

**PAULO ROBERTO LOPES**

**APLICAÇÃO DO AMBIENTE SIMULADO NA RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS ERGONÔMICOS EM POSTOS DE TRABALHO  
INDUSTRIAL**

**CURITIBA**

**2004**

**PAULO ROBERTO LOPES**

**APLICAÇÃO DO AMBIENTE SIMULADO NA RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS ERGONÔMICOS EM POSTOS DE TRABALHO  
INDUSTRIAL**

**Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Setor Tecnológico, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mecânica.**

**Orientadora: Maria Lucia Ribeiro Okimoto**

**CURITIBA**

**2004**

LOPES, Paulo Roberto.

Aplicação do ambiente simulado na resolução de problemas ergonômicos em postos de trabalho industrial 2004.  
118 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

1. Ergonomia. 2. Análise do trabalho. 3. Simulação da tarefa.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**PAULO ROBERTO LOPES**

### **APLICAÇÃO DO AMBIENTE SIMULADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ERGONÔMICOS EM POSTOS DE TRABALHO INDUSTRIAL**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, do Departamento de Engenharia Mecânica, Setor Tecnológico da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup> Dra. Virgínia Souza de Carvalho Borges Kistmann  
PG-MEC/UFPR

Prof. Dr. Walter Jesus Paucar Casas  
UFRS

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Lúcia Ribeiro Okimoto  
PG-MEC/UFPR  
Presidente

Curitiba, de de 2004.

*Dedico este trabalho:*

*Ao Senhor Jesus, porque ele me deu a  
vida e a família maravilhosa que eu tenho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por estar sempre ao meu lado e pelas graças que me tem concedido na vida, especialmente pela inteligência e saúde necessária para concluir meus estudos.

Aos meus pais João Lopes e Eva Lopes, pelos ensinamentos que me deram durante toda minha vida para ter sempre um espírito de superação, amor, honestidade e amizade. Em especial pelos valores que me foram transferidos por meio do exemplo, o apoio incondicional e a força que deram durante todo este caminhar na realização deste curso.

As minhas irmãs que apesar de distantes sempre torcem pela minha vitória e que me deram muita força e palavras de incentivo para sempre seguir em frente e nunca desistir.

A minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr. Maria Lucia Ribeiro Okimoto, por confiar sempre na minha capacidade e pelas orientações, apoio e amizade adquirida nesses anos todos.

À Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade dada para a realização do curso.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, com os quais tive o privilégio de adquirir conhecimentos e experiências muito valiosas.

Aos meus colegas e amigos do curso com os quais compartilhei nestes anos de estudo, em especial aqueles que me deram seu apoio direto neste trabalho.

Às empresas que abriram as portas para poder realizar este trabalho em especial as pessoas responsáveis por cada posto de trabalho, pela ajuda dos dados obtidos e confiança em nosso trabalho.

E a todas as pessoas amigas que de alguma forma ou outra contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiv
<b>RESUMO</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	17
1.1 APRESENTAÇÃO .....	17
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO .....	18
1.3 HIPÓTESE DE TRABALHO .....	19
1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO .....	19
1.4.1 Objetivo Geral .....	19
1.4.2 Objetivos Específicos .....	19
1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	20
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	21
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
2.1 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	22
2.1.1 Análise da Demanda .....	27
2.1.2 Análise da Tarefa .....	29
2.1.3 Análise da Atividade .....	32
2.1.4 Síntese Ergonômica do Trabalho .....	33
<b>CAPÍTULO 3 – MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DORT</b> .....	35
3.1 MÉTODO RULA .....	35
3.1.1 Desenvolvimento do Método RULA .....	36
3.1.2 Método NIOSH .....	39
3.1.2.1 Fundamentos teóricos .....	40
3.2 REALIDADE VIRTUAL .....	44
3.2.1 <i>Software</i> de Simulação Catia .....	46
3.3 CONCLUSÃO .....	47

## **CAPÍTULO 4 – PROPOSTA PARA ANÁLISE ERGONÔMICA**

<b>DO POSTO DE TRABALHO</b> .....	48
4.1 METODOLOGIA A SER UTILIZADA .....	48
4.2 ANÁLISE ERGONÔMICA SIMULADA .....	49
4.2.1 Entrada de Dados para Análise das Posturas .....	49
4.2.2 Aplicação dos Métodos Ergonômicos .....	51
4.3 CONCLUSÃO .....	52

## **CAPÍTULO 5 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA ANÁLISE**

<b>ERGONÔMICA DO TRABALHO EM TECNOLOGIA INDUSTRIAL</b> .....	54
5.1 ESTUDO PILOTO: ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DA EMPRESA DE USINAGEM .....	54
5.1.1 Levantamento de Dados .....	54
5.1.1.1 Referentes ao homem .....	55
5.1.1.2 Referentes as ações .....	55
5.1.1.3 Referentes a máquina .....	58
5.1.1.4 Referentes ao ambiente .....	59
5.1.1.5 Descrição dinâmica do sistema .....	60
5.1.2 Avaliação/Análise .....	60
5.1.2.1 Avaliação por <i>check-list</i> .....	61
5.1.2.2 Avaliações ergonômicas através dos métodos RULA e NIOSH .....	61
5.1.2.3 Uso de botões de comando .....	62
5.1.2.4 Alimentação da máquina .....	63
5.1.2.5 Retirada das peças da retificadora .....	64
5.1.2.6 Carregamento das caixas .....	65
5.1.3 Recomendações .....	67
5.2 ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DE UMA MONTADORA AUTOMOTIVA DE VEÍCULOS DE PASSEIO .....	67

5.2.1	Levantamento de Dados .....	68
5.2.1.1	Referentes ao homem .....	68
5.2.1.2	Referentes as ações .....	68
5.2.1.2.1	Tarefa prescrita .....	69
5.2.1.2.2	Tempo para realização das tarefas propostas .....	72
5.2.1.3	Referentes a máquina .....	73
5.2.1.4	Referentes ao ambiente .....	73
5.2.1.5	Ilustração dinâmica do sistema .....	74
5.2.2	Avaliação/Análise .....	74
5.2.2.1	Avaliações ergonômicas através do método RULA .....	75
5.2.2.2	Etapas da análise ergonômica do posto de trabalho .....	75
5.2.2.2.1	Manipulação do guindaste inicial .....	75
5.2.2.2.2	Postura referente ao uso da pinça J .....	76
5.2.2.2.3	Manipulação da pinça C .....	78
5.2.2.2.4	Manipulação da pinça D .....	79
5.2.2.2.5	Manipulação do guindaste final .....	83
5.2.3	Modificações finais .....	84
5.2.3.1	Modificação da pinça D .....	84
5.2.3.2	Modificação da pinça C .....	86
5.2.3.3	Modificação da máquina .....	87
5.2.3.4	Recomendações ergonômicas .....	87
5.2.3.4.1	Ajuste da pinça J .....	88
5.3	ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DA EMPRESA DE COLHEITADEIRAS .....	88
5.3.1	Levantamento de Dados .....	89
5.3.1.1	Referentes ao homem .....	89
5.3.1.2	Referentes as ações .....	90
5.3.1.3	Referentes ao ambiente .....	90
5.3.1.3.1	Tarefa prescrita .....	90

5.3.1.3.2	Tempo para realização das tarefas .....	90
5.3.1.4	Descrição dinâmica do sistema .....	92
5.3.2	Avaliação/Análise .....	93
5.3.2.1	Avaliação por <i>check-list</i> .....	93
5.3.2.2	Avaliações ergonômicas através dos métodos RULA .....	93
5.3.2.3	Etapas da análise ergonômica do posto de trabalho .....	93
5.3.2.3.1	Postura referente à retirada do braço esquerdo da plataforma PL-01 .....	94
5.3.2.3.2	Postura referente à montagem do braço esquerdo da plataforma PL-01 .....	94
5.3.2.3.3	Postura referente à montagem inferior da plataforma PL-01 .....	95
5.3.2.3.4	Recomendações gerais .....	95
5.4	CONCLUSÃO .....	96
	<b>CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO</b> .....	97
6.1	CONCLUSÕES .....	97
6.2	RECOMENDAÇÃO .....	99
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	100
	<b>APÊNDICES</b> .....	102

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESQUEMA METODOLÓGICO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO .....	27
FIGURA 2 - QUADRO DOS ELEMENTOS PARA UMA DESCRIÇÃO DA TAREFA .....	31
FIGURA 3 - TABELA RULA PARA ANÁLISE DAS POSTURAS.....	38
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS VARIÁVEIS DA TAREFA .....	43
FIGURA 5 - ORGANOGRAMA DAS FASES DA ANÁLISE ERGONÔMICA .....	48
FIGURA 6 - ETAPAS REPRESENTATIVAS PARA CONSTRUÇÃO DO MANEQUIM EM AMBIENTE SIMULADO .....	50
FIGURA 7 - ÂNGULOS DAS POSTURAS OBSERVADAS PARA ANÁLISE ERGONÔMICA .....	51
FIGURA 8 - QUADRO ANÁLISE RULA .....	52
FIGURA 9 - QUADRO ANÁLISE NIOSH .....	52
FIGURA 10 - LAYOUT DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE TRABALHO NA MÁQUINA RETIFICADORA POR ORDEM DE TAREFA .....	60
FIGURA 11 - FIG. A, O OPERADOR 1 UTILIZANDO O PAINEL DE BOTÕES DA MÁQUINA RETIFICADORA. FIG. B, SIMULAÇÃO DA TAREFA EXECUTADA PELO OPERADOR NO <i>SOFTWARE</i> CATIA .....	62
FIGURA 12 - PLANILHA DE AVALIAÇÃO RULA DO <i>SOFTWARE</i> CATIA COM OS RESULTADOS .....	62
FIGURA 13 - FIG. A, O OPERADOR 1 ALIMENTANDO A MÁQUINA COM PEQUENAS PEÇAS FIG. B, A SIMULAÇÃO DESTA TAREFA NO <i>SOFTWARE</i> CATIA .....	63
FIGURA 14 - PLANILHA DE AVALIAÇÃO RULA DO <i>SOFTWARE</i> CATIA COM OS RESULTADOS .....	63
FIGURA 15 - ANÁLISE NIOSH PARA POSTURA PROPOSTA .....	64
FIGURA 16 - FIG. A, ESTA OPERAÇÃO, REALIZADA PELO OPERADOR 2, CONSISTE EM RETIRAR DA MÁQUINA AS PEÇAS RECÉM RETIFICADAS E COLOCÁ-LAS NAS CAIXAS DE TRANSPORTE. FIG.B, SIMULAÇÃO VIRTUAL DA TAREFA .....	65
FIGURA 17 - ANÁLISE RULA PARA RETIRADAS DAS PEÇAS .....	65

