UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARCOS DAMASCENO MAROTTA

ESTUDO ERGONÔMICO DE POSTOS DE TRABALHO NA MERCEDES-BENZ DO BRASIL

JUIZ DE FORA
2011

MARCOS DAMASCENO MAROTTA

ESTUDO ERGONÔMICO DE POSTOS DE TRABALHO NA MERCEDES-BENZ DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: D. Sc. Roberta Cavalcanti Pereira Nunes

JUIZ DE FORA

2011

Marotta, Marcos Damasceno.
Estudo ergonômico de postos de trabalho na Mercedes-Benz do Brasil / Marcos Damasceno Marotta. – 2011.
48 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

1. Ergonomia. I. Título.

CDU 331.101.1

MARCOS DAMASCENO MAROTTA

ESTUDO ERGONÔMICO DE POSTOS DE TRABALHO NA MERCEDES-BENZ DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 9 de novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

D. Sc. Roberta Cavalcanti Pereira Nunes

Universidade Federal de Juiz de Fora

D. Sc. Marcos Martins Borges

Universidade Federal de Juiz de Fora

Leonardo Dias Schneider

Mercedes-Benz do Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de cumprir mais essa etapa em minha vida.

Aos meus pais Marcos e Josefina e minha irmã Juliane, pelo apoio e amor incondicional, por serem base para essa conquista.

À minha namorada Priscila, por sempre estar presente, sendo companheira nos bons e maus momentos.

Aos meus familiares, pela torcida e incentivo.

Aos velhos amigos, Anderson, Rômulo, André, Júlio, Augusto e Felipe por todos os momentos vividos e os que ainda virão.

Às novas amizades Marcos Ávila e Rafael Nunes, por esses cinco anos de histórias, alegrias e dificuldades.

Aos orientadores Eduardo e Roberta Nunes pelo apoio e compreensão.

RESUMO

Por ser uma disciplina ampla, a ergonomia apresenta diversas aplicações no mundo empresarial e possui, ainda, várias maneiras de se relacionar com outras áreas de atuação da engenharia de produção como, por exemplo, qualidade, segurança do trabalho e organização do trabalho. Atualmente, com a exigência e conscientização de alguns mercados consumidores, as atividades ergonômicas assumem importante papel nas indústrias. Ela aparece como forma de conciliar a qualidade e a voz do trabalhador. Desta forma, o presente trabalho propõe a realização de uma análise postural na unidade da Mercedes-Benz de Juiz de Fora, MG, que, atualmente, passa por modificações para iniciar sua produção de veículos comerciais (caminhões extrapesados e leves). Para isso, foram selecionadas duas atividades referentes à área de nacionalização de caminhões. O autor utiliza-se do método de análise ergonômica OWAS (*Ovaco Working Posture Analysing System*) para, deste modo, identificar se é necessária uma intervenção ergonômica no posto de trabalho. A partir daí, são apresentados os resultados da análise e suas respectivas propostas de melhorias, de modo a proporcionar um maior bem estar entre os colaboradores. O trabalho restringe-se apenas à área denominada de CBU (*Completely Built Unit*).

Palavras-chave: Ergonomia. Análise postural. Mercedes-Benz.

ABSTRACT

Because it is a broad discipline, ergonomics has many applications in business and also has several ways of relating to other areas of the production engineering, for example, quality, safety and work organization. Currently, with the demand and awareness of some consumer markets, ergonomic activities are shown an important element in industries. It appears how a conciliate type between quality and worker voice. Thus, this paper proposes to carry out a postural analysis in the unit of Mercedes-Benz Juiz de Fora, MG that, currently, suffers adaptations to start your commercial vehicles production (heavy duty and light trucks). To this end, were selected two activities related to the area of nationalization of trucks. The author uses to method of ergonomics analysis OWAS (Ovaco Working Posture Analyzing System) to thereby identify if is essential an ergonomics intervention in the workplace. Thereafter, were present the results of their analysis and proposals for improvement in order to create best conditions of health and welfare between workers. This paper is limited to CBU (Completely Built Unit) area.

Keywords: Ergonomics. Postural Analysis. Mercedes-Benz.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fronteiras da ergonomia 18
Figura 2 – A abordagem da ação ergonômica 22
Figura 3 – Medidas antropométricas dinâmicas conforme sistema OWAS 26
Figura 4 – Unidade da Mercedes-Benz de Juiz de Fora 30
Figura 5 – Logística do caminhão no interior da planta 32
Figura 6 – Fluxograma do processo produtivo CBU com emissões 33
Figura 7 – Cinta do cardan 34
Figura 8 – Orientação de montagem da cinta do cardan 35
Figura 9 – Montagem da cinta – colaborador 1 36
Figura 10 – Categoria de ação para colaborador 1 37
Figura 11 – Montagem da cinta – colaborador 2 38
Figura 12 – Categoria de ação para colaborador 2 39
Figura 13 – Projeto chave + extensão (cotas em milímetros) 40
Figura 14 – Chave estriada + ímã 40
Figura 15 – Valetas 41
Figura 16 – Conjunto extensão + chave estriada 42
Figura 17 – Nova posição de montagem colaborador 1 43
Figura 18 – Categoria de ação para proposta de melhoria 44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias de ação com base no método OWAS. 26
Quadro 2 – Classificação das posturas de acordo com a duração. 27
Quadro 3 – Ranking países: vendas automóveis + comerciais leves 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13
1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES 13
1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 14
1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 14
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO 14

2 REVISÃO DE LITERATURA 16

2.1 CONCEITOS E ORIGENS DA ERGONOMIA 16
2.2 AS FRONTEIRAS DA ERGONOMIA COM OUTRAS DISCIPLINAS 17
2.3 ERGONOMIA: SEGURANÇA, QUALIDADE E PRODUTIVIDADE 20
2.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO 21
2.4.1 ANÁLISE DA DEMANDA 23
2.4.2 ANÁLISE DA TAREFA 23
2.4.3 A ANÁLISE DAS ATIVIDADES 24
2.5 O MÉTODO OWAS 25

3 ESTUDO DE CASO NA MERCEDES-BENZ DO BRASIL 28

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA 28
3.2 O SETOR AUTOMOTIVO NO BRASIL 28
3.3 A MERCEDES-BENZ DO BRASIL 29
3.4 ÁREA DE NACIONALIZAÇÃO DE CAMINHÕES 30
3.5 PROCESSO DE MONTAGEM DA CINTA DO CARDAN 34
3.6 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DO COLABORADOR 1 35
3.7 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DO COLABORADOR 2 37
3.8 PROPOSTAS PARA MELHORIA 39
3.8.1 ATIVIDADE COLABORADOR 1 39

3.8.2 ATIVIDADE COLABORADOR 2 41

4 RESULTADOS 42

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS 42
4.1.1 COLABORADOR 1 42
4.1.2 COLABORADOR 2 44
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 44

5 CONCLUSÕES 46

REFERÊNCIAS 47

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O setor automobilístico do Brasil encontra-se em constante expansão. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2011), a previsão de vendas para 2011 é de 3,69 milhões de unidades. Um crescimento de 5% com relação a 2010.

O estudo de caso será realizado na unidade da Mercedes-Benz do Brasil, unidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Até o ano passado, a planta estava incorporada ao seguimento de automóveis. Atualmente, a empresa passa por modificações para iniciar sua produção de veículos comerciais (caminhões extrapesados e leves).

O presente trabalho visa analisar, identificar e propor melhorias ergonômicas para a empresa estudada, a fim de se obter melhores condições de trabalho para os colaboradores diretamente envolvidos. Para isso, foram utilizados os conhecimentos sobre ergonomia que, segundo a Associação Internacional de Ergonomia (IEA) é a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos em projetos, a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral de um sistema.

Para se alcançar tal objetivo, o autor utiliza-se do método de análise ergonômica OWAS (*Ovaco Working Posture Analysing System*) para, deste modo, identificar se é necessária uma intervenção ergonômica no posto de trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

Por ser altamente dinâmico e competitivo, o cenário atual exige das organizações melhoria constante de seus processos e resultados a fim de assegurar sua sobrevivência no mercado. Neste contexto, Genaidy & Karwowski (2007); Rosecrance, Douphrate & Cross (2005); Van Rhijn et al. (2005) *apud* Hallbeck et al (2010) afirma que as forças de mercado têm direcionado as empresas e sistemas de manufatura a eliminar continuamente o desperdício, as operações que não agregam valor, bem como a integrar a voz do consumidor e do trabalhador.

A ergonomia aparece como importante fator de compreensão das interações entre o homem e os demais componentes de um sistema de produção.

Por fazer estágio na empresa estudada e estar frequentemente em contato com a linha de produção, os problemas ergonômicos e as atividades do comitê de ergonomia, o autor viu a necessidade e viabilidade de desenvolver um trabalho focado nessa questão.

Além disso, o autor possui autonomia para realizar alterações nos processos produtivos da área em estudo, o que facilita a implementação de melhorias.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O presente estudo trata da realização de uma análise ergonômica da atividade de montagem da cinta do cardan do caminhão, utilizando, para isso, o método OWAS (*Ovaco Working Posture Analysing System*). Através desta análise, o autor determina se existe algum problema ergonômico durante a realização da atividade e propõe uma melhoria. O estudo engloba apenas a área de nacionalização do veículo Actros, chamada de CBU (*Completely Built Unit*).

Para tanto, foram observadas e fotografadas as posturas do colaborador durante a realização da montagem e, por conseguinte, analisadas as posturas com base no método OWAS.

Eklund (1995), Vink, Koningsveld, and Molenbroek (2006) *apud* Lars Fritzsche (2010) afirma que a deficiência da qualidade em uma produção de carros é três vezes mais provável em tarefas com problemas ergonômicos, e as melhorias ergonômicas nas atividades de montagem podem melhorar a produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir o índice de acidentes e de desconforto dos trabalhadores.

1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Grande parte dos problemas ergonômicos deriva da quebra de normas ergonômicas devido ao não conhecimento das regras adequadas e ergonomicamente corretas para cada atividade desenvolvida, seja do ponto de vista de equipamentos, seja quanto aos cuidados do da estrutura músculo-esquelética de cada colaborador em relação a sua atividade de trabalho.

