Montagem na traseira. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br>>. Acesso em: 02 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 11684**: Tratores, máquinas agrícolas e florestais, equipamentos motorizados de gramado e jardim- Sinais de segurança e pictogramas do risco- Princípios gerais. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/norma>>. Acesso em: 02 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 4252**: Tratores Agrícolas- Local de trabalho do operador- dimensões. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/norma>>. Acesso em: 02 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 15077**: Tractors and machinery for agriculture and forestry: operator controls: actuating forces, their displacement and location. Genève. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 12**: Norma Regulamentadora: Segurança no trabalho em Máquinas e Equipamentos- máquinas e implementos para uso agrícola e florestal. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr12.htm>>. Acesso em: 02 maio de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 17**: Norma Regulamentadora: Ergonomia. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso em: 02 maio de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NR 31**: Norma Regulamentadora: Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura,

Exploração Florestal e Aquicultura. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr31.htm>>. Acesso em: 02 maio de 2016.

BAESSO, M. M. et al. Avaliação do nível de ruído emitido por um conjunto trator pulverizador com e sem assistência de ar. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 16, p. 400-407. 2008.

BARTHE, B., et al. **Trabalhar em horários atípicos**. In: FALZON, P. Ergonomia. São Paulo: Ed. Blucher, 2007.

BATIZ, E. C.; VERGARA, L. G. L.; LICEA, O. E. A. Análise comparativa entre métodos de carregamento de cargas e análise postural de auxiliares de enfermagem. **Produção**, v. 22, p. Florianópolis, 2012.

BAUMHARDT, U.B. **Metodologia para concepção de cabines de máquinas agrícolas com enfoque na segurança e ergonomia**. 2012. 259p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

BERNARD, B.P. **Musculoskeletal disorders and workplace factors** – a critical review for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back. NIOSH. 590p. 1997.

BRITO, A. B. de. **Avaliação e redesenho da cabine do “feller-buncher” com base em fatores ergonômicos**. 2007. 151p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa- Viçosa. 2007.

CAPELETTI, B. G. M. **Aplicação do método RULA na investigação da postura adotada por operador de balanceadora de pneus em um centro automotivo**. 2013. 60p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

CASTILHO, J. B. S.; BARBIRATO, J. M. R. C.; SALES, C. M. R. Análise postural e ergonômica: estudo das atividades produtivas em uma Cooperativa de Laticínios localizada na cidade de Itaperuna - RJ. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v.11, p. 39-56. 2016.

COLOMBINI, D. et al. **Il método ocrá per l’analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti**. Milão: Franco Angeli, 2005.

COUTO, H.A. **Índice TOR-TOM**: indicador ergonômico da eficácia de pausas e outros mecanismos de regulação. Belo Horizonte. 334p. 2006.

COUTO H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho** - conteúdo básico - guia prático. Belo Horizonte: ERGO Editora. 272 p. 2007.

DAVID, G. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. **Occupational Medicine**. 10p. 2005.

de GUIMARÃES BM, et al. Análise da carga de trabalho de analistas de sistemas e dos distúrbios osteomusculares. **Fisioterapia em Movimento**. v. 24, p. 115-124, Curitiba, 2011.

DEMPSEY, P. et al. Influence of measurement accuracy on the application of the 1991 NIOSH equation. **Applied Ergonomics**, v.32, p.91-99, 2001.

DEMPSEY, P.G. Usability of revised NIOSH lifting equation. **Ergonomics**, v. 45, n. 12, p. 817-828, 2002.

DUL, J.; WEERDMEEESTER, B.; IIDA, I. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher. 137p. 2004.

[ERGOWEB] **Ergonomics Concepts**. Disponível em:<
<https://ergoweb.com/solutions/workplace-ergonomics>> . Acesso em: 10 maio 2016.

FERREIRA, A. L. R. **O uso de instrumentos de análise ergonômica no processo de trabalho agrícola: o caso da colheita mecanizada da cana-de-açúcar**. 2014. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). São Carlos, 2014.

FIEDLER, et al. Avaliação da carga de trabalho físico exigido em operações de produção de mudas ornamentais no Distrito Federal: Estudo de Caso. Sociedade de Investigações Florestais. Viçosa- MG. **Revista Árvore**. 6p. 2007.

FIEDLER, N. C. **Avaliação ergonômica de máquinas utilizadas na colheita de madeira**. 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal Viçosa, Viçosa. 1995.

FILHO, G. de. A. e S. **Avaliação de riscos para Ler/dort em empresa Metalúrgica – uma experiência de utilização do índice TOR-TOM e protocolo RODGERS de avaliação de posturas**. 2006. 113p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2006.

FIELDKIRCHER, B. E. **Análise comparativa de ferramentas para avaliação ergonômica**. 2015. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Horizontina, 2015.

FONTANA, G. et al. A. Avaliação de características ergonômicas no posto do operador em colhedoras combinadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal. 10p. 2004.

GÓMEZ-GALÁN, M., et al. Musculoskeletal disorders: OWAS review. **Industrial Health**. v. 55. p. 314–337. 2017.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes Médicas. 338 p. 1998.

GUIMARÃES, C.P. NAVEIRO, R. M. Revisão dos métodos de análise ergonômica aplicados ao estudo dos DORT em trabalho de montagem manual. **Produto & Produção**, v.7, p.63-75. 2004.

GUIMARÃES, L.B.M.; DINIZ, R. **Registro de posturas e avaliação do custo postural**. In: GUIMARÃES, L.B.M. (org.) Ergonomia do produto. Porto Alegre: ed. FEENG. 2004.

GUIMARÃES, L.B.M.; PORTICH, P. Análise postural da carga de trabalho nas centrais de armação e carpintaria de um canteiro de obras. In: ABERGO 2002 – **Anais...** VII Congresso Latino-americano de Ergonomia, Recife, 2002.

HAMRICK, C. Overview of Ergonomic Assessment. In W. S.Marras & W. Karwowski (Eds.), **Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics - Interventions, Controls and applications in occupational ergonomics**. Boca Raton: CRC Press. 16p. 2006.

HEDGE, et al. **Handbook of Human factors and Ergonomics Methods**. 681 p. 2005.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, v.31.p.201-205. 2000.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo, Edgard Blucher. 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IEA). Disponível em:<<http://www.iea.org/>> . Acesso em: 15 de maio de 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Tratores e Máquinas Agrícolas - Ponto de Referência do Assento- Método de Determinação. **ISO 3462**. Disponível em:
<http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=8805>.
Acesso em: 02 maio 2016.

JONES, T. et al. Physical demands analysis of occupational tasks in neighborhood pubs. **Applied Ergonomics**, n. 36. p. 535-545. 2005.

JUNIOR, M.M.C. Avaliação Ergonômica: Revisão dos Métodos para Avaliação Postural. Ergonomic Assessment: Postural Assessment Methods Review. **Revista Produção**, Florianópolis. 22f. . 2006.

JUNIOR, J. R. M. **Diretrizes para uso das ferramentas de avaliação de carga física de trabalho em ergonomia: equação NIOSH e protocolo RULA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Florianópolis, 2009.

KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis **Applied Ergonomics**, v. 8, p.199-201. 1977.

LIGEIRO, J. **Ferramentas de avaliação ergonômica em atividades multifuncionais: a contribuição da ergonomia para o design de ambientes de trabalho**. 2010. 219p. Dissertação (Mestrado em Design). São Paulo, 2010.

LATKO, W.A., et al. Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks. **American Industrial Hygiene Association Journal**. v.4, p. 278-285. 2010.

MALCHAIRE, J.B.; PIETTE, A. Co-ordinated strategy of prevention and control of the biomechanical factors associated with the risk of musculoskeletal disorders. **International archives of occupational and environmental health**. v.75. p.459-67. 2002.

MARCON, L. C. **Análise ergonômica das condições do trabalho de operação de tratores agrícolas**. 2013. 81p. Monografia. (Especialização em engenharia de segurança no trabalho). Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. Criciúma. 2013.

MARQUES, N. R.; HALLAL, C. Z.; GONÇALVES, M. Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da postura sentada: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, p. 270-276, 2010.

MASSACCESI, M., et al. Investigations of work-related disorders in truck drivers using RULA method. **Applied Ergonomics**, v. 34, p. 303-307, 2003.

MCATAMNEY, L.; CORLETT, N. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, v.24. p. 91-99, 1993.

MCATAMNEY, L.; CORLETT, N. Rapid Upper Limb Assessment (RULA). In N. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas & H. Hendrick (Eds.), **Handbook of Human factors and Ergonomics Methods**. 10p. 2005.

MERCHÁN, M. E. P.; JURADO, A. E. Nuevas condiciones laborales para el profesional de enfermería. **Anais...** Organización Panamericana de La Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS. 2002.

