

## ANÁLISE E INTERVENÇÃO ERGONÔMICA APLICADA NA PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE UMA METALÚRGICA

### ANALYSIS AND ERGONOMIC INTERVENTION APPLIED IN SECTOR OF PREPARATION OF AN INDUSTRY

José Henrique Dallagnese – [jhdallagnese@gmail.com](mailto:jhdallagnese@gmail.com)

#### **Resumo**

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver o estudo de projeto ergonômico que integre homem, sistema e máquina. Como qualquer intervenção ergonômica, a projeção tem a finalidade de apresentar propostas para que o processo seja adequado, assim trazendo benefícios a empresa e ao colaborador, tais como: menores índices de acidentes de trabalhos e afastamentos, agilidade e melhoria de processos, maior motivação, melhor qualidade de trabalho ao funcionário, adaptando o trabalho ao homem no setor de preparação de superfície. Desenvolvido em uma indústria metalúrgica situada no norte do estado do Rio Grande do Sul, o presente estudo utiliza das técnicas de Moraes e Mont'Alvão, contudo, a mensuração dos resultados efetivos apenas poderá ser comprovada com a reprodução do projeto desenvolvido em 3D.

#### **Abstract**

*The main objective of this work is to develop the study of ergonomic project that integrates human, system and machine. Like any ergonomic intervention, the projeção aims to submit proposals for the process to be appropriate, thus bringing benefits the company and the employee, such as: lower accident rates of work and sick leave, agility and process improvement, increased motivation, better quality job for employee, adapting the job to man in the sector of preparation of industry. Developed in a metallurgical industry in the north of the Rio Grande do Sul state, this study uses the techniques of Moraes and Mont'Alvão, However, the measurement of actual results can only be proven with the reproduction of the project developed in 3D.*

**Palavras Chave:** Projeção ergonômica; Métodos e técnicas de apreciação e diagnose ergonômica; Carrinho para problemas movimentacionais.

**Keywords:** *Ergonomic project; Methods and techniques for assessing and ergonomic diagnosis; Device for handling problems.*

## **1 Introdução**

No ramo industrial em um cenário atual, o conceito para operação de lixar peças nada mais é que um retrabalho, uma vez que esse processo só será necessário devido ao mau acabamento do processo anterior e que objetiva deixar as peças aptas para pintura. A intervenção ergonomizadora no sistema-alvo estudado tem como principal objetivo contribuir de forma corretiva os erros de postura, levantamento de peso e outros problemas, visando à melhoria do posto de trabalho e melhorando o desempenho dos colaboradores. O presente projeto foi subdividido com o intuito de apresentar os métodos e técnicas utilizados, os registros do comportamento do ambiente e propor soluções eficazes que foram desenvolvidas em software, porém, prontas para reprodução real.

## **2 Revisão bibliográfica**

As abordagens utilizadas para o estudo, contempla o método de intervenção ergonomizadora apresentado por Moraes e Mont'Alvão (2009), subdividido em etapas, sendo a primeira a apreciação ergonômica onde é realizado o mapeamento dos problemas; na segunda etapa, a diagnose, consiste em identificar e priorizar os problemas físicos e organizacionais detectados; por fim, a projeção ergonômica constitui em fazer a adequação dos postos de trabalho conforme as necessidades e restrições do sistema.

A observação é um dos métodos mais utilizados pelo ser humano, e por ela é possível obter uma determinada referência sobre algum aspecto da realidade. Assim, durante a etapa da diagnose, podemos afirmar a ideia de Thiollent (1981, apud Moraes e Mont'Alvão, 2009, p.62), onde “a observação se torna um momento decisivo em qualquer investigação de fatos empíricos, e muitas vezes, é considerada como base de comprovação de tal ou qual hipótese”.

A pesquisa, naturalmente termina, quando os seus objetivos são alcançados, onde para Moraes e Mont'Alvão (2009, p.81), a projeção comumente “trata de adaptar as estações de trabalho, equipamentos e ferramentas às características físicas, psíquicas e cognitivas do trabalhador”.