Na empresa objeto deste estudo, nota-se que alguns trabalhadores reclamam de dores ou incômodos ao se realizar determinadas tarefas, principalmente na região dos braços e lombar. Pode-se inferir que a permanência do colaborador em posturas inadequadas seja uma das causas das reclamações.

Com isso, sugere-se que a realização de uma análise ergonômica possa identificar mais rapidamente a origem de alguns problemas, bem como sua correção.

1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Realizar a análise postural utilizando o método OWAS de modo a identificar possíveis problemas ergonômicos e gerar melhorias nas condições de trabalho dos colaboradores.

1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O presente trabalho inicia com a pesquisa de materiais referentes ao assunto, no caso ergonomia, para consolidar a escolha do tema do Trabalho de Conclusão de Curso, e para obter embasamento teórico necessário à sua preparação. Como fontes de pesquisa são considerados livros, trabalhos acadêmicos, sites relacionados ao assunto, artigos, jornais especializados, teses e monografias.

Para o desenvolvimento do estudo de caso, reuniu-se fotos referentes à atividade de montagem da cinta do cardan. Para tal, o autor utilizou câmera fotográfica e diálogo informal com os colaboradores.

Em posse dos dados, o acadêmico realiza uma análise postural de acordo com o método OWAS para verificar se é necessária uma intervenção ergonômica no posto de trabalho.

Todos os itens desenvolvidos acima serão reunidos e analisados para a proposição de melhorias ao processo produtivo.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo englobará a introdução ao tema, será apresentado o local onde será realizado o estudo bem como as justificativas que estimularam o autor, hipóteses, objetivos, metodologia e cronograma.

No segundo capítulo pretende-se efetuar um levantamento teórico sobre ergonomia, descrevendo a técnica OWAS de análise postural, bem como referências teóricas que embasarão o desenvolvimento do trabalho.

O capítulo três detalhará o estudo de caso: a descrição da empresa, as fotos com as posturas a serem analisadas, os resultados das análises e as propostas de melhorias.

No capítulo quatro é discutido e avaliado os resultados obtidos, ou seja, se a proposta de melhoria se mostrou eficaz.

Para o quinto e último capítulo, será elaborada uma conclusão do estudo ressaltando os objetivos atingidos e sugestões para o próximo trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONCEITOS E ORIGENS DA ERGONOMIA

De acordo com Grandjean (1998), a palavra ergonomia se origina do grego *ergon* = trabalho e *nomos* = normas ou legislação, podendo ser definida, de forma sucinta, como a ciência que configura ferramentas, máquinas e ambientes de trabalho de forma a adequar as condições de trabalho às capacidades e realidades dos trabalhadores.

De forma mais ampla, trata-se da profissão, ou campo de atuação, que utiliza seus princípios teóricos, dados e métodos a fim de conciliar o bem estar do colaborador com o desempenho global dos sistemas (INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, 2000).

Dentre os diversos autores, Iida (2005) afirma que a preocupação com a gestão da ergonomia teve início ainda na Pré-história, época na qual o homem preocupava-se em adaptar os objetos e o ambiente às suas necessidades. Porém, os estudos na disciplina foram impulsionados, realmente, a partir da Revolução Industrial, onde as condições de trabalho eram precárias e agrediam a saúde do colaborador.

No ano de 1911, Frederick Winslow Taylor lançou seu estudo “Princípios de Administração Científica”, explorando as melhores formas de executar o trabalho e suas atividades, sendo considerado o pai da administração científica do trabalho e precursor da ergonomia. Mediante aumento do tamanho e redução do peso de uma pá de carvão, a fim de se encontrar a melhor relação, Taylor triplicou a quantidade de carvão que os trabalhadores podiam carregar num dia. Esse estudo influenciou diversas empresas na Europa, nos Estados Unidos e até em países socialistas, conforme Moraes e Soares (1989).

Por outro lado, alguns autores como Dul & Weerdmeester (2004), ressaltam que o verdadeiro impulso dado à ergonomia foi gerado durante a Segunda Guerra Mundial, quando pela primeira vez houve uma configuração sistemática de esforços entre a tecnologia e as ciências humanas. Engenheiros, fisiologistas, antropólogos, psicólogos, e médicos juntaram-se para resolver problemas originados pela operação de equipamentos militares complexos.

Atualmente, Moraes et al (2000) *apud* Pequini (2007) explica que a disciplina ergonomia possui duas linhas de intervenção: a americano e a europeu. Os americanos importam-se mais com os aspectos físicos da interface homem-máquina, com o objetivo de “dimensionar a estação de trabalho, a discriminação de informações dos mostradores e a

manipulação dos controles". Já a linha europeia foca nas atividades do colaborador, priorizando a sinergia entre o entendimento da tarefa e a seleção de informações, bem como à capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão. Primeiramente observa-se o trabalho em condições reais para, posteriormente, obter a verbalização do trabalho executado através dos operadores envolvidos a fim de se considerar o conhecimento tácito e competência do operador.

Alguns autores, como Laville (1977), dividem a ergonomia em dois tipos: de concepção e de correção. A ergonomia de concepção ocorre durante a fase inicial de projetos (máquinas, produtos ou ambiente), mostrando-se a melhor situação, pois insere conhecimentos relacionados ao homem na definição de postos de trabalho. Já a ergonomia de correção intervém para melhorar condições de trabalho já existentes, sendo mais custosa e menos eficiente.

Eklund (1995); Vink, Koningsveld, and Molenbroek, (2006) *apud* Lars Fritzsche (2010) afirma que para manter os custos em um nível razoável, produtos e processos devem ser analisados o mais cedo possível, pois os custos para *redesign* aumentam quando o início da produção se aproxima.

2.2 AS FRONTEIRAS DA ERGONOMIA COM OUTRAS DISCIPLINAS

A ergonomia baseia-se em conhecimentos de outras áreas científicas. Ela reuniu, selecionou e integrou os conhecimentos relevantes destas áreas, desenvolvendo métodos e técnicas específicas para aplicar estes conhecimentos na melhoria do trabalho e das condições de vida, tanto dos trabalhadores como da população em geral (DUL & WEERDMEESTER, 2004).

Para Leplat e Montmollin (2007), a ergonomia é considerada como uma disciplina cujos contornos são relativamente convencionais, justificada mais pelas características da intervenção profissional do que por razões científicas. Nessa perspectiva, a ergonomia tende a se definir como uma exploração das ciências vizinhas e reivindica uma "interdisciplinaridade" necessária.

Conforme definição oficial estabelecida durante o Congresso Internacional de Ergonomia, realizado em 1969, a Ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e espaço de trabalho. Seu objetivo é elaborar, mediante a contribuição de diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, dentro de

uma perspectiva de aplicação, deve resultar numa melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos e dos ambientes de trabalho e de vida (PEQUINI, 2007).

A figura 1 mostra algumas das fronteiras entre ergonomia e demais disciplinas e áreas de atuação.

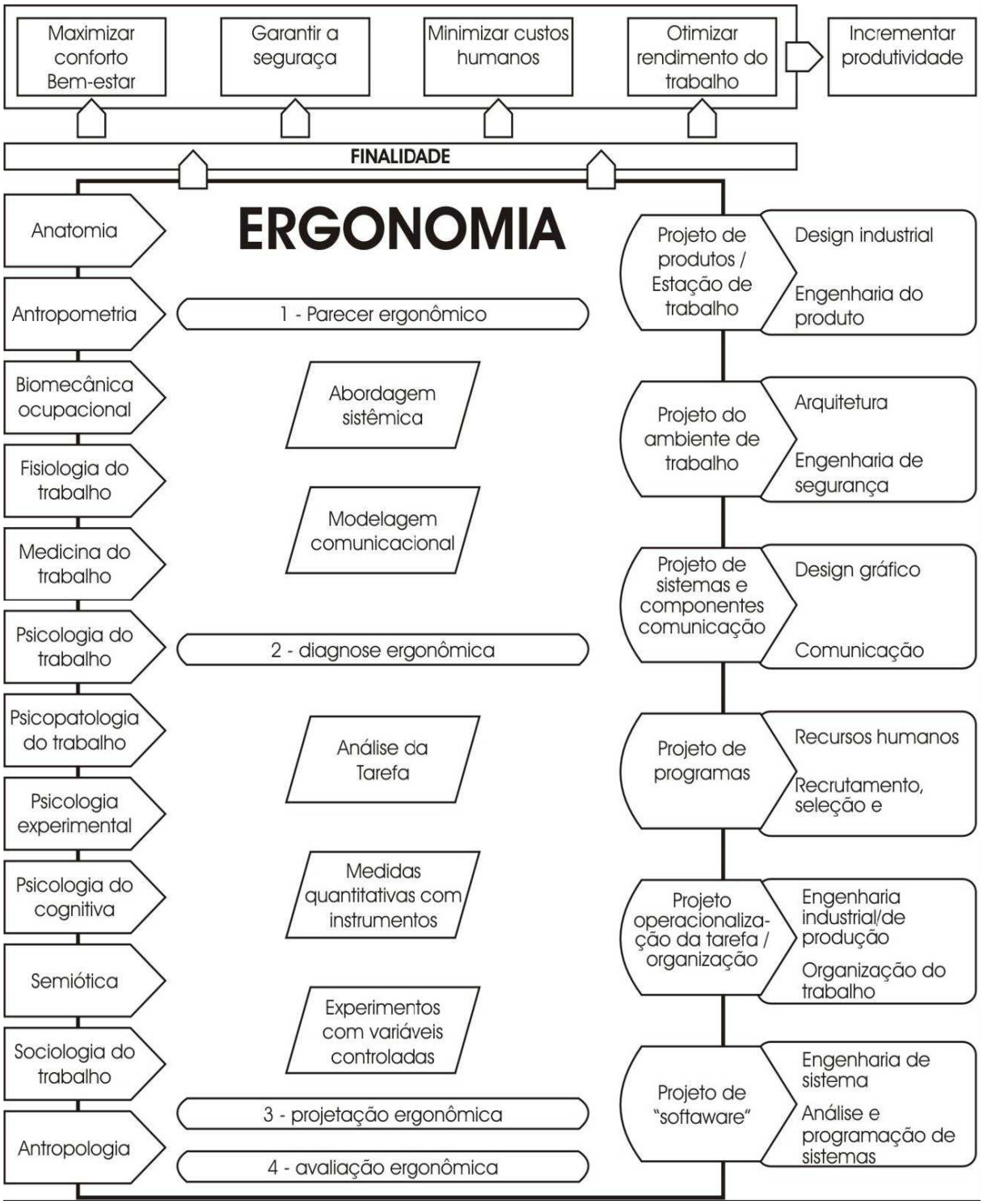

Figura 1 - Fronteiras da ergonomia
Fonte: PEQUINI (2007)