MINETTE, L. J., et al. Avaliação dos níveis de ruído, luz e calor em máquinas de colheita florestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.664-667, 2007.

NARIMOTO, L. R. **O trabalho dos operadores de máquinas colhedoras de cana-de-açúcar: uma abordagem ergonômica**. 2012. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, 2012.

OIT- Organização Internacional do Trabalho. Disponível em: <<http://www.ilo.org/brasil/lang--pt/index.htm>>. Acesso em: 05 jun 2017.

PAULUK, D; MICHALOSKI, A. O. Análise ergonômica do trabalho nas atividades de preparo do solo com trator agrícola. **Revista Espacios**. v. 37. p. 24- 35. 2016.

PAVANI, R. A.; QUELHAS, O. L. G. A avaliação dos riscos ergonômicos como ferramenta gerencial em saúde ocupacional. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, n. 13, Bauru, 2006. **Anais...** XIII SIMPEP, Unesp, 2006.

PERALTA, C. B. L., et al. O estudo das posturas e movimentos na área de desossa em um frigorífico de carne bovina. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010. **Anais...** XVII SIMPEP, Unesp, 2010.

PINHEIRO, A. K. S.; FRANÇA, M. B. A. **Ergonomia aplicada à anatomia e fisiologia do trabalhador**. Goiânia: AB Ed. 165p. 2006.

POSSEBOM, G. et. al. Avaliação ergonômica em um viveiro florestal de Santa Maria, RS. **Revista Tecno-lógica**, Santa Cruz do Sul, v.21. p. 30-36, 2017.

Previdência social. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/>>. Acesso em 18 nov. 2017.

RAMOS, M. S.; PINTO, R. B. R. Análise Ergonômica do Ambiente de Trabalho de uma indústria de laticínios situada na Zona da Mata Mineira. In: WORKSHOP DE ANÁLISE ERGONÔ- MICA DO TRABALHO, n.4, Viçosa, MG, 2009. Anais... IV Workshop de análise ergonômica do trabalho, 2009.

RINALDI, P. C. N. et al. Características de segurança e níveis de ruído em tratores agrícolas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 16, p. 215-224, 2008.

ROCCO, A. M.; SILVEIRA, A. D. Ferramental para eficiência em vendas. In: Congresso de Administração e Gerência, 2008, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Congresso de Administração e Gerência, 2008.

ROMAN-LIU, D. Comparison of concepts in easy-to-use methods for MSD risk assessment. **Applied Ergonomics**, v. 45, n. 3, p. 420-427, 2014.

ROZIN, D. et al. Conformidades dos comandos de operação de tratores agrícolas nacionais com a norma NBR ISSO 4253. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 1014-1019, set. 2010.

SANTOS, J.M.S.dos. **Desenvolvimento de um Guião de Seleção de Métodos para Análise de Riscos de Lesões Músculo-Esqueléticas Relacionadas com o Trabalho (LMERT)**. 2009. 201p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Humana) – Universidade do Minho, Portugal, 2009.

SCHLOSSER, et al. Antropometria Aplicada aos Operadores de Tratores Agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria. 5p. 2002.

SÉRIE A. **Normas e Manuais Técnicos**. Esforço por esforços repetitivos (LER) Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). Brasília. 35p. 2001.

SERRANHEIRA, F. **Lesões músculo-esqueléticas ligadas ao trabalho: que métodos de avaliação do risco?** 2007. 290p. Tese. (Doutorado em Saúde Pública)- Universidade Nova Lisboa, 2007.

SILVA, C.R.C. **Constrangimentos posturais em ergonomia – Uma análise da atividade do endodontista a partir de dois métodos de avaliação**. 2001. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

SILVA, M. P.; AMARAL, F. G. Condições de saúde e trabalho na indústria de abate e processamento de aves. In: Congresso Brasileiro de Ergonomia, **Anais...** 14º, ABERGO. 2006. Curitiba: UFPR, 2006.

SILVA, C. B. da., et al. Avaliação ergonômica de uma colhedora de cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 179-185, 2011.

SHIDA, G. J. BENTO, P. E. G. Métodos e ferramentas ergonômicas que auxiliam na análise de situações de trabalho. 2012. **Anais...** VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Rio de Janeiro, 2012.

STANTON, N.A.; ANNETT, J. Future directions for task analysis, In: Task Analysis, Stanton, N.A. and Annett, J. Eds., **Taylor & Francis**, London, pp. 229–234, 2000.

STRIEBEL, V.L.W. **Avaliação da percepção da carga de trabalho em fisioterapeutas em atividade de reabilitação de pacientes neurológicos**. 2003. 119 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

SIGNORI, L. GUIMARÃES, L. B. SAMPEDRO, R. M. Análise dos instrumentos usados para avaliação da ocorrência dos DORT/LER. **Produto & Produção**, v.7, p.51- 62. 2004.

SOUZA, V. C. **Uso de instrumentos de avaliação de riscos ergonômicos: teoria e prática**. 2011. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de São Carlos, 2011.

SKOGFORSK – The forestry research institute of Sweden. **Ergonomic guidelines for forest machines**. Uppsala, Sweden: Swedish National Institute for Working Life. 86 p. 1999.

TAUBE, O.L.S. **Análise da incidência de distúrbios musculoesqueléticos no trabalho do bibliotecário. Considerações ergonômicas com enfoque preventivo de LER/DORT**. 2002. 167p Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

VAN DER BEEK, A. J. et al. An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding. **Applied Ergonomics**, v.36, p.213–222, 2005.

VIEIRA, E.R.; KUMAR, S. Working postures: a literature review. **Journal of Occupational Rehabilitation**.16p. 2004.

WINDT, D. A.W. et al. Occupational risk factors for shoulder pain: a systematic review. **Occupational environmental medicine**. v.57. p. 433-42. 2000.

APÊNDICE E ANEXOS

APÊNDICE A- Levantamento dados do operador

Perfil do trabalhador:

1) Qual é sua idade?

16-26 anos 27-37 anos 38-48 anos Acima de 48 anos

2) Qual é sua escolaridade?

Analfabeto 1º Grau incompleto 1º Grau completo

2º Grau incompleto 2º Grau completo Superior incompleto

Superior completo

3) Há quanto tempo trabalha nesta atividade?

Menos de 1 ano Entre 1-2 anos Entre 2-3 anos Entre 3-4 anos

Entre 4-5 anos Acima de 5 anos

4) Você recebeu algum treinamento para operar a máquina?

Sim Não

Se sim, o curso auxiliou para o melhor desempenho na operação?

Sim, proporcionou melhor percepção dos comandos e controles, permitindo melhor desempenho final na máquina.

5) Você faz uso de bebida alcoólica durante os turnos de trabalho?

Sim Não

Se sim, com que frequência?

6) Realiza exames periódicos?

Sim Não

7) Qual é a quantidade de horas trabalhadas por dia?

Varia de acordo com a necessidade. Mas em média 9 horas de trabalho diário.

8) Já sofreu algum tipo de acidente durante a operação desta máquina agrícola? Caso tenham acontecido acidentes, como ocorreu?

Não.

9) Utiliza algum meio para diminuir as LER/ DORT? Exemplos: Esquema de rotação de posto de trabalho; Adoção de pausas programadas; Exercícios; Ginástica laboral.

Realiza pausas caso esteja com dor durante a realização da tarefa proposta.

10) Parte do corpo com mais dor ao realizar a atividade:

Região do pescoço e costas.

Características da máquina agrícola:

11) Qual a máquina e implemento utilizados durante a operação?

Trator Massey Ferguson 7180 e subsolador GTS- 05.

12) O assento do trator possui:

Sistema de amortecimento Encosto para os braços Encosto para a cabeça

13) O assento da máquina em que você trabalha, possui sistema de ajustes? Exemplos: ajuste de inclinação, de altura, de profundidade, no sistema de amortecimento, no encosto de braços e encosto de cabeça.

Sim Não

Algum comentário adicional a respeito de conforto, segurança ou sugestões de melhorias, etc:

ANEXO A- TOR-TOM

1. Cálculo da TOR (Taxa de Ocupação Real):

1.1 Descrever e quantificar as pausas regulares (almoço, se incluído no ciclo, diálogo de segurança, café, banheiro, ginástica, repouso.).

