

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CAIO RAFAEL DE OLIVEIRA SIQUEIRA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE MONTAGEM:
ESTUDO DE CASO**

MANAUS
2020

CAIO RAFAEL DE OLIVEIRA SIQUEIRA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE MONTAGEM:
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção

Orientador(a): Prof(a). MSc. Nadja Polyana Felizola Cabete.

MANAUS
2020

CAIO RAFAEL DE OLIVEIRA SIQUEIRA

**ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM UMA INDÚSTRIA DE
MONTAGEM: ESTUDO DE CASO**

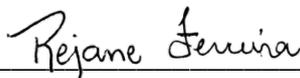
Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data de aprovação: Manaus (AM), 19 de novembro de 2020.

Banca examinadora:



Prof. MSc. Nadja Polyana Felizola Cabete – Orientadora
Universidade do Estado do Amazonas



Prof. MSc. Rejane Gomes Ferreira – Avaliadora
Universidade do Estado do Amazonas



Prof. Dra. Renata da Encarnação Onety - Avaliadora
Universidade do Estado do Amazonas

DEDICATÓRIA

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Este trabalho é dedicado a eles.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora prof. MSc. Nadja Polyana Felizola Cabete por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Aos meus pais Renato Mota e Maria Ozeneide que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Seja água, se adapte ao meio.

RESUMO

A busca pela máxima eficiência e os prazos que as empresas têm de colocar os seus novos produtos no mercado estão cada vez menores, fatores estes que requerem um estudo detalhado para a implantação do projeto e diante da pressão do atendimento do cronograma de implantação o fator ergonômico, e a adequação ergonômica para esse novo processo acaba gerando impactando . O objetivo deste trabalho é realizar uma análise ergonômica no processo de montagem de componentes em uma empresa do segmento de duas rodas do Polo Industrial de Manaus (PIM). O método adotado para a execução da pesquisa foi o Estudo de Caso, por se tratar de um levantamento mais aprofundado a respeito da ergonomia no posto de trabalho de prensa de componentes. No decorrer da pesquisa foi analisada a situação atual de como o operador executa o processo de prensagem de componentes e encaixe de válvula, após identificação que a pegada do aro não é segura devido a inadequação da ferramenta utilizada pelo operador cuja força de encaixe é de 1,3 Kg.F (ideal < 0,6 Kg. F), havendo consequências de DORT e Tenossinovite. Notou-se que não há o devido suporte para a realização das atividades e há esforço excessivo no pulso, musculo flexor e adutor do polegar. A análise ergonômica mostrou através dos métodos BRIEF e OCRA Checklist que o processo apresenta um risco alto ao colaborador, em áreas propensas à DORT nas regiões do punho, mãos e cotovelos. A solução adotada para este problema foi a automatização fazendo com que o processo de encaixe da válvula fosse realizado por um cilindro pneumático durante a prensagem do rolamento. Com essa implementação, muito do esforço do colaborador na realização da atividade foi reduzido, principalmente da região do pulso e das mãos. Com a melhoria do processo foi possível aliviar as tensões osteomusculares do colaborador. Com o processo automático, houve redução no fator fadiga do operador, convergindo assim em um resultado favorável no OCRA que apresentou um índice baixo na nova avaliação.

Palavras-Chave: Análise Ergonômica. OCRA Checklist. Avaliação BRIEF.

ABSTRACT

The search for maximum efficiency and the time that companies have to place their new products on the market are getting smaller and smaller, factors that require a detailed study for the implementation of the project and ergonomics are often disregarded. The objective of this work is to carry out an ergonomic analysis in the component assembly process in a company in the two-wheel segment of the Manaus Industrial Pole (PIM). The method adopted for the execution of the research was the Case Study, as it is a more in-depth survey of ergonomics in the workstation of the component press. During the research, the current situation of how the operator performs the component pressing and valve fitting process was analyzed, identifying that the rim grip is not safe due to the inadequacy of the tool used by the operator whose fitting force is 1, 3 Kg.F (ideal <0.6 Kg. F), with consequences of WMSD and Tenosynovitis. It was noted that there is insufficient support to perform the activities and there is excessive effort on the wrist, flexor muscle and adductor pollicis. The ergonomic analysis showed through the BRIEF and OCRA Checklist methods that the process is a high risk to the employee, in areas prone to WRMD in the regions of the wrist, hands and elbows. The solution adopted for this problem was automation, causing the valve fitting process to be carried out by a pneumatic cylinder during the pressing of the bearing. With this implementation, much of the employee's effort in carrying out the activity was reduced, especially in the wrist and hand region. With the improvement of the process, it was possible to relieve the musculoskeletal tension of the employee. With the automatic process, there was a reduction in the operator's fatigue factor, thus converging in a favorable result in OCRA, which presented a low index in the new evaluation.

Keywords: Ergonomic analysis. Production. OCRA Checklist. BRIEF evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O sistema OCRA e suas três ferramentas	21
Figura 2 - Novo cálculo de procedimento para o Checklist OCRA	26
Figura 3 – Análise da situação atual	29
Figura 4 - Prensagem de componentes e encaixe de válvula	30
Figura 5 - Encaixe de válvula	30
Figura 6 - Encaixe de válvula manual	31
Figura 7 - Análise das causas	32
Figura 8 - Anatomia da Mão	32
Figura 9 - Análise Ergonômica - BRIEF	33
Figura 10 - Análise Ergonômica - OCRA.....	34
Figura 11 - Análise de Frequência – OCRA	35
Figura 12 - Análise de Frequência – OCRA	35
Figura 13 - Análise de Frequência – OCRA	35
Figura 14 - Análise de Força– OCRA.....	36
Figura 15 - Análise de Força – OCRA.....	37
Figura 16 - Análise de Postura – OCRA.....	37
Figura 17 - Análise de Postura – OCRA.....	38
Figura 18 - Análise de Fatores Complementares – OCRA.....	38
Figura 19 - Diagnóstico Geral – OCRA	39
Figura 20 - Solução proposta - Cilindro Pneumático	40
Figura 21 - Nova análise ergonômica.....	41
Figura 22 – Novo diagnostico ergonômico	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Chave de pontuação de risco.....	19
Tabela 2 - Valores do índice OCRA	22
Tabela 3 - OCRA Checklist: Cálculo do tempo líquido de trabalho repetitivo.....	24
Tabela 4 - Tempo total líquido do ciclo de trabalho repetitivo	24
Tabela 5 - multiplicador de duração proposto aumenta a cada hora adicional de exposição	25
Tabela 6 - Índice OCRA: multiplicador para cada número de horas sem tempo de recuperação adequado	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 ERGONOMIA.....	13
2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO	14
2.2.1 ANÁLISE DA DEMANDA	14
2.2.2 ANÁLISE DA TAREFA	14
2.2.3 ANÁLISE DAS ATIVIDADES	15
2.2.4 FORMULAÇÃO DO DIAGNÓSTICO	15
2.2.5 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS.....	15
2.3 RISCOS OCUPACIONAIS	16
2.3.1 RISCO FÍSICO.....	16
2.3.2 RISCO QUÍMICO.....	16
2.3.3 RISCO BIOLÓGICO.....	16
2.3.4 RISCO ERGONÔMICO	17
2.3.5 RISCO DE ACIDENTE.....	17
2.4 DORT	17
2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA	18
2.5.1 BRIEF.....	18
2.5.2 OCRA.....	20
3 METODOLOGIA	27
4 ESTUDO DE CASO	28
4.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE	29
4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS - DIAGNÓSTICO.....	32
4.3.1 BRIEF	33
4.3.2 OCRA.....	34
4.3.2.1 ANÁLISE DE FREQUÊNCIA.....	34
4.3.2.2 ANÁLISE DE FORÇA	36
4.3.2.3 ANÁLISE DE POSTURA.....	37
4.3.2.4 FATORES COMPLEMENTARES	38
4.3.2.5 PONTUAÇÕES INTRÍNSECAS E O RESULTADO.....	39
5 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

As indústrias de manufatura operam em um ambiente altamente competitivo e buscam cada vez mais se reinventar em resposta às principais demandas e desafios que o mercado impõe. Um desses desafios é o desenvolvimento de novos produtos, cada vez mais variados e personalizados, para tentar alcançar a maior parcela de clientes possível. Isso requer alterações em projetos de engenharia e nos métodos de produção, que muitas vezes não são estudados para avaliação dos riscos ocupacionais relacionados.

Novos processos muitas vezes requerem o uso de equipamentos complexos, difíceis de operar, e com isso um esforço diferente dos operadores, às vezes menor, às vezes maior, estes últimos podendo ultrapassar os limites de suas capacidades, gerando riscos ocupacionais que às vezes são desconsiderados. Quando isso ocorre, esses riscos resultam em distúrbios musculoesqueléticos (MSD), os quais são frequentemente observados e relatados como responsáveis por um percentual elevado de lesões e doenças no local de trabalho objeto deste estudo. Com o uso de ferramentas de análise ergonômica, é possível reduzir os riscos de MSD através de alternativas projetadas visando a melhor qualidade de vida para o trabalhador.

Desta forma, este estudo busca identificar os riscos e impactos ergonômicos em uma linha de produção para implantação de novos modelos de produtos, tentando elucidar os métodos de falhas e levando-se em consideração as pequenas alterações no procedimento de montagem que por vezes não é visto, o que ocasiona problemas de saúde ao trabalhador no decorrer do tempo.

Para isso, o objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise ergonômica no processo de montagem de componentes em uma empresa do segmento de duas rodas do Polo Industrial de Manaus (PIM), tendo como objetivos específicos a análise da relação de produtividade com o alinhamento ergonômico no posto de trabalho, especificamente para o posto de prensa de componentes do cubo central do conjunto roda, e a estimativa do impacto postural no desempenho do trabalhador na atividade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ERGONOMIA

De acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA, 2017) a ergonomia é a ciência que estuda o entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema.