Leplat e Montmollin (2007) destacam algumas disciplinas com as quais a ergonomia se relaciona, que possuem como objeto o trabalho, seja por incorporarem esse termo numa subdisciplina (psicologia do trabalho, organização do trabalho) ou por terem sido utilizadas em pesquisas e intervenções (psicologia cognitiva). São elas:

- Biologia humana: conjunto de disciplinas às quais a ergonomia recorreu com freqüência – antropologia física, anatomia, fisiologia, neurofisiologia etc. Os principais temas ergonômicos cujo estudo se relaciona com esse campo são a ergonomia das posturas de trabalho, da atividade muscular, dos ambientes, da reabilitação, dos equipamentos de apoio ao trabalho e da avaliação do custo da atividade.
- Medicina do trabalho: mobiliza a atenção para a proteção da saúde dos trabalhadores com tendência a negligenciar a melhoria da produção. Porém, ao se aproximar da ergonomia, a medicina do trabalho se transforma e agrega mais valor, uma vez que passa a considerar o diagnóstico das condições de trabalho além do diagnóstico da saúde. Desta forma, é possível conceber intervenções de maneira a reduzir o aparecimento de distúrbios. Os principais temas ergonômicos relacionados à medicina do trabalho são a avaliação das exigências energéticas, dos diferentes fatores de ambiente, dos constrangimentos temporais e dos danos provocados por agentes tóxicos.
- Ciências cognitivas: reúne a psicologia cognitiva, a inteligência artificial, a lingüística cognitiva, as neurociências cognitivas e a filosofia da mente. A ergonomia explora os conhecimentos de tais ciências e, ao mesmo tempo, é solicitada a cooperar nas realizações práticas que elas promovem.
- Psicologia do trabalho: da grande variedade de abordagens da disciplina, as que mais interessam a ergonomia são a psicologia industrial e a psicologia das organizações, pois são as mais difundidas.
- Sociologia do trabalho: o contexto da disciplina é indispensável à ergonomia, pois serve para definir as situações de trabalho a se considerar, as quais determinam em grande parte as atividades e competências dos operadores.
- Organização do trabalho: mais diretamente envolvida com a ergonomia. Teve como principal ancestral Frederick W. Taylor. “A ergonomia também pretende trazer soluções aos problemas de organização, soluções que os próprios trabalhadores não podem encontrar espontaneamente”.

2.3 ERGONOMIA: SEGURANÇA, QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Zink (2005) *apud* Lars Fritzsche (2010)diz que a indústria automotiva ao redor do mundo encontra seus maiores desafios na economia e na saúde ocupacional. De um lado, a enorme pressão de mercado para otimizar a produtividade e a qualidade do produto e, ao mesmo tempo, o aumento da complexidade e variedade dos produtos devido a orientação exigida pelos clientes. Adicionalmente, as companhias devem manter a saúde dos trabalhadores e evitar, ao máximo, distúrbios relacionados ao trabalho, como regulamentado pela lei na maioria dos países industriais. Com isso, Genaidy & Karwowski (2007); Rosecrance, Douphrate, & Cross (2005); Van Rhijn et al. (2005) *apud* Hallbeck et al (2010) afirma que as forças de mercado têm direcionado as empresas e sistemas de manufatura a eliminar continuamente o desperdício, as operações que não agregam valor, bem como a integrar a voz do consumidor e do trabalhador.

Vários problemas de otimização referentes à qualidade e à produtividade se originam na falta de consideração adequada de fatores humanos em projeto de instrumentos e sistemas de trabalho (DURAFFOURG et. al., 1979 *apud* SETTI & VIDAL, 2001).

De acordo com Helander (1997), em um sistema de produção industrial a ergonomia é raramente um objetivo enquanto que a segurança e a produtividade são objetivos comuns. A ergonomia é mais precisamente uma metodologia que pode ser utilizada para atingir a segurança e a produtividade. A principal meta da ergonomia é o projeto de sistemas de tal modo que eles se tornem produtivos, seguros e talvez mais confortáveis e agradáveis. O status de segurança de um sistema pode ser avaliado pela comparação dos requisitos de desempenho do mesmo com os limites de desempenho do operador. Se os requisitos de desempenho do ambiente são maiores que os limites de desempenho do operador, há um aumento no risco de ferimentos e acidentes. Antes de esperar que eles aconteçam é necessário prever os tipos de problemas de segurança. Faz-se então a análise de outros indicadores (ou variáveis), tais como erros dos operadores, avaliações subjetivas e respostas fisiológicas.

Para Garza e Fadier (2007), a análise ergonômica, iniciada no posto de trabalho, precisou evoluir para abranger um ambiente técnico e social muito mais amplo. Foi assim que a análise da dimensão coletiva do trabalho, das interações sociais, das interações entre diferentes equipamentos de trabalho colocou novas questões metodológicas. Essas questões dizem respeito tanto à análise das situações de trabalho quanto à sua concepção.

Embora a observação da atividade de trabalho seja suficiente para explicar os mal funcionamentos que caracterizam um processo de trabalho e ajude a explicar um acidente ou incidente emergindo desse processo, outros métodos são necessários para uma abordagem proativa da segurança. De fato, a ergonomia dita de “correção” e a de “concepção” se distinguem principalmente pelo fato de, no segundo caso, tratar-se de antecipar os riscos e medidas de segurança (RASMUSSEN,1997; FADIER, DE LA GARZA & DIDELOT, 2003 *apud* GARZA & FADIER, 2007)

Helander (1997) cita que há dois principais efeitos resultantes das melhorias ergonômicas: os erros dos operadores podem ser reduzidos e a eficiência ou velocidade da operação pode ser aumentada. Talvez seja difícil incrementar simultaneamente a produtividade e a segurança. Porém, quanto maior a velocidade (de veículos, maquinário de produção etc) menor será o tempo disponível para o operador reagir, o que pode comprometer a segurança, mas aumentar a produtividade. Os operadores fazem tipicamente uma escolha entre o aumento da velocidade ou da precisão - isto é bem conhecido pela pesquisa em ergonomia, e denomina-se relação velocidade-exatidão (SATO - *speed-accuracy trade-off*). Os gerentes de produção geralmente incentivam os empregados a aumentar tanto a velocidade quanto a exatidão (produtividade e qualidade) opondo-se ao conceito de SATO sendo, portanto, difícil de atingir.

2.4 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

Tomando por base a ergonomia centrada na atividade, Güérin et al. (2001) *apud* Menegon e Pizo (2010) afirmam que transformar o trabalho é a finalidade primordial da ação ergonômica, e o ergonomista deve transformá-lo de maneira a implementar a concepção de situações de trabalho que não alterem a saúde dos trabalhadores e nas quais estes possam exercer suas competências e desta forma alcançar os objetivos econômicos estabelecidos pela empresa. Para os mesmos autores, a busca desses dois objetivos impulsiona a análise ergonômica do trabalho.

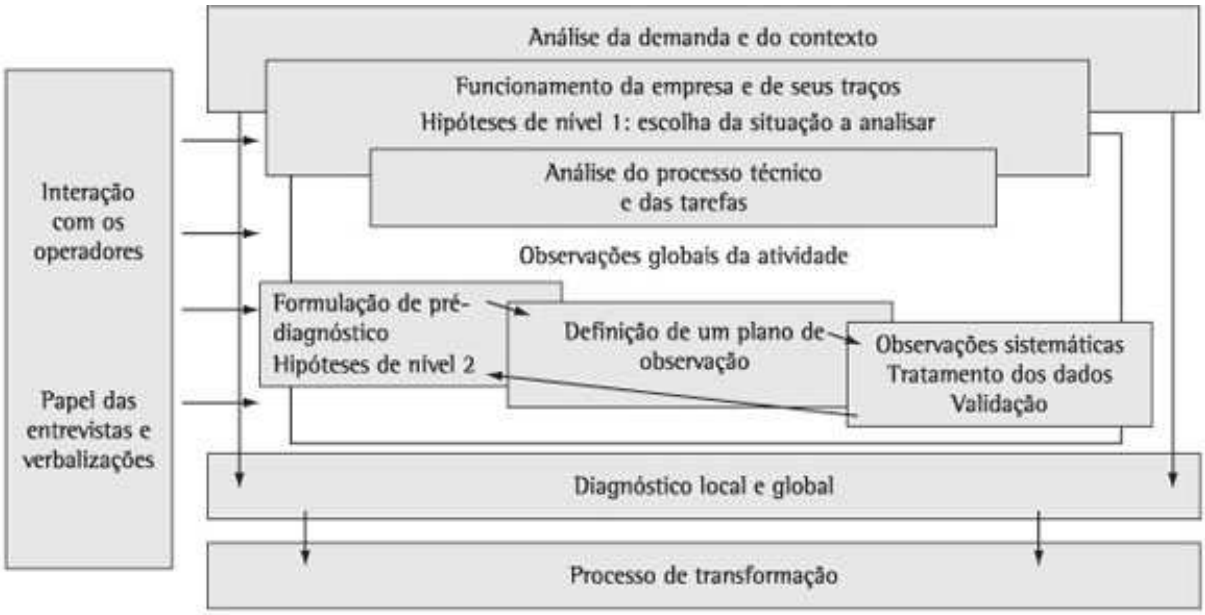

Figura 2 – A abordagem da ação ergonômica
Fonte: MENEGON & PIZO (2010)

Para Menegon e Pizo (2010), a abordagem da ação ergonômica se constrói conforme figura 2.