Quadro 3-Descrição das atividades gerais do TOR-TOM.

| Descrição da pausa | Duração (em minutos) | Número de vezes por turno | Tempo total (em minutos) |
|--|----------------------|---------------------------|--------------------------|
| Almoço | | | |
| Banheiro | | | |
| Ginástica laboral | | | |
| Café | | | |
| Outras- descrever | | | |
| A – Tempo total de pausas regulares (em minutos) | | | |
| B – Duração da jornada (em minutos) | | | |
| C – Porcentagem de repouso por pausas regulares (A x 100 / B) | | | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

1.2. Calcular a porcentagem de pausas curtíssimas:

Quadro 4-Cálculo de pausas curtíssimas.

| Ciclos | Atividade analisada (em segundos) | Pausas curtíssimas (em segundos) | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| | | | |
| D – Porcentagem de pausas curtíssimas (Atividade analisada x 100 / Pausas curtíssimas) | | | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

1.3. Calcular o tempo com atividade de baixa exigência em relação ao esforço principal

Quadro 5- Descrição das atividades de baixa exigência.

| Descrição da atividade de baixa exigência ergonômica | |
|--|--|
| | |
| E – Tempo total de atividades de baixa exigência ergonômica (em minutos) | |
| B – Duração da jornada (em minutos) | |
| F – Porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica (E x 100 / B) | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

1.4. Calcular a TOR (Taxa de Ocupação Real)

Quadro 6-Cálculo da TOR.

| | |
|---|---------|
| Tempo total | 100,00% |
| - (C) Porcentagem de repouso por pausas regulares | |
| - (D) Porcentagem de pausas curtíssimas | |
| - (F) Porcentagem de atividades de baixa exigência ergonômica | |
| =TOR (Taxa de Ocupação Real) | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

2- Cálculo da TOM (taxa de ocupação máxima) considerando as exigências ligadas às atividades repetitivas (pela TOCAR -Taxa de Ocupação Considerando a Atividade Repetitividade): (Caso não se trate de atividade repetitiva, ir direto ao quadro 15).

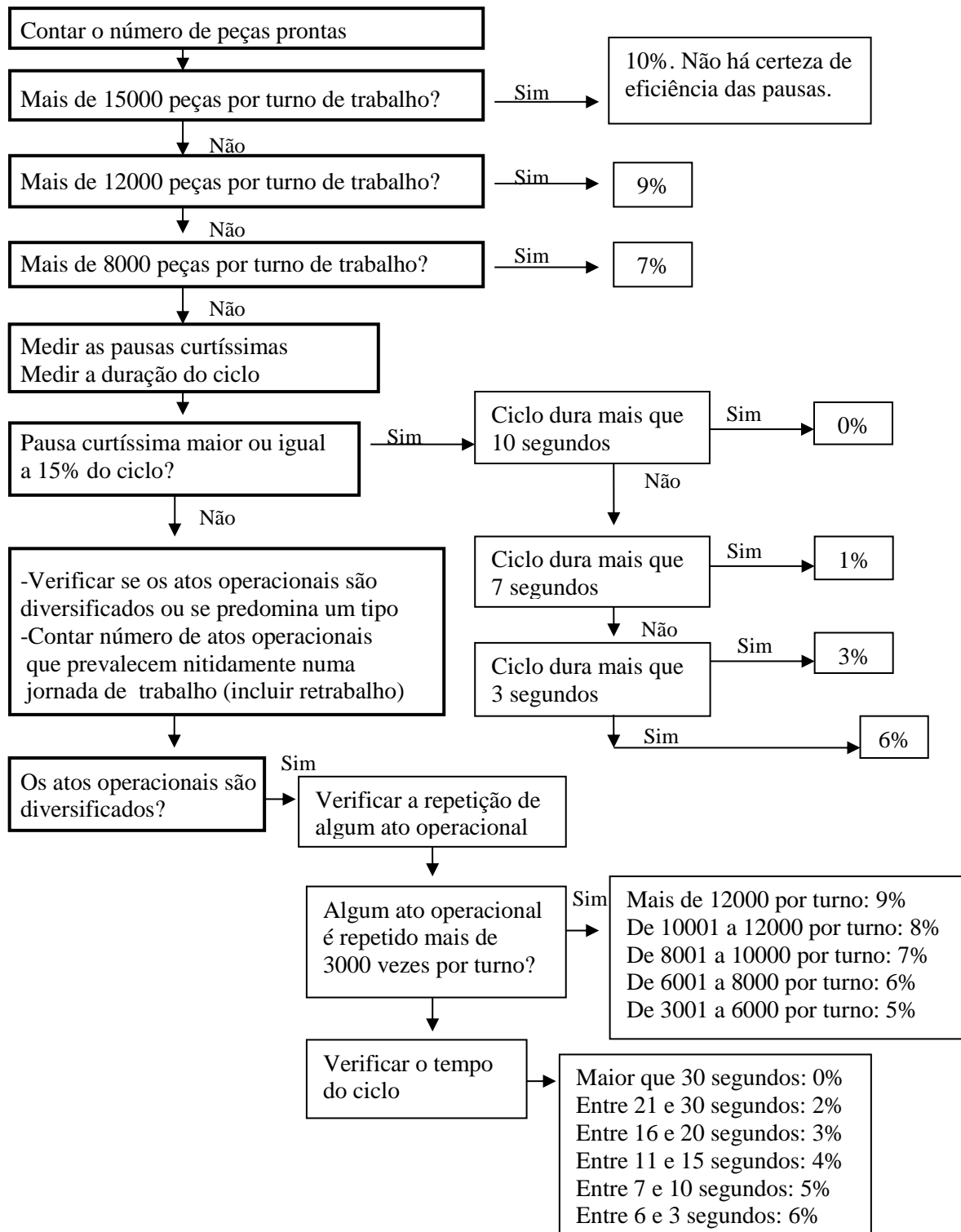
Quadro 7-Fatores na TOCAR.

| Fator | Tabela de referência | Número de pontos a considerar |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|
| FR (Fator Repetitividade) | Fluxograma 1 | |
| FF (Fator Força) | Fluxograma 2 | |
| FPM (Fator Peso Movimentado) | Quadro 6 | |
| FP (Fator Postura: punho, ombro e coluna) | Quadro 7 | |
| FEE (Fator Postura/Esforço Estático) | Quadro 8 | |
| FCM (Fator Carga Mental) | Quadro 9 | |
| TOCAR (em %)= 95-FR-FF-FPM-FP-FEE-FCM | | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

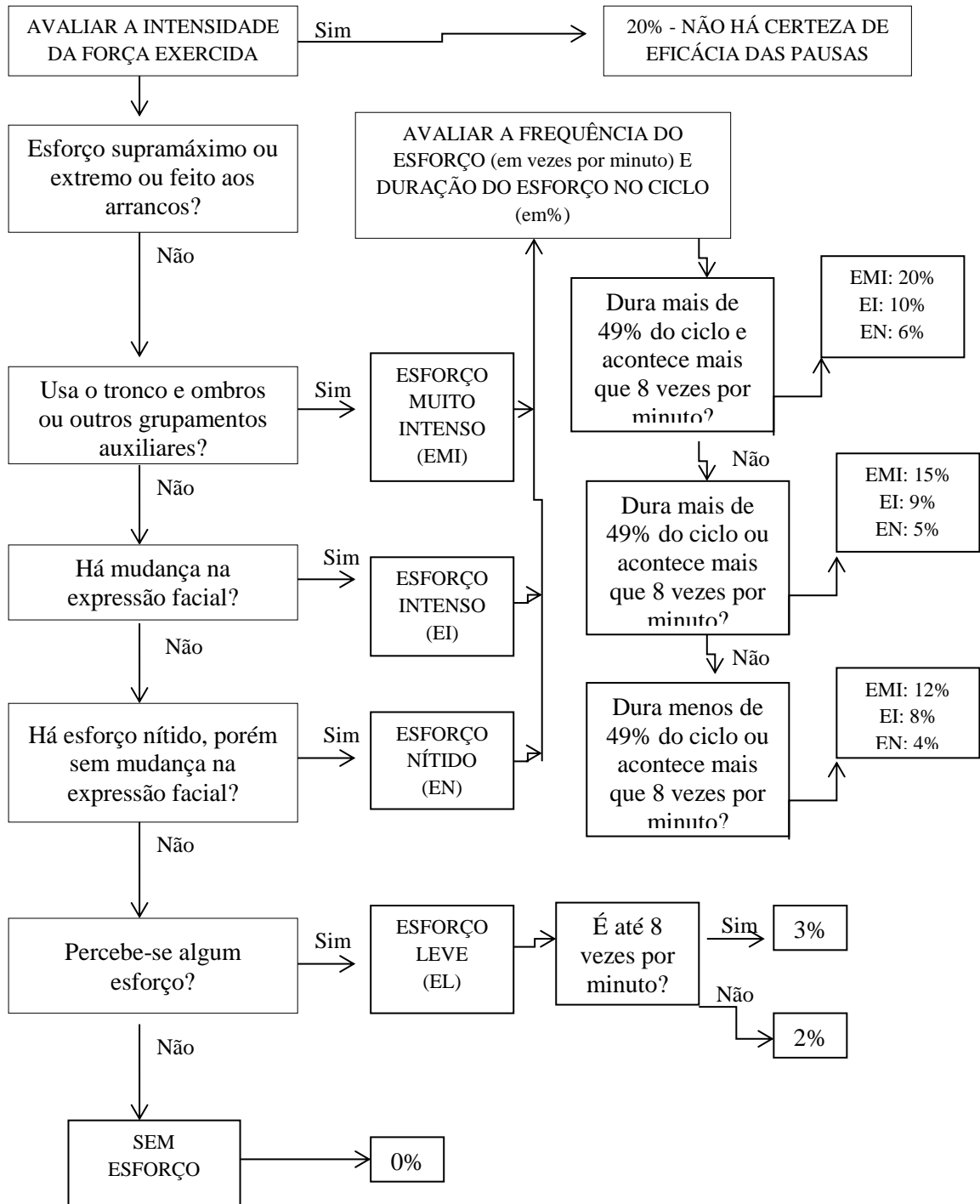
OBS: A TOCAR pode ser de no máximo 91%; caso a somatória dos fatores citados der mais que 91%, deve ser considerado 91%.