A ergonomia é apresentada como uma prática de transformação (seja através de adaptação ou concepção) de situações diversas, portanto, é um módulo científico de uma natureza aplicada (FALZON, 2007). A prática participa numa dimensão metodológica fundamental de conhecimento em ergonomia, onde saber como manipular define um método de análise, sabendo manipular define uma prática de intervenção e manipular para conhecer define uma pesquisa metodologia, delineando assim as premissas desta ciência (PIZO & MENEGON, 2010)

A ergonomia pode ajudar engenheiros de produção a produzir resultados máximos de trabalho sem danos físicos para trabalhadores. Isso significa que ergonomia é projetar para uso humano e suas áreas de pesquisa e aplicação compreendem o projeto de sistemas de trabalho, incluindo equipamentos, ambiente, interfaces, materiais e ferramentas dentro dos recursos humanos para reduzir lesões e fadigas e melhorar os resultados (CHAFFIN, 2006).

Diretrizes e princípios ergonômicos são valiosos para evitar que os trabalhadores tenham exaustões e tensões que levam a potenciais problemas relacionados ao trabalho, como distúrbios musculoesqueléticos e neuromusculares. Muitos dos valores ergonômicos podem ser alcançados usando técnicas como redesenhar, padronizar e reduzir ou eliminar riscos de fatores para o desenvolvimento potencial de DORT (Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho), especialmente os fatores de risco físico.

A pesquisa em ergonomia pode promover benefícios com a aplicação de melhores práticas à rotina dos trabalhadores e, conseqüentemente, nos resultados globais da organização. Com base nisso e da exigência do Ministério do Trabalho para a realização da Análise Ergonômica do Trabalho por parte das organizações, um estudo ergonômico sob esta metodologia mostra-se um caminho viável para a prevenção dos riscos ocupacionais.

2.2 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A análise ergonômica do trabalho (AET) é a melhor forma de se conhecer o ambiente de trabalho com a intenção de proporcionar mudanças que podem ser significativas de modo positivo com relação às condições de trabalho dos colaboradores. A AET é responsável por um diagnóstico preciso, o qual orienta e conduz as mudanças necessárias para melhorar as condições ergonômicas do trabalho, enfocando nos riscos a serem identificados (MENEZES, 2014).

O método AET se subdivide em cinco etapas: análise da demanda; análise da tarefa em um posto de trabalho; análise da atividade; diagnóstico; e recomendações que serão vistas nos tópicos subsequentes.

2.2.1 Análise da demanda

A análise da demanda deve ser o ponto de partida da análise ergonômica, pois é a partir dela que se torna possível identificar os possíveis e prováveis problemas existentes no ambiente de trabalho analisado (GUÉRIN, 2001).

Demanda é a descrição de um problema ou uma situação problemática, que justifique a necessidade de uma ação ergonômica. Ela pode ter diversas origens, tanto por parte da direção da empresa, como da parte dos trabalhadores e suas organizações sindicais. A análise da demanda procura entender a natureza e a dimensão dos problemas apresentados. Muitas vezes, esse problema é apresentado de forma parcial, mascarando outros de maior relevância (Santos;Fialho, 1997). Neste trabalho, a demanda surge da constatação de ausência de estudos ergonômicos para analisar os processos de introdução de novos modelos de produtos.

2.2.2 Análise da tarefa

Tarefa é um conjunto de objetivos prescritos, que os trabalhadores devem cumprir. Ela corresponde a um planejamento do trabalho e pode estar contida em documentos formais, como a descrição de cargos. Informalmente, pode corresponder a certas expectativas gerenciais.

A análise da tarefa auxilia na comparação do trabalho prescrito com o trabalho realizado, em que quanto maior a diferença do cenário averiguado para o idealizado, maior será a probabilidade de problemas a serem encontrados (ABRAHÃO, 2009).

Essas diferenças podem acontecer porque as condições efetivas (como máquinas desajustadas, materiais irregulares) são diferentes daquelas previstas e também porque nem todos os trabalhadores seguem rigidamente o método prescrito.

2.2.3 Análise das atividades

A análise da atividade refere-se ao comportamento do trabalhador na execução da tarefa. A forma como o trabalhador realiza a atividade é influenciada por fatores internos e externos. Os internos podem ser sua formação, experiência, idade, sexo e outros, além de sua disposição momentânea, como motivação, vigilância, sono e fadiga (Santos e Fialho, 1997). Os fatores externos podem ser as condições em que a atividade é executada, como conteúdo do trabalho (objetivos, regras e normas); organização do trabalho (constituição de equipes, horários, turnos); e meios técnicos (máquinas, equipamentos, arranjo e dimensionamento do posto de trabalho, iluminação, ambiente térmico).

2.2.4 Formulação do Diagnóstico

O diagnóstico procura descobrir as causas que provocam o problema descrito na demanda. Refere-se à análise dos diversos fatores, relacionados ao trabalho e à empresa, que podem levar o indivíduo a realizar a atividade de trabalho de determinada maneira (Santos e Fialho, 1997).

É a partir do diagnóstico que se torna possível compreender os riscos ergonômicos e pensar nas recomendações ergonômicas. Em geral, é nesta etapa da AET que são aplicadas as ferramentas e métodos de análise ergonômica, como o OCRA, por exemplo.

2.2.5 Recomendações Ergonômicas

As recomendações referem-se às providências que deverão ser tomadas para resolver o problema diagnosticado. Elas devem ser claramente especificadas, descrevendo-se todas as etapas necessárias para resolver o problema.

2.3 RISCOS OCUPACIONAIS

Risco, diferentemente de perigo, denota incerteza em relação a um evento futuro, podendo ser definido como a probabilidade de ocorrência, de concretização desse evento indesejado (perigo). O Glossário da Norma Regulamentadora Nº 10 (NR-10) define o risco como a capacidade de uma grandeza potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.

Para Barbosa (2018) classificar os riscos não é uma tarefa fácil, tendo em vista que a cada dia surgem novos eventos, novos tipos de trabalho, novas situações práticas que levam as classificações cada vez mais complexas de se analisar, forçando a segurança do trabalho criar novas tecnologias de prevenção cada vez mais precisas.

Nos tópicos subsequentes são especificados cada risco, regulamentados pela Portaria nº 25 de 29 de dezembro de 1994 do MTE, que classifica em cinco grupos (Grupo 1 – risco físico); (Grupo 2 – risco químico); (Grupo 3 – risco biológico); (Grupo 4 – risco ergonômico) e (Grupo 5 – risco de acidente).

2.3.1 Risco físico

Os riscos físicos são o ruído, as vibrações, as radiações ionizantes e não ionizantes, o frio e o calor, as pressões anormais e a umidade.

É sinalizado pela cor verde no mapa de riscos.

2.3.2 Risco químico

Os riscos químicos são as poeiras, os fumos, as névoas, neblinas e gases, os vapores e as substâncias, compostos ou produtos químicos em geral.

É sinalizado pela cor vermelha no mapa de riscos.

2.3.3 Risco biológico

Os riscos biológicos são os vírus, as bactérias, os protozoários, os fungos, os parasitas e os bacilos.

É sinalizado pela cor marrom no mapa de riscos.

2.3.4 Risco ergonômico

Os riscos ergonômicos são o esforço físico intenso, o levantamento e transporte manual de peso, a exigência de postura inadequada, o controle rígido de produtividade, a imposição de ritmos excessivos, o trabalho em turno noturno, as jornadas de trabalho prolongadas, monotonia e repetitividade e outras situações causadores de estresse físico e/ou psíquico.

É sinalizado pela cor amarela no mapa de riscos.

2.3.5 Risco de acidente

Os riscos de acidente são o arranjo físico inadequado, as máquinas e equipamentos sem proteção, as ferramentas inadequadas ou defeituosas, a iluminação inadequada, a eletricidade, a probabilidade de incêndio ou explosão, o armazenamento inadequado, os animais peçonhentos e outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

É sinalizado pela cor azul no mapa de riscos.

2.4 DORT

DORT refere-se a distúrbios inflamatórios ou degenerativos não traumáticos das estruturas musculoesqueléticas do pescoço, costas, membros superiores ou inferiores. Eles se desenvolvem ao longo do tempo e surgem quando as capacidades de adaptação e reparo das estruturas afetadas foram excedidas. O papel das exposições físicas e psicossociais do trabalho no desenvolvimento de DORT está agora bem estabelecido (COENEN, 2014). Também sabemos que existem evidências modestas de que algumas intervenções ergonômicas podem reduzir essas exposições ocupacionais e ter um efeito significativo na incidência ou prevalência de DORT nos trabalhadores (TULLAR, 2010).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o termo distúrbios osteomuscular relacionados ao trabalho (DORT) "Descreve uma ampla gama de fatores inflamatórios e degenerativos doenças e distúrbios que resultam em dor e funcionamento imparidade. Surgem quando os indivíduos são expostos a atividades

de trabalho e condições que contribuam significativamente ao seu desenvolvimento ou exacerbação, mas que pode não ser sua única causa” (WHO, 1985).

A OMS declarou que o ambiente de trabalho significativamente contribui para doenças relacionadas ao trabalho, parcialmente causadas por condições de trabalho adversas ou agravadas, acelerada ou exacerbada pelas exposições no local de trabalho (WHO, 1985; SHARAN, 2012).

A prevenção de DORT entre trabalhadores de linha de produção depende da identificação precisa da exposição a riscos ocupacionais. Diferentes métodos e ferramentas foram desenvolvidos para avaliar a exposição a fatores de risco para DORT relacionadas ao trabalho. Eles podem ser divididos em três grupos de acordo com a técnica de medição. Eles são o autorrelato, a medição direta e os métodos observacionais (CHOOBINEH, 2015). Os métodos de observação consistem em observar diretamente o trabalhador e as tarefas correspondentes como o BRIEF e o OCRA. Estes dois métodos de avaliação ergonômica são confiáveis e válidos para analisar postos de trabalho e tipos de postura que envolvem os membros superiores.

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA

Os métodos de avaliação ergonômica consistem basicamente em realizar um diagnóstico ergonômico de uma atividade específica com a finalidade de identificar as exigências e necessidades do posto de trabalho e os riscos associados.

Existes vários métodos disponíveis na literatura, cada um enfatizando a análise de um aspecto específico, ou um grupo deles, como postura, membros superiores, carga mental etc. Os métodos escolhidos neste trabalho foram o BRIEF e o OCRA, pois com os dois é possível ter uma visão ampla e mais assertiva do processo avaliado. O OCRA é uma análise mais detalhada em relação a frequência da atividade e força enquanto o BRIEF se destaca pois apresenta uma análise melhor a relação de postura durante a atividade, por este motivo a união dos dois métodos se torna essencial para o entendimento da situação atual.