Laville (1977) afirma que a análise ergonômica do trabalho possui o objetivo de analisar as exigências e condições reais da tarefa e funções efetivamente utilizadas pelos trabalhadores.

De forma mais ampla, Lima (2004) explica que uma análise ergonômica do trabalho, também chamada de Parecer Ergonômico ou Laudo Ergonômico, tem como objetivo averiguar (quantitativa e qualitativamente) as condições de trabalho de uma determinada tarefa, observando os vários aspectos a ela relacionados.

Para Fialho e Santos (1997), os três aspectos fundamentais de uma Análise Ergonômica do Trabalho são: o “metaconhecimento”, dados coletados e o processamento e análise desses dados. Para tal, a AET (Análise Ergonômica do Trabalho) deve comportar 3 fases: analise da demanda, analise da tarefa e analise das atividades, que devem seguir uma ordem cronológica a fim de se obter uma coerência metodológica. Na prática, elas podem ocorrer de forma simultânea sem prejudicar a metodologia.

2.4.1 Análise da demanda

Para Laville (1977), a análise da demanda consiste em “situar o grupo que recorre a ergonomia (diretoria de uma empresa, departamento de pessoal, departamento de métodos, sindicato operário, grupo de consumidores etc.) e em conhecer os objetivos, a fim de exprimir essa demanda em termos ergonômicos”.

Lima (2004) mostra que a análise da demanda inicia-se juntamente com o processo de pesquisa. Trata-se do ponto de partida, a “solicitação” do estudo ergonômico. Devem ser consideradas as demandas explícitas e implícitas, mesmo que partam de origens diferentes - da direção da empresa ao sindicato dos trabalhadores.

A demanda é vista como sendo o início da análise ergonômica e são discriminadas em três grandes grupos (FIALHO & SANTOS, 1997):

- as demandas formuladas com o objetivo de buscar recomendações para implantação de um novo sistema de produção.
- as demandas formuladas com objetivo de resolver disfunções do sistema já implantado.
- as demandas formuladas com o objetivo de identificar novas condicionantes de produção.

2.4.2 Análise da tarefa

Para Fialho e Santos (1997), a análise da tarefa consiste em estudar as condições do trabalho da empresa. Nesta fase, define-se a situação de trabalho a ser analisada, ou seja, delimita-se o sistema homem-tarefa a ser abordado e realiza-se uma descrição dos diversos componentes deste sistema. Por conseguinte, realiza-se uma avaliação ergonômica das exigências do trabalho a fim de se contribuir para a confirmação ou recusa das hipóteses já formuladas ou, até mesmo, para a formulação de novas hipóteses.

Iida (2005) diz que “uma tarefa é um conjunto de ações humanas que torna possível um sistema atingir seu objetivo”.

Na descrição da tarefa, devem-se considerar os seguintes dados (FIALHO & SANTOS, 1997):

- Dados referentes ao homem: características da população, formação e qualificação profissional, número de operadores em cada posto etc.

- Dados referentes à máquina: dimensões, estrutura, órgãos de comando, problemas aparentes, aspectos críticos da máquina.
- Dados referentes às condições organizacionais de trabalho: dados referentes à organização geral do trabalho e à organização geral da empresa.
- Dados referentes ao meio ambiente físico de trabalho: ambiente térmico, espaço físico, ambiente sonoro, ambiente luminoso, ambiente toxicológico.
- Dados referentes às fontes de informação: exigências mentais, exigências sensoriais e motoras.

2.4.3 A análise das atividades

De acordo com Fialho & Santos (1997), os métodos de análise das atividades são divididos da seguinte forma:

- Em termos de atividades gestuais: aplica-se este método quando é identificada a atividade motora na execução da tarefa e quando as atividades sensoriais, perceptivas e cognitivas podem ser negligenciadas. O método de análise contempla os seguintes aspectos fundamentais da atividade gestual do trabalho:

1) Os gestos: identifica-se e mede-se a duração dos mesmos, com isso, pode-se obter uma visão global das atividades desenvolvidas no trabalho a fim de aumentar a produtividade ou simplificar as seqüências dos movimentos.

2) Conteúdo do trabalho: identificado através de entrevistas com os colaboradores ou pela observação da atividade dos mesmos.

3) O tempo de trabalho: trata-se de ordenar cronologicamente as operações elementares desenvolvidas por um individuo.

4) Os processos de trabalho: pode-se levantar as etapas não produtivas (transporte, deslocamentos), determinar sua importância e considerar meios de eliminá-las. Principais métodos: cronometragem, tempos elementares e observações instantâneas.

- Em termos de informação: é imprescindível a observação do funcionamento das funções estereoceptivas e das funções de memorização durante a execução do trabalho. O método constitui-se de algumas técnicas que permitem identificar atividades ligadas à percepção visual (percepção dos sinais) com também a informações auditivas e táteis utilizadas durante o trabalho.

- Em termos dos processos cognitivos: são destacados os raciocínios heurísticos do homem no trabalho; a planificação pessoal do trabalho, analisada a partir da avaliação da tarefa, definição da tarefa e definição de procedimentos; a representação mental da atividade de trabalho.

2.5 O MÉTODO OWAS

Para Silveira et al (2010), quando se fala em avaliações de posturas adotas nos ambientes de trabalho, o OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*) é a técnica que mais se destaca. Em suma, este sistema analisa as posturas adotadas durante a execução de uma tarefa e as classifica de acordo com uma escala científica, a partir deste ponto, ocorre a identificação de problemas relacionados à postura de um ou mais trabalhadores durante sua atividade.

Desenvolvido na Finlândia em 1977 por Karku, Kansi e Kurionka para a Ovaco Oy Company juntamente com o Instituto Finlandês de Saúde Ocupacional, o método OWAS (*Ovako Working Posture Analysing System*) é um sistema prático de registro, no qual cada postura é descrita por um código de seis dígitos, os quais representam as posições do dorso, braços, pernas e carga. (IIDA, 2005).

De acordo com Ribeiro et al. (2004) *apud* Silva et al (2010), o método OWAS possui o objetivo de analisar as posturas de trabalho inadequadas, identificar as mais prejudiciais e identificar as regiões mais atingidas.

Durante a observação, consideram-se as posturas relativas às costas, braços, pernas, ao uso de força e a fase do trabalho que está sendo observada, explicitado na figura 3. O primeiro dígito do código indica a posição das costas, o segundo, posição dos braços, o terceiro, das pernas, o quarto indica levantamento de carga ou uso de força (Wilson e Corlett, 1995).

Com os quatro dígitos em mãos, utiliza-se o quadro 1 para obtenção da categoria de ação correspondente à atividade analisada.

Figura 3 – Medidas antropométricas dinâmicas conforme sistema OWAS
Fonte: MARTINS NETO (2008)

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

CATEGORIAS DE AÇÃO
1 – Não são necessárias medidas corretivas
2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo
3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
4 - São necessárias correções imediatas

Quadro 1 – Categorias de ação com base no método OWAS.
Fonte: WILSON E CORLETT (2005)

Segundo o Manual WinOWAS (2009) *apud* Silva et al (2010), as quatro categorias de ação são classificadas conforme o grau de esforço exigido pela atividade:

- Categoria 1 - postura normal; não necessita de ação corretiva;
- Categoria 2 - carga física da postura levemente prejudicial ao trabalhador; há a necessidade de futuras ações corretivas;
- Categoria 3 - carga física da postura prejudicial; há a necessidade de ações corretivas a curto prazo;
- Categoria 4 - carga física da postura extremamente prejudicial; há a necessidade de correções imediatas.

Se a atividade é realizada com frequência, mesmo com carga leve, a amostragem permite a estimativa da proporção de tempo que o tronco e membros ficam nas várias posturas durante o período de trabalho (BENEDETTI ; SALES; ZENI, 2010 *apud* SOUZA, 2010). Para determinar a categoria de ação com base no tempo de atividade, utiliza-se o quadro 2.

QUADRO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSE DE CONSTRANGIMENTO DA SEQÜÊNCIA DE POSTURAS NO TEMPO (10 SEGMENTOS DE TEMPO)											
	% Do tempo da atividade	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
COSTAS	1. Reto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Inclinado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Reto e torcido	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4. Inclinado e torcido	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAÇOS	1. Dois braços para baixo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2. Um braço para cima	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3. Dois braços para cima	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PERNAS	1. Duas pernas retas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2. Uma perna reta	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3-Duas pernas flexionadas	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4. Uma perna flexionada	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5. Uma perna ajoelhada	1/2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6. Deslocamento com pernas	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	7. Duas pernas suspensas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

1 Não são necessárias medidas corretivas
2 Serão necessárias correções no futuro
3 São necessárias correções logo que possível
4 São necessárias correções imediatas

Quadro 2 – Classificação das posturas de acordo com a duração.
Fonte: MARTINS NETO (2008)

3 ESTUDO DE CASO NA MERCEDES-BENZ DO BRASIL

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Neste item é exposto o protocolo de pesquisa, objetivando descrever o procedimento adotado para a condução desta pesquisa.

O trabalho teve início a partir da definição do tema, que se deu com base na relevância do mesmo para a empresa em estudo. Em seguida, foi realizada uma revisão bibliográfica com o levantamento das publicações existentes relacionados ao assunto abordado: a ergonomia e o método OWAS.

Concluído o levantamento, realizou-se a coleta de dados na empresa através de fotos e observações.

Finalmente, os dados coletados foram tratados por meio da aplicação do método OWAS, visando a proposição e aplicação de uma melhoria ergonômica.

3.2 O SETOR AUTOMOTIVO NO BRASIL

O setor automotivo é representado pela Anfavea - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Inclui os fabricantes de autopeças e corresponde a 22% do PIB brasileiro.

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2011), a previsão de vendas para 2011 é de 3,69 milhões de unidades. Um crescimento de 5% com relação a 2010. Além disso, vale ressaltar que o setor automotivo é um dos mais importantes economicamente para o Brasil e compreende, além dos automóveis de passeio e veículos comerciais leves, caminhões, ônibus e máquinas agrícolas, como tratores, colheitadeiras, retroescavadeiras e cultivadores motorizados.