## **3 Metodologia**

Empregando as técnicas de observação assistemática e inquirição por questionários de Moraes e Mont'Alvão (2009), as primeiras evidências foram feitas apenas com anotações e registros

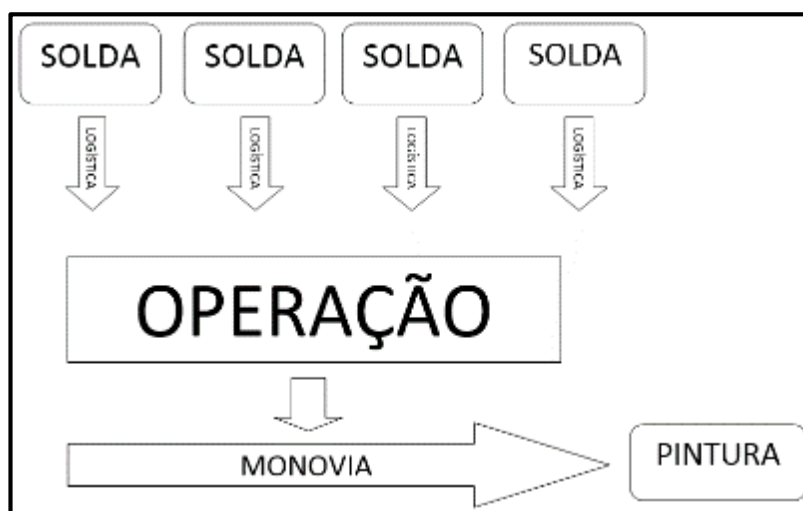
fotográficos dos fatos observados, com cautela para não confundi-los com opiniões pessoais. Posterior a observação, a utilização de questionários fechados colaborou a fim de que, fosse possível perceber quais seriam as queixas e necessidades dos entrevistados, para então buscar alguma solução que os satisfaça.

A empresa onde foi desenvolvido a intervenção é uma indústria metalúrgica que atua no ramo agrícola, o sistema alvo em questão, é o setor de Preparação de Superfície. As visitas para levantamento das informações foram realizadas nos dias 21 e 28 de setembro de 2014, com foco em observar o funcionamento do sistema-alvo e suas respectivas tarefas, além de apontar os riscos ergonômicos existentes naquela operação da indústria.

#### 4 Contextualização do processo

O mapeamento do sistema-alvo contribuiu para identificar os riscos ergonômicos. Assim, o processo de “preparação de superfície”, tem como objetivo principal, deixar as peças aptas para pintura, desbastando as superfícies das peças mal acabadas, geralmente ocasionadas por uma solda mal feita, aparelhos de solda mal regulados e/ou a não-utilização de um anti-respingo de solda. Desta forma, a operação é executada após o processo de solda e antes do processo de pintura, como pode ser visualizado na figura 1.

FIGURA 1 - Visão do processo



Durante o mapeamento, foi obtido a informação que o sistema conta uma equipe de 52 colaboradores. Os recursos e ferramentas utilizados pelo sistema, podem ser visualizados na tabela 1. A partir deste mapeamento, foi possível desenvolver a apreciação ergonômica do processo.