2.5.1 BRIEF

O método BRIEF (*Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors*) de avaliação ergonômica, trata-se de uma pesquisa e ferramenta de triagem que utiliza

um sistema de classificação estruturada e formalizada para identificar posturas e os fatores de risco ergonômicos. A pesquisa BRIEF é semelhante ao RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), que analisa as mesmas nove partes do corpo, incluindo os ombros esquerdo e direito, cotovelos, mãos, pulsos e pescoços, costas e pernas individualmente (HUMANTECH, 1995).

Segundo Humantech (1995), os componentes do método BRIEF consistem na: postura, força, duração e frequência para cada uma das partes do corpo. Cada uma dessas categorias pode receber uma pontuação 0 (fator de risco não presente) ou 1 (fator de risco presente). A pontuação total para uma área corporal é determinada pela soma das suas pontuações para as quatro categorias, com uma pontuação total máxima de 4 (Tabela 1).

Tabela 1 - Chave de pontuação de risco

Risco de lesões baixas	Risco de lesões médias	Risco de lesões altas
0 ou 1	2	3 ou 4

Fonte: Adaptado de Humantech (1995).

Para medir a força, um dinamômetro de preensão pode ser usado para medir com precisão a quantidade de força exercida pelo mãos de um funcionário para agarrar um objeto. As forças variam de 2 a 20 libras, dependendo da a parte do corpo e aderência. A frequência é determinada contando o número de posturas semelhantes durante um ciclo de trabalho, enquanto a duração é medida como qualquer postura mantida por dez segundos de mais tempo. A frequência varia de 2 a 30 repetições por minuto e a duração é expressa como uma porcentagem para as pernas ou em segundos para as demais partes do corpo.

As medidas de postura necessárias para a Pesquisa BRIEF têm critérios diferentes para cada uma das partes do corpo (SORENSEN, 2002).

As mãos e pulsos esquerdos ou direitos são avaliados para várias posturas. O primeiro é o tipo de aderência usada, que é uma pitada aderência ou aderência à força. Outros movimentos incluem desvios ulnares / radiais e flexão / extensões de mais de 45 graus. Os cotovelos são avaliados quanto à extensão total e pronação / supinação (rotação) dos antebraços, enquanto o sequestro de mais de 45 graus é avaliado para os ombros. O pescoço e as costas são avaliados quanto às posturas para trás acima de 20 graus de qualquer maneira. Outros critérios para o pescoço e as costas incluem torção, dobras laterais ou combinações de ambas. As pernas são

avaliadas quanto a posturas que incluem agachamento, pé em uma perna ou posição ajoelhada (HUMANTECH, 1995).

Circulando todas as opções apropriadas de postura, força, duração e frequência faz-se a pontuação para o BRIEF. Os números para cada categoria são computados. Para as áreas do corpo com um total de 2 ou mais, o analista marcaria a área do corpo na Caixa Resumo de alto risco. A caixa Resumo de alto risco é a pontuação final e indica a necessidade de mais investigação ou intervenção com algum tipo de controle (SORENSEN, 2002).

Os fatores de risco para as desordens musculoesqueléticas (MSD) devem ser interpretados da mesma maneira que consideraríamos o risco de exposição a qualquer perigo para a saúde no local de trabalho. A presença de um fator de risco não prevê que um indivíduo sofra um problema de saúde como resultado da exposição a esse risco. Na análise dos resultados deste estudo, o BRIEF será mostrado a partir da realidade da prensagem de componentes e encaixe de válvula.

2.5.2 OCRA

O método OCRA (*Occupational Repetitive Actions*) foi desenvolvido pelos estudiosos Occhipinti e Colombini em 1996, quando analisaram a exposição de trabalhadores às tarefas caracterizadas arriscadas com riscos de lesão nos membros superiores (repetição, força, posturas e movimentos errados, falta de períodos de recuperação e outros, definidos como “adicionais”). Este método é amplamente baseado em um documento consensual da International Ergonomics Association (IEA), comitê técnico de desordens musculoesqueléticas (Colombini et. al., 2001), além de gerarem indicadores sintéticos que também consideram a rotação do trabalhador em diferentes tarefas.

O OCRA se concentra nos movimentos dos antebraços sem diferenciar a exposição causada pela postura dos braços. A norma EN1005-5:2007 inclui procedimentos para avaliar os riscos com a OCRA. O índice OCRA pode ser preditivo para risco de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) dos membros superiores em populações expostas. Este método foi o primeiro, o mais analítico e confiável já desenvolvido. O checklist OCRA, baseia-se no seu próprio índice, sendo mais simples de aplicar e geralmente recomendado para o rastreio

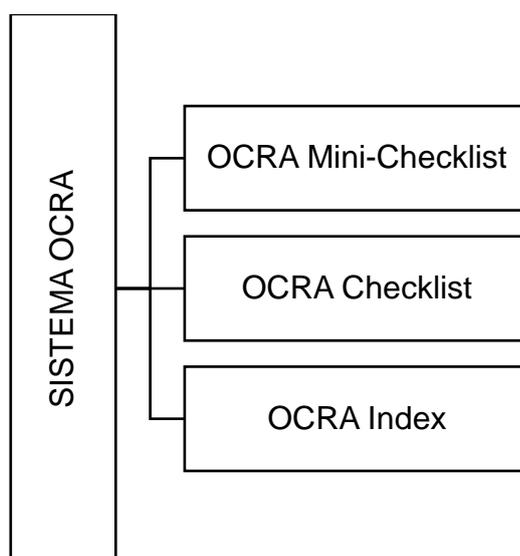
inicial das estações de trabalho caracterizadas por tarefas repetitivas (OCCHIPINTI ET.AL., 2000; COLOMBINI ET. AL., 2002).

Ambos os métodos OCRA são observacionais e amplamente planejados para serem utilizados por especialistas técnicos corporativos (operadores de saúde e segurança ocupacional, ergonomistas, analistas de tempo e métodos, engenheiros de produção), que na prática comprovaram ser mais adequados para aprender a aplicar os métodos para prevenção e também para a melhoria de processos de produção em geral (COLOMBINI, 2013).

O método foi aplicado a um amplo leque de indústrias e locais de trabalho. Eles selecionaram tarefas de trabalho em fábricas e no setor de serviços que envolvem movimentos repetitivos e/ou esforços dos membros superiores (componentes de fábrica ou mecânicos, eletrodomésticos, automóveis, têxteis e vestuário, cerâmica, joias, processamento de carne e comida). Neste estudo, o método OCRA encaixa-se nos componentes de fábrica.

Segundo Colombini et.al., (2013), o método OCRA pode ser pensado como um sistema no qual é entendido como um conjunto de ferramentas que permitem diferentes níveis de avaliação de riscos com base na especificidade desejada, variabilidade e objetivos. A autora diz que o sistema atualmente é composto por três ferramentas de avaliação (Figura 1).

Figura 1 - O sistema OCRA e suas três ferramentas



Fonte: Adaptado de Colombini (2013).

OCRA Mini-Checklist: para avaliações de risco rápidas e altamente aproximadas para uso na preparação de mapas de riscos para setores específicos

OCRA Checklist: para avaliações de riscos iniciais com base na preparação de um mapa de riscos e na definição de uma abordagem preliminar para gerenciamento e redução de riscos

OCRA Index: para avaliações de risco analíticas e precisas para uso no projeto e redesenho de trabalhos.

Para esse estudo, o sistema OCRA utilizado para avaliação de riscos ergonômicos foi o OCRA Checklist. Este procedimento possui relação com o OCRA Index para avaliar a exposição e a sobrecarga biomecânica dos membros superiores. De acordo com Colombini (2013), seu uso é recomendado tanto para a triagem inicial de riscos em uma organização (mapa de riscos) e o risco subsequente que é o estágio de gerenciamento. A autora explica que o OCRA Checklist possui cinco partes, onde cada uma é dedicada à análise de um fator de risco diferente, os quais são divididos em:

- Quatro principais fatores de risco: falta de tempo de recuperação, frequência de movimento, força e posturas constrangedoras com movimentos estereotipados;
- Fatores de riscos adicionais: vibração transmitida ao sistema braço-mão, temperatura ambiente abaixo de 0°C, trabalho de precisão, propina, uso de luvas inadequadas, etc.

Além desses fatores, a estimativa final de risco também leva em consideração a duração líquida e a exposição ao trabalho repetitivo. A versão publicada anteriormente da lista de verificação da OCRA usa um sistema de análise baseado em valores numéricos pré-atribuídos (que aumentam de acordo com o aumento do risco) para cada um dos fatores de risco mencionados acima.

A soma das pontuações parciais assim obtidas fornece a pontuação geral da exposição ao risco através de correlação com os valores do Índice OCRA, de acordo com os seguintes intervalos (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores do índice OCRA

Classificação	Pontuação Checklist OCRA	Níveis de Risco	% de trabalhadores com UL-WMSDS
Verde	0 a 7,5	Ausente ou aceitável	INF 5,5%
Amarelo	7,6 a 11	Limite ou muito baixo	5,5 - 7,5%
Vermelho Leve	11,1 a 14	Médio-baixo	7,5 - 9,6%
Vermelho Médio	14,1 a 22,5	Médio	9,6 – 19%
Roxo	> 22,5	Alto	> 19%

Fonte: Adaptado de Occhipinti; Colombini (2007).

A partir do índice, o primeiro estágio do método OCRA Checklist é descrever um trabalho e estimar os fatores intrínsecos, nível de exposição da tarefa ou tarefas envolvidas, como se o trabalhador estivesse apenas realizando trabalho durante todo o turno. Portanto, é necessário identificar quais empregos em uma empresa, devido suas características estruturais e organizacionais, envolvem diferentes níveis de risco (nenhum, baixo, médio ou alto), independentemente do tempo real de exposição de um trabalhador.

O índice de exposição assim calculado não é indicativo do risco para os trabalhadores que também realizam outras tarefas; esse valor é calculado em uma segunda etapa de análise, uma vez que todos os trabalhos que envolvem trabalho repetitivo foram mapeados de acordo com o método descrito anteriormente pelos autores (OCCHIPINTI & COLOMBINI, 2006).