O quadro 2 mostra o ranking de vendas de automóveis e comerciais leves de vinte países no qual o Brasil figura em quarto lugar no ano de 2010.

	PAÍS	2010	2009		2008		2007		2006	
1º	China	13.302.857	9.848.086	2º	6.492.553	2º	6.072.015	2º	4.263.864	3º
2º	Estados Unidos	11.589.498	10.421.142	1º	13.221.150	1º	16.121.776	1º	16.525.716	1º
3º	Japão	4.918.726	4.577.288	3º	5.060.639	3º	5.270.101	3º	5.579.593	2º
4º	Brasil	3.328.254	3.009.191	5º	2.671.554	6º	2.323.192	9º	1.881.574	9º
5º	Alemanha	3.109.659	3.982.467	4º	3.318.310	4º	3.374.740	4º	3.669.837	4º
6º	França	2.669.285	2.642.657	6º	2.510.555	7º	2.526.611	8º	2.440.581	7º
7º	Índia	2.640.018	1.967.472	9º	1.665.795	10º	1.499.755	12º	1.309.970	12º
8º	Inglaterra	2.253.761	2.181.387	8º	2.421.256	8º	2.741.743	5º	2.672.026	5º
9º	Itália	2.140.262	2.336.758	7º	2.381.667	9º	2.727.884	6º	2.565.203	6º
10º	Russia	1.909.811	1.465.925	10º	2.923.540	5º	2.556.784	7º	1.871.041	10º
11º	Canadá	1.558.424	1.459.735	11º	1.637.440	11º	1.653.364	11º	1.614.763	11º
12º	Coreia	1.504.102	1.408.575	12º	1.170.640	13º	1.212.357	13º	1.152.970	14º
13º	Espanha	1.099.964	1.060.338	13º	1.324.627	12º	1.884.354	10º	1.895.713	8º
14º	Austrália	1.005.579	908.047	14º	974.831	15º	1.011.157	15º	928.821	15º
15º	México	832.685	722.463	15º	1.008.719	14º	1.074.410	14º	1.157.509	13º
16º	Tailândia	776.117	531.686	17º	597.084	17º	608.477	17º	659.543	17º
17º	Turquia	756.454	555.057	16º	492.259	20º	594.379	18º	622.102	18º
18º	Bélgica	599.917	527.512	18º	600.691	16º	590.268	19º	584.350	19º
19º	Holanda	532.727	436.843	19º	582.427	18º	583.610	20º	547.797	20º
20º	África do Sul	471.273	376.409	20º	498.507	19º	639.114	16º	669.269	16º

Quadro 3 – Ranking países: vendas automóveis + comerciais leves
Fonte: adaptado de ANUÁRIO FENABRAVE (2010)

3.3 A MERCEDES-BENZ DO BRASIL

A Mercedes-Benz, uma marca alemã de automóveis pertencente ao grupo Daimler AG, criada em 1924, resultado de uma fusão entre a Benz & Cia e a Daimler. É a mais antiga empresa de automóveis e veículos comerciais da Alemanha e do mundo. Esta produz automóveis, caminhões, autocarros e os seus próprios motores.

A empresa adota um padrão mundial para o sistema de produção de veículos comerciais, baseado em cinco premissas: infraestrutura humana; padronização; qualidade, produtos e processos robustos; just-in-time e melhoria contínua.

A planta de Juiz de Fora – MG conta com um quadro de aproximadamente 1000 funcionários e atualmente sofre adaptações para a produção de veículos comerciais: modelos Actros e Accelo.

As adaptações encontram-se na fase de *try-out*, que nada mais é do que uma fase de testes na linha de produção para identificar possíveis falhas que possam impedir o início de produção previsto para janeiro de 2012.

O *try-out* permite a verificação do funcionamento de todo o sistema de produção, envolvendo os diversos processos, máquinas, equipamentos, ferramentas, pré-montagem de

componentes, montagem de periféricos, montagem final, abastecimento da linha e outros detalhes, como as exigências de qualidade, segurança e meio ambiente.

A unidade de Juiz de Fora, será responsável inicialmente por 25% das peças nacionais, um processo que representará redução de custos à Mercedes-Benz e seus clientes, pois reduzirá a necessidade de importação do caminhão. Até 2013, a expectativa é de inserir no mercado interno 15 mil caminhões.

Há planos para o avanço em 60% da produção até 2015. Com isso, a fábrica produzirá cerca de 50 mil unidades por ano. A maioria será de Actros, uma vez que o Accelo terá a produção dividida com a unidade de São Bernardo do Campo (SP).

A planta de Juiz de Fora, mostrada na figura 4, já conta desde o início de 2011 com uma área de nacionalização de caminhões denominada de CBU (*Completely Built Unit*), onde o modelo extrapesado Actros sofre alterações para adaptar-se à legislação brasileira.

Figura 4 – Unidade da Mercedes-Benz de Juiz de Fora
Fonte: intranet Mercedes-Benz do Brasil (2011)

3.4 ÁREA DE NACIONALIZAÇÃO DE CAMINHÕES

A área de nacionalização de caminhões denominada de CBU (*Completely Built Unit*) foi inaugurada em março de 2011, no prédio 103 da fábrica, a fim de adaptar o veículo Actros às exigências do mercado nacional. Atualmente possui a capacidade de produção de

aproximadamente 35 veículos por dia e um nível de produção de 24 veículos por dia. A área conta com 20 funcionários operativos diretos e 6 administrativos.

O processo de nacionalização se inicia com a chegada do caminhão ao pátio e posterior abastecimento do veículo com diesel. Após essa etapa, leva-se o caminhão ao prédio 103 da fábrica para que sejam feitas as adequações (colagem de etiquetas, montagem da cinta do cardan, adaptações no chicote elétrico do caminhão, dentre outras). Ao término, leva-se o caminhão de volta ao pátio, conforme fluxo logístico da figura 5.

ROTA 1 – Caminhão saí do pátio é abastecido 30 litros de diesel no posto interno e vai para o prédio 103,onde são feitas as montagens para liberação do caminhão.

ROTA 2 – Caminhão é liberado no prédio 103 e volta para o pátio aguardando envio para vendas.

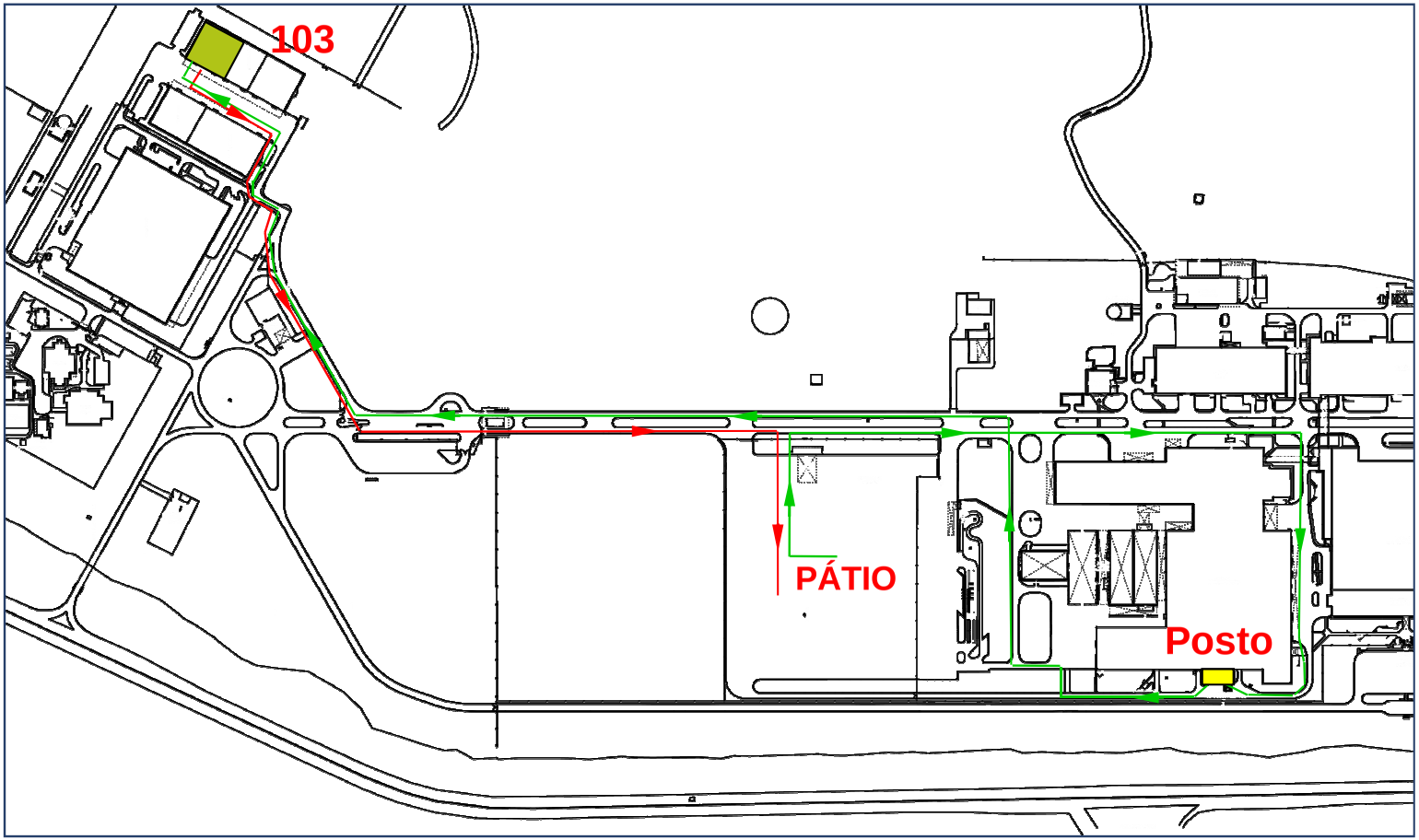

Figura 5 – Logística do caminhão no interior da planta
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

O processo de adaptação do caminhão, conforme figura 6, tem início no prédio 103. Todas as montagens realizadas no interior desse prédio têm o nome de PDI (*Pre delivery Inspection*).