FIGURA 18 - FIG. A, FOI AVALIADO O PROCESSO DE CARREGAMENTO DAS CAIXAS DE TRANSPORTE, PELO OPERADOR 2, PELO MÉTODO NIOSH. FIG.B, UTILIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO VIRTUAL DO CATIA .....	66
FIGURA 19 - AVALIAÇÃO PARA CARREGAMENTO DE CAIXAS .....	66
FIGURA 20 - FOTO ILUSTRATIVA DA MÁQUINA EM ESTUDO .....	73
FIGURA 21 - FOTOS DO POSTO EM ESTUDO .....	74
FIGURA 22 - MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE .....	75
FIGURA 23 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE .....	76
FIGURA 24 - DESENHO DA PEÇA LATERAL RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA J .....	76
FIGURA 25 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA J PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 2 .....	77
FIGURA 26 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA J PONTO DE SOLDA 1 E 2 .....	77
FIGURA 27 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA J PARA OS PONTOS DE SOLDA 3 E 7 .....	77
FIGURA 28 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA J PONTO DE SOLDA 3 E 7 .....	78
FIGURA 29 - DESENHO DA PEÇA LATERAL RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA C .....	78
FIGURA 30 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA C PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 11 .....	78
FIGURA 31 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA C PONTO DE SOLDA 1 E 11 .....	79
FIGURA 32 - DESENHO RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA D .....	79
FIGURA 33 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 2 .....	80
FIGURA 34 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 1 E 2 .....	80

FIGURA 35 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 3 E 8 .....	80
FIGURA 36 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 3 E 8 .....	81
FIGURA 37 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 9 E 11 .....	81
FIGURA 38 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 9 E 11 .....	81
FIGURA 39 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 12 E 13 .....	82
FIGURA 40 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 12 E 13 .....	82
FIGURA 41 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 5B E 7B .....	83
FIGURA 42 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 5B E 7B .....	83
FIGURA 43 - POSTURA REFERENTE A MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE FINAL .....	83
FIGURA 44 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE FINAL .....	84
FIGURA 45 - FOTO DO RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA D .....	84
FIGURA 46 - FOTOS DAS MUDANÇAS FEITAS NA PINÇA D .....	85
FIGURA 47 - RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA D .....	85
FIGURA 48 - FOTOS DA MODIFICAÇÃO DA PINÇA C .....	86
FIGURA 49 - RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA C .....	86
FIGURA 50 - FOTOS DAS MODIFICAÇÕES REALIZADA NO POSTO DE TRABALHO ...	87
FIGURA 51 - PROPOSTA DA ALTERAÇÃO DA PINÇA J .....	88
FIGURA 52 - FOTO ILUSTRATIVA DO POSTO DE TRABALHO .....	92
FIGURA 53 - POSTURA REFERENTE À RETIRADA DO BRAÇO ESQUERDO DA PLATAFORMA .....	94
FIGURA 54 - POSTURA REFERENTE À MONTAGEM DO BRAÇO ESQUERDO DA PLATAFORMA .....	94
FIGURA 55 - POSTURA REFERENTE À MONTAGEM INFERIOR DA PLATAFORMA ...	95

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - TEMPO DE OPERAÇÃO PARA MONTAGEM DA PLATAFORMA PELO OPERADOR I .....	91
GRÁFICO 2 - TEMPO DE OPERAÇÃO PARA MONTAGEM DA PLATAFORMA PELO OPERADOR II .....	91

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FORMULÁRIO PROPOSTO PELO NIOSH .....	41
TABELA 2 - TABELA DE ESPECIFICAÇÃO E TEMPO PARA REALIZAÇÃO DA TAREFA NA EMPRESA AUTOMOTIVA .....	69
TABELA 3 - ANÁLISE DO TEMPO PARA REALIZAÇÃO DAS TAREFAS .....	72

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise ergonômica em postos de trabalho de 3 empresas diferentes, aplicando a Metodologia de Análise Ergonômica do Trabalho com a finalidade de verificar quais são as condições e conseqüências das atividades em relação a saúde dos trabalhadores, mais especificamente a sua postura.

Além do referencial teórico que oferece suporte para uma melhor visão sobre as formas de análise ergonômica, foi aplicada a metodologia em um estudo piloto, empresa de usinagem, e em seguida em duas montadoras, desenvolvendo as seguintes etapas: reconhecimento do Posto de Trabalho; coleta de dados, através de análise assistida, com fotos e filmagens; aplicação de questionário do tipo *check-list* para os operários; análise dos dados, através de simulação em *software* Catia; avaliação utilizando os métodos RULA e NIOSH; interpretação dos resultados; propostas modificações; discussão e conclusão.

Ao final dos estudos pode se verificar que a análise ergonômica simulada também é um meio de alta confiabilidade e que fornece um resultado mais rápido e com uma melhor interpretação.

**Palavras - chave:** ergonomia; análise do trabalho; simulação da tarefa.

## **ABSTRACT**

This study presents an ergonomic analysis on the workstations of 3 different companies, applying the Methodology of Work Ergonomic Analysis to verify which are the conditions and the consequences of the activities related to the health of the collaborators, more specifically their posture.

Besides the theoretical referential, that offers support for a better vision about the forms of ergonomic analysis, the methodology was applied in a pilot study, on a machining company and on two car-assembling companies, developing the following steps: recognizing of the work station; data collection, by assisted analysis and photos and filming; check-list question applied to al the collaborators; data analysis, by Catia software simulation; method analysis by RULA and NIOSH; result interpretation; modification propositions; discussion and conclusion.

At the end of the study it is possible to verify that the simulated ergonomic analysis is also a parameter that offers a great liability and a faster and most understandable result.

**Key-words:** ergonomic, work analysis, task-simulation

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

Os métodos atuais utilizados para fazer análises ergonômicas não permitem uma avaliação 3D da situação real do posto de trabalho. Na grande maioria das vezes os resultados são analisados manualmente, é dado um diagnóstico ergonômico na forma de relatório, e são propostas mudanças nos postos de trabalhos através de hipóteses, isto fica mais difícil devido ao fato do analista não saber exatamente se as modificações serão válidas ou não, tendo que fazê-las para depois verificar sua integridade. Por isso, justifica-se o uso de métodos de simulação para fazer análises, uma vez que a situação real de trabalho pode ser simulada permitindo assim, verificar qual a melhor forma de realização da tarefa, poupando tempo e dando uma maior segurança para o analista e operador.

O estado atual da tecnologia de simulação em ergonomia não é muito utilizado ainda, pois os *softwares* são de custos elevados e exigem um treinamento rigoroso para se fazer análises e inserir dados coletadas, mas a partir do momento que o ergonomista se especializa em simulação, o trabalho se torna mais ágil e os relatórios bem mais claros.

A partir desta situação este estudo realiza simulações ergonômicas de postos de trabalhos, utilizando *software* de simulação para diagnosticar possíveis problemas.

Simulação pode ser entendida como o uso de modelos para o estudo de problemas reais de natureza complexa, através da experimentação computacional. Assim, a simulação consiste no processo de construção de um modelo que replica o funcionamento de um sistema real ou idealizado (ainda a ser construído) e na condução de experimentos computacionais com este modelo com o objetivo de melhor entender o problema em estudo, testar diferentes alternativas para sua operação e assim propor melhores formas de operá-lo.

O objetivo básico da ergonomia é melhorar as condições de trabalho a partir da análise da atividade que é efetivamente realizado pelo trabalhador.

O desenvolvimento de um bom trabalho depende diretamente de um conjunto harmonioso composto pelo trabalhador, equipamentos e locais adequados para realização de tarefas. Estes fatores integrados irão determinar um melhor desempenho das atividades, bem como, uma melhor utilização dos recursos disponíveis (PROENÇA e MATOS, 1996).

Possivelmente em função da natureza da tarefa, das diferentes formas de executá-la e de interagir com a organização do trabalho, alguns indivíduos apresentam problemas de saúde ocupacional que podem se manifestar de diferentes formas (DUL; WEERDMEESTER, 1995).

Esses problemas de saúde ocupacional podem ser tanto doenças do sistema músculo esquelético DORT, proveniente de movimentos repetitivos e da má realização da tarefa, como também problemas auditivos gerados por níveis de ruído acima do permitido, afetando assim o rendimento no trabalho.

## 1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

Um dos grandes problemas da utilização de *softwares* de simulação para se fazer às análises ergonômicas é que no país hoje, a grande maioria das empresas, faz suas análises somente através de *check-lists* e de metodologias internas da própria empresa, manualmente. Uma das poucas empresas que utiliza desse método de simulação é a Embraer.

Essa dificuldade para se fazer análises ergonômicas através de métodos simulados muitas vezes se dá pelo custo do *software* e pelo tempo necessário de aprendizagem para se chegar aos resultados satisfatórios.

Sabe-se que o *software* Catia é pouco utilizado para este tipo de análise. Assim

sendo, este fato configurou-se numa dificuldade inicial para realização desse estudo por exigir o aprendizado do *software*. Considerando ainda, que para esses módulos não existem pessoas especializadas na instituição ficou sempre uma impressão de que essas análises inicialmente seriam difíceis, sendo mais fáceis fazê-las manualmente. Contudo, após a aprendizagem, juntamente com a orientadora, foi possível verificar que este método torna o serviço mais rápido e prático.

### 1.3 HIPÓTESE DE TRABALHO

É esperado que a simulação contribua com as avaliações ergonômicas para que se torne mais prática a interpretação dos resultados, para readequação dos postos de trabalho, em sistemas de produção industrial, fazendo com que a tarefa seja realizada sem ocasionar riscos aos operadores.

### 1.4 OBJETIVOS DO TRABALHO

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Aplicar *softwares* de simulação na Análise Ergonômica do trabalho para auxiliar na interpretação dos dados.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- a) aplicação da simulação para a avaliação ergonômica no ambiente industrial;
- b) desenvolver metodologia para a aplicação do *software* Catia e seus módulos de ergonomia em setores industriais;
- c) verificar a integridade dos resultados para análise ergonômica do trabalho.

## 1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa foi feita em 3 (três) postos de trabalho diferentes, primeiramente foi analisado um posto de trabalho como um estudo piloto para verificar de que forma para realização da análise ergonômica simulada.