O OCRA Checklist se aplica a trabalhos repetitivos nos quais a presença de risco foi detectada, de acordo com os critérios estabelecidos na norma internacional ISO 11228-3:

- O trabalho é caracterizado por ciclos (independentemente da duração do mesmo);
- O trabalho é caracterizado por uma série de ações técnicas praticamente idênticas que são repetidos por mais da metade do tempo de trabalho analisado.

Antes de analisar os diferentes fatores de risco, é essencial estimar a duração líquida do trabalho repetitivo para garantir uma avaliação precisa dos riscos. A Tabela 3 pode ajudar os analistas a determinar esse tempo, que é calculado subtraindo os seguintes tempos do total horário do turno (horário pelo qual o trabalhador é pago):

- A duração real de todos os intervalos (oficiais ou não);
- A duração real da pausa para o almoço, desde que incluída na duração da turno e, portanto, pago;
- A duração estimada do trabalho não repetitivo.

Tabela 3 - OCRA Checklist: Cálculo do tempo líquido de trabalho repetitivo

DADOS ORGANIZACIONAIS: DESCRIÇÃO		MINUTOS
Duração Do Turno	Oficial	1
	Efetivo	
Intervalo Oficial	Por contrato	2
Outras Pausas		
Intervalo Almoço	Oficial	3
	Efetivo	
Trabalhos Não Repetitivos	Oficial	4
	Efetivo	
Tempo Líquido De Trabalho Repetitivo	$(1)-(2)-(3)-(4)=(5)$	5

Fonte: Adaptado de Colombini (2013).

Na ausência de um horário formal de intervalo, o "comportamento modal" dos trabalhadores deve ser analisado (por consenso com os diferentes contatos da empresa) em termos de uso de banheiros e outros intervalos. Uma vez calculada a duração líquida do trabalho repetitivo, a seguinte fórmula pode ser usada para estimar o tempo total líquido do ciclo ou taxa em segundos (Tabela 4):

Tempo total líquido = tempo líquido de trabalho repetitivo x 60 / nº de peças ou nº de ciclos. Onde o número de peças é o número de unidades reais concluídas pelo trabalhador em um turno (COLOMBINI, 2013).

Tabela 4 - Tempo total líquido do ciclo de trabalho repetitivo

DADOS ORGANIZACIONAIS: DESCRIÇÃO	MINUTOS
Tempo líquido de trabalho repetitivo $(1)-(2)-(3)-(4)=(5)$	5

Número de peças ou ciclos	Programado	6
	Real	
Tempo ou taxa líquida total do ciclo (seg.) (5) * 60/ (6) = 7		7
Tempo total do ciclo observado (Seg.)		8
% Diferença Entre O Tempo Observado Do Ciclo E O Tempo Oficial Do Ciclo (7) - (8) / (7) = (9)		9

Fonte: Adaptado de Colombini (2013).

Conforme explica Colombini (2013), quando é encontrada uma diferença significativa entre o tempo total líquido calculado do ciclo e o tempo total do ciclo observado (medido através da observação direta da atividade ou de um vídeo), o conteúdo real da mudança deve ser reconsiderado em termos de duração das pausas, tempo gasto em trabalho não repetitivo, número de peças ou ciclos concluídos por trabalhador, por turno, etc., a fim de reconstruir adequadamente o comportamento do trabalhador durante o mudança. Considera-se uma diferença inferior a 5%, igual a 20 minutos na jornada de trabalho aceitável.

Nos casos em que a duração líquida do trabalho repetitivo em um turno seja inferior a 420 minutos ou superior a 481 minutos, Colombini (2013) ensina que o valor da pontuação final da lista de verificação da OCRA deve ser corrigido para refletir na duração real da tarefa. O objetivo é ponderar o índice de risco final para a real duração do trabalho repetitivo.

Conforme mostrado na Tabela 5, o multiplicador de duração proposto aumenta a cada hora adicional de exposição.

Tabela 5 - multiplicador de duração proposto aumenta a cada hora adicional de exposição

MULTIPLICADOR DA DURAÇÃO LÍQUIDA DE TRABALHOS REPETITIVOS REALIZADOS DURANTE A EXPOSIÇÃO	
Duração líquida de repetições trabalho (minutos)	Multiplicador de duração
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925

361-420	0.95
421-480	1
Acima de 480	1.5

Fonte: Adaptado de Colombini (2013)

O tempo de recuperação é definido como qualquer momento em que o membro superior seja fisicamente inativo. Conforme definido anteriormente (Colombini et al., 2005), o seguinte pode ser considerado recuperação:

Tempo:

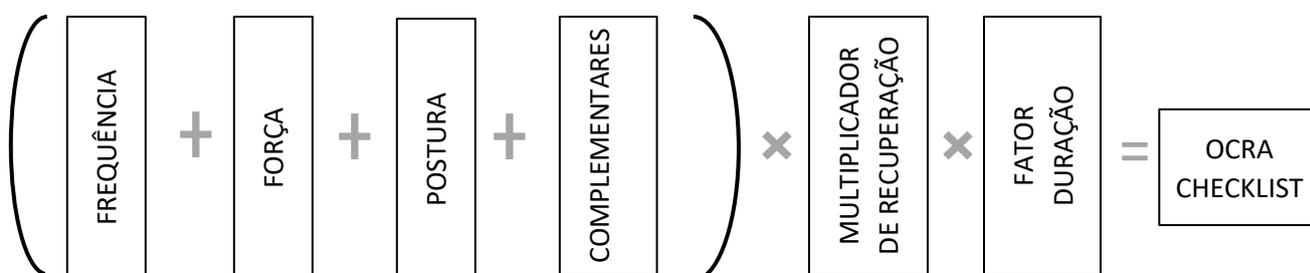
- Pausas (oficiais ou não), incluindo a pausa para o almoço, desde que incluídas como parte da jornada de trabalho paga.
- Períodos de atividade laboral suficientemente longos nos quais os grupos musculares estão em repouso (por exemplo, durante tarefas de controle visual).

Períodos dentro do ciclo durante o qual os grupos musculares estão completamente em repouso. Para considerados significativos, esses períodos devem durar pelo menos 10 segundos consecutivos dentro do ciclo e ser repetido a cada ciclo, com uma proporção de 5:1 de tempo de trabalho para tempo de recuperação.

Assim, pode-se deduzir que, se o ciclo permitir a recuperação (uma ocorrência rara), todas as horas em a mudança também incluirá tempo de recuperação adequado.

O segundo estágio consiste na aplicação de um fator multiplicador específico, chamado de multiplicador de recuperação para a pontuação determinada pela OCRA Checklist (Figura 2).

Figura 2 - Novo cálculo de procedimento para o Checklist OCRA



Fonte: Adaptado de Colombini (2013).

O objetivo deste procedimento é determinar o número de horas sem a devida adequação. O tempo de recuperação na jornada de trabalho ou turno; quanto mais

horas houver sem recuperação adequada quanto mais alto for o fator multiplicador de recuperação, maior será o nível de risco geral.

Sob o método do Índice OCRA, o fator de risco por falta de tempo de recuperação é um fator multiplicador aplicado ao denominador ao dividir o número de ações observadas pelo número de Ações Recomendadas. A Tabela 6 mostra o valor multiplicador e seu inverso (útil para aplicar diretamente ao numerador) por cada número de horas sem tempo de recuperação adequado.

Tabela 6 - Índice OCRA: multiplicador para cada número de horas sem tempo de recuperação adequado

Nº de horas sem período de recuperação	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador de recuperação	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Fonte: Adaptado de Colombini (2013).

Conseqüentemente, sob o método revisado do OCRA Checklist, a tendência linear da recuperação, a pontuação do fator foi corrigida através da aplicação de uma versão adequadamente adaptada da tendência do multiplicador de recuperação do índice OCRA.

O escopo das revisões relacionadas à aplicação do OCRA Checklist (ANEXO B) descrito neste trabalho limita-se à análise intrínseca de uma tarefa, que é o caso da prensagem de componentes. Os aspectos metodológicos para a análise serão vistos no decorrer da pesquisa para maior elucidação do problema diagnosticado na parte introdutória deste estudo.

3 METODOLOGIA

O trabalho possui natureza aplicada, pois se refere a um estudo de análise ergonômica sobre o posto de trabalho de prensa de componentes em uma fábrica do segmento do polo de duas rodas no PIM.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa descritiva, tem como características trabalhar com fatos trazidos da realidade sobre as diversas relações entre suas variáveis e sua população, utilizando de técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário e observação sistemática. Por isso, a presente pesquisa é classificada

como descritiva, uma vez que o mesmo utilizou de dados para que fosse possível buscar soluções para os problemas encontrados.

A abordagem da pesquisa é quali-quantitativa. Segundo os autores Triviños (1995) e Richardson et al. (1999) o método quantitativo caracteriza-se pela utilização de técnicas estatísticas para quantificar melhor as opiniões e as informações; enquanto o método qualitativo não utiliza de técnicas estatísticas como suporte do processo de análise de um problema. Visto isso, este trabalho realizou uma pesquisa quali-quantitativa, primeiramente a qualitativa para realizações de discussões e visitas exploratórias, com a finalidade de analisar a demanda, ou seja, conversas informais com os colaboradores da máquina para entender as dificuldades do processo e ter uma visão mais aprofundada da realidade do colaborador, buscando melhorias para os problemas encontrados e a quantitativa para levantamento de dados da produção e diagnóstico dos indicadores ergonômicos para um laudo mais assertivo .

O procedimento pode ser caracterizado como estudo de caso e pesquisa documental, visto que se busca um conhecimento mais aprofundado sobre o objeto que está sendo estudado com o auxílio de dados documentais.

4 ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso tem como foco no processo de montagem de componentes de um conjunto roda em uma empresa do polo de duas rodas, localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM).

4.1 ANÁLISE DA DEMANDA

Analisando o indicador de QCDSME do local do estudo de caso em questão, no qual avalia os indicadores de qualidade, custo, delivery, segurança, pessoal e meio ambiente, foi possível evidenciar que com um levantamento do mapa ergonômico do setor e uma averiguação in loco, que há muitos processos manuais, dos quais destacou-se o processo em questão, pois será avaliado no seguinte trabalho.