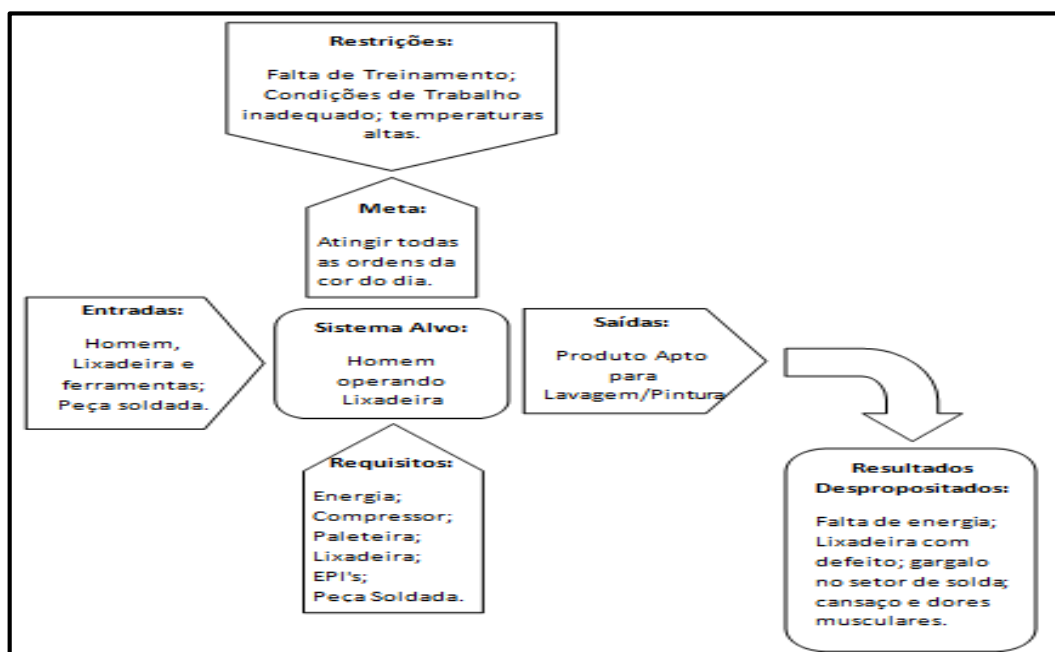
TABELA 1 – Recursos do sistema

RECURSO	QUANTIDADE
Colaboradores	52
Lixadeira Pneumática	15
Lixadeira Elétrica	1
Braço de Talha	3
Ponte Rolante	3
Lâmpadas Fluorescente	34
Martelo	15
Alicate	10
Espátula	30
Retifica Pneumática	1
Elevadores Pneumáticos	9
Empilhadeira (a gás)	1
Transpaleteira	5

## 5 Apreciação ergonômica

Para Moraes e Mont'Alvão (2009), a apreciação ergonômica é a fase exploratória que compreende o mapeamento dos problemas e a sintetização do sistema-humano-tarefa-máquina, e conclui-se com o parecer ergonômico. Assim, nesta fase, é possível obter-se conhecimento sobre o funcionamento dos *inputs* e *outputs* do sistema e pode ser visualizado na figura 2.

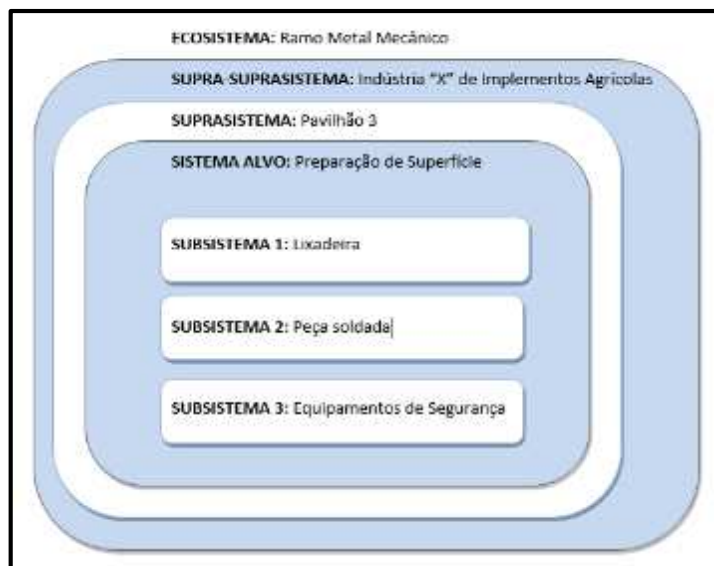
FIGURA 2 - Identificação do sistema alvo/caracterização e posição serial do problema



Fonte: Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2009)

Considerando que todo sistema com um tudo faz parte de um sistema maior que o influência, e que esse sistema por sua vez está contido em algum outro, além de que, o sistema primeiramente mencionado por sua vez é formado por subsistemas pelo quais tem o objetivo de determinar a função necessária para atingir o objetivo da ordem superior. O sistema alvo estudado pode ser representado na figura 3.

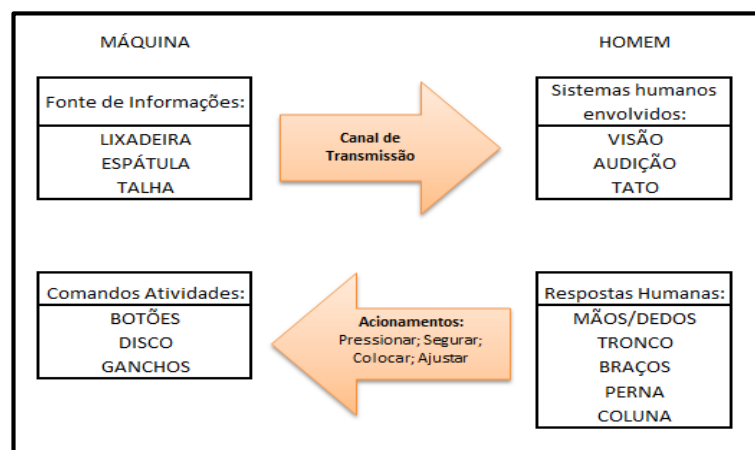
FIGURA 3 - Ordenação hierárquica do sistema



Fonte: Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2009)

A modelagem comunicacional do sistema nada mais é que a transmissão da informação, compreendendo os subsistemas dos sentidos humanos envolvidos (tomada de informação), as suas respostas e os componentes acionais (ligados ao subsistema máquina). Seu funcionamento pode ser visualizado na figura 4.