Figura 20-Fluxograma 1-Definição do fator Repetitividade (FR).



Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Figura 21-Fluxograma 2- Definição do Fator Força (FF).



Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Quadro 8-Definição do fator peso movimentado (FPM).

| | | |
|--|---|--|
| Resultado do peso movimentado no turno (em kgf x n x m). | Trabalhando sentado; Trabalho de pé, tendo de horizontalizar os braços e antebraços ao movimentar o peso; Levantamento de cargas tendo de fletir o tronco (ou agachar-s) pegando o peso próximo do chão (abaixo da altura do joelho). | Trabalhando em pé ou andando, com tronco na vertical e braços verticalizados (embora os antebraços possam estar horizontalizados). |
| Até 200 | 0 | 0 |
| 201-500 | 3 | 0 |
| 501-1000 | 5 | 2 |
| 1001-2000 | 8 | 3 |
| 2001-4000 | 10 | 4 |
| 4001-6000 | 12 | 5 |
| 6001-9000 | 14 | 7 |
| >9000 | 14(*) | 10 |
| >18000 | | 10(*) |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

(*) Não é possível afirmar quanto à eficácia do fator de recuperação. É necessária a melhoria nas condições de trabalho

Quadro 9-Definição do Fator Postura (FP) - (continua)

| Classificação da postura | Caracterização | Primeira ponderação: pela porcentagem dos ciclos em que a postura inadequada está presente | | | |
|--|---|--|-----------|-----------|------|
| | | <25% | 26% a 50% | 51% a 75% | >75% |
| Neutra, quase neutra ou em desvio leve | Punhos, cotovelos, ombros, pescoço e coluna trabalham próximos do neutro; não se percebe ação muscular nítida no sentido de mudar aquela articulação; ela se move mas apenas com pequenos movimentos em torno de seu ponto neutro. | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Desvio moderado | Percebe-se que houve um esforço muscular no sentido de girar aquela articulação, no entanto não se atingiu o ponto de desvio nítido citado na classificação seguinte. No pescoço: os músculos efetivamente levantaram, flexionaram, inclinaram ou torceram a cabeça. No tronco: ações fora de alcance normal, o tronco efetivamente encurvou, | 2 | 3 | 4 | 5 |

Quadro 10-Definição do Fator Postura (FP) - (conclusão)

| | | | | | |
|----------------|---|----|-----|-----|-----|
| | torceu, girou ou inclinou. No ombro: o braço (segmento superior) afastou-se do tronco até aproximadamente 60 graus. No punho: a mão efetivamente está se dobrando, estendendo ou desviando para um dos lados. | | | | |
| Desvio nítido | No pescoço: a cabeça moveu-se, como que para mirar o teto ou o céu; a cabeça projeta-se em direção ao tronco; no caso do pescoço torcido: o músculo esternocleidomastóide se tensa (pode ser palpado de forma firme); a cabeça inclinou-se, aproximando a orelha do ombro (flexão lateral). No tronco: a flexão ultrapassou os 45 graus; a torção ultrapassou os 45 graus; a inclinação lateral ultrapassou os 30 graus. Nos ombros: o braço (segmento superior) atingiu ou foi além da linha horizontal (acima de 90 graus). Nos punhos: punho fletido mais de 70 graus; punho estendido mais de 50 graus; punho em desvio ulnar maior que 20 graus. | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Desvio extremo | Equivale a posições forçadas, posturas que chocam o analista pela posição muito errada do(s) segmento(s) corpóreo(s). | 7* | 10* | 15* | 20* |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

(*) Não é possível afirmar quanto a eficácia de recuperação. É necessária a melhoria nas condições de trabalho.

Observação: o valor obtido nesta tabela deve ser multiplicado pelo fator de ponderação relacionado ao percentual de duração da postura indicada durante o ciclo.

Segunda ponderação: pela porcentagem de duração da postura indicada durante o ciclo

-Até 25%: multiplicar o valor encontrado na tabela acima por 0,5

-De 26% a 50%: multiplicar o valor encontrado na tabela acima por 0,75

-Maior que 50%: multiplicar o valor encontrado na tabela acima por 1

Quadro 11-Definição do Fator Esforço Estático (FEE).

| Classificação da postura/ esforço | Caracterização | Valor do Fator |
|--|---|-----------------------|
| Esforço estático leve a moderado | Pescoço com algum desvio. Sentado em posição estática, sem poder apoiar o dorso. Braço(s) (porção superior) abduzido(s) mantido(s) próximos de 45 a 60 graus (braço aberto). Parafusadeiras fora da área de alcance normal, porém com apoio para a mão. Extensão leve dos braços (para trás). Esforços em que o(s) antebraço(s) está (ão) suspenso(s) porém há movimentação ativa das mãos. Esforços em que o (s) antebraço (s) está (ão) pronado(s) permanentemente, porém há movimentação ativa das mãos. Pinça firmando, embora com pouca força. | 2 |
| Esforços estáticos significativos, porém alternados com esforços dinâmicos ou períodos de repouso. | Pescoço excessivamente fletido, ou excessivamente estendido ou em torção ou inclinação lateral. Trabalho de precisão visual. Tronco fora do eixo vertical. Posição assimétrica do corpo ao executar o trabalho (desequilibrada). Braços abduzidos ou fletidos entre 60 e 90 graus. Esforços em que o(s) antebraço(s) está (ão) pronado(s) permanentemente e há pouca movimentação das mãos. Pinça firmando, fazendo força. Mãos em morsa (atenção especial para situação de sustentação de peça, enquanto se controla sua qualidade). Sustentar objetos numa posição fixa, exercendo força considerável. Diversos tipos de contração estática, concomitantemente. | 5 |
| Esforço estático significativo com alguma movimentação. | Trabalho manual de alta precisão ou exatidão, porém com mudança de posição de 20% a 5% do ciclo. Trabalho com empenho visual intenso, mas com alternância do ponto de focalização em 20% a 50% do ciclo. Braços acima do nível da cabeça. | 8 |
| Esforços estáticos significativo, com pouco ou nenhum esforço dinâmico. | As mesmas situações anteriores, com pouco alívio do esforço estático. Trabalho manual de alta precisão ou exatidão. Trabalho com empenho visual intenso. | 10 |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Observações:

- O apoio em dispositivo, manopla ou, mesmo, em almofada diminui ou elimina o esforço estático.
- O esforço estático pode existir quando o trabalhador está usando um equipamento sustentado por balancim e este está puxando demais para cima.
- Quando, na eventualidade, uma das mãos estiver fazendo um esforço e a outra outro esforço ao mesmo tempo, pontuar somente uma vez por aquele de maior valor.

Para o cálculo da Carga mental, é analisado o quadro a seguir e aplicado um ponto quando existe a situação determinada.