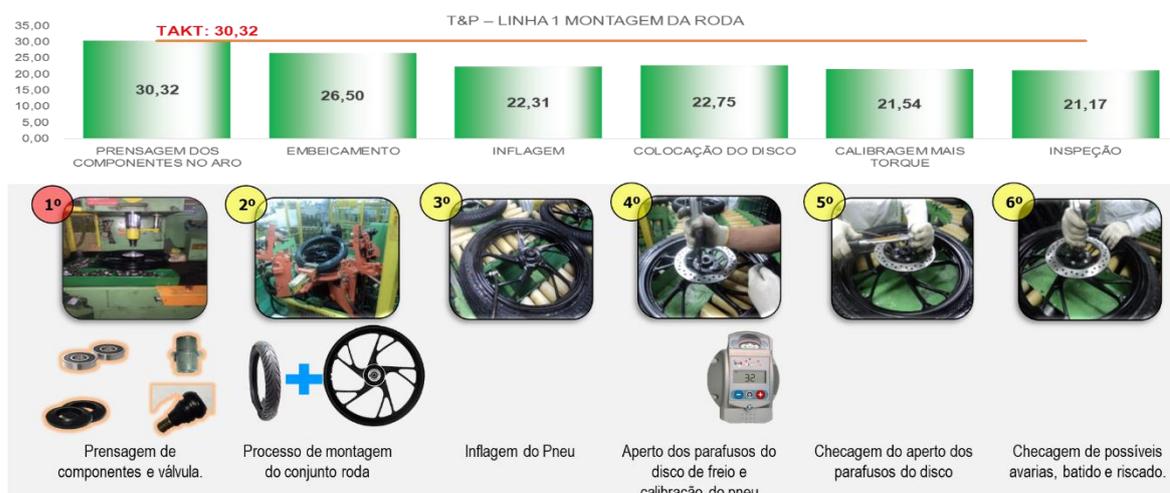
Este processo é importante, pois a montagem de rolamentos tem por finalidade reduzir o atrito entre o eixo da roda e o orifício central do cubo, fazendo com que a roda possa girar livremente sem travamentos. Os retentores, por sua vez, têm a função de impedir que contaminações externas (poeira, pó ou qualquer sujidade)

penetrem no orifício central do cubo e nos rolamentos, aumentando assim a vida útil de seus componentes e impedindo que a sujeira impeça o giro da roda e problemas como roda travada ou desbalanceada por avarias no rolamento. O processo torna-se essencial, pois se ocorrer alguma avaria durante a montagem, as rodas podem oscilar durante a pilotagem ou uma dificuldade no giro da roda e em alguns casos pode ocorrer da roda estar desalinhada. Caso ocorra a não conformidade, pode provocar um nível de risco grau A (risco alto ao piloto), pois pode provocar dificuldades de pilotagem e um possível acidente.

4.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE

O processo escolhido para a análise foi a prensagem de componentes do conjunto roda. Onde o operador realiza o seguinte processo (Figura 3):

Figura 3 – Análise da situação atual



Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Primeiramente, o operador realiza a prensagem de componentes e válvula. Posteriormente há o processo de montagem do conjunto roda onde ocorre a montagem do pneu no aro; em seguida faz-se a inflagem do pneu. O operador aperta os parafusos do disco de freio e calibra o pneu. Depois, é feita a checagem do aperto dos parafusos do disco de freio com um torquímetro e por último é realizada a inspeção final no qual consiste em checar de possíveis avarias de batido, riscado ou outros.

A figura 4 mostra como ocorre a operação detalhada da prensagem de componentes e encaixe da válvula.

Figura 4 - Prensagem de componentes e encaixe de válvula

Como ocorre a operação: Prensagem de componentes & Encaixe da válvula



Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Nesta operação primeiro é realizado o posicionamento de dois rolamentos e um espaçador no dispositivo que irá realizar a prensagem do rolamento na região central da roda. Depois são posicionados dois retedores no dispositivo de prensagem no cubo da roda. Em seguida, o operador faz a movimentação do aro para o carro de movimentação, insere a válvula no furo da válvula e com o auxílio de uma ferramenta, realiza o encaixe da válvula de ar manualmente. Após o posicionamento de 45 unidades de conjunto roda no carro de transporte, o colaborador realiza a movimentação do carro até o próximo processo, percorrendo cerca de 5 metros até lá. O processo de colocação de componentes é semiautomatizado, pois há um esforço do colaborador na manipulação de componentes e do aro propriamente dito por mais que a prensagem em si seja realizada por uma prensa hidráulica de 110t, como o input de materiais é realizado de forma manual é considerado semiautomatizado.

Figura 5 - Encaixe de válvula

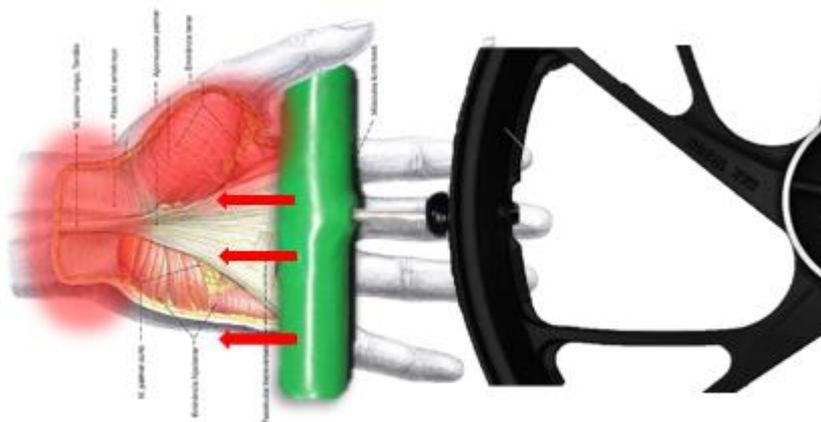


Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Detalhando melhor o processo de colocação e encaixe da válvula conforme mostrado na figura 5, o colaborador após realizador o posicionamento da válvula no aro, realiza a pega da ferramenta de encaixe e com o auxílio dela realiza a montagem da válvula. Lembrando que durante este processo, as extremidades das falanges têm que segurar o aro para que quando a palma da mão for empurrar a ferramenta para realizar o encaixe, o aro não saia da posição.

Todo esse processo é realizado em média a cada 25 segundos, ou seja, é um processo com uma alta repetibilidade.

Figura 6 - Encaixe de válvula manual

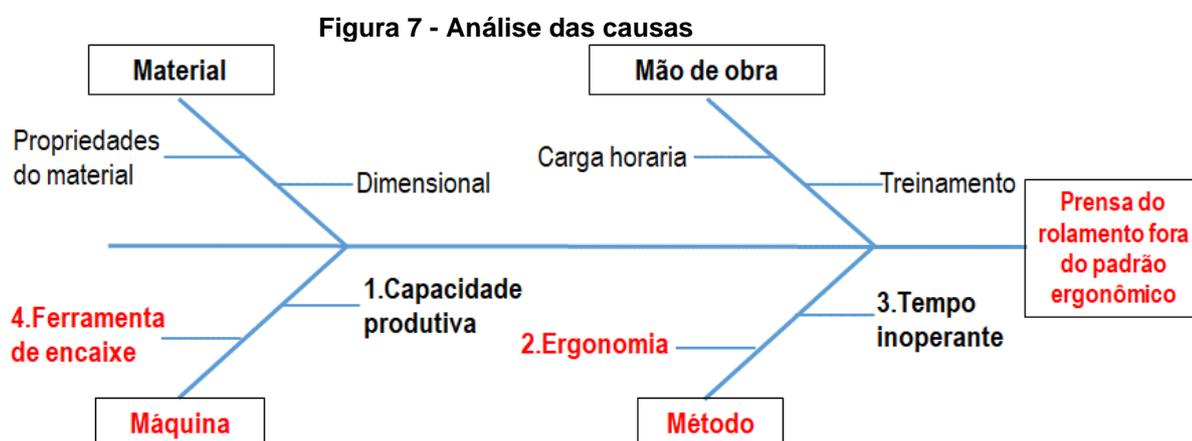


Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Durante a operação a pegada do aro não é segura, pois a ferramenta utilizada e a largura do aro (aproximadamente de 8 a 11,5 cm) além de não proporcionar uma pega segura devido as dimensões da ferramenta, do aro e o dimensional do produto em si. A força de encaixe é de 1,3 Kg.f (ideal < 0,6Kgf), mais que o dobro do especificado como ergonomicamente correto. Logo, combinando uma força além do especificado do padrão ergonômico e a pega que não segura não é o ideal para atividades que demandem força, pois há consequências tanto de DORT como de Tenossinovite, que é a inflamação da musculatura e tendões, no operador. Nota-se pela figura 6 que como não há o devido suporte para a realização das atividades o esforço fica concentrado excessivamente no pulso que precisa flexionar durante o encaixe, musculo flexor e adutor do polegar, que entram em contato direto com a ferramenta que além de não ser revestida para criar um amortecimento para essas regiões, que recebem a força concentrada devido a força realizada para o encaixe.

4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS - DIAGNÓSTICO

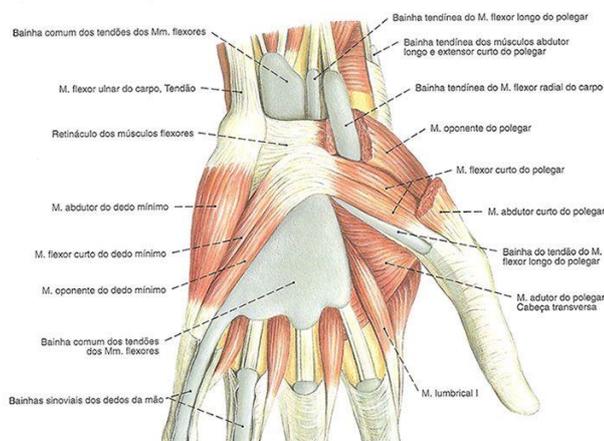
A análise das causas foi realizada através do Diagrama de Ishikawa (figura 7), verificando os porquês de cada situação crítica.



Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

A causa raiz do problema está relacionado ao método de trabalho ser manual, pois não houve uma análise ergonômica referente ao método que será realizado. A montagem é realizado com o auxílio de uma ferramenta inadequada para o encaixe da válvula, necessitando de muito esforço físico na mão, mais especificamente na região do musculo flexor curto do polegar, musculo oponente do polegar e o musculo adutor do polegar, conforme demonstrado na figura 8.

Figura 8 - Anatomia da Mão



Fonte: Página anatomiaonline.com , 2020.

Com o esforço além do especificado na região da mão o colaborador fica propenso a desenvolver DORT. Esse processo ele está no padrão da instrução de trabalho do operador, ou seja, essa ferramenta de encaixe ela está inserida nos padrões de serviço da operação que o colaborador deve seguir. Porém é necessário destacar que não foi realizada nenhuma análise ergonômica durante o processo de implantação desta ferramenta manual, para se identificar possíveis métodos de não conformidades ergonômicas de processo. Portanto foi-se necessário realizar a avaliação ergonômica do processo pós-implantação.

O processo de coleta e análise de dados ocorreu durante 3 semanas e foram utilizadas para a análise as duas ferramentas citadas anteriormente.

4.3.1 BRIEF

O Laudo ergonômico do BRIEF, confirma que na data no qual este foi gerado, a situação em questão do processo apresentava um risco alto ao colaborador da atividade conforme o resultado abaixo do BRIEF (Figura 6).

Figura 9 - Análise Ergonômica - BRIEF

Gossard, A.H. et al. Ergonomic Risk Assessment: Primary Guidelines for Analysis of Repetition, Force, and Posture, J Hum Ergol (Tokyo), 1, 45-55, 1985.

BRIEF - Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors		Mãos e Punhos		Cotovelos		Ombros		Pescoço		Coluna		Pernas	
Orientações	Identifique se esta condição de trabalho (força) e marcos anatômicos(1)	Flexão ≥ 45°	Extensão ≥ 45°	Desvio Ulnar	Desvio Radial	Flexão ≥ 45°	Extensão ≥ 45°	Flexão ≥ 30°	Extensão ≥ 45°	Flexão ≥ 40°	Inclinação lateral	Agachado	Apelhado
		Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Flexão	Extensão	Estendido	Rotacionado	Sem Apoio	Sem Apoio
1	Postura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Força	Pinça (0,8 kg)											
		Pressão (0,6 kg)											
		Agarre (4,5 kg)											
3	Duração	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 10 seg.	≥ 30% jornada	≥ 2 x min.
4	Frequência	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.	≥ 2 x min.
5	Total	3	4	3	3	1	1	1	1	3	3	1	1
6	Gravidade	M	A	M	A	M	A	M	A	M	B	A	M

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

O laudo, conforme evidenciado acima, na região das mãos e punhos o colaborador realiza uma flexão de mais de 45 graus durante o posicionamento de componentes de montagem na máquina, prensa de rolamento, uma extensão axial do punho de mais de 45 graus para o processo de montagem da válvula. A força aplicada nessas condições, 1,3Kgf, excede o limite considerado ergonomicamente aceitável de 0,6 Kgf e como o processo é em uma linha de montagem, o tempo médio entre as

operações é de aproximadamente 35 seg. Em paralelo a isso ainda ocorre a rotação dos cotovelos durante a manipulação da peça e o curvamento da coluna durante o processo de encaixe da válvula. Para uma melhor avaliação foi utilizado também o OCRA, ferramenta de análise ergonômica.

4.3.2 OCRA

Para a finalização da análise ergonômica, o OCRA Checklist foi realizado e mostra os seguintes resultados (Figura 10).

Figura 10 - Análise Ergonômica - OCRA

8) PONTUAÇÃO INTRÍNSECA CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Somar os valores indicados nas 4 casas com os dizeres: Frequência + Força + Postura + Complementares e multiplicar pelo fator Recuperação			
	Esq.	Dir.	
FREQÜÊNCIA	8	8	+
FORÇA	8	8	+
POSTURA	11	11	+
COMPLEMENTARES	2	4	+
RECUPERAÇÃO	1.16	1.16	x
PONTUAÇÃO INTRÍNSECA	33.6	36.0	
9) PONTUAÇÃO REAL CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Multiplicar o resultado da pontuação intrínseca pela Fator Duração;			
FAT. DURAÇÃO	0.650	0.650	x
PONTUAÇÃO REAL	21.9	23.4	
CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO CHECK LIST OCRA	NÍVEIS DE RISCO	% DE TRABALHADORES COM UL-WMSDS
VERDE	Até 7,5	AUSENTE OU ACEITÁVEL	INF 5,5 %
AMARELO	7,6 - 11	LIMITE OU MUITO BAIXO	5,5 - 7,5 %
VERMELHO LEVE	11,1 - 14	BAIXO	7,5 - 9,6 %
VERMELHO MÉDIO	14,1 - 22,5	MÉDIO	9,6 - 19 %
VERMELHO ALTO	> 22,5	ALTO	> 19 %

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

4.3.2.1 Análise de frequência

Como já explicado anteriormente, e como se pode observar a análise do OCRA, é mais detalhada analisando cada ponto e por consequência gerando um score e uma classificação do grau do risco em questão. Conforme demonstrado na figura 11, a análise de frequência, o **passo 1** leva em consideração a quantidade de ações técnicas realizadas durante a operação, como pega, posicionamento, remoção de material, transporte etc.

Figura 11 - Análise de Frequência – OCRA

4) PONTUAÇÃO PARA FATOR FREQUÊNCIA	
Passo 1: Identificar as ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo :	
Ações Técnicas Direito:	Pegar (11x); Posicionar (10x); Remover (3x); Transportar (1x); Mover (1x); Acionar (1x); Apoiar (1x); Pressionar (1x); Retirar (1x); Inserir (1x)
Ações Técnicas Esquerdo:	Pegar (7x); Remover (2x); Mover (2x); Transportar (2x); Posicionar (8x); Acionar (1x); Apoiar (1x); Pressionar (1x); Retirar (1x); Deixar (1x)

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Com esse dado, o **passo 2** (figura 12) é calculado a frequência de ações por minuto.

Figura 12 - Análise de Frequência – OCRA

Passo 2: Quantificar o nr de ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo e anotar no campo abaixo :		
	Esq.	Dir.
Número de ações técnicas contadas no ciclo	26	31
Frequência de ações por minuto = nr ações x 60 / ciclo (calculado)	53,12	63,33
Possibilidade de breve interrupções (Sim ou Não)	6	8

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

No **passo 3 e 4**, (figura 13), essas ações são estratificadas em ações dinâmicas (realizadas em movimento) e ações estáticas (realizadas com o operador parado). Gerando o resultado do passo 5, que será somado ao final com os outros resultados.

Figura 13 - Análise de Frequência – OCRA

Passo 3: Compare o nr de ações técnicas dinâmicas com os textos abaixo e determine a pontuação para o membro superior direito e esquerdo (Há possibilidade de pontuação intermediária) :										
PONTUAÇÃO PARA AÇÕES TÉCNICAS DINÂMICAS										
Movimentos dos braços são lentos com possibilidade de interrupções frequentes (20 ações por minuto);	0	<table border="0"> <tr> <td>Esq.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dir.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> </tr> </table>	Esq.		6		Dir.		8	
Esq.										
6										
Dir.										
8										
Movimentos dos braços não são muito rápidos (30 ações/min ou uma ação a cada 2 segundos) com possibilidade de breves interrupções;	1									
Movimentos dos braços são mais rápidos (cerca de 40 ações por minuto) mas com possibilidade de breves interrupções;	3									
Movimentos dos braços são bastante rápidos (cerca de 40 ações por minuto), a possibilidade de interrupção é mais escassa e não regular;	4									
Movimentos dos braços são rápidos e constantes (cerca de 50 ações por minuto) são possíveis somente pausas ocasionais e breves;	6									
Movimentos dos braços são muito rápidos e constantes. A carência de interrupções torna difícil manter o ritmo (60 ações por minuto);	8									
Frequência elevadíssima (70 vezes por minuto), não são possíveis interrupções;	10									
Passo 4: Avaliar a presença de ações estáticas e o tempo de ocupação no ciclo para pontuar adequadamente :										
AÇÕES TÉCNICAS ESTÁTICAS										
Mantido objeto em prensão estática por pelo menos 5 seg., que ocupa 2/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	2,5	Esq.								
Mantido objeto em prensão estática por pelo menos 5 seg., que ocupa 3/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	4,5	Dir.								
Passo 5: Anotar a maior pontuação para frequência, entre as pontuações para Ações Dinâmicas e Estáticas:										
6	Esq.	8 Dir.								

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

4.3.2.2 Análise de força

A análise de força, o **passo 1** e **passo 2**, (figura 14), respectivamente, foi identificado que os dois membros realizam a força para o encaixe do componente, e segundo a escala de Borg é mensurado a escala de força realizada pelo colaborador. Posteriormente, o **passo 3**, foi calculado o valor médio de 6 na escala de força.

Figura 14 - Análise de Força- OCRA

5) PONTUAÇÃO PARA FATOR FORÇA												
Passo 1: Entrevistar os trabalhadores e solicitar a identificação de ações técnicas que requerem o uso de força;												
Ações identificadas :		Direito:	Montagem da valvula no aro									
		Esquerdo:	Montagem da valvula no aro									
Passo 2: Solicitar aos trabalhadores que atribuam para cada ação técnica sua percepção sobre força interna, segundo a escala de Borg;												
	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTALMENTE AUSENTE	EXTREMAMENTE LEVE	MUITO LEVE	LEVE	MODESTA	MODERADA	FORTE	FORTE +	MUITO FORTE	MUITO FORTE ++	MUITO FORTE +++	MÁXIMA
Passo 3: Calcular o valor médio referido pelos trabalhadores para cada uma das ações técnicas; por membro superior												

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Segundo o resultado médio encontrado no passo anterior de 6, é avaliado a pontuação da respectiva atividade, (figura 15), manuseio de componentes para o processo de montagem da válvula, com a sua respectiva frequência de força a cada período conforme demonstrado na figura abaixo. Obtendo-se o valor de 16 que será utilizado na análise final.