No estudo piloto foram feitas às análises ergonômicas manuais por meio de comparação com a simulada. As análises foram feitas em um posto de trabalho de maquina retificadora, comprovando que a análise simulada era confiável. Contudo, esta etapa limitou-se a hipóteses de mudanças, devido ao fato de que a empresa é de pequeno porte.

No segundo estudo, foi comprovada a eficiência do *software*, pois após as análises simuladas foram feitas às modificações e deram resultados positivos para mudança do posto.

No terceiro estudo, como se trata de uma indústria que fabrica equipamentos de grande porte e que possuem inúmeros setores, foram feitas análises e propostas modificações.

O trabalho se limitou ao estudo ergonômico simulado através do *software* Catia V5, pela facilidade de acesso ao *software* uma vez que os professores responsáveis pelos laboratórios de Catia, disponibilizaram o uso dos equipamentos.

E a escolha das empresas para se fazer o estudo contou com o auxílio dos engenheiros responsáveis, de cada empresa, os quais deram apoio e ajudaram muito na escolha do posto de trabalho e acesso interno a empresa.

Como hoje a Universidade não possui laboratório de ergonomia, muitas vezes houve a necessidade de se adaptar ferramentas para análise ergonômica, como régua de medição antropométrica, para medir os operários, através da ajuda da orientadora e de literaturas existentes.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado da seguinte forma:

O Capítulo 1 traz a introdução, que inclui a apresentação, os objetivos e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica do assunto proposto, apresentando alguns conceitos que serão utilizados no transcurso do trabalho tais como: análise da demanda, análise da tarefa, análise da atividade e síntese ergonômica do trabalho.

No Capítulo 3, são apresentados os métodos para avaliação da DORT, método RULA, método NIOSH, assim como também se dá a descrição de uma ferramenta de qualidade para a identificação de pontos críticos num processo de produção utilizando-se do *software* Catia.

O Capítulo 4 apresenta a proposta para análise ergonômica do posto de trabalho, a metodologia a ser utilizada, um estudo piloto de avaliação de posto de trabalho, utilizando os métodos RULA e NIOSH e a metodologia descrita no capítulo 3, seguindo com as análises ergonômicas de posto de trabalho de 2 montadoras automobilísticas de grande porte.

O Capítulo 5 contém a discussão apresentando os resultados das simulações da análise ergonômica do trabalho em tecnologia industrial, e as conclusões tiradas após as análises ergonômicas.

O Capítulo 6 traz a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Neste capítulo são apresentados os conceitos do trabalho humano e a base dos métodos de análises ergonômicas que se aplicam aos sistemas de produção industrial.

#### 2.1 ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO

A metodologia ergonômica a ser utilizada neste estudo é a chamada de Análise Ergonômica do Trabalho (AET) em ambiente simulado. Para tanto, serão definidos os conceitos que a envolvem.

Segundo Wisner (1994), a AET é familiar aos autores de língua francesa desde o livro de *Ombredane e Faverge* publicado em 1955, o qual mostra o interesse de estudar a atividade real de trabalho dos operadores, não raro muito diferente da atividade prescrita pela organização.

O inventário das diferenças entre atividades reais e atividades prescritas é extremamente útil para descobrir tudo o que é difícil, ou até impossível de realizar no trabalho prescrito ou o que foi mal compreendido. Este inventário exige, em todo caso, formas diversas de melhoramento do trabalho.

De acordo com Wisner (1994), a metodologia de análise ergonômica de trabalho varia de um autor para outro e, sobretudo em função das circunstâncias da intervenção.

No entanto, de quinze anos para cá, vimos podendo apresentar uma metodologia coerente, cuja eficiência se afirmou ao longo de centenas de estudos mais ou menos aprofundados nas mais diversas áreas. Esta metodologia comporta cinco etapas de importância e de dificuldade diferentes:

- a) análise da demanda e proposta de contrato;
- b) análise do ambiente técnico, econômico e social;
- c) análise das atividades e da situação de trabalho e restituição dos resultados;
- d) recomendações ergonômicas;
- e) validação da intervenção e eficiência das recomendações.

Segundo Santos e Zamberlan (1992), a metodologia de análise do trabalho considera o funcionamento global da empresa, suas escolhas técnicas, organizacionais, comerciais e sociais.

Em todas as transformações existem compromissos e, para tal, é necessário elaborar critérios que considerem a produção (tanto em quantidade quanto em qualidade), a atividade real dos trabalhadores e as condições em que se dá essa atividade.

Para Santos e Fialho (1995), afirmam que a prática da ergonomia consiste em emitir juízos de valor sobre o desempenho global de determinados sistemas homem(s) - tarefa(s). Como tais sistemas normalmente são complexos, envolvendo expectativas relativamente numerosas, procura-se facilitar a avaliação sobre o desempenho global apoiando-se no princípio da análise/síntese.

Este princípio baseia-se na decomposição do juízo global (apreciação sobre o desempenho global) em juízos parciais (apreciações sobre desempenhos parciais) e sua conseqüente recomposição.

A análise consiste em delimitar o objeto de estudo a um único aspecto, ou seja, partindo de uma determinada realidade, procede-se a um movimento de abstração ordenando os dados. A síntese consiste em uma abordagem globalizante, inter-relacionando os aspetos abordados na análise, ou seja, recompondo a situação.

Conforme Wisner (1987), a análise ergonômica do trabalho é uma metodologia que estuda a conduta dos trabalhadores no desenvolvimento de suas atividades, analisando seus comportamentos em termos de percepção visual, auditiva, de gestos, de

movimentos, de verbalização, etc.

Montmollin (1982), afirma que a análise ergonômica do trabalho permite não somente categorizar as atividades dos trabalhadores como também estabelecer a narração dessas atividades permitindo, conseqüentemente, modificar o trabalho ao modificar a tarefa. Pelo fato da análise ter sido realizada no próprio local do trabalho, em oposição às análises de laboratório, torna-se possível a apreensão dos fatores que caracterizam uma situação de trabalho real, envolvendo aspectos como organização do trabalho e relações sociais.

Para Laville (1977), a análise do trabalho, desenvolvida por Ombredane e Faverge, tem por objetivo a análise das exigências e condições reais da tarefa e a análise das funções efetivamente utilizadas para realizá-las. Ela procura quantificar as variáveis obtidas, a fim de aferir-lhes a importância e o grau de probabilidade com o auxílio de técnicas estatísticas. Sua utilidade é provocar o aparecimento das causas da disfunção entre o operador e a tarefa, orientando a fixação da carga de trabalho.

Gontijo e Souza (1993), afirmam que, a análise ergonômica do trabalho procura quantificar a carga de trabalho de um indivíduo em uma determinada situação de trabalho. Três elementos caracterizam ou determinam a carga de trabalho: a tarefa ou missão a ser cumprida; as condições de execução da tarefa (técnicas, econômicas, sociais, organizacionais e ambientais); e as características do homem que interferem na sua atividade.

A análise do trabalho, conduzida de maneira ampla e procurando observar o contexto organizacional e de trabalho, permite identificar e avaliar como as diversas condicionantes tecnológicas, econômicas, organizacionais e sociais afetam o trabalho dentro da empresa, e conduz ao estabelecimento do quadro geral de necessidades da organização, do ponto de vista da ergonomia.

Todos os autores citados anteriormente concordam ao entender que a análise ergonômica deve ser realizada através de uma intervenção ergonômica no mesmo local de trabalho considerando as condições reais de trabalho, partindo do geral ao específico,

onde a intervenção deve estar centrada no social e na produção.

A intervenção ergonômica, segundo Noulin (1992), mobiliza o conjunto de atores envolvidos, nos diferentes níveis, nos projetos de transformação do trabalho. Essa modificação ocorre, de um lado, porque o conhecimento da atividade real de trabalho não pode ser elaborado senão com a participação dos trabalhadores diretamente, pois somente eles podem explicar a maneira como vivem e se adaptam às situações de trabalho.

Por outro lado, as escolhas sobre a natureza e os meios das modificações a serem recomendadas também devem ser validadas pelos operadores. Essas devem ser a expressão do compromisso entre as exigências da atividade dos operadores, o funcionamento do serviço e a política geral da empresa.

Laville (apud PROENÇA, 1993) coloca que a metodologia geral da ergonomia comporta:

Um diagnóstico baseado na:

- a) análise das características sociais, técnicas, organizacionais e econômicas da situação de trabalho analisada;
- b) análise da atividade real dos operadores e do quadro temporal no qual ela se efetua;
- c) a medida das características dos meios de trabalho e do meio ambiente físico no qual o mesmo se realiza;
- d) a medida das características antropométricas, fisiológicas e psicológicas dos operadores em atividade.

Um projeto construído a partir:

- a) do diagnóstico;
- b) dos dados recolhidos sobre a situação de trabalho;
- c) dos dados existentes na literatura;

Segundo Santos e Fialho (1995), a análise ergonômica do trabalho comporta três fases:

- a) análise da demanda;
- b) análise da tarefa;
- c) análise das atividades.

Estas fases devem ser cronologicamente abordadas de forma a garantir uma coerência metodológica e evitar percalços, que são comuns nas pesquisas empíricas de campo. Cada uma destas fases necessita por sua vez de uma descrição, a mais precisa possível, tanto como, observações e medidas sistemáticas de variáveis pertinentes com relação às hipóteses formuladas. Na Figura 1 são apresentadas as três fases principais da metodologia da análise ergonômica de uma situação de trabalho.

De acordo com Santos, 1994, existem alguns princípios básicos que são comuns às três fases da análise, a saber:

- a) apresentação do estudo, dos objetivos e dos resultados esperados aos solicitantes da demanda e aos trabalhadores cujo trabalho será analisado;
- b) apresentação, principalmente aos trabalhadores, dos meios de análise, do tipo de dados que serão recolhidos e do tipo de interpretação que será feita dos mesmos;
- c) apresentação, a todos os envolvidos, dos resultados obtidos durante e após a análise.