Quadro 12-Itens a serem considerados para determinação do fator Carga Mental (FCM).

| Predominantes | Situações características de carga mental que devem ser consideradas |
|------------------------|--|
| Atividades industriais | <ul style="list-style-type: none"> -Responsabilidade por alimentar uma linha, instituindo o ritmo de produção; -Alguma operação bastante crítica na posição de trabalho, com alto impacto na qualidade do produto; -Necessidade de contar enquanto embala determinado produto; -Posição estrangulada, gargalo; -Montagem com peça em movimento; -Ter que controlar qualidade do processo enquanto realiza a operação; -Variação frequente do tipo de produto na linha exigindo concentração para atender à variação-por exemplo, num instante vem um automóvel como um conjunto de acessórios, a seguir outros acessórios; -Decisão complexa de forma constante- com poucas padrões objetivos; -Acompanhamento da operação de duas ou mais máquinas ao mesmo tempo; -Escolha de peças por códigos ou identificação, acima de duas referências; -Leitura obrigatória do modo operacional a cada ciclo; -Necessidade de interpretação nas operações de regulagem; -Riscos significativos em termos de qualidade por arranhões, batida, alinhamento e posicionamento (atenção e precaução); -Posicionamento delicado feito as cegas (sem visão do que está fazendo); -Operação com risco significativo em termos de segurança; -Multifuncionalidade na rotina do trabalho (mais de cindo tarefas de forma constante)-obs- não é contada a multi-habilidade; -Ter que controlar a qualidade final de processo que envolve o trabalho de outros; -Trabalhar de costas para o fluxo de produção. |
| Outras atividades | <ul style="list-style-type: none"> -Atendimento a público em situação de reclamações; -Decisão complexa de forma constante – com poucos padrões objetivos; -Pressão de fila (pode ser fila física ou por atendimento telefônico); -Pressão de tempo constante; -Mudanças frequentes de escala -Ter que memorizar um número significativo de senhas na rotina do trabalho (mais que três); |
| Geral | <ul style="list-style-type: none"> -Pressão de tempo, especialmente caracterizada como temporal ao longo de um dia de trabalho ou mesmo durante as horas de trabalho; - Informações em mudanças contínua; -Necessidade de constante atualização quanto ao tipo de serviço; -Alta concentração mental na situação de trabalho; -Esforço mental constante visando superar dificuldades tecnológicas; -Situações que envolvem com frequência a possibilidade de ocorrência de frustração. |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Posteriormente ao cálculo da TOCAR, é necessário levar em consideração possíveis dificuldades ao trabalho e os mecanismos de regulação do trabalho (Quadro 10 e 11).

Quadro 13-Cálculo dos graus de dificuldade - (continua).

| Somar os pontos | | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Graus de dificuldade | Caracterização | Número de pontos a considerar |
| Fatores biomecânicos do | Contato com quinas vivas; | 1 |

Quadro 14- Cálculo dos graus de dificuldade - (continua).

| | | |
|---|--|---|
| posto de trabalho e/ou do ambiente físico. | Uso de ferramentas vibratórias de forma rotineira; Trabalho em ambiente frio (<18° C de temperatura efetiva). | 1 |
| Grau de treinamento (acima de 2 meses, para qualquer tipo de serviço, considerar 0 ponto) | Empregado novo- 15 primeiros dias | |
| | -Tarefa de mover partes | 1 |
| | -Tarefa de montagem- coordenação motora exigindo precisão | 2 |
| | -Tarefa de montagem fina | 3 |
| | Empregado novo- 15 dias a 1 mês | |
| | -Tarefa de mover partes | 1 |
| | -Tarefa de montagem- coordenação motora exigindo precisão | 2 |
| | -Tarefa de montagem fina | 2 |
| | Empregado novo- 1 a 2 meses | |
| | -Tarefa de mover partes | 0 |
| | -Tarefa de montagem- coordenação motora exigindo precisão | 1 |
| | -Tarefa de montagem fina | 2 |
| Retorno de férias ou de afastamento maior que 15 dias durante os 15 primeiros dias. | -Tarefa de mover partes | 0 |
| | -Tarefa de montagem- coordenação motora exigindo precisão | 1 |
| | -Tarefa de montagem fina | 2 |
| Processo novo (acima de 2 meses, considerar 0 pontos). | Primeiro mês de implantação | 2 |
| | 2º mês de implantação | 1 |
| Ritmo de trabalho. | Ritmo normal | 0 |
| | Apertado mas consegue acompanhar | 1 |
| | Apertado e tem dificuldades de acompanhar | 2 |
| Prêmio de produtividade individual que se reflete em aumento do | Trabalhador treinado com limite máximo de 20% da produção normal; | 0 |
| | Pouco treino, com limite máximo | 1 |
| | Sem limite máximo | 2 |
| número de movimento. | | |
| Monotonia | Algum grau de monotonia | 0 |
| | Monotonia significativa | 1 |
| Ambiente psicossocial | Tranquilo, nível normal de tensão | 0 |
| | Tensão leve (por exemplo, toda situação de montagem com peça trazida pela esteira sem ter que controlar qual é a sua peça); quando há metas que devem ser cumpridas (produção/hora, produção/turno). | 1 |
| | Tensão intensa | 2 |
| Dificuldades temporárias decorrentes de fatores relacionados ao gerenciamento – incluem falta de material, problema com qualidade de materiais, alto nível de turnover, alto absenteísmo, inexistência do trabalhador substituto e outras que o pesquisador apurar. | Com alguma sobrecarga | 1 |

Quadro 15- Cálculo dos graus de dificuldade - (conclusão).

| | | |
|---|--|---|
| | Com alta sobrecarga | 2 |
| Heterogeneidade dos ocupantes de linhas de produção (com interdependência). | Alternância frequente de pessoal na linha | 1 |
| | Trabalhador com idade superior a 45 anos | 1 |
| | Trabalhador com idade superior a 45 anos, tendo o ritmo imposto por pessoas mais jovens | 2 |
| | Trabalhador mais experiente tendo que compensar trabalho de novato na função até 90 dias | 1 |
| Índice de reprocesso | Varição até 10% acima do normal | 0 |
| | Varição de 11% a 30% acima do normal | 1 |
| | Varição maior que 30% acima do normal | 2 |
| Duração da jornada | Turnos de até 8 horas, ou de poucos minutos a mais de 8 horas com a finalidade de compensar feriados prolongados | 0 |
| | Turnos de até 8 horas e até 2 horas extras por semana por acréscimo de jornada | 0 |
| | Turnos de até 8 horas com mais de 2 horas extras por semana por acréscimo de jornada | 1 |
| | Turnos maiores que 8 horas | 2 |
| | Turnos maiores que 8 horas e horas extras (continuação ou aos sábados) | 3 |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Quadro 16-Cálculo dos mecanismos de regulação - (continua).

| Considerar 1 ponto para cada um dos fatores aqui relacionados | |
|--|--|
| Mecanismos de regulação | Consideração |
| Possibilidade de parar o processo para concluir a tarefa. | Existência de botão; Processos do tipo <i>stop and go</i> (a peça fica parada junto do trabalhador e o comando de avanço está em suas mãos). |
| Possibilidade de interromper temporariamente o serviço (para necessidades pessoais, conversar ou, mesmo, quando estiver se sentindo desconfortável). | Existência de <i>buffer</i> ou pulmão, ou liberdade para acelerar ou desacelerar o ritmo de trabalho; Não se aplicam aqui as situações de tempo-máquina ou quando o atraso ou a parada geram tensão por não ter sido o resultado obtido, bem como eventuais atrasos difíceis de serem justificados. |
| Possibilidade de mudança de posição do corpo. | O trabalhador pode executar a atividade de pé ou sentado, não havendo inconveniente quanto a isso. |
| Possibilidade de regular a altura do posto de trabalho. | Pode ser mediante regulação fácil da altura da cadeira; atenção especial quanto a compressão das coxas pelo mecanismo de tracionamento da esteira quando se sobe a cadeira, pelos mecanismos de tracionamento da esteira. No caso de se trabalhar de pé, considerar somente se o mecanismo de regulação da altura da máquina for facilmente operado. |

Quadro 17-Cálculo dos mecanismos de regulação - (conclusão).

| | |
|---|---|
| Possibilidade de mudar o posicionamento dos objetos e ferramentas no posto de trabalho. | Trata-se de conseguir evitar um posicionamento estático dos diversos segmentos corpóreos ao realizar a atividade; por exemplo, colocar o teclado um pouco mais para a frente ou para trás, aproximar ou afastar a peça que está sendo trabalhada, colocar ferramentas em posições diferentes. |
| Equipe afinada para fazer o trabalho | |
| Possibilidade de dividir o trabalho em época de sobrecarga. | |
| Existência de mão-de-obra certificada para cobrir absenteísmo (não só de falta real ao trabalho, mas também de ausência do trabalhador no posto de trabalho, mesmo estando presente na empresa. | Por exemplo, trabalhador polivalente com a tarefa específica de cobrir ausência para treinamento, reuniões de trabalho, faltas, idas ao ambulatório médico, revisão de saúde, ida ao banheiro, amamentação e outros fatos comuns na empresa que afastam o trabalhador da atividade. |
| Possibilidade de ajuda por parte da supervisão ou outros em caso de necessidade. | Supervisão disponível, trabalhador polivalente disponível, contramestre, bem preparado disponível. |
| Refeição no meio da jornada, não paga pela empresa, com duração mínima de 30 minutos. | |
| Ginástica laboral feita por profissionais competente, estruturada com base nas exigências da tarefa, em horário predeterminado e cumprida. | |
| Troca de tipo, preparação de máquina (<i>setup</i>) ou manutenção não diária, porém feita até de três em três dias. | |
| Rodízio eficiente (considerar 2 pontos). | Há alternância das exigências das partes do corpo. |
| Rodízio não eficiente biomecanicamente. | |
| Trabalho de boa qualidade intrínseca. No caso de mais de um fator presente, pontuar 2 pontos. | Atividade que tem ciclos completos, em que o operador tem autoridade e criatividade para solucionar os problemas e em que há <i>feedback</i> dos resultados. |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

3. Uma vez considerado as dificuldades e os mecanismos de regulação, é necessário executar a ponderação da Taxa de Ocupação Máxima considerando a atividade repetitiva:

- Se Graus de dificuldade > Mecanismos de Regulação em 50% ou mais- é necessário reduzir 5% na TOM;
- Se Mecanismos de Regulação > Graus de dificuldade em 50% ou mais- é necessário um aumento de 5% na TOM;

4. Cálculo da TOM em atividades não repetitivas (pela TOCAMP- taxa de ocupação considerando o ambiente, metabolismo, postura e demais fatores).