Figura 15 - Análise de Força – OCRA

Passo 4: Definir a pontuação para o Fator Força para cada uma das ações técnicas que exigem esforço; segundo os critérios abaixo:

AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA QUASE MÁXIMA (pontuação 8 ou mais da escala de Borg) ao (Assinale a ação correspondente):

<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas	2 segundos cada 10 minutos	6
<input type="checkbox"/>	Apertar botões	1 % do tempo	12
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir	5 % o tempo	24
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes	ALÉM DE 10% DO TEMPO (*)	32
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas		
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos		
<input type="checkbox"/>	Usar o peso do corpo para executar uma ação de trabalho		

AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA ELEVADA OU MUITO ELEVADA (pontuação 5-6-7 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):

<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas	2 segundos cada 10 minutos	4
<input type="checkbox"/>	Apertar botões	1 % do tempo	8
<input checked="" type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes	5 % o tempo	16
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas	ALÉM DE 10% DO TEMPO (*)	24
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos		

AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DA FORÇA MODERADA (Pontuação 3-4 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):

<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas	Menos de 1/3 do tempo	1
<input type="checkbox"/>	Apertar botões	1/3 do tempo	2
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir	Cerca de metade do tempo	4
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes	Mais da metade do tempo	6
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas	Quase todo tempo	8
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos		

Passo 5: Havendo mais de uma ação técnica com força, somar os resultados (Por membro superior).

Esq.	Dir.
16	16

Passo 6: Pontuação Final para Fator Força para membro superior direito e esquerdo.

16	Esq.	16	Dir
----	------	----	-----

SIGA PARA A PAGINA POSTURA

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

4.3.2.3 Análise de postura

A seguinte análise refere-se bastante ao analisado anteriormente com o BRIEF, porém com uma particularidade de analisar a posição das falanges dos dedos que não foi bem detalhada.

Figura 16 - Análise de Postura – OCRA

6) PONTUAÇÃO PARA FATOR POSTURA

Passo 1: Identificar a Presença de Posturas ou Movimentos Inadequados ou Falta de Variação ou Estereotipia durante a realização de Tarefa Repetitiva;

A - BRAÇOS/ OMBROS

Braços apoiados no plano de trabalho

0	Não há desvios
1	Por menos de 1/3 do tempo
2	Por cerca de 1/3 do tempo
6	Por cerca de 1/2 do tempo
8	Por cerca de 2/3 do tempo
12	Por mais da 2/3 do tempo
24	Quase o tempo todo

Braços não são apoiados no plano de trabalho; estão um pouco elevados por mais da metade do tempo

Braços são mantidos sem apoio quase à altura dos ombros

Esq. 2 Dir. 2

B - COTOVELO (MOVIMENTO)

0	Não há desvios
1	Por menos de 1/3 do tempo
2	Por cerca de 1/3 do tempo
3	Por cerca de 1/2 do tempo
4	Por cerca de 2/3 do tempo
8	Quase o tempo todo

Cotovelo executa amplos movimentos de flexo-extensão ou prono-supinação

Esq. 1 Dir. 1

C - PUNHO

0	Não há desvios
1	Por menos de 1/3 do tempo
2	Por cerca de 1/3 do tempo
3	Por cerca de 1/2 do tempo
4	Por mais da 2/3 do tempo
8	Quase o tempo todo

Punho realiza desvios extremos ou mantém posições inclinadas (Como flexões ou extensões ou amplos desvios laterais)

Esq. 1 Dir. 1

D - MÃOS

0	Não há desvios
1	Por menos de 1/3 do tempo
2	Por cerca de 1/3 do tempo
3	Por cerca de 1/2 do tempo
4	Por mais da 2/3 do tempo
8	Quase o tempo todo

Pega objetos, peças ou instrumentos com os dedos em pinça, ou mão quase aberta (pressão palmar), ou dedos em forma de gancho

Esq. 6 Dir. 6

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

4.3.2.5 Pontuações intrínsecas e o resultado.

Após a soma de todos os resultados obtidos anteriormente é realizado o cálculo conforme explicado anteriormente neste trabalho, obtendo-se a pontuação intrínseca. Porém é necessário avaliar este resultado com o fator duração do trabalho, conforme o descrito no passo 1 do item 9 da figura abaixo, como o fator duração é 1 (um) a pontuação se mantém, membro superior esquerdo com o resultado de 33,6 (trinta e três virgula seis) e o membro superior direito com 36 (trinta e seis), ambos apresentam, conforme destacado na figura 19, classificações bastante alta de níveis de risco.

Figura 19 – Diagnóstico Geral – OCRA

8) PONTUAÇÃO INTRÍNSECA CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Somar os valores indicados nas 4 casas com os dizeres: Freqüência + Força + Postura +			
	Esq.	Dir.	
FREQÜÊNCIA	6	8	+
FORÇA	16	16	+
POSTURA	6	6	+
COMPLEMENTARES	1	1	+
RECUPERAÇÃO	1,16	1,16	x
PONTUAÇÃO INTRÍNSECA	33,6	36,0	
9) PONTUAÇÃO REAL CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Multiplicar o resultado da pontuação intrínseca pela Fator Duração;			
FAT. DURAÇÃO	1,000	1,000	x
PONTUAÇÃO REAL	33,6	36,0	
CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO CHECK LIST OCRA	NÍVEIS DE RISCO	% DE TRABALHADORES COM ULWMSDS
VERDE	Até 7,5	ALTO	INP 5,5 %
AMARELO	7,6 - 11	LIMITE OU MUITO BAIXO	5,5 - 7,5 %
VERMELHO LEVE	11,1 - 14	BAIXO	7,5 - 9,6 %
VERMELHO MÉDIO	14,1 - 22,5	MÉDIO	9,6 - 19 %
VERMELHO ALTO	> 22,5	ALTO	> 19 %

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

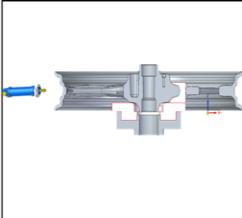
Pode-se observar que o colaborador da prensagem de componentes da roda está com uma classificação considerada de alto risco, conforme demonstrado na pontuação real da figura 19, em ambas as análises ergonômicas. As áreas propensas a gerar uma DORT são a região do punho, mãos e cotovelos.

5 RECOMENDAÇÕES ERGONÔMICAS

Mediante a situação mostrada anteriormente foram tomadas algumas decisões em relação ao processo. Uma automatização do processo foi estudada e inserida, para a mudança de método do encaixe da válvula realizado durante a prensagem de componentes. O processo de encaixe manual será realizado por um dispositivo mecânico que irá fazer o esforço de encaixe durante a montagem dos demais

componentes, fazendo com que o processo de encaixe da válvula fosse realizado por um cilindro pneumático durante a prensagem do rolamento (Figura 20). Logo diminuindo o número de ações provenientes do processo que foi substituído. Esse tema tem um objetivo de diminuir a pontuação de força e frequência que segundo a Figura 19, apresentam valor além do aceitáveis, contribuindo para a pontuação final da avaliação da AET.

Figura 20 - Solução proposta - Cilindro Pneumático

 <p>Utilizar um Cilindro Pneumático para o encaixe</p>	<p>Safety SINISTRO</p> <p>SEM RISCOS DE SINISTRO</p>  <p>LAUDO: OK</p>	<p>Management</p> <p>MELHORIA ERGONÔMICA ATENDIDA.</p> <p>LAUDO: OK</p>	<p>Quality</p> <p>ATENDE OS REQUISITOS DE PROCESSO SEM ALTERAÇÃO DE QUALIDADE.</p> <p>LAUDO: OK</p>	<p>Cost INVESTIMENTO</p> <p>LAUDO: OK</p>	<p>Delivery PRAZO</p> <p>LAUDO: OK</p>	<p>Enviroment</p> <p>NÃO AFETA O MEIO AMBIENTE.</p>  <p>LAUDO: OK</p>
	<p>ATENDE TODOS OS REQUISITOS DO PROCESSO</p>					

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

A proposta em questão está na retirada do processo manual de encaixe da válvula, que será realizado por um cilindro pneumático, que é um dispositivo mecânico que possui um eixo que produz uma força a partir da compressão do gás, substituindo a força axial manual realizada pelo operador para encaixe da válvula em um dispositivo mecânico que irá realizar essa força. Com isso o esforço físico de toda a operação será reduzida, ou seja será eliminado a flexão de mais de 45 graus no pulso direito e esquerdo, que é necessário para o posicionamento para o encaixe da válvula. A pressão para o encaixe que estava em 1.3Kgf (ideal é menor que 0,6Kgf), será eliminado, pois o processo de encaixe da válvula é realizado pela máquina. A frequência de ações técnicas por minutos irá diminuir de Esq. 26; Dir. 31diminui para Esq. 20; Dir. 22, pois as ações de pega da roda e da válvula, pressionamento da válvula de ar, posicionamento dos componentes e do conjunto roda serão eliminadas no referente ao encaixe da válvula.

Com essa implementação, muito do esforço do colaborador na realização da atividade foi transferido para o dispositivo do cilindro pneumático, principalmente os indicadores de frequência, força e postura. Logo, foi realizada uma nova análise ergonômica do processo de montagem para que fosse avaliado os riscos da operação atual e se o tema de melhoria foi eficaz (Figura 21).

Figura 21 - Nova análise ergonômica

BRIEF Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors
Genaidy, A.M. et al. Ergonomic Risk Assessment: Preliminary Guidelines for Analysis of Repetition, Force, and Posture. J Hum Ergol (Tokyo), 1, 45-50, 1993.