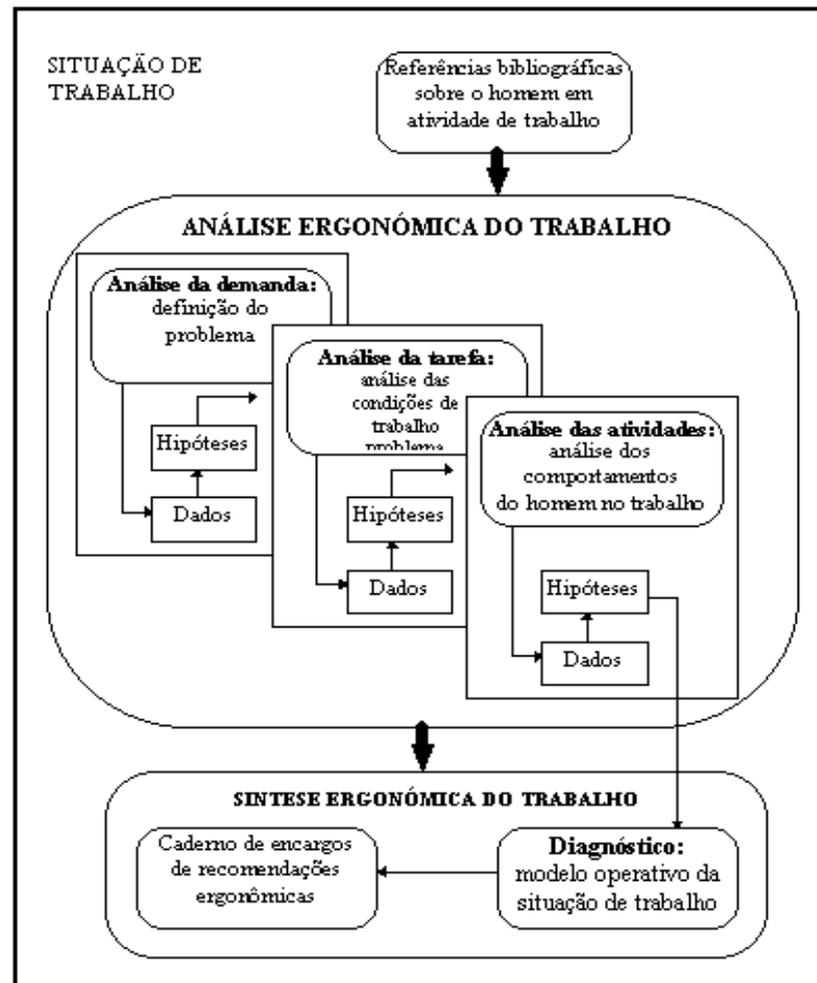


FIGURA 1 - ESQUEMA METODOLÓGICO DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO  
 FONTE: SANTOS e FIALHO, 1995.

### 2.1.1 Análise da Demanda

A demanda, muitas vezes, envolve problemas complexos, que escapam da área de ergonomia. Daí a importância de definir corretamente os objetivos da demanda e delimitar os pontos a serem tratados em um determinado estudo. Isto leva a um acordo entre as partes, que posteriormente resultam em um contrato entre demandante e ergonomista.

Este passo é considerado importante em razão de que nunca existirá um estudo

ergonômico sem uma demanda prévia.

Assim, uma vez definido o problema a ser estudado, a partir de uma negociação com os diferentes atores sociais, os primeiros dados podem ser levantados e também a formulação das primeiras hipóteses. A partir desses dados faz-se a proposta de intervenção, que posteriormente, uma vez discutidas entre as partes interessadas, se transforma no contrato de intervenção ergonômica.

Segundo Wisner (1994), a análise da demanda tem como meta compreender bem a natureza e o objetivo da intervenção ergonômica. Em certos casos, podemos descobrir que não há uma verdadeira demanda e que ninguém que tenha responsabilidades importantes na empresa deseja vê-la resolvida. Nesta etapa deve ser firmado um contrato entre o requerente e o ergonômista, contrato este que permita especificar a questão, os prazos de resposta, os meios disponíveis e os critérios de sucesso.

O ponto de partida de toda intervenção ergonômica, segundo Santos e Fialho (1995), é a delimitação do objeto de estudo, definido a partir da formulação da demanda. A demanda em ergonomia é uma demanda social, expressa num quadro institucional, pelos diferentes atores sociais, cujos pontos de vista não são, necessariamente, coerentes. Ao contrário, às vezes, eles são até, contraditórios. A demanda pode ser formulada diretamente, de forma explícita, por um dos atores sociais (individual ou coletivo) ou ainda, indiretamente, de forma implícita, pelo confronto dos diferentes pontos de vista a respeito do objeto de estudo.

Análise da demanda segundo os mesmos autores é a definição do problema, a partir de uma negociação com os diversos atores sociais envolvidos. A demanda pode ter origem nos diversos atores sociais da empresa, direta ou indiretamente envolvidos pelos problemas ergonômicos existentes na situação de trabalho a ser analisada. Além do mais, pode-se ter três grandes grupos de demandas de intervenção ergonômica. As demandas formuladas com o objetivo de:

- a) buscar recomendações ergonômicas para implantação de um novo sistema de produção;
- b) resolver disfunções do sistema de produção já implantado, relativas aos comportamentos do homem, da máquina, ou ainda, da organização, que se traduzem em problemas ergonômicos (sofrimento físico e mental, doenças profissionais, incidentes, absenteísmo, *turn-over*, baixa produtividade, qualidade insuficiente, dentre outros);
- c) identificar as novas condicionantes de produção, numa determinada situação de trabalho, introduzidas pela implantação de uma nova tecnologia e/ou pela introdução de novos modos organizacionais.

Segundo Laville (1977), a análise da demanda consiste, essencialmente, em situar o grupo que recorre à Ergonomia (diretoria de uma empresa, departamento do pessoal, departamento de métodos, departamentos de estudo de novos produtos, sindicato operário, grupo de consumidores, inspetor de trabalho, etc.) e em conhecer seus objetivos, a fim de exprimir essa demanda em termos ergonômicos. Assim, ela pode ser colocada em termos de seleção de pessoal, quanto deveria sê-lo em termos de mudança das exigências do posto ou em termos de formação adequada.

Wisner (1987), afirma que a análise da demanda varia consideravelmente segundo se trate de ergonomia de produto ou de produção. As demandas de ergonomia da produção podem ter como origem dificuldades diretas na produção: o dispositivo técnico de produção não dá os resultados esperados em quantidade e qualidade. Elas podem também estar ligadas com descontentamento do pessoal. Esse descontentamento pode exprimir-se de duas maneiras principais: reivindicações sindicais ou comportamento pouco satisfatório no trabalho.

### 2.1.2 Análise da Tarefa

Na análise da tarefa, três aspectos devem ser cuidadosamente investigados segundo Montmollin (apud FISCHER e PARAGUAY, 1989): os resultados (a produção) esperados ou exigidos; os métodos de trabalho impostos ou prescritos e “ máquina”<sup>1</sup>.

A figura 1 apresentada no item 2.1 esquematiza de que maneira as características do operador, da tarefa e da empresa são determinantes na atividade real de trabalho e nas suas conseqüências que são objeto tanto da análise do trabalho, para descrever e analisar as repercussões sobre o trabalho em si, e sobre os próprios operadores, bem como, geram parâmetros para projetos e/ou modificações dos métodos ou meios de trabalho.

Santos e Fialho (1995), definem tarefa como o que o trabalhador deve realizar e as condições ambientais, técnicas e organizacionais desta realização e colocam, que análise da tarefa consiste, basicamente, na análise das condições de trabalho da empresa.

Nesta fase, a partir das hipóteses previamente estabelecidas pela análise da demanda, é definida a situação de trabalho, isto é, delimitado o sistema homem/tarefa a ser abordado. Da mesma forma, deve-se realizar uma descrição, a mais precisa possível, dos diversos componentes deste sistema.

Por último, se faz uma avaliação ergonômica das exigências do trabalho, permitindo a confirmação (ou recusa) das hipóteses anteriormente formuladas ou, ainda, a formulação de novas hipóteses a respeito dessas condicionantes de trabalho. Na figura 6 a seguir, Noulin (1992) apresenta os elementos para uma descrição da tarefa.

<sup>1</sup> Este termo engloba tudo aquilo com o qual trabalha o operador: as máquinas, ferramentas, materiais, equipamentos, documentos, informações, os colegas e o ambiente de trabalho como um todo.

<b>Elementos para uma descrição da Tarefa</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Objetivos:</b> performances exigidas, resultados designados, normas de produção que determinam uma certa obrigação de resultados que o operador reconhece como contra partida de sua remuneração.</li> <li>• <b>Procedimentos:</b> maneiras com as quais o operador deve atingir os objetivos.</li> <li>• <b>Meios técnicos:</b> máquinas, ferramentas, meios de proteção, meios de informação e de comunicação.</li> <li>• <b>Meios humanos:</b> organização coletiva de trabalho, repartição das tarefas, relações hierárquicas.</li> <li>• <b>Meio ambiente físico:</b> Ambientes sonoros, térmicos, luminosos, vibratórios, tóxicos, concepção antropométrica do posto de trabalho.</li> <li>• <b>Condições temporais:</b> duração, horários e ritmo de trabalho; cadências; pausas, flutuações da produção no tempo.</li> <li>• <b>Condições sociais:</b> formação e/ou experiência profissional exigidas, qualificação reconhecida, possibilidade de promoção, plano de carreira.</li> </ul>

FIGURA 2 - QUADRO DOS ELEMENTOS PARA UMA DESCRIÇÃO DA TAREFA  
**FONTE:** NOULIN, 1992.

Observa-se na Figura 2 que as interrelações entre esses diferentes elementos permitem a definição das exigências ou limitações, físicas e mentais da tarefa.

Segundo Santos e Fialho (1995), pode-se considerar três diferentes níveis de tarefa: prescrita, induzida e atualizada.

Tarefa prescrita: É o aspecto formal e oficial do trabalho, fixados pela organização para os trabalhadores, isto é, o que deve ser feito e os meios colocados à disposição para a sua realização;

Tarefa induzida ou redefinida: É a representação que o trabalhador elabora da tarefa, a partir dos conhecimentos que ele possui das diversas componentes do sistema;

Tarefa atualizada: Em função dos imprevistos e das condicionantes de trabalho, o trabalhador modifica a tarefa induzida às especificidades da situação de trabalho, atualizando, assim, a sua representação mental referente ao que deveria ser feito.

Para tanto, a partir dos problemas postos em evidência por ocasião da análise da demanda, cada situação de trabalho é verificada segundo um roteiro próprio que, posteriormente levará a avaliação direta da carga de trabalho, onde os sinais subjetivos

provocados pelas exigências do trabalho são sentidos pelos operadores. A fadiga subjetiva, entre outros problemas, pode ser conhecida através de investigações e entrevistas com os interessados.