O caminhão, chegando ao porto, é encaminhado à planta de Juiz de Fora. Após o abastecimento com 30 litros de diesel, o mesmo é conduzido para que seja realizado o PDI, na área de nacionalização de caminhões.

O processo do PDI se inicia com algumas colagens de etiquetas no caminhão. Após isso, é gravado o número de chassi nos vidros, ocorre a montagem da cinta do cardan, troca do sensor de giro e do tacógrafo importado e adequação da tomada elétrica do caminhão.

Se o veículo possuir alguma necessidade de retrabalho ele é desviado para a área de pintura e funilaria ou área de revisão, conforme defeito apresentado. Finalmente, o mesmo é liberado para o pátio de vendas.

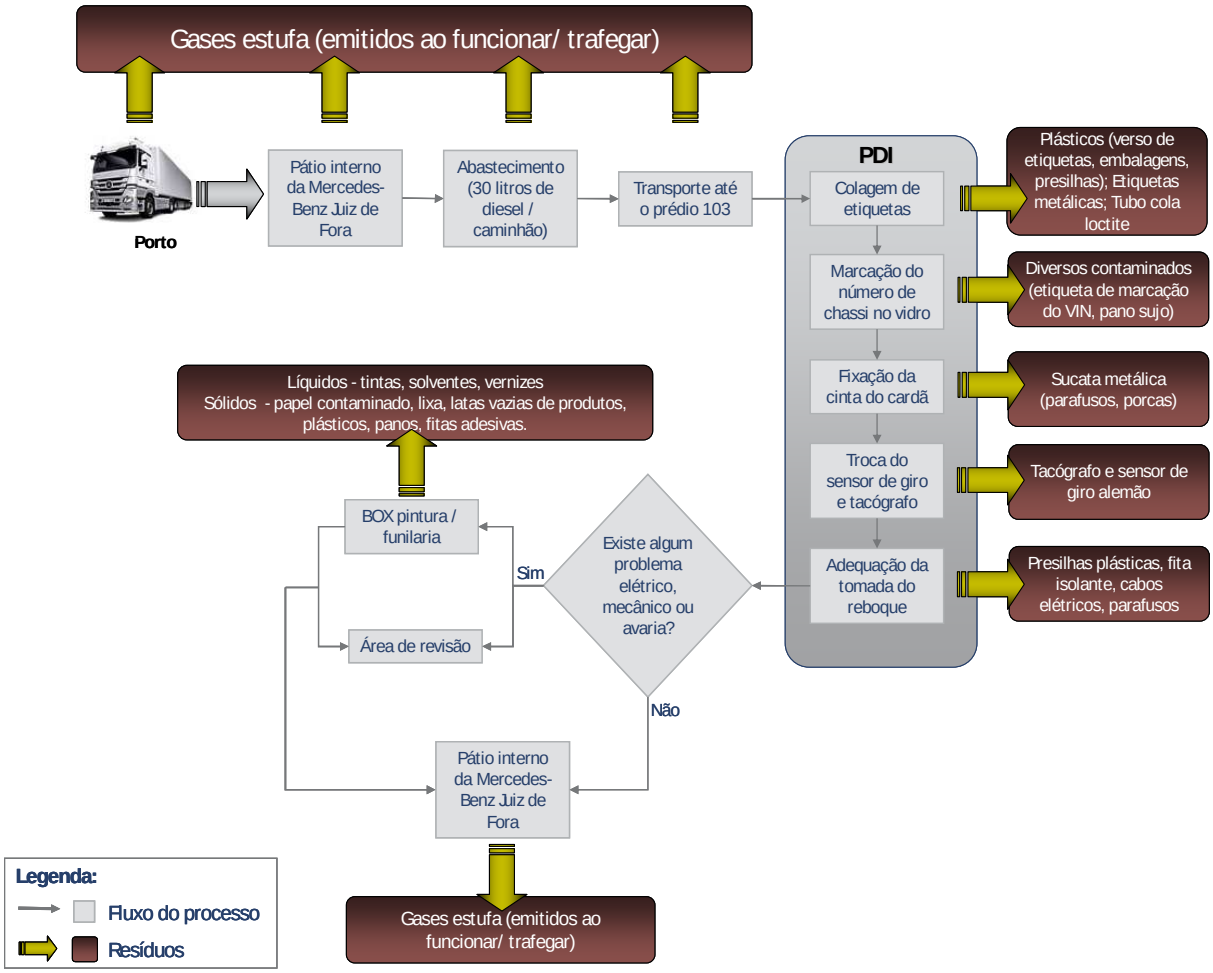

Figura 6 – Fluxograma do processo produtivo CBU com emissões
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

A figura 6 apresenta, ainda, o fluxo de emissões de cada etapa descrita.

Das atividades presentes na área de nacionalização de caminhões a escolhida para a realização da análise ergonômica foi a montagem da cinta do cardan, por se tratar de uma montagem presente em 100% dos caminhões e exigir maior esforço dos colaboradores.

3.5 PROCESSO DE MONTAGEM DA CINTA DO CARDAN

O eixo cardan (também conhecido como Cardã ou Cardão) é um sistema de transmissão de torque muito utilizado em veículos com tração 4x4, motocicletas cuja função é fornecer independência às forças motrizes e em caminhões diversos. A cinta do cardan, apresentada na figura 7, é um arco de metal colocado sob o eixo cardan do caminhão para que, caso ocorra quebra do mesmo, este não venha a cair na via de circulação e não ofereça riscos ao condutor e transeuntes próximos ao veículo. Portanto, trata-se de um equipamento de segurança, exigido pela legislação brasileira.

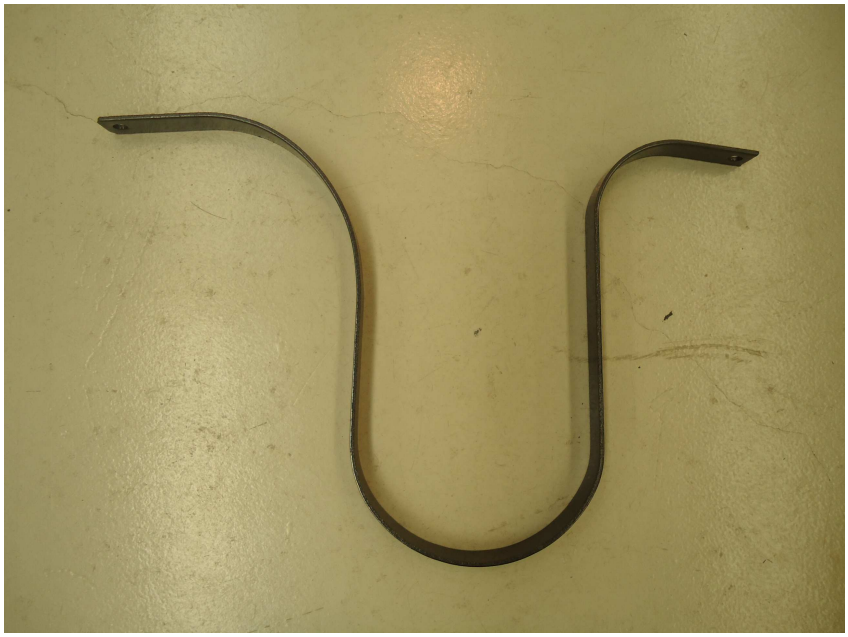

Figura 7 – Cinta do cardan
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

O processo de montagem da cinta do cardan requer a atuação de dois colaboradores em conjunto: um na porção superior do quadro do caminhão para apontar dois parafusos da cinta (colaborador 1); outro sob o caminhão, que deve posicionar a cinta, apontar duas porcas

nos parafusos da cinta, realizar o aperto com apertadeira hidropneumática e aplicar o torque de segurança (colaborador 2).

Para a montagem são utilizados os seguintes materiais: cinta do cardan, 2 parafusos M10x40, 2 porcas M10, apertadeira hidropneumática, torquímetro de estalo (50 – 150 Nm) e chave estriada 16mm.

Além disso, pode-se citar os EPI's inerentes ao processo: boné de segurança (apenas para o colaborar que se posicionar sob o caminhão), óculos de segurança, calçado de segurança, protetor auricular e luvas.

A figura 8 exemplifica o posicionamento correto da cinta, o desenho da peça bem como o torque nominal de segurança (com tolerâncias) para montagem da mesma. É utilizada para orientação dos colaboradores sobre a forma correta de montagem.

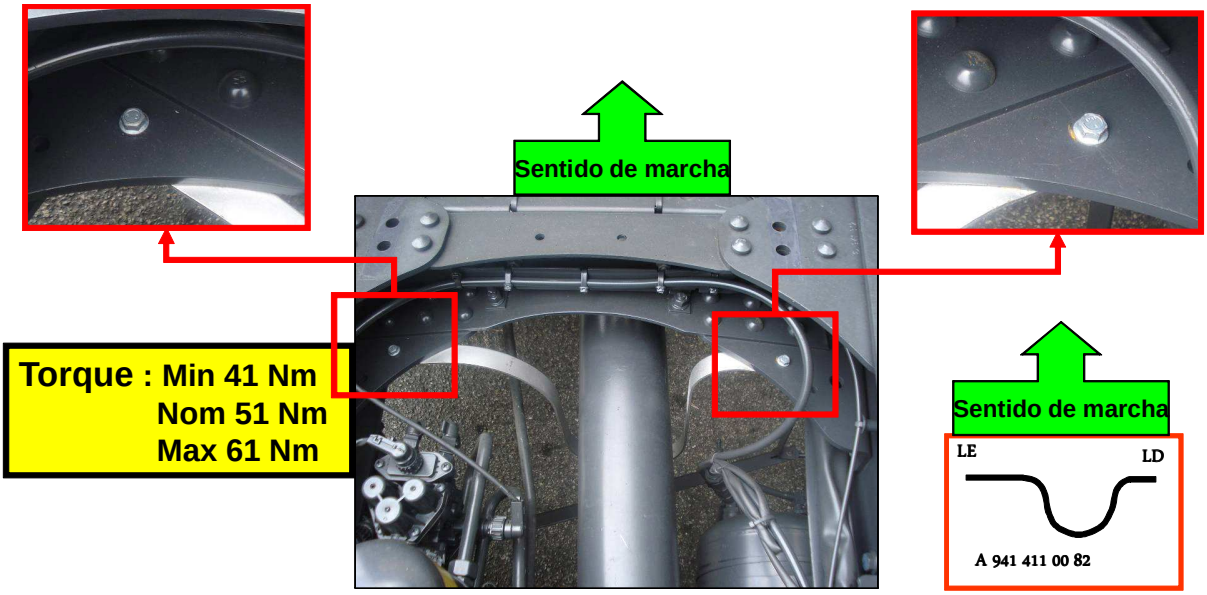

Figura 8 – Orientação de montagem da cinta do cardan
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

3.6 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DO COLABORADOR 1

O colaborador 1 é responsável por apontar dois parafusos M10x40 nas furações do quadro, nos pontos de fixação da cinta do cardan.