FIGURA 4 - Modelagem comunicacional do sistema



Fonte: Adaptado de Moraes e Mont'Alvão (2009)

## 6 Problematização e discussão

A problematização foi realizada através da observação assistemática. O presente estudo foi feito observando a rotina de trabalho na Preparação de Superfície por um período total de 12 horas. Além disso, as obtenções dos registros comportamentais auxiliaram a conhecer sobre os procedimentos executados pelos operadores e as exigências da tarefa.

Diante disto, foram pontuados na realização da tarefa os problemas químico-ambiental, físico-ambiental, movimentacionais e interfaciais.

### **6.1 Problemas químico-ambiental**

Estes riscos são representados de forma sólida, líquida ou gasosa, e podem ser absorvidos pelo operador pela via respiratória, e quando absorvidos pelo organismo podem produzir reação tóxica e danos à saúde. Segundo Iida (2002, p. 47) “os locais onde existem esses produtos devem receber atenção especial, providenciando-se, por exemplo, ventilação ou exaustão do ar, para diminuir a concentração de gases nocivos”.

O operador no desempenho de sua função e manuseio da lixadeira fica exposto a poeiras minerais (figura 5), entre outros agentes químicos que advém da operação, desta forma, tem grandes riscos de intoxicação e problemas respiratórios. Uma maneira de amenizar esses riscos é o uso correto e contínuo da máscara de proteção, que deve ser entregue pela empresa, e também orientar e incentivar o uso, pois em alguns casos, os operadores não utilizam o EPI.

FIGURA 5 - Exposição a poeira mineral.



### **6.2 Problemas físico-ambiental**

Riscos físico-ambientais são aqueles decorrentes dos processos e que interferem no ambiente físico do sistema, podendo ser ruídos, temperaturas extremas (altas e baixas), radiações. Segundo Iida (2002), a perda auditiva é consequência de utilizar máquinas ou ferramentas acima de 80 dB em uma exposição de 8 horas diárias.

No caso do operador de lixadeira que trabalha diariamente exposto à uma temperatura média de 33° C e ruídos de 93,5 dB durante a operação, o uso dos protetores auditivos torna-se

indispensável, visto que o operador permanece nessa exposição durante maior parte de sua jornada de trabalho.

A condição do ambiente ser fechado e no mesmo pavilhão estarem instalados o setor de solda e o de lixadeira, fazem com que os aparelhos de solda contribuam significativamente com os altos ruídos e as altas temperaturas para os operadores, acima dos níveis recomendados, conforme a NR 17 as temperaturas devem estar entre 20° e 23°C, a umidade do ar não deve ser inferior a 40% e a velocidade do ar abaixo a 0,75m/s, estando fora desses padrões pode até causa problemas como câimbras, exaustão pelo calor, baixa produtividade, entre outros.

### 6.3 Problemas movimentacionais

Através da observação, foi possível perceber a ineficiência quanto à movimentação e o levantamento de peças para monovia. Apesar de toda automação existente nas indústrias atualmente, é notável que este seja o fator principal para as dores nas costas dos operadores. Muitos trabalhos envolvendo o levantamento de peso não satisfazem os requisitos ergonômicos, além de provocar fadiga ao operador. A fadiga é causada por um conjunto de fatores cujos efeitos são cumulativos, para Iida (2002) “a fadiga é o efeito de um trabalho continuado, que provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e uma degradação qualitativa desse trabalho”. As exigências de força no presente posto de trabalho podem ser visualizadas nas figuras 6 e 7.

FIGURA 6 - Movimentação das peças



FIGURA 7 - Suspensão das peças



#### 6.4 Problemas interfaciais

O operador na maior parte do tempo permanece agachado, com a cabeça flexionada e tronco inclinado, além de realizar movimentos enquanto ainda encontra-se agachado por determinado tempo, posições estas que são prejudiciais ao sistema muscular e esquelético. Como consequência, tais movimentos são resultantes da inadequação do campo de visão/tomada de informações, e do posicionamento dos componentes comunicacionais. As características em que a tarefa está sendo realizada não atendem os requisitos mínimos de segurança de trabalho, fazendo com que a tarefa seja executada sem as condições ideais e levando a exposição a fatores de riscos ergonômicos para a coluna, conforme podemos ver nas figuras 8 e 9.