Identificação	Mão e Punho	Colombos	ombros	Pescoço	Coluna	Pernas
1.1	Postura					
Força	Preço (0,6 kg) Agarre (4,6 kg)	≥ 3 kg	≥ 3 kg	≥ 3 kg	≥ 0,3 kg	≥ 10 kg Pérola ≥ 3 kg
2						
3	Duração	≥ 10 seg				
4	Frequência	≥ 2 x min				
5	Total					
6	Gravidade					

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Figura 22 – Novo diagnostico ergonômico

7) PONTUAÇÃO PARA FATORES COMPLEMENTARES

Passo 1: Identificar a Presença de Fatores Complementares por mais da metade do tempo (Selecione um dos itens abaixo por grupo de fatores)

FÍSICOS			
Utilizadas luvas inadequadas durante mais da metade do tempo	2		
Utilizadas ferramentas vibratórias por pelo menos 1/3 do tempo. Aplicar pontuação 4 para uso de equipamentos com elevada vibração (Martelos pneumáticos) por pelo menos 1/3 do tempo.	2		
Utilizadas ferramentas que provocam compressão mecânica mais da metade do tempo	2		
A tarefa implica em impactos repetidos nas mãos (Uso das mãos como ferramenta)	2		
Temperatura Baixa	2		
Outro fator adicional presente. Especificar : (Ex.: Trabalho de Precisão)	2		
Mais de um fator complementar presente e ocupam quase o tempo todo	3		
ORGANIZACIONAIS			
Os ritmos de trabalho são determinados pela máquina mas existem áreas de "pulmão" e, portanto, se pode acelerar ou desacelerar o ritmo de trabalho.	1		
Os ritmos de trabalho são completamente determinados pela máquina.	2		
Passo 2: Pontuação para Fatores Complementares			
Esq. 1	Dir. 1		
8) PONTUAÇÃO INTRÍNSECA CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Somar os valores indicados nas 4 casas com os dizeres: Frequência + Força + Postura + Complementares e multiplicar pelo fator Recuperação			
	Esq.	Dir.	
FREQÜÊNCIA	4	4	+
FORÇA	1	1	+
POSTURA	2	2	+
COMPLEMENTARES	1	1	+
RECUPERAÇÃO	1,16	1,16	x
PONTUAÇÃO INTRÍNSECA	9,3	9,3	
9) PONTUAÇÃO REAL CHECK LIST OCRA			
Passo 1: Multiplicar o resultado da pontuação intrínseca pela Fator Duração;			
FAT. DURAÇÃO	1,000	1,000	x
PONTUAÇÃO REAL	9,3	9,3	
CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO CHECK LIST OCRA	NÍVEIS DE RISCO	% DE TRABALHADORES COM UL-WMSDS
VERDE	Até 7,5	AUSENTE OU ACEITÁVEL	INF 5,5 %
AMARELO	7,6 - 11	LIMITE OU MUITO BAIXO	5,5 - 7,5 %
VERMELHO LEVE	11,1 - 14	BAIXO	7,5 - 9,6 %
VERMELHO MÉDIO	14,1 - 22,5	MÉDIO	9,6 - 19 %
VERMELHO ALTO	> 22,5	ALTO	> 19 %

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

De acordo com as novas análises ergonômicas após a modificação, conforme demonstrado na figura 21 e 22, foi possível aliviar as tensões osteomusculares do colaborador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da análise ergonômica do trabalho no posto de montagem de componentes da roda, mostraram-se positivos, pois os riscos foram reduzidos na área das mãos, punhos e pulsos. Com o processo de montagem mais lento da prensa, foi possível reduzir a frequência de ações por minuto da operação sem a perda do Takt, uma vez que o processo de encaixe da válvula de ar manual foi extinto vindo a ser automático, com isso a redução do fator fadiga do operador, assim demonstrando um resultado favorável no OCRA que apresentou um índice baixo na nova avaliação.

O laudo de percepção do colaborador foi bastante favorável (foi relatado que dores na região da mão pós expediente reduziram sua intensidade, a região da coluna e a lombar estão mais confortáveis durante o processo e a movimentação dos membros superiores foram reduzidos). O laudo fisioterapêutico realizado a cada dois meses até o sexto mês, demonstrou através de uma ressonância magnética que após a mudança indicada, as lesões da fibrocartilagem triangular estão menos propensas a acontecer devido aos ligamentos estarem mais rígidos.

Devido a uma falta de laudo ergonômico durante o processo de implantação do processo de montagem de componentes, o risco ergonômico não foi percebido a curto prazo, somente após 6 meses de operação que foi relatado queixas do colaborador sobre o processo. Os riscos ergonômicos são muitas vezes difíceis de identificar previamente durante a concepção de um novo projeto e muitas vezes logo após a implantação a situação de risco persiste, pois, muitas doenças relacionadas a DORT são percebidas após anos de processo pelo colaborador, pois são doenças muitas vezes silenciosas. Por isso é de extrema importância que durante os estudos de viabilidade de implantação uma análise ergonômica seja realizada.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA (ABERGO). **O que é Ergonomia?**. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o-que-e-ergonomia>.
- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA – IEA. **A disciplina ergonomia**: o que é ergonomia. Rio de Janeiro: IEA, 2017.
- BUER G. **Ergonomic assist and safety equipment-an overview**. In: MARRAS WS AND KARWOWSKI W (eds.) **Interventions, Controls, and Applications in Occupational Ergonomics** (2nd edn.). Taylor and Francis, London. 2006.
- CHAFFIN DB, ANDERSSON GBJ, MARTIN BJ. **Occup biomech** (4th edn.). Wiley Interscience, NY, USA. 2006.
- CHOOBINEH A, DANESHMANDI H, TABATABAEE SH. **A taxa de prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho entre trabalhadoras iranianas**. Boletim de Saúde da Mulher, 2015.
- COENEN P, KINGMA I, BOOT CR, BONGERS PM, VAN DIEEN JH. **Cumulative mechanical low-back load at work is a determinant of low-back pain**. Occup Environ Med. 2014.
- COLOMBINI, D. & OCCHIPINTI, E. **Preventing upper limb work related musculoskeletal disorders (UL-WMSDs)**: new approaches in job (re)design and current trends in standardization. Applied Ergonomics, 37(4), 441-450. 2006.
- COLOMBINI, D. & OCCHIPINTI, E. **The OCRA Method (OCRA Index and Checklist)**. Updates with special focus on multitask analysis. In W. Karkwoski and G. Salvendy (Eds.), Conference Proceedings: AHFE 2008. Las Vegas. ISBN 978-1-60643-712-4. 2008.
- COLOMBINI, D. & OCCHIPINTI, E. **OCRA method**: a new procedure for analysing multiple repetitive tasks. In Conference Proceedings of the XV Congreso Nacional de Salud en el Trabajo, XI Congreso Latinoamericano de Salud Laboral, León, Mexico, 10-12 September 2009.
- COLOMBINI, D. Et. al., **The revised OCRA Checklist method*** Editorial Factors Humans. 2013
- COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E. & FANTI, M. **Il metodo OCRA per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti**. Collana Salute e Lavoro, Franco Angeli Edizioni. 2005.
- COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., ALVAREZ-CASADO, E., HERNANDEZ-SOTO, A. **Repetitive movements of upper limbs in agriculture**: set up of annual exposure level assessment models starting from OCRA Checklist via simple and practical tools. In Khalid H.M. (Ed.) Proceedings of the Agriculture Ergonomics Development Conference 2007. Kuala Lumpur, Malaysia: IEA Press. 2007.

FALZON, P. **Natureza, objetivos e conhecimentos em ergonomia**. In P. Falzon (Ed.), Ergonomia. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

GÜÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher, 2001

FIALHO, F. e SANTOS, N. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. 2ª ed. Curitiba: Gênese, 1997.

HUMANTECH, **Applied Ergonomic Training Manual**. Berkeley Vale Australia: Protector and Gamble Inc Humantech. 1995.

KIM IJ. **Musculoskeletal Disorders and Ergonomic Interventions**. J Ergon S4: S4-e002. 2014.

MENEZES, M. de L.; SANTOS, I. J. A. L. **Avaliação das condições de trabalho no setor industrial**: Uma abordagem centrada na ergonomia física e organizacional do trabalho. 2014.

MTE, **Manual de aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**. 2 ed. Brasília, MTE, SIT, 2002.

OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. **A checklist for evaluating exposure to repetitive movements of the upper limbs based on the OCRA Index**. In W. Karwowski (Ed.). International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, Second Edition - 3 Volume Set. CRC Press. The OCRA system for analysing exposure to biomechanical overload of the upper limbs. 2006.

OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. **Updating reference values and predictive models of the OCRA method in the risk assessment of work-related musculoskeletal disorders of the upper limbs**. Ergonomics, 50(11), 1727–1739. 2007.

OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. **Metodo OCRA**: messa a punto di una nuova procedura per l'analisi di compiti multipli con rotazioni infrequenti. La Medicina del Lavoro, 99(3), 234- 241. 2008.

OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. **Ocra method**: a new procedure for analysing multiple repetitive. In the Proceedings of the 17th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, 9-14 August, Beijing, China. Taiwan, ROC: International Ergonomics Association. 2009.

OCCHIPINTI, E. & COLOMBINI, D. **Dalla complessità alla semplificazione**: il contributo dell'Unità di Ricerca EPMad un toolkit per la valutazione e gestione del rischio da sovraccarico. La Medicina del Lavoro, 102(2), 174-192. 2011.

OCCHIPINTI, E. **La valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori con strumenti semplificati**: la mini-checklist OCRA. Contenuti, campo applicativo e validazione. La Medicina del Lavoro, 102(1). 2011

OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D. & GRIECO, A. **Guidelines for the prevention of work related musculo-skeletal disorders: the Italian experience**. In W.

Karwowski (Ed.), Handbook of Standards and Guidelines in Ergonomics and Human Factors (pp. 307-316). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 2006.

PIZO, C. A., & MENEGON, N. L. **Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado**. Revista Produção, 20(4), 657-668. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132010005000058>. 2010.

RICHARDSON, R. J et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 3ª edição, 1999.

SHARAN D, AJEESH PS. **Injury prevention in physiotherapists – A scientific review**. Work. 2012;41 Suppl 1:1855–9, [http:// dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0397-1855](http://dx.doi.org/10.3233/WOR-2012-0397-1855). 2012.

SORENSEN, J. **Baseline 2000 Background Report**. Second Iteration 26 August 2002.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995

TULLAR JM, BREWER S, AMICK BC 3RD, IRVIN E, MAHOOD Q, POMPEII LA, WANG A, VAN EERD D, GIMENO D, EVANOFF B. **Occupational safety and health interventions to reduce musculoskeletal symptoms in the health care sector**. J Occup Rehabil. 2010

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Identification and control of work-related diseases**. Geneva: The Organization; 1985.

ZHANG WJ, VAN LUTTERVELT CA. **Toward a resilient manufacturing system**. CIRP Annals Manuf Tech. 2011.