Quadro 18-Planilha dos fatores.

| Fator | Tabela de referência | Número de pontos a considerar |
|--|----------------------|-------------------------------|
| Dispêndio energético | Quadro 13 | |
| Calor | Quadro 14 | |
| Frio | Quadro 14 | |
| Vibração manual | Quadro 15 | |
| Vibração de corpo inteiro | Quadro 15 | |
| Ruído | Quadro 16 | |
| Ambiente confinado | Quadro 16 | |
| Roupa de trabalho | Quadro 16 | |
| Emanações | Quadro 16 | |
| Postura básica | Quadro 17 | |
| TOCAMP= 100% - o maior valor obtido | | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Quadro 19-Definição do fator dispêndio de energia de energia no trabalho (FDE).

| Classificação do dispêndio de energia | Caracterização | Valor do fator (%) |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Leve | Atividades feitas, em geral, sentado, com movimentos leves a moderados de mãos e/ou braços. De pé, trabalho leve em máquinas ou bancada, principalmente com os braços; inclui a operação de máquinas operatrizes, em que o trabalhador, embora trabalhe em pé, basicamente coloca a máquina em operação, sem fazer esforço para que o trabalho seja feito. De pé, parado, com pouco esforço. | 0 |
| Moderado | Atividades feitas em geral de pé: -trabalho leve ou moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação e algum esforço; -em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar; | 4 |
| Pesado | Atividade de pé, fazendo força. Trabalho de movimentação de cargas e pacotes até o limite de 23 kg, embora frequente. | 10 |
| Muito pesado | Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos muito pesados. | 30 |
| Pesadíssima | Atividade de carregar peças ou pesos pesados ou com esforço ou subir escadas com eles- por exemplo, carregadores de sacas de mantimentos. | 50 |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Quadro 20-Definição dos valores ligados à condição climática - (continua).

| Fator da condição climática | Caracterização | Número de pontos a considerar % |
|---|--|---------------------------------|
| Calor (para considerar a classificação de trabalho, ver quadro 17). | Trabalho leve- de até 30° C | 0 |
| | Trabalho moderado- até 26,7° C | |
| | Trabalho pesado- até 25° C | |
| | Trabalho leve- entre 30,1° C e 30,6° C | 25 |
| | Trabalho moderado- entre 26,8° C e 28° C | |
| | Trabalho pesado- entre 25,1° C e 25,9° C | |
| | Trabalho leve- entre 30,7° C e 31,4° C | 50 |
| | Trabalho moderado- entre 28,1° C e 29,4° C | |
| | Trabalho pesado- entre 26° C e 27,9° C | |

Quadro 21-Definição dos valores ligados à condição climática - (conclusão).

| | | |
|--|---|---|
| | Trabalho leve- entre 31,5° C e 32,2° C | 75 |
| | Trabalho moderado- entre 29,5° C a 31,1° C | |
| | Trabalho pesado- entre 28° C a 30° C | |
| | Trabalho leve- acima de 32,2° C | Não é possível calcular qualquer fator. É necessária a melhoria nas condições de trabalho |
| | Trabalho moderado- acima de 31,1° C | |
| | Trabalho pesado- acima de 30° C | |
| Frio | Acima de 18° C até 23° C- temperatura efetiva* | 0 |
| | De 10° C a 17° C- atividade fisicamente moderada a pesada | 0 |
| | De 15° C a 17,9° C (regiões de clima quente); de 12° C a 17,9° C (regiões de clima subsequente) ou de 10° a 17,9° C (clima mesotérmico); atividade fisicamente leve. | 16*** |
| Frio-frigorífico e indústrias de processamento de carne. Câmaras de conservação de alimentos. | 9° C a 12° C- Sala de corte e desossa de carnes. EPI- Moleton, meia térmica e luvas de borracha. | 25%=Tempo máximo de exposição contínua ao frio: 6 horas. |
| | 5° C a 9° C- Antecâmaras frias, corredores de câmaras frias, câmaras de resfriamentos. EPI- Moleton, meias botas térmicas, luvas de algodão e luvas de borracha. | 25%=Tempo máximo de exposição contínua ao frio: 6 horas. |
| | -3° C a 5° C- Câmaras de resfriamento, de conservação, de conservação de cortes e produtos in natura e produtos cozidos. EPI- Moleton, meias e botas térmicas, calça e jaqueta térmica, luvas térmicas. | 75%=Tempo máximo de exposição contínua ao frio: 2 horas. |
| | -15° C a -37° C- Túneis de congelamento e câmaras de conservação de congelados. EPI-Moleton, meias e botas térmicas, calça e jaqueta térmica, luvas térmicas. | 87,5%=Tempo máximo de exposição contínua ao frio: 1 hora. |
| | -37° C a -50° C- Túneis de congelamento automático. EPI-Moleton, meias e botas térmicas, calça, jupon e capuz térmicos, luvas térmicas e manta de proteção da face. | 97%=Tempo máximo de exposição contínua ao frio: 15 minutos sem nenhuma ventilação. |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

*Temperatura efetiva=Valor obtido em álbaco psicrométrico considerado a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a ventilação do ambiente.

**16% Equivalente a 20 minutos, de recuperação fora do ambiente frio a cada 2 horas; ou 10 minutos, de recuperação a cada hora trabalhada.

Quadro 22-Definição dos valores ligados à vibração – (continua).

| Fator do ambiente físico | Caracterização qualitativa | Caracterização quantitativa (medida da | Número de pontos a considerar |
|--------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|
|--------------------------|----------------------------|--|-------------------------------|

Quadro 23-Definição dos valores ligados à vibração - (conclusão).

| | | vibração) | % |
|---------------------------|--|-------------------------------|----------|
| Vibração segmentar | Equipamentos de baixa vibração ou vibração imperceptível. Exemplos: Cortador de grama, parafusadeira de fenda, furadeira de bancada. | < 4 m/s ² | 0 |
| | Equipamento de média vibração, como: Serra tico-tico; serra de disco; lixadeira; politriz; furadeira manual; esmeril. | 4 a 6 m/s ² | 50 |
| | Equipamento de alta vibração, como: Perfuratriz de mineração; compactador de solo; parafusadeira de boca; furadeira de impacto. | 6 a 8 m/s ² | 75 |
| | Equipamento de altíssima vibração, como: motosserra e martetele pneumático. | 8 a 12 m/s ² | 88 |
| Vibração de corpo inteiro | Vibração imperceptível ou não desconfortável. | <0,315 m/s ² | 0 |
| | Vibração pouco desconfortável. | 0,315 a 0,63 m/s ² | 50 |
| | Vibração medianamente desconfortável. | 0,5 a 1 m/s ² | 75 |
| | Vibração inconfortável | 0,8 a 1,6 m/s ² | 88 |
| | Vibração muito inconfortável | 1,25 a 2,5 m/s ² | 94 |
| | Vibração extremamente inconfortável | (>2,5 m/s ²) | 98 |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

Quadro 24-Definição dos valores ligados a outros fatores do ambiente físico.

| Fator do ambiente físico | Caracterização | Número de pontos a considerar |
|--|--|--------------------------------------|
| Ruído (independente do uso de proteção) dBA* ou dosimetria | Abaixo de 80 dB | 0 |
| | De 80 a 85 dB | 2 |
| | De 86 a 95 dB | 5 |
| | De 96 a 100 dB | 10 |
| | Acima de 100 dB | 15 |
| Ambiente | Confinado, cubículos | 10 |
| Roupa de trabalho e EPI | Sem restrições | 0 |
| | De média restrição (luvas industriais ou de raspa de couro, óculos para pó com abas laterais). | 10 |
| | De alta restrição (botas de borracha, roupas de amianto ou similar, roupas de proteção obstrutivas, máscaras de gás ou óculos tipo ampla visão preso por elástico ao rosto). | 15 |
| Emanações, gases e/ou poeiras | Alguma emanção | 5 |
| | Emanção significativa (a existência de pausas não dispensa outras medidas de higiene ocupacional). | 10 |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

(*) dBA: unidade de medida de nível de pressão sonora na escala de compensação “A” do decibelímetro.