### 2.1.3 Análise da Atividade

Segundo Guérin (1985), a atividade correspondente à maneira pela qual o homem dispõe de seu corpo (seu sistema nervoso, órgãos sensoriais, etc.), sua personalidade (seu caráter, sua história) e suas competências (formação, aprendizagem, experiência) para realizar um trabalho. Também apresenta os aspectos físicos, sensoriais, mentais e relacionais à atividade do trabalho:

- a) Componentes físicos: atividade muscular estática e dinâmica, forças exercidas;
- b) Componentes sensoriais: correspondem à utilização dos órgãos visuais, auditivos, tácteis, olfativos, que recolhem as diversas informações e as transmitem ao sistema nervoso central;
- c) Componentes mentais: correspondem às atividades ou processos (estes, não diretamente observáveis) de tomada e processamento de informações e que envolvem a identificação, análise e interpretação dos dados ambientais, das tarefas, de problemas na situação de trabalho e dos resultados da própria ação, pelo operador;
- d) Componentes relacionais: essenciais para a realização do trabalho, embora a organização formal do trabalho tenda a prescrever as tarefas como independentes entre si, minimizando ou desconhecendo a utilidade das relações sociais de trabalho.

Montmollin (apud FISCHER e PARAGUAY, 1989) define a atividade como referindo-se às atividades observáveis ou inferidas (com prudência e dificuldade) do operador, quando executa uma tarefa e, por extensão, às condições que tornam possíveis

tais atividades.

As manifestações indiretamente observáveis da atividade são, normalmente, indicadores fisiológicos, dos quais o ritmo cardíaco tem sido o mais estudado, para evidenciar o nível geral de atividade do organismo. Entretanto, os indicadores fisiológicos, como outras manifestações indiretas da atividade, “não nos permitem tirar qualquer conclusão sem que também tenham sido analisados todos os outros aspectos do trabalho”, a começar pelas exigências da tarefa, competências envolvidas etc.

Montmollin (1990), enfatiza que é evidente que os métodos de análise da atividade diferem conforme se trate de uma ergonomia de “componente humano” ou de uma ergonomia do “comportamento humano” ou de uma ergonomia da atividade humana.

A análise das atividades ao parecer de Santos e Fialho (1995), corresponde à atividade que o trabalhador efetivamente realiza para executar a tarefa. É a análise do comportamento do homem no trabalho.

Nesta fase, é realizada a análise das atividades desenvolvidas pelos trabalhadores, face às condições e aos meios que lhe são colocados a disposição. Trata-se da análise dos comportamentos de trabalho: posturas, ações, gestos, comunicações, direção do olhar, movimentos, verbalizações, raciocínios, estratégias, resoluções de problemas, modos operativos, enfim, tudo que pode ser observado ou inferido das condutas dos indivíduos. Os dados assim obtidos poderão ser confrontados com os das fases precedentes, comprovando as hipóteses para a elaboração de um pré-diagnóstico da situação de trabalho analisada.

#### 2.1.4 Síntese Ergonômica do Trabalho

Uma vez realizada a análise ergonômica de trabalho que é constituída de três fases: a análise da demanda, análise da tarefa e análise das atividades, continua-se com outra etapa, a síntese ergonômica do trabalho que, por sua vez, é dividida em duas fases:

- a) o estabelecimento do diagnóstico da situação de trabalho;
- b) a elaboração do caderno de encargos de recomendações ergonômicas.

Segundo Santos e Fialho (1995), o diagnóstico em ergonomia diz respeito às patologias do sistema homem-tarefa que foi delimitado, dentro do qual intervêm fatores cuja natureza, modo de influência e as possibilidades de transformação, podem ser inferidos pelos conhecimentos em ergonomia. É necessário aplicar o princípio da globalidade que procura analisar a atividade humana tanto do ponto de vista fisiológico como do ponto de vista psicológico.

Continuam colocando os mesmos autores que uma vez recolhidos e interpretados, os dados conduzem a elaboração de um diagnóstico, da situação de trabalho analisada, isto é, a um modelo operativo, que permite a redação de um caderno de encargos de recomendações ergonômicas. Esta etapa constitui-se o ponto central da ergonomia.

O caderno de encargos segundo Santos e Fialho (1995), baseia-se em normas e especificações.

As especificações são levantadas a partir da análise ergonômica do trabalho. O diagnóstico de uma situação de trabalho analisada que permite estabelecer um conjunto de especificações ergonômicas, relativas a:

- a) decisões de base;
- b) implantação geográfica dos postos de trabalho;
- c) implantação geográfica dos operadores;
- d) implantação e arranjo físico das zonas de intervenção;
- e) documentação;
- f) meio ambiente de trabalho.

## **CAPÍTULO 3**

### **MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA DORT**

Durante uma jornada de trabalho, um trabalhador pode assumir centenas de posturas diferentes. Em cada tipo de postura, um diferente grupo muscular é acionado. Muitas vezes, no comando de uma máquina pode haver mudanças bruscas de uma postura para outra. Uma simples observação visual não é suficiente para se analisar essas posturas detalhadamente, é por isto necessário a aplicação de métodos de análise postural, sendo o principal objetivo do nosso trabalho a análise das posturas adotadas pelo operador para que se possa adaptar os postos de trabalho para que não cause problemas ao operador para realização da tarefa, e para isso são utilizados os métodos descritos a seguir.

#### **3.1 MÉTODO RULA**

Análise Rápida dos Membros Superiores (RULA) é um método de análise desenvolvido para o uso em investigações ergonômicas de locais de trabalho, onde foram reportadas doenças dos membros superiores ligadas ao trabalho. Este método não requer equipamento especial e oferece uma rápida análise das posturas de pescoço, tronco e membros superiores junto com a função muscular e a carga externa recebida pelo corpo (MCATAMNEY e CORLETT, 1993).

O método RULA foi desenvolvido para investigar a exposição de trabalhadores aos fatores de risco associados às doenças dos membros superiores ligadas ao trabalho. O método usa diagramas das posturas do corpo e três escores que permitem a avaliação da exposição aos fatores de risco e foi desenvolvido para:

- a) proporcionar a possibilidade de focalizar rapidamente uma população de trabalhadores com vistas a identificar os riscos das doenças dos membros superiores associadas ao trabalho;

- b) identificar os esforços musculares associados à postura de trabalho, empregando força e trabalhos estáticos ou repetitivos, os quais podem contribuir para a fadiga muscular;
- c) dar resultados os quais possam ser incorporados a uma abrangente avaliação epidemiológica, física, mental, ambiental e dos fatores organizacionais.

O método RULA não exige equipamentos especiais. Ele oferece a oportunidade de um grande número de investigadores serem treinados para a realização das análises sem nenhum equipamento especial. As avaliações podem ser realizadas em locais de trabalho fechados sem a interrupção do trabalho. As pessoas que vão ser treinadas não necessitam ter habilidades anteriores em observação, embora isto possa ser uma vantagem.

### 3.1.1 Desenvolvimento do Método RULA

O método se desenvolveu em três fases. A primeira estava ligada à coleta de dados com relação às posturas adotadas. A segunda era o desenvolvimento de um sistema de score e a terceira o desenvolvimento de uma escala de níveis de ação, que permitirão a elaboração de um guia para os níveis de risco e a necessidade de ação conduzindo a uma avaliação mais detalhada.

Para produzir um método de utilização rápida, o corpo foi dividido em segmentos que formam dois grupos (A e B). No grupo A estão incluídos o braço, antebraço e pulso, enquanto que no grupo B estão o pescoço, o tronco e as pernas.

Isto assegura que todas as posturas do corpo são observadas, de forma que qualquer postura constrangedora das pernas, tronco ou pescoço que possam influenciar as posturas dos membros superiores estão incluídas na avaliação.

A taxa de movimento para cada parte do corpo é dividida em sessões que são

numeradas de forma que o número 1 é dado a postura de trabalho onde os fatores de risco presentes são mínimos. Os números maiores são destinados aquelas posturas mais constrangedoras, indicando um aumento dos fatores de risco.

Este sistema de *score* para cada parte do corpo possibilita a elaboração de uma seqüência de números que são facilmente lembrados. A avaliação inicia com a observação do operador durante vários ciclos de trabalho com a finalidade de selecionar as tarefas e posturas a serem avaliadas.

Dependendo do tipo de estudo realizado, a seleção da postura pode ser feita baseada na duração do procedimento ou no grau de constrangimento mostrado, ou seja, selecionando a pior postura adotada pelo trabalhador naquele ciclo observado.

Estes dados são então lançados na planilha do método RULA ou, então, no *software* do método. Cada parte do corpo, então é avaliada e os resultados desta avaliação são levados a diversos quadros que fornecerão um escore final. O escore final obtido pode, então, ser comparado à Lista dos Níveis de Ação. Em muitos casos serão indicadas avaliações mais detalhadas para um efetivo controle dos riscos identificados. O *score* é em forma de número onde 1 ou 2 equivale a uma postura aceitável, 3 ou 4 para investigar, 5 ou 6 investigar e mudar logo e 7 investigar e mudar imediatamente (Figura 3).