FIGURA 8 - Posições inadequadas



FIGURA 9 - Posições inadequadas



#### 7 Diagnose

A visita técnica realizada na empresa possibilitou a obtenção de algumas informações importantes sobre o posto de trabalho da preparação de superfície. Na ocasião, foi possível



realizar registros de fotos e vídeos, possibilitando assim a formatação da intervenção ergonomizadora naquela atividade. A aplicação de um questionário objetivo auxiliou a mensuração de dados relacionados ao nível de conforto e satisfação dos colaboradores daquele setor, além de saber os maiores índices de dores musculares, na tabela 2, mostram as áreas onde mais houve queixa de dores musculares e suas intensidades.

TABELA 2 - Questionário objetivo

<b>Costas Superior</b>			<b>Costas Inferior</b>		
		<b>%</b>			<b>%</b>
Nenhuma dor	8	53,33	Nenhuma dor	7	46,67
Alguma dor	4	26,67	Alguma dor	6	40,00
Dor moderada	2	13,33	Dor moderada	1	6,67
Bastante dor	1	6,67	Bastante dor	1	6,67
Dor intolerável	0	0,00	Dor intolerável	0	0,00
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>

<b>Perna Esquerda</b>			<b>Perna Direita</b>		
		<b>%</b>			<b>%</b>
Nenhuma dor	10	66,67	Nenhuma dor	9	60,00
Alguma dor	3	20,00	Alguma dor	4	26,67
Dor moderada	2	13,33	Dor moderada	2	13,33
Bastante dor	0	0,00	Bastante dor	0	0,00
Dor intolerável	0	0,00	Dor intolerável	0	0,00
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100,00</b>

Com base no questionário aplicado e numa minuciosa análise realizada durante a visita, foi possível categorizar os problemas de acordo com seu próprio parâmetro, sabendo de suas consequências, foram levantadas algumas possíveis recomendações. A sintetização mensurando os problemas, as consequências e as recomendações a fim de evitar reduzir os problemas, podem ser interpretados na tabela 3.

TABELA 3 - Quadro do parecer ergonômico

ZONAS / SUBSISTEMAS	PROBLEMA	CONSEQUÊNCIAS	RECOMENDAÇÕES
<b>Movimentacionais</b>	Peças acima dos limites de peso toleráveis para levantamento e transporte manual.	Fadiga, exaustão, desgaste da coluna na região lombar; Afastamento do trabalho. Hérnia de disco quando a exigência por constante.	Analisar a carga e o local destino. Desenvolver projeto de um carrinho KIT para movimentação das peças críticas.
<b>Químicos-Ambientais</b>	Agentes químicos e poeira mineral.	Intoxicação, problemas respiratórios.	Uso de EPI's. Controle do ar puro necessário, que se é de 30m <sup>2</sup> por pessoa, por hora (E. Grandjean).
<b>Interfaciais</b>	A tarefa exige do operador uma constante rotação do tronco e flexão frontal/cervical do pescoço; LER, Tronco inclinado para frente, posição parada.	Fadiga, dores musculares, dores no pescoço, deformação da coluna, lordose, redução da produtividade; Deterioração dos discos intervertebrais da região lombar (Anamaria de Moraes).	Trabalho em bancada com a altura próxima a cintura.
<b>Físico-Ambiental</b>	Alto nível de ruído na jornada de trabalho, ruído decorrente de maquinário sem manutenção.	Perda temporária da audição; perda auditiva em função da idade ao utilizar máquinas ou ferramentas acima de 80dB a uma exposição de 8 horas diárias (Itiro lida).	Fazer manutenção regular das máquinas; Uso do protetor auricular; Teto acústico.