Quadro 25-Cálculo do fator postura básica (FPP).

| Fator físico | Caracterização | Número de pontos a considerar |
|---------------------|---|--------------------------------------|
| Posição do corpo | Alternado, sentado e de pé. | 0 |
| | De pé, parado ou andando pouco durante a maior parte da jornada, piso duro. | 11 |
| | Idem, porém em tapete antifadiga. | 9 |
| | De pé, apoiado em banco próprio para o apoio das nádegas. | 5 |
| | Andando, sem impedimento, sem carga. | 5 |
| | Andando, com impedimento ou carga. | 14* |
| | Sentado-bem sentado. | 5 |
| | Sentado-mal sentado. | 10 |
| | Com o tronco predominantemente encurvado durante a atividade laborativa. | 20** |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

(*) Depende do dispêndio energético (FDE)

(**) Não se garante a eficácia da pausa

5. Valor final do índice TOR – TOM:

Quadro 26-Cálculo final do índice TOR-TOM

| TOR (Taxa de Ocupação Real) | Menos | TOM (Taxa de Ocupação Máxima) (considerar o menor valor dos dois indicadores apurados) | | Resultado do Índice TOR-TOM |
|--|--------------|---|---------------|--|
| | | TOCAR | TOCAMP | |
| | — | ou | | |

Fonte: adaptado de COUTO, 2006.

6. Interpretação:

De modo geral, os resultados apresentados pelo método TOR-TOM, podem ser três formas:

- 1- Quando o Índice TOR for menor que TOM, então se conclui pela eficácia das pausas de recuperação e, inexistência de risco ergonômico.
- 2- Quando TOR for igual ao TOM, então se está situado em uma situação de máximo aproveitamento da mão-de-obra, com o risco ergonômico no limite.
- 3- E quando TOR é maior que TOM, temos as situações mais críticas, onde os mecanismos de recuperação não estão sendo adequados, apresentando dificuldades, fadiga, ou seja, apresentando elevado risco ergonômico.

ANEXO B- RULA

No quadro 25 são apresentadas as pontuações para os segmentos do grupo A, referente aos membros superiores (braço, antebraço, pulso e rotação do pulso), enquanto que no quadro 26 são apresentadas as pontuações para os segmentos do grupo B, referente o pescoço, tronco e membros inferiores (pernas).

Quadro 27-Pontuação para as posturas segundo o método RULA.

| Parte do Corpo | Posição | Pontuação | Alterações às pontuações |
|------------------|----------------------------|-----------|--|
| Braço | 20° Flexão e Extensão | 1 | Abdução +1 Ombro elevado +1 Braço apoiado -1 |
| | Extensão +20° | 2 | |
| | Flexão +20° e 45° | 2 | |
| | Flexão +45° e 90° | 3 | |
| | Flexão +90° | 4 | |
| Antebraço | Flexão entre 0° e 60° | 2 | Adução ou Cruzamento da linha média + 1 |
| | Flexão entre 60° e 100° | 1 | |
| | Flexão +100° | 2 | |
| Punho | Flexão e Extensão alinhado | 1 | Desvio da linha neutra +1 |
| | Flexão e Extensão de 15° | 2 | |
| | Extensão +15° | 3 | |
| | Flexão +15 | 3 | |
| Rotação do Punho | Rotação média | 1 | |
| | Rotação extrema | 2 | |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 28-Pontuação para as posturas segundo o método RULA.

| Parte do Corpo | Posição | Pontuação | Alterações às pontuações |
|----------------|--|-----------|--------------------------------------|
| Pescoço | Extensão | 4 | Rotação +1 Inclinação lateral +1 |
| | Flexão entre 0° e 10° | 1 | |
| | Flexão entre 10° e 20° | 2 | |
| | Flexão +20° | 3 | |
| Tronco | Flexão 0° | 1 | Rotação +1 Inclinação Lateral + 1 |
| | Flexão entre 0° e 20° | 2 | |
| | Flexão entre 20° e 60° | 3 | |
| | Flexão + 60° | 4 | |
| Pernas | Pernas e pés bem apoiados e equilibrados | 1 | |
| | Pernas/pés não corretamente apoiados | 2 | |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Após a pontuação para os dois grupos é avaliado a atividade desenvolvida, à qual se acrescenta 1 se a postura for totalmente estática ou repetida mais de quatro vezes por minuto. O uso da força também entra como parâmetro analisado para após originar a pontuação total de cada um dos grupos.

Quadro 29-: Descrição do uso da força para o método RULA.

| Força (Kgf) | |
|-------------|---|
| Pontuação | Situação |
| 0 | Sem carga ou até 2 |
| 1 | Carga intermitente entre 2 e 10 |
| 2 | Carga estática ou repetidas entre 2 e 10 |
| 3 | Carga estática ou repetidas superiores a 10 Choques ou Forças instantâneas |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

A partir dessas observações, é aplicada a combinação de valores nos quadros A e B:

Quadro 30-Pontuação do grupo A.

| Braço | Antebraço | Pulso | | | | | | | | |
|-------|-----------|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | |
| | | Rotação Pulso | | Rotação Pulso | | Rotação Pulso | | Rotação Pulso | | |
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | 3 | 6 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| 6 | 1 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 |
| | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

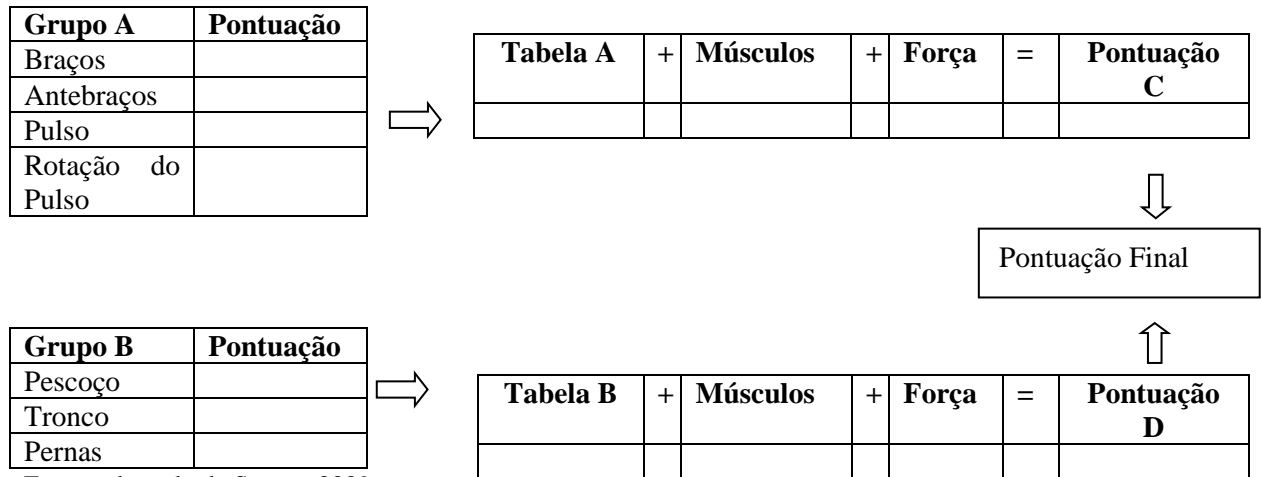
Quadro 31-Pontuação do grupo B.

| Pescoço | Tronco | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | |
| | Pernas | | Pernas | | Pernas | | Pernas | | Pernas | | Pernas | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 6 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Desse modo, acrescido os valores de uso de musculatura e também de força, resulta nas pontuações C e D. A estrutura de pontuação pode ser apresentada por:

Figura 22-Estrutura de cálculo do RULA.



Fonte: adaptado de Santos, 2009.

De posse da informação da pontuação C e D, recorre-se ao quadro 6 para obter o resultado final do RULA.

Quadro 32-Pontuação C.

| | | Pontuação D- PESCOÇO, tronco e pernas | | | | | | |
|--|-----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7+ |
| Pontuação C- Membros Superiores | 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 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Os valores encontrados no quadro C são comparados com os valores do quadro de níveis de classificação do RULA e dessa forma, determinando a ação a ser executada (Quadro 25). Níveis mais baixos demonstram menores necessidades de intervenção ergonômica e níveis mais altos são atribuídos a posturas inadequadas e, portanto, necessitando de maior análise e com maior urgência.