Após apontar os parafusos, o colaborador 1 deve posicionar a chave estriada 16 mm nos parafusos e manter a posição enquanto o colaborador 2, que está sob o caminhão, realiza o aperto das porcas M10 e fixa a cinta do cardan, conforme posição da figura 9.

Figura 9 – Montagem da cinta – colaborador 1
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

A partir da figura 9, pode-se observar que a posição inadequada de montagem advém do difícil acesso aos pontos de fixação da peça.

Com base no métodos OWAS, obteve-se o seguinte código para as posições de costas, braços, pernas e uso de força:

- Costas: dígito 4 – inclinada e torcida;
- Braços: dígito 3 – ambos os braços no nível ou acima dos ombros;
- Pernas: dígito 6 – ajoelhado em um ou ambos os joelhos;
- Esforço: dígito 1 – peso ou força necessária igual ou menos a 10 kg.

Com base no código acima e no quadro de categorias de ação segundo posição das costas, braços, pernas e uso de força no método OWAS de WILSON E CORLETT (2005) obtém-se o seguinte resultado, mostrado na figura 10.

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

CATEGORIAS DE AÇÃO
1 – Não são necessárias medidas corretivas
2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo
3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
4 - São necessárias correções imediatas

Figura 10 – Categoria de ação para colaborador 1
Fonte: adaptado de WILSON E CORLETT (2005)

Portanto, pode-se inferir que a atividade do colaborador 1 enquadra-se na categoria 4 – são necessárias correções imediatas. Nesta categoria enquadram-se as posturas que flexionam ou torcem as costas, e flexionam as pernas. Nesta situação, a posição dos braços e os graus de esforços podem ser considerados irrelevantes.

3.7 ANÁLISE ERGONÔMICA DA ATIVIDADE DO COLABORADOR 2

O colaborador 2 possui sua atividade centrada na porção inferior do quadro do caminhão, sendo necessária a utilização de carro esteira para acesso ao mesmo, conforme explicitado na figura 11. Ele é responsável pela fixação da cinta do cardan. Sua atividade pode ser resumida como posicionamento da peça (cinta do cardan) nas furações corretas do quadro, nos parafusos M10x40 apontados pelo colaborador 1, e fixação com auxílio de apertadeira hidropneumática e duas porcas M10. Após isso, ocorre o torqueamento com torquímetro de estalo (50 – 150 Nm) no valor de 51±10 Nm.

Figura 11 – Montagem da cinta – colaborador 2
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

Vale ressaltar que a utilização dos EPI's boné de segurança e óculos de segurança são obrigatórios apenas para o colaborador que se posiciona embaixo do caminhão. O outro deve utilizar apenas o protetor auricular e calçado de segurança.

Com base no métodos OWAS, obteve-se o seguinte código para as posições de costas, braços, pernas e uso de força:

- Costas: dígito 3 – ereta e torcida;
- Braços: dígito 2 – um braço no nível ou acima dos ombros;
- Pernas: dígito 1 – deitado;
- Esforço: dígito 1 – peso ou força necessária igual ou menos a 10 kg.

Com base no código acima e no quadro de categorias de ação segundo posição das costas, braços, pernas e uso de força no método OWAS de WILSON E CORLETT (2005) obtém-se o seguinte resultado, conforme figura 12.

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

CATEGORIAS DE AÇÃO
1 – Não são necessárias medidas corretivas
2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo
3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
4 - São necessárias correções imediatas

Figura 12 – Categoria de ação para colaborador 2
Fonte: adaptado de WILSON E CORLETT (2005)

Portanto, pode-se inferir que a atividade do colaborador 1 enquadra-se na categoria 2 – são necessárias medidas corretivas em um futuro próximo. Nesta categoria enquadram-se as posturas que são transições entre as categorias 1 e 3.

3.8 PROPOSTAS PARA MELHORIA

Os resultados obtidos através da aplicação do método Owas mostra que nenhuma atividade é categoria 1 – não são necessárias medidas corretivas. Portanto, realizou-se uma análise para identificar possíveis pontos de melhoria para os colaboradores 1 e 2.

3.8.1 Atividade Colaborador 1

Para a atividade do colaborador 1, foi desenvolvida uma extensão para a chave estriada 16 mm que o mesmo utiliza, conforme figura 13.

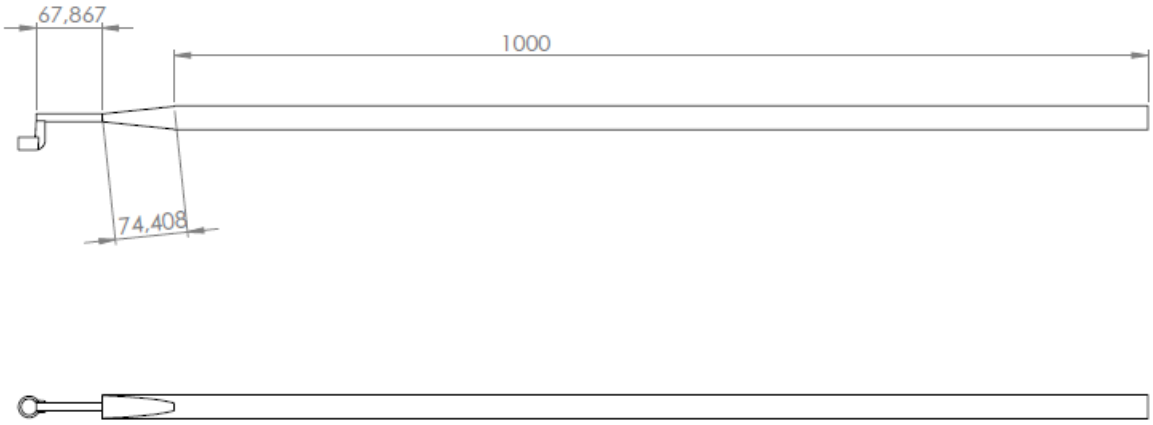

Figura 13 – Projeto chave + extensão (cotas em milímetros)
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

A extensão possui 1 metro e é feita em alumínio, sendo leve o suficiente para manipulação pelo colaborador. Tem por objetivo fazer com que o montador possa exercer sua atividade sem a necessidade de subir no quadro do caminhão, ou seja, ele pode trabalhar de pé, ao lado do veículo.

A chave estriada foi fixada na extensão pela prensagem da extensão de alumínio na região de contato com a chave estriada.

Além disso, inseriu-se um ímã na região da chave onde se aloca o parafuso – conforme figura 14 – a fim de facilitar o trabalho do montador e evitar que o parafuso caia sobre o colaborador 2, que encontra-se embaixo do caminhão.

Figura 14 – Chave estriada + ímã
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

3.8.2 Atividade Colaborador 2

Para a atividade do colaborador 2, sugere-se a utilização de valetas para a montagem da cinta do cardan, que estão sendo construídas no prédio da montagem final.

A figura 15 ilustra um exemplo de valetas em processo de construção na unidade de Juiz de Fora.

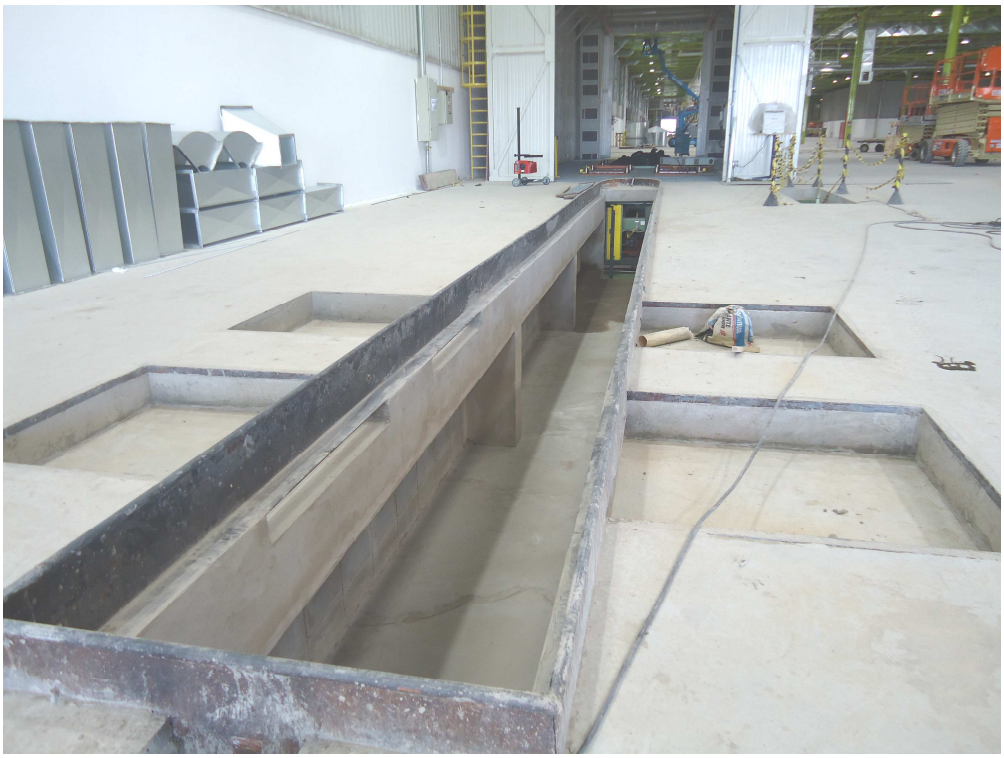

Figura 15 – Valetas
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

4 RESULTADOS

Este capítulo abordará os principais resultados alcançados pela execução da proposta de melhoria acima descrita.