Cornell University, 1996 **Planilha RULA de Acompanhamento do Funcionário**

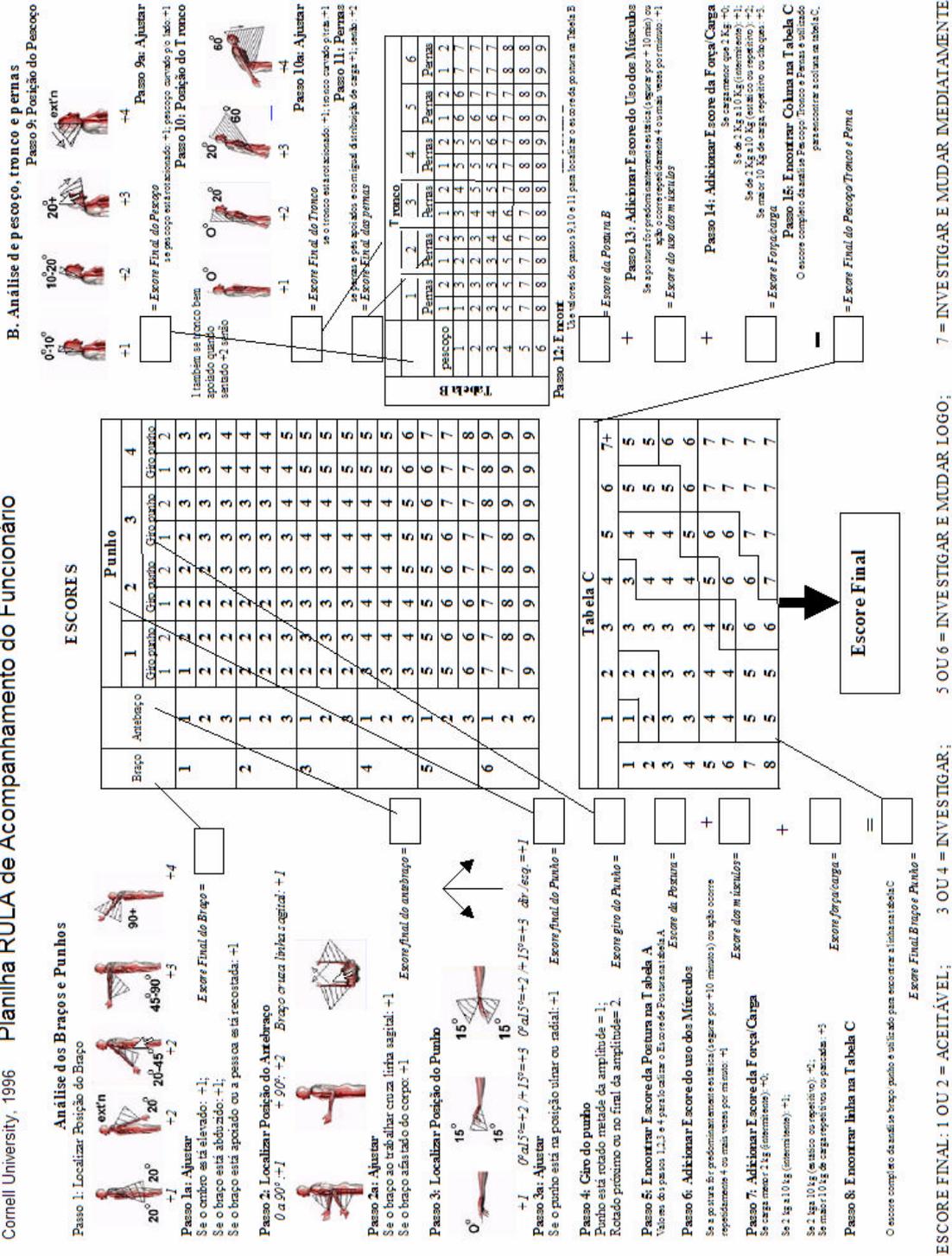


FIGURA 3 - TABELA RULA PARA ANÁLISE DAS POSTURAS

### 3.1.2 Método NIOSH

Os primeiros limites para o levantamento manual de cargas foram estabelecidos pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) em 1962, baseados na opinião de um grupo de especialistas da área médica.

A frequência de levantamentos, e tamanho do objeto não foram considerados no estabelecimento destes limites. Como a adoção destes limites preconizados não apresentou efeitos positivos na redução da incidência de lesões músculo-esqueléticas e doenças no trabalho, em 1981 o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) reconheceu o problema relacionado às lesões da região lombar e publicou o *Work Practices for Manual Lifting* (NIOSH, 1981).

Este documento contém uma revisão da literatura sobre o assunto anterior a 1981 e a equação de levantamento de cargas para calcular o peso recomendado para as tarefas específicas de levantamento utilizando as duas mãos e de forma simétrica. Também propõe um método para controlar os riscos de lesões lombares no levantamento manual de cargas, através do Limite de Ação (LA), termo resultante que indica o peso recomendado proveniente da equação de levantamento e Limite Máximo Permissível (LMP).

Devido à equação de 1981 poder ser aplicada somente a um número limitado de tarefas de levantamento, em 1985 o NIOSH convocou um comitê de *experts* para revisar a literatura, incluindo a equação de levantamento do NIOSH de 1981 (NIOSH, 1981). Esta equação foi revisada e ampliada em 1991 para ser aplicada numa maior variedade de tarefas de levantamento.

Baseado nos resultados da literatura revisada, o comitê estabeleceu os critérios: biomecânico, fisiológico e psicofísico para definir a capacidade dos trabalhadores para o levantamento de cargas, de forma que não houvesse danos à saúde. O comitê utilizou estes critérios para formular a equação revisada para levantamento de cargas.

A Equação de Levantamento (ELN) revisada do NIOSH de 1991 permite avaliar tarefas de levantamento assimétrico, objetos com qualidade de pega inferior ao ótimo, e oferece novos procedimentos para avaliar uma faixa mais extensa de duração do trabalho e frequências de levantamento do que na equação anterior (WATERS, 1993).

Em 1991, a equação foi publicamente apresentada por assessores do NIOSH numa conferência em Ann Arbor, Michigan com o título *A National Strategy for Occupational Musculoskeletal Injury Prevention – Implementation Issues and Research Needs*.

Em 1994, o NIOSH publicou um Manual de Aplicação da equação de levantamento revisada do NIOSH para proporcionar aos usuários um material sobre a metodologia correta para aplicação da equação (NIOSH, 1994). O objetivo da aplicação de ambas as equações é prevenir ou reduzir a ocorrência de lombalgia relacionada ao levantamento de cargas entre os trabalhadores.

#### 3.1.2.1 Fundamentos teóricos

A (ELN) é baseada num modelo multiplicativo que fornece um peso para cada uma das seis variáveis da tarefa. Os pesos são expressos como coeficientes que servem para reduzir a constante de carga, que representa o peso máximo recomendado para ser levantado em condições ideais.

O Limite de Peso Recomendado (LPR) é o produto da equação e é definido como o peso da carga que aproximadamente todos os trabalhadores saudáveis poderiam suportar por um período de até 8 horas diárias, sem aumentar o risco de desenvolverem lombalgia relacionada ao trabalho. Trabalhador saudável foi considerado aquele com ausência de condições de saúde adversas que pudessem aumentar o risco de lesões músculo-esqueléticas (NIOSH, 1994).

O LPR é obtido através da seguinte equação:

$$LPR = Cc \times FH \times FV \times FD \times FA \times FF \times FP$$

ou

$$LPR = 23 \times [25/H] \times [1-(0,003|V-75|)] \times [0,82 + (4,5/D)] \times [1 - (0,0032 A)] \times FF \times FP$$

LPR – Limite de Peso Recomendado

Cc – Constante de carga, que é igual a 23 Kg

FH – Fator Horizontal, é igual a 25/H

FV - Fator Vertical, é igual a [1-(0,003|V-75|)]

FD – Fator Distância, é igual a [0,82 + (4,5/D)]

FA – Fator Assimetria, é igual a [1 – (0,0032 A)]

FF – Fator Frequência, cujo valor é obtido através da Tabela abaixo (NIOSH, 1994).

TABELA 1 - FORMULÁRIO PROPOSTO PELO NIOSH

FORMULÁRIO PARA ANÁLISE DA TAREFA DE LEVANTAMENTO												
EMPRESA		DESCRIÇÃO DA TAREFA										
SETOR												
TAREFA N° 1												
NOME ANALISTA												
DATA												
<b>ETAPA 1 – Medidas e registros das variáveis da tarefa</b>												
Peso da Carga (PC) - Kg		Localização das Mãos (cm)				Distância Vertical (cm)	Ângulo de Assimetria (graus)		Frequência de Levantamentos	Duração	Qualidade da Pega do Objeto	
		Origem		Destino		V <sub>D</sub> - V <sub>O</sub>	Origem	Destino	Levs/min	Horas		
Peso Médio (Kg)	Peso Máx. (Kg)	H	V	H	V	D	A	A	F		QP	
											RUIM	
<b>ETAPA 2 – Determinar os multiplicadores e calcular os LPR</b>												
	LPR =	Cc x FH x FV x FD x FA x FF x FP										
ORIGEM	LPR =	23									Kg	
DESTINO	LPR =	23									Kg	
<b>ETAPA 3 – Calcular o Índice de Levantamento (IL)</b>												
ORIGEM	IL = Peso da Carga (PC) / LPR =											
DESTINO	IL = Peso da Carga (PC) / LPR =											

Fonte: NIOSH, 1994.

FP – Fator Pega.

Cada um dos coeficientes presentes na equação é estabelecido a partir do valor de cada variável encontrada na tarefa específica. As variáveis são:

- a) H - Distância Horizontal: é a distância do ponto médio entre as pegas ( $M_p$ ) ao ponto médio entre os tornozelos ( $M_T$ ) do trabalhador, em centímetros (medidos na origem e destino do levantamento). A variável H está representada pelo seguimento que une os pontos  $M_p$  e  $M_T$ , conforme ilustrado na figura 4 A;
- b) V - Distância Vertical: é a distância do chão ao ponto médio entre as pegas ( $M_p$ ), em centímetros (medida na origem e destino do levantamento), conforme ilustrado na figura 4<sup>A</sup>;
- c) D - Distância vertical percorrida pela carga: é o valor absoluto da diferença entre V no destino e origem do levantamento ( $V_d - V_o$ ), em centímetros;
- d) A – Ângulo de Assimetria: é a medida angular de quão distante o objeto é colocado em relação à frente (plano sagital médio) do trabalhador, na origem e destino do levantamento, em graus. O ângulo de assimetria (A) é definido operacionalmente como o ângulo entre a linha de assimetria e a linha sagital média. A linha de assimetria é representada pelo seguimento que representa a variável H. A linha sagital média é definida como a linha que coincide com o plano sagital do trabalhador, ou seja, o plano que divide o corpo ao meio (lado direito e esquerdo), estando o corpo na postura corporal neutra. É importante destacar que o ângulo de assimetria não é definido através da posição dos pés ou do ângulo de rotação do tronco, mas pela localização da carga em relação ao plano sagital do trabalhador, ver figura 4 B.