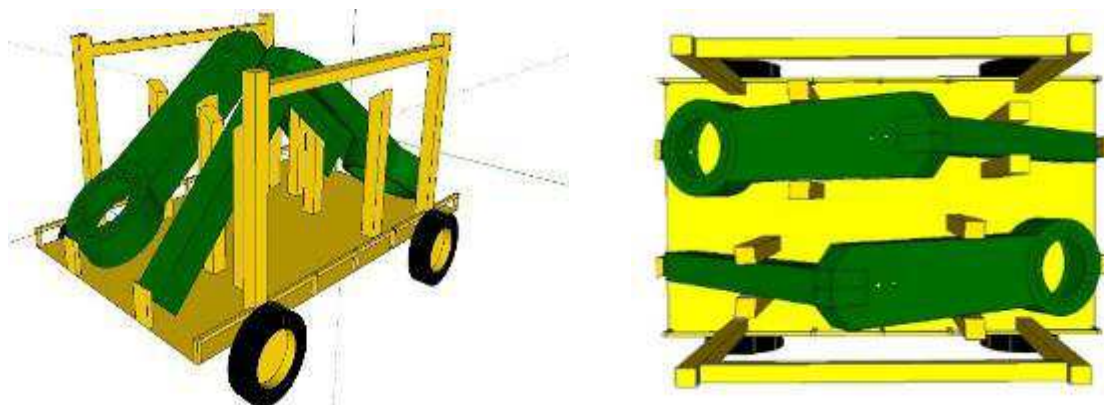
## 8 Projetação ergonômica

Diante de todos os problemas citados e as respostas obtidas no questionário aplicado *in loco*, primeiramente é necessário realizar treinamentos e dar orientações sobre a postura durante a execução da tarefa. Sendo possível, deve-se estudar a viabilidade de implantação da ginástica laboral, sendo ela uma oportunidade de melhorar a saúde e evitar lesões aos funcionários por esforços repetitivos.

Quanto ao equipamento de trabalho, buscando otimizar os tempos de processo logístico e também eliminando os problemas movimentacionais de peças, foi proposto a elaboração de um carrinho com hastes de fixação, foi desenvolvido um dispositivo para movimentação em software 3D para que seja possível interpretar a funcionalidade do mesmo (Figura 10 e 11). Recomenda-se também que a elevação de carga em relação ao solo, seja entre 70 e 80 cm, devendo ser observada e cumprida sempre que possível.

FIGURA 10 - Carrinho para transporte

FIGURA 11 – Carrinho: Visão superior



Apesar de a maioria dos funcionários não terem queixas de dores musculares, sabemos do agravante da postura inadequada resultante da operação lixar no chão, em estudos da revista Cidade Verde, lombalgias é a maior causa de afastamento de trabalho. Neste caso, a utilização de um dispositivo para facilitar a forma com que as tarefas sejam realizadas neste setor são amplamente válidas. Com isso, foi possível pensar na projeção de uma bancada (figuras 12) com altura suficiente para que um operador de 1,78 cm possa executar a tarefa em pé, e para operadores a baixo desta altura, seria desenvolvido uma pequena escada para atender as necessidades específicas de cada indivíduo.

FIGURA 12 - Bancada



## 9 Conclusão

De imediato percebe-se que a estrutura do sistema analisado está longe de ser o adequado, porém, sabe-se que o primeiro passo para a intervenção foi realizado, e sendo o próximo a implantação das melhorias dadas no parecer.

Com todos os problemas levantados, foi possível estudar e analisar a situação atual do sistema, chegando a uma projeção onde supra as carências movimentacionais exigidas pela operação.

A utilização das técnicas de Moraes e Mont'Alvão (2009), auxiliaram a constituir em fazer a adequação do posto de trabalho conforme suas necessidades e restrições.

A utilização frequente da bancada, contribui sob forma de minimizar drasticamente as dores nas costas decorrentes da postura inadequada. Além disso, a projeção dos carrinhos KIT facilita a movimentação das peças, reduz os movimentos repetitivos e conseqüentemente aumenta a produtividade. Como objetivo de uma intervenção, fica, portanto, recomendada a realização de um teste com estes dispositivos para validação da simulação 3D e conseqüentemente melhoria do posto de trabalho.

## 10 Referências

- ALENCAR, Anderson. **Lombalgia**: É o principal motivo de pedido de afastamento de trabalho. Cidade Verde, jun 2015. Disponível em: <<http://cidadeverde.com/vida/68944/lombalgia-e-o-principal-motivo-de-pedido-de-afastamento-do-trabalho>>. Acessado em 28 jun 2015.
- IIDA, Itiro **Ergonomia**: Projeto e Produção. 8ª reimpressão, 2002.
- GRADJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia**: Adaptando o trabalho ao homem, 4ª edição, 1998.
- MORAES, Anamaria de. **Avisos, advertências e Projetos de Sinalização**. Rio de Janeiro, 2002.
- MORAES, Anamaria de; MONT'ALVÃO, Claudia. **Ergonomia**: Conceitos e Aplicações. Rio de Janeiro, 4ª edição, 2009.
- Portaria SIT. **NR 17 – Ergonomia**. n.º 13, de 21 de junho de 2007. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acessado em 29 jun 2015.
- WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho**: Ergonomia, método & técnica. São Paulo, 1987.