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

4.1.1 Colaborador 1

O conjunto “extensão + chave estriada” proposto no capítulo anterior foi desenvolvido junto ao pessoal da manutenção da área de montagem final, ilustrado na figura 16. A partir daí, implementou-se uma nova forma de trabalhar com o novo instrumento de trabalho.

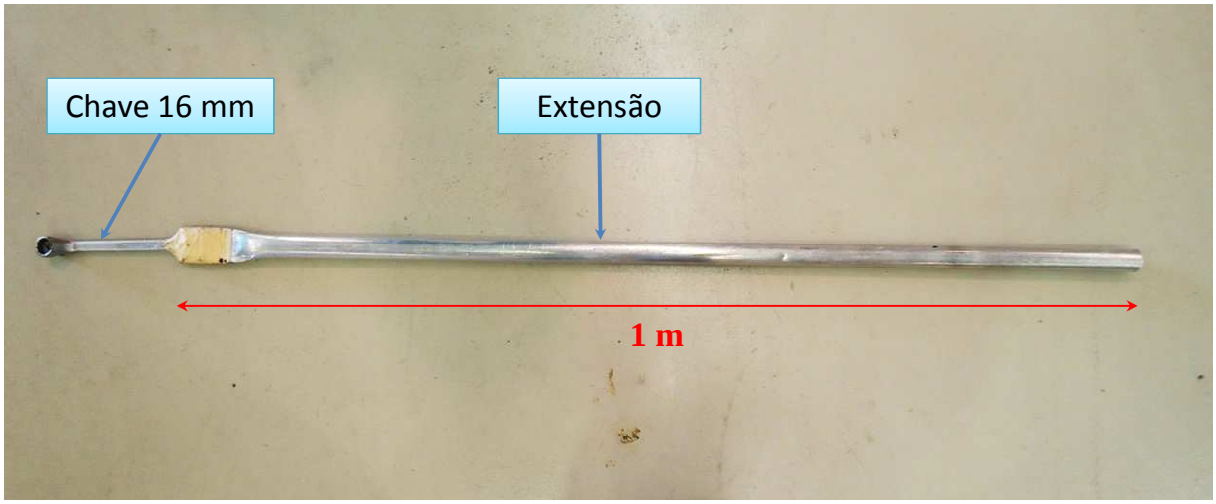

Figura 16 – Conjunto extensão + chave estriada
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

A fim de avaliar se a proposta de melhoria teve, ou não, impacto positivo nas atividades do colaborador 1, é necessário que se realize uma nova análise postural OWAS. Para isso, a nova posição de trabalho foi registrada na figura 17.

Figura 17 – Nova posição de montagem colaborador 1
Fonte: elaborado pelo autor (2011)

Com base na foto da nova posição de montagem, pôde-se realizar uma nova análise postural OWAS a fim de identificar se a melhoria realmente trouxe benefícios.

Com base no método OWAS, obteve-se o seguinte código para as posições de costas, braços, pernas e uso de força:

- Costas: dígito 1 – ereta;
- Braços: dígito 1 – dois braços abaixo dos ombros;
- Pernas: dígito 2 – de pé com ambas as pernas esticadas;
- Esforço: dígito 1 – peso ou força necessária igual ou menos a 10 kg.

De acordo com o código acima e o quadro de categorias de ação segundo posição das costas, braços, pernas e uso de força no método OWAS de WILSON E CORLETT (2005) obtém-se o seguinte resultado, mostrado na figura 18:

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

CATEGORIAS DE AÇÃO
1 – Não são necessárias medidas corretivas
2 - São necessárias medidas corretivas em um futuro próximo
3 - São necessárias correções tão logo quanto possível
4 - São necessárias correções imediatas

Figura 18 – Categoria de ação para proposta de melhoria
Fonte: adaptado de WILSON E CORLETT (2005)

Pode-se inferir que a proposta de melhoria para a atividade do colaborador 1 enquadra-se na categoria 1 – não são necessárias medidas corretivas. Nesta categoria enquadram-se as posturas que priorizam o alinhamento do corpo, tornando irrelevante o valor dos esforços e a posição dos braços.

4.1.2 Colaborador 2

Devido ao atraso nas obras de ampliação da planta de Juiz de Fora, não é possível realizar uma análise da proposta de melhoria para o colaborador 2, pois a área em que estão sendo construídas as valetas encontra-se em obras e ainda não foi liberada para uso pela segurança do trabalho.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conclui-se que a melhoria implementada e analisada trouxe reais ganhos para o colaborador da Mercedes-Benz do Brasil, unidade de Juiz de Fora, uma vez que se chegou à categoria 1, a qual não requer ações, partindo de uma posição de trabalho de categoria 4, na qual são necessárias ações imediatas.

Além disso, pode-se citar um benefício relacionado à segurança do colaborador, pois agora o mesmo não necessita subir no quadro do caminhão para executar seu trabalho, diminuindo o risco de queda. Também minimizou-se o risco de queda de parafusos sobre o outro colaborador que encontra-se embaixo do caminhão.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho, por meio da realização de um estudo de caso, possibilitou a aplicação do método de análise postural OWAS, a fim de se identificar uma oportunidade de melhoria, propor uma modificação e implementá-la. A partir da elaboração do estudo de caso, pode-se inferir que o objetivo inicial do trabalho foi alcançado.

Com o desenvolvimento do trabalho, conclui-se que a análise postural é importante para a identificação de problemas ergonômicos nas linhas de montagem de qualquer empresa. Em muitos casos, a não identificação de tais problemas ergonômicos pode ocasionar lesões sérias, o que gera altos índices de afastamentos médicos ou, até mesmo, acidentes de trabalho.

Além disso, a experiência proporcionada pela elaboração dessa monografia, o contato direto com os colaboradores, a autonomia dada pela empresa para a implementação de melhorias foram relevantes para a formação do autor.

A não aplicação de uma melhoria proposta serve como lição para que se busquem alternativas sempre, não ficando preso a apenas uma solução proposta. Desta forma, garante-se sempre um plano B caso ocorra algum imprevisto.

Para trabalhos futuros, sugere-se a citação e utilização de outras técnicas de análise ergonômica definindo qual a melhor para cada ocasião, além da consideração de outros fatores inerentes ao processo no estudo de caso, como a temperatura, o nível de ruído e a iluminação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Brazilian automotive industry yearbook (2010)**. Disponível em: <http://www.anfavea.com>. Acesso em 11 de maio de 2011.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

FEDERAÇÃO NACIONAL DA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (FENABRAVE). **Anuário 2010**. Disponível em: < http://www.fenabrave.com.br>. Acesso em 17 de outubro de 2011.

FIALHO, F.; SANTOS, N. dos. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. 2. ed. Curitiba: Gênesis, 1997.

FRITZSCHE, L. (2010), **Ergonomics risk assessment with digital human models in car assembly:** Simulation versus real life. In: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 20: 287–299. doi: 10.1002/hfm.20221.

GARZA, C. de la; FADIER, E. **Segurança e prevenção**: referências jurídicas e ergonômicas. In: FALZON, P. (Ed.). Ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p. 125-140.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HALLBECK, M. S.; BOSCH, T.; VAN RHIJN, G. W.; KRAUSE, F.; DE LOOZE, M. P. AND VINK, P. (2010). **A tool for early workstation design for small and medium enterprises evaluated in five cases**. In: Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 20: 300-315. doi: 10.1002/hfm.20222.

HELANDER, M.; **A guide to ergonomics of manufacturing**. London: Taylor & Francis, 1997.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.iea.cc/>. Acesso em 11 de maio de. 2011.

LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: Epu, 1977.

LEPLAT, J.; MONTMOLLIN, M. **As relações de vizinhança da ergonomia com outras disciplinas**. In: FALZON, P. (Ed.). Ergonomia. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p. 33-44.

LIMA, J. **Bases teóricas para uma Metodologia de Análise Ergonômica**. In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA E USABILIDADE DE INTERFACES, 2004, Rio de Janeiro, RJ.

MARTINS NETO, A. V. **Análise Ergonômica Postural de Trabalho do Pedreiro na Construção Civil**. 2008. Dissertação Apresentada no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MORAES, A.; SOARES, M. **Ergonomia no Brasil e no mundo**: um quadro uma fotografia. Rio de Janeiro: ABERGO:UERJ:ESDI:Univerta, 1989.

MOTTA, V . F. **Avaliação ergonômica de postos de trabalho no setor de pré-impressão de uma indústria gráfica.** 2009. 60f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

PEQUINI, P. C. **Intervenção ergonômica e suas implicações na produtividade e satisfação dos funcionários:** estudo de caso de lavanderia industrial. 2007. 104f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção com ênfase em Gestão Empresarial) Faculdade de Ciência e Tecnologia AREA 1, Salvador, 2007.

PIZO, A.; MENEGON, L. **Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado**. In: Revista Produção [online], vol.20, n.4, 2010.

SILVA, F. P. da; KRÜGER, J. A.; XAVIER, A. **Aplicação do método OWAS no transporte e manuseio de fôrmas de alumínio utilizadas para construção de casas in loco: um estudo de caso**. In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos, SP.

SILVEIRA, O.; YUKI, W.; CATAI, R.; MATOSKI, A.; CORDEIRO, A.; ROMANO, C. **Gestão da Ergonomia no posto de trabalho do operador logístico de uma empresa de abrasivos.** In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010, Niterói, RJ. ISSN 1984-9354.

SOUZA, V. F. de. **Análise postural em uma serraria de pedras decorativas utilizando o método owas.** 2010. 44f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção) Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

VIDAL, M.; SETTI, M. **Ergonomia e segurança do trabalho:** Uma radiografia da pesquisa no Brasil. In: Revista Ação Ergonômica, vol.1, n.2, 2001.

WILSON, J. e CORLETT, N. **Evaluation of Human Work**. 3. ed. London: Taylor e Francis, 2005. 1026 p.