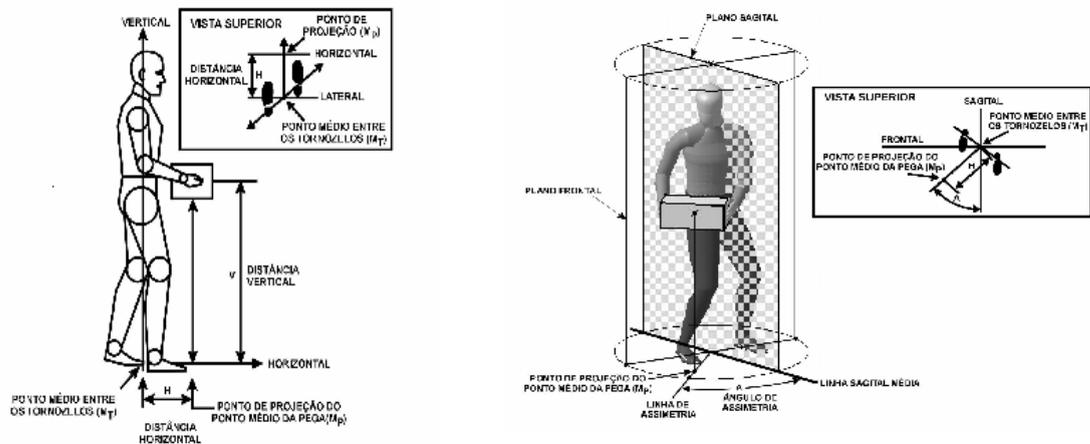


FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS VARIÁVEIS DA TAREFA

A – Representação gráfica das variáveis H e V

B – Representação gráfica do Ângulo de Assimetria

FONTE: Adaptado de NIOSH (1994)

- F - Frequência de levantamento: é o número médio de levantamentos por minuto, obtidos através da observação da realização da tarefa durante um período mínimo de 15 minutos.
- P – Pega: é o local de contato entre as mãos do trabalhador e objeto levantado.

Além destas variáveis citadas, é necessário obter a duração da tarefa durante a jornada diária de trabalho, pois o fator frequência (FF) considera a duração e a frequência do levantamento.

Cada fator pode ser calculado conforme a fórmula apresentada anteriormente, ou obtido através de tabelas apresentadas pelo NIOSH (NIOSH, 1994). Para maiores detalhes sobre a aplicação da equação recomendam-se as referências (WATERS, 1993; NIOSH, 1994; GARG, 1995).

Uma vez calculado o LPR para uma dada tarefa de levantamento de cargas, ele é comparado com o peso real da carga levantada. Esta relação fornece o Índice de Levantamento (IL), e representa uma estimativa do stress físico associado à tarefa que está sendo avaliada. Essa estimativa do nível de stress físico é definida através da seguinte equação:

$IL = PC/LPR$       onde: PC – Peso real da carga levantada (em quilogramas)

LPR - Limite de Peso Recomendado (em quilogramas)

O LPR e o IL são baseados no conceito de que o risco de lombalgia (dores na região lombar) relacionada ao trabalho aumenta a medida que a demanda da tarefa de levantamento aumenta, ou seja, à medida que a magnitude do IL aumenta, o risco de lombalgia também aumenta (WATERS, 1993; NIOSH, 1994).

Sabe-se que as tarefas com  $IL < 1$  apresentam baixo risco e aquelas com  $IL > 1$  apresentam risco aumentado. Está estabelecido, também, que as tarefas com IL acima de 3 apresentam alto risco de lombalgia entre os trabalhadores expostos, porém a função que representa a relação entre os valores de IL e o risco de lesão ainda não foi estabelecida. Sabe-se, porém, que não é uma relação linear (GARG, 1995).

### 3.2 REALIDADE VIRTUAL

O termo realidade virtual é creditado a Jaron Lanier, fundador da *VPL Research Inc.*, foi utilizado pela primeira vez no início dos anos oitenta, com o objetivo de diferenciar as simulações tradicionais feitas por computador, das simulações que envolviam vários usuários em ambientes compartilhados (redes comuns) (VALERIO NETO, 2003, p. 32-37)

A realidade virtual vem normalmente acompanhada de termos como realidade artificial, que existe desde meados dos anos setenta e *cyberspace*, ou ciberespaço, ou espaço cibernético, que significa um espaço não-físico, onde um usuário do computador pode realizar ações em um ambiente não-real, como se ele fosse parte integrante desse ambiente.

Realidade Virtual é um termo muito genérico e abrangente. Os pesquisadores de área acabaram por definí-la de forma simples, como sendo a forma mais avançada de interface do usuário com o computador até agora disponível.

A realidade virtual pode ser separada da animação gráfica e do *Computer Aided Design*<sup>2</sup> (CAD) e de multimídia, pelos seguintes tópicos:

- a) realidade virtual é orientada ao usuário, ou seja, o observador da imagem ou cena virtual;
- b) imersiva, incluindo a presença do usuário em seu ambiente;
- c) interativa, porque o usuário pode modificar e influenciar o comportamento dos objetos em estudo;
- d) intuitiva, porque as dificuldades de manuseio das interfaces homem-máquina são muito pequenas (VALERIO NETO, 2003, p. 32-37).

As principais vantagens da realidade virtual são as seguintes:

- a) permite projetar máquinas que podem ter suas propriedades estruturais e funcionais avaliadas e testadas sem ser necessária a construção de elementos reais (físicos);
- b) pode ser desenvolvida uma ergonomia funcional de operação do homem, sem a necessidade de se montar um modelo em escala real;
- c) pode-se projetar produtos que possuam aparência estética de acordo com as preferências de cada cliente. (não muito verdadeiro no mundo automotivo);
- d) garante que os diversos sistemas e peças fabricados estejam dentro de normas legais (governamentais);
- e) facilita operações remotas e controle de equipamentos a distancia;
- f) desenvolve e avalia processos que asseguram a possibilidade de se manufaturar o produto, sem ser necessário produzir o mesmo em escala comercial;
- g) desenvolve planos de produção e caminhos de elementos pela fábrica, para assegurar-se estes são possíveis e corretos;
- h) pode treinar funcionários em técnicas modernas de manufatura, enfatizando qualidade e segurança, por exemplo (VALERIO NETO, 2003, p. 32-37).

---

<sup>2</sup> Projeto Auxiliado por Computador.

A utilização de realidade virtual ainda é muito contestada dentro das organizações, quando se coloca em questão como se pode saber o quanto ganha em tempo e dinheiro ao se utilizá-la.

Contudo, casos e literaturas sobre esses progressos são necessários no meio automotivo, pois só assim será possível conhecer as vantagens de sistemas tão modernos.

### 3.2.1 *Software* de Simulação Catia

Esse é um *software* de simulação utilizado por algumas empresas no setor de engenharia, permite fazer um estudo das posturas dos operadores no ambiente virtual, ou seja, ambiente 3D, hoje largamente utilizado pela Embraer.

Contem módulos na área de engenharia, e apresenta como características a possibilidade de obtenção de resultados rápidos e facilidade de modificação dos processos:

- a) *Human Builder*: construtor humano está baseado em construir um humano e modela-lo, para uma investigação detalhada desse dentro de um local de trabalho, para verificar sua adaptação. O Construtor humano provê mesmo simulação precisa de humanos e as interações deles/delas com produtos para assegurar que eles vão operar naturalmente em um lugar de trabalho suas tarefas. O construtor especificamente foca em criar e manipular os humanos digitais para uma análise de interação humano-produto;
- b) *Human Measurements*: está baseado em melhorar a classe de um humano, ou seja, modelar um sistema o qual permite investigação detalhada em humanos, assuntos de desígnio no contexto de um lugar de trabalho. O Editor de Medidas Humano é específico para focalizar a criação detalhada de humanos digital para melhor análise dos fatores humanos e para melhor adaptação;

- c) *Human Activity Analysis*: foca como um humano interagirá com objetos em um ambiente funcional, como também os efeitos de erguer, abaixar, empurrar, puxar para desempenhar uma tarefa. Análise de atividade humana avalia todos os elementos do desempenho humano da análise de postura para atividades de tarefa complexas;
- d) *Human Posture Analysis*: analisa como a postura humana pode afetar no desempenho de tarefas, analisando posturas locais e globais, ângulos e conforto.

Por ser um *software* que possui vários módulos para estudos em engenharia, mostra-se sua eficiência e rapidez em análise ergonômica da tarefa.

### 3.3 CONCLUSÃO

Neste capítulo foram vistas as principais teorias a respeito dos métodos que são utilizados na análise ergonômica, a visão dos especialistas, as reações causadas pela má realização da tarefa, os fatores que influenciam, e os principais métodos para análise ergonômica.

RULA é um método de análise desenvolvido para o uso em investigações ergonômicas especialmente para investigar a exposição de trabalhadores aos fatores de risco associados às doenças dos membros superiores ligadas ao trabalho, não requer equipamento especial e oferece uma rápida análise das posturas de pescoço, tronco e membros superiores junto com a função muscular e a carga externa recebida pelo corpo.

O NIOSH trabalha com equações no sentido de prevenir ou reduzir a ocorrência de lombalgia relacionada ao levantamento de cargas entre os trabalhadores.

As análises ergonômicas podem ser feitas utilizando realidade virtual (CAD), também chamada realidade artificial, ou espaço cibernético, que significa um espaço não-físico, onde um usuário do computador pode realizar ações em um ambiente não-real, como se ele fosse parte integrante desse ambiente. Outras análises podem ser feitas com o *software* de simulação Catia que traz módulos na área de engenharia.

## CAPÍTULO 4

### PROPOSTA PARA ANÁLISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO

Nesse capítulo são demonstradas as etapas para realização das análises ergonômicas nos postos de trabalhos das empresas estudadas.

#### 4.1 METODOLOGIA A SER UTILIZADA

A metodologia utilizada no estudo do posto de trabalho escolhido foi a análise ergonômica do trabalho, seguindo as distintas fases já explicitadas no capítulo 2, tais como análise da demanda, da tarefa, análise das atividades, após dados obtidos e estudados simulados em ambiente 3D no *software* Catia.

A seguir apresenta-se o fluxograma das etapas desenvolvidas para análise ergonômica.