Quadro 33-Níveis de ação do método RULA.

| Pontuação | Nível de Ação | Ação |
|------------------|----------------------|---|
| 1 ou 2 | 1 | Postura aceitável se não for mantida ou repetida por longos períodos |
| 3 ou 4 | 2 | Será preciso investigar melhor e poderão ser necessárias modificações |
| 5 ou 6 | 3 | É urgente investigar melhor e realizar modificações |
| 7 ou mais | 4 | Investigações e modificações são necessárias imediatamente |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

ANEXO C- OWAS

Para a análise a partir do método OWAS, inicialmente é realizado uma classificação de acordo com os segmentos do corpo, como segue o Quadro 26.

Quadro 34-Pontuação para as posturas através do método OWAS.

| Parte do Corpo | Posição | Pontuação |
|--------------------|---|-----------|
| Tronco | Ereta | 1 |
| | Inclinada para frente ou para trás | 2 |
| | Ereta e torcida | 3 |
| | Inclinada e torcida | 4 |
| Membros Superiores | Os dois braços abaixo do nível dos ombros | 1 |
| | Um braço ao nível ou acima do ombro | 2 |
| | Os dois ao nível ou acima dos ombros | 3 |
| Membros Inferiores | Sentado | 1 |
| | De pé, apoio bilateral com joelhos estendidos | 2 |
| | De pé, apoio unilateral com joelhos estendidos | 3 |
| | De pé ou agachado, apoio bilateral com joelhos flectidos | 4 |
| | De pé ou agachado, apoio unilateral com joelhos flectidos | 5 |
| | Ajoelhado com um ou dois joelhos | 6 |
| | Caminhando ou em movimento | 7 |
| Carga ou força | Menor ou igual a 10 Kg | 1 |
| | Entre 10 Kg e 20 Kg | 2 |
| | Mais que 20 Kg | 3 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Uma vez tendo realizado essas avaliações e obtendo tais valores de posturas, essa combinação é aplicada no Quadro 27.

Quadro 35-Categorias de ação segundo combinação de posturas do OWAS - (continua).

| C | MS | Membros Inferiores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | |
| | | Carga ou Força | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 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 | 1 | 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 |

Quadro 36-Categorias de ação segundo combinação de posturas do OWAS - (conclusão).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 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 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Onde:

-C: Coluna;

-MS: Membros Superiores.

Assim, a partir das avaliações realizadas, as posturas são classificadas dentre as quatro categorias, como é apresentado a seguir:

Quadro 37-Níveis de ação do método OWAS.

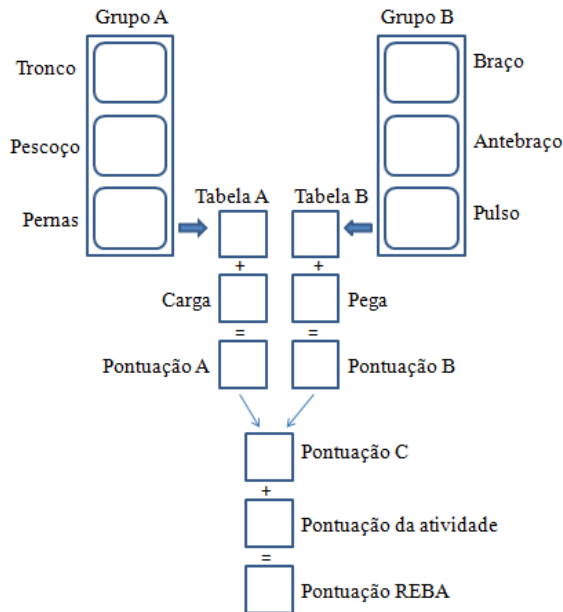
| Nível de Ação | Ação a ser tomada |
|----------------------|--|
| 1 | Postura normal, sem necessidade de medidas corretivas. |
| 2 | São necessárias correções em um futuro próximo. |
| 3 | São necessárias correções tão logo quanto possível. |
| 4 | São necessárias correções imediatas. |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

ANEXO D- REBA

O método REBA utiliza como ferramenta inicial uma folha de pontuação em relação a segmentos corporais para posteriormente pontuar a postura (Figura 3).

Figura 23-Folha de pontuação REBA.



Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Como observado, inicialmente são apontados às pontuações dos grupos A e B, sendo adicionado a isso, se necessário, valores de Pega e Carga/Força, obtendo assim a pontuação A e B. Inserindo essas informações conjuntas em um novo quadro, obtém-se uma nova pontuação C, a qual deve ser somada valores adicionais pela atividade, quando necessário, resultando na pontuação final do REBA. Essa sequência de tabelas pode ser observada a seguir.

Quadro 38-Pontuação para as posturas do Grupo A -(continua).

| Parte do Corpo | Posição | Pontuação | Alterações às pontuações |
|----------------|------------------------|-----------|---|
| Tronco | Ereto | 1 | Rotação ou flexão lateral do corpo +1 |
| | Flexão entre 0° e 20° | 2 | |
| | Extensão | 2 | |
| | Flexão entre 20° e 60° | 3 | |
| | Flexão +60° | 4 | |
| Pescoço | Flexão entre 0° e 20° | 1 | Rotação ou flexão lateral do pescoço +1 |
| | Flexão +20° | 2 | |
| | Extensão | 2 | |

Quadro 39-Pontuação para as posturas do Grupo A -(conclusão).

| | | | |
|--------|--|---|--|
| Pernas | Peso bilateral, sentado ou andando | 1 | Flexão dos joelhos entre 30° e 60° +1 |
| | Suporte unilateral, suporte rápido ou postura instável | 2 | Flexão dos joelhos maior que 60° (apenas em pé) +2 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 40-Pontuação para as posturas do Grupo B.

| Parte do Corpo | Posição | Pontuação | Alterações às pontuações |
|----------------|-----------------------------------|-----------|--|
| Braço | Entre extensão 20° a flexão a 20° | 1 | Adução +1 Elevação de ombro +1 Apoiado suportando o peso do braço -1 |
| | Extensão +20 | 2 | |
| | Flexão entre 20° a 45° | 2 | |
| | Flexão entre 45° e 90° | 3 | |
| | Flexão +90° | 4 | |
| Antebraço | Flexão entre 60° e 100° | 1 | |
| | Flexão 0 a 60° ou +100° | 2 | |
| Pulso | Flexão e Extensão entre 0° e 15° | 1 | Desvio ou rotação de pulso +1 |
| | Flexão e Extensão + 15° | 2 | |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 41-Pontuação para o grupo A.

| | PESCOÇO | | | | | | | | | | | |
|--------|---------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
| | Pernas | | | | Pernas | | | | Pernas | | | |
| Tronco | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 6 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3 | 2 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 4 | 3 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | 4 | 6 | 7 | 8 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 9 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 42-Pontuação para o grupo B - (continua).

| | Antebraço | | | | | |
|-------|-----------|---|---|-------|---|---|
| | 1 | | | 2 | | |
| | Pulso | | | Pulso | | |
| Braço | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 8 |
| | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 43-Pontuação da carga.

| 0 | 1 | 2 | +1 |
|----------|----------|----------|---|
| < 5 Kgf | 5-10 Kgf | > 10 Kgf | Choque ou rápido desencadeamento da força |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 44-Pontuação da pega.

| 0 (boa) | 1 (aceitável) | 2 (má) | 3 (inaceitável) |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Pega bem ajustada e pega de potência | Pega aceitável mas não ideal ou a pega é aceitável feita por outra parte do corpo | Pega não aceitável apesar de possível | Difícil e inseguro, sem pegas ou pega inaceitável usando outras partes do corpo |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 45-Pontuação C.

| | | Pontuação B | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Pontuação A | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 |
| | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 46-Pontuação da atividade.

| Pontuação | Descrição |
|------------------|---|
| +1 | Corpo totalmente estático. |
| +1 | Pequeno número de ações repetidas mais de 4 vezes por minuto (não inclui caminhar). |
| +1 | A ação causa rápidas alterações às posturas numa base instável. |

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

Quadro 47-Níveis de ação do método REBA.

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

Fonte: adaptado de Santos, 2009.

RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Devido a singularidade e especificidade do trabalho, recomenda-se expandir o estudo para outras máquinas agrícolas, a fim de determinar o melhor método de avaliação postural também nessas situações.

Partindo da conclusão de que não há um método considerado perfeito, recomenda-se a realização de análises posturais utilizando uma combinação de métodos, a fim de avaliar a viabilidade e eficiência dessas avaliações.

Recomenda-se, em novas análises, ampliar os subcritérios de comparação entre os métodos, a fim de determinar com maior precisão o mais adequado.

Apesar das posturas apresentadas pelo operador serem predominantemente satisfatórias, recomenda-se desenvolver formas de melhorias de projeto para as máquinas, a fim de minimizar qualquer possibilidade de lesão.