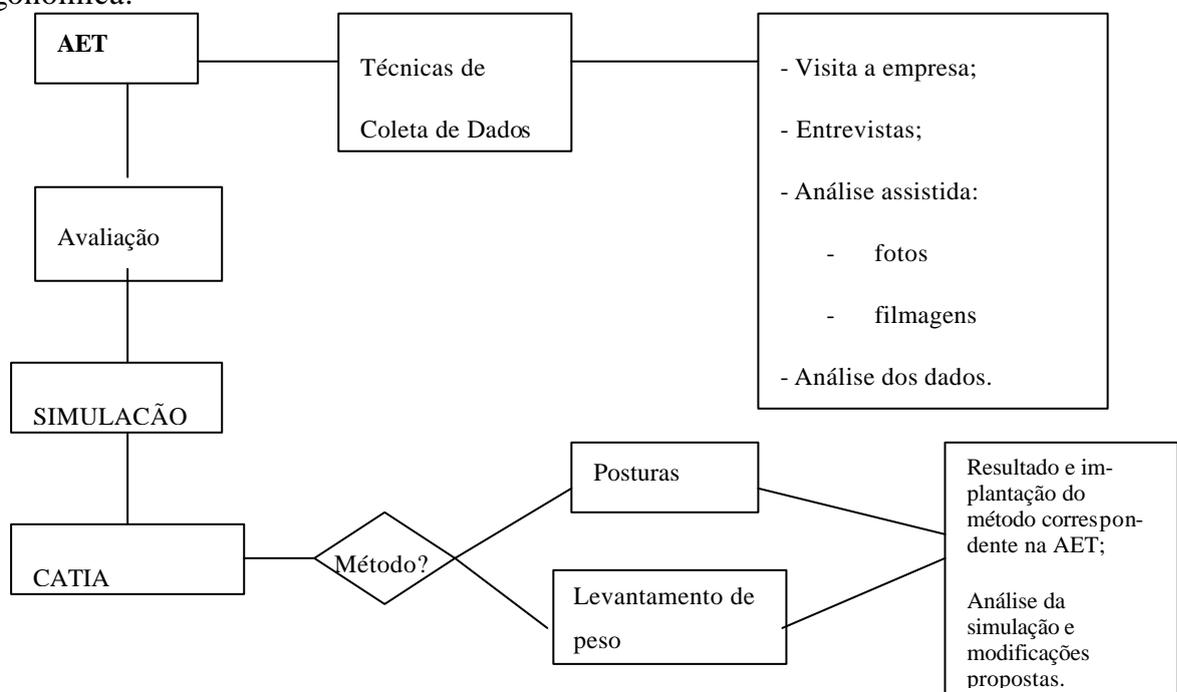


FIGURA 5 - ORGANOGRAMA DAS FASES DA ANÁLISE ERGONÔMICA

Durante as primeiras visitas, foram realizadas observações assistidas das tarefas desenvolvidas pelo operador por meio de fotos e filmagens do posto de trabalho para obtenção de dados como subsídios para análise da forma de trabalho e para simulação. Foram feitas entrevistas informais com os operadores visando verificar as principais queixas para realização da tarefa e para conhecer o sistema global de produção, a organização do trabalho, o ambiente e as pessoas envolvidas na produção.

A seguir, foi formulado e aplicado um questionário do tipo *check-list* (Apêndice I e II), e aplicado aos operários do posto, em alguns casos foi utilizado o proposto por Couto (1995), e em outros foram utilizados os formulários definidos pela montadora, pela agilidade e rapidez na verificação dos problemas ergonômicos do posto.

Quanto ao ambiente físico, foram feitas observações qualitativas segundo a visão do analista e dos operários que também ajudaram a fazer uma aproximação da realidade, de forma a permitir avaliar a situação do mesmo, ou seja, as mudanças e propostas foram feitas juntamente com os operários que trabalhavam no posto de trabalho, para verificar a melhor forma de ajustamento do posto para desenvolvimento da tarefa.

## 4.2 ANÁLISE ERGONÔMICA SIMULADA

Para fazer as análises ergonômicas simuladas, foi proposta a utilização do *software* de simulação Catia, utilizando os módulos de ergonomia e os métodos RULA e em alguns casos o método NIOSH, conforme a postura analisada, a seguir foi realizada a interpretação dos resultados obtidos nessa simulação.

### 4.2.1 Entrada de Dados para Análise das Posturas

As posturas obtidas após análise assistida, através de fotos e filmagens do posto de trabalho, foram inseridas no *software* de simulação, com seus respectivos ângulos.

Para a simulação das posturas analisadas são inseridos todos os dados da análise no *software* Catia, como mostra a figura a seguir:

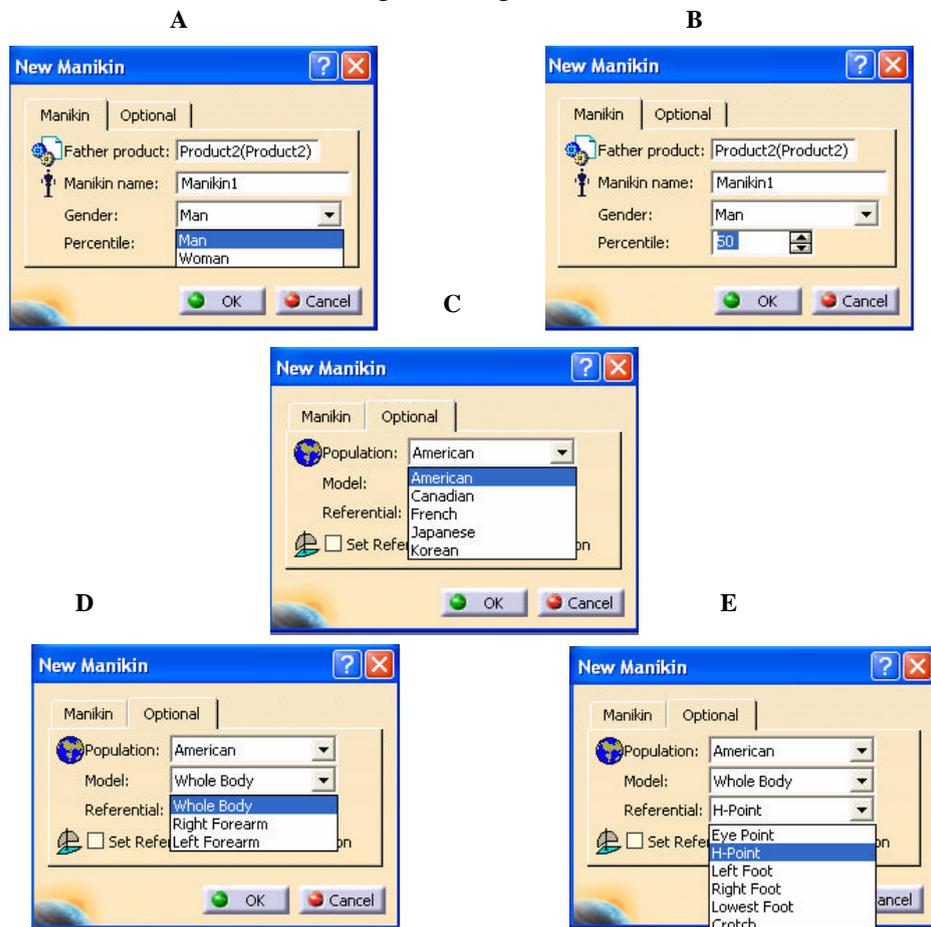


FIGURA 6 - ETAPAS REPRESENTATIVAS PARA CONSTRUÇÃO DO MANEQUIM EM AMBIENTE SIMULADO

Após a inserção dos dados são escolhidos os itens do novo manequim, mostrados na figura 6A, o Produto Principal, o nome do Manequim, se é homem ou mulher, e na figura 6B, como na figura A são mostrados também o percentil utilizado, que se refere à postura do indivíduo, é uma média utilizada nas análises antropométricas.

No item opcional, figura 6C, são mostrados as populações existentes para essa análise, sendo que ainda não existe a brasileira, e como o perfil das pessoas brasileiras são de porte mediano é usada a população americana, na figura D mostram-se os modelos para análise, com os modelos de corpo inteiro, antebraço direito e antebraço esquerdo, e

em seguida os pontos de referencia, mostrado na figura 6E, que são o ponto do olho, ponto H, pé esquerdo, pé direito e sola do pé. A partir desses dados o manequim é criado, para fazer as análises necessárias.

Após inseridos todos os dados serão retirado os ângulos das posturas analisadas, e aplicado o método RULA para fazer as análises de posturas e o método NIOSH para analisar as posturas quando á levantamento de peso.

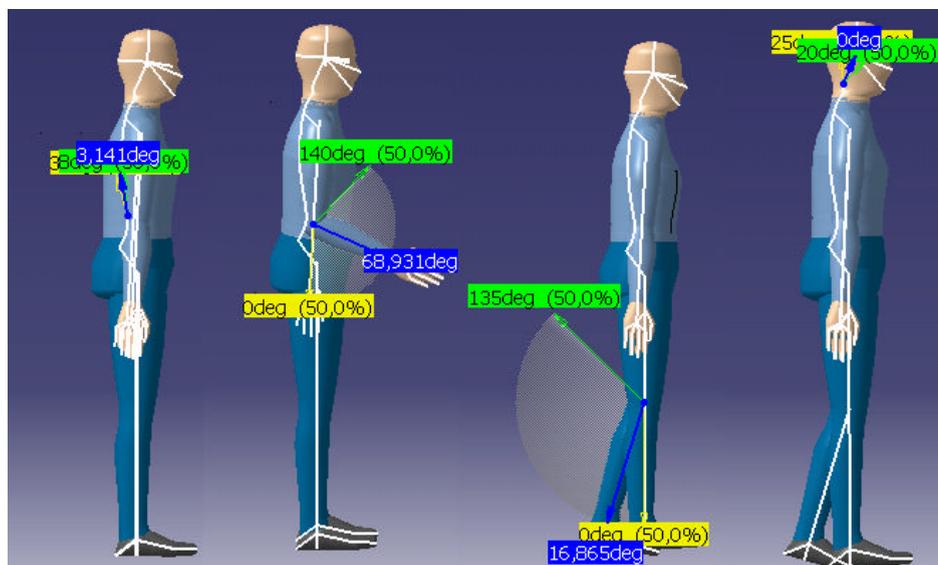


FIGURA 7 - ÂNGULOS DAS POSTURAS OBSERVADAS PARA ANÁLISE ERGONÔMICA

#### 4.2.2 Aplicação dos Métodos Ergonômicos

Após inseridas as posturas com seus respectivos ângulos, pode-se aplicar a análise RULA e NIOSH para as análises ergonômicas.

Os resultados são pontuados de 0 a 6, onde o *score* é o mesmo da tabela de análise RULA, explicada no capítulo 3.

Para a avaliação NIOSH, o quadro da o peso total que pode ser levantando para aquela postura, tanto inicial, quanto final. Neste caso específico, somente no primeiro

estudo de caso foi utilizada a análise NIOSH de levantamento de peso, pois nas montadoras a ênfase foi dada para análise da melhor postura para desenvolvimento da tarefa, e para isso foi adotado o método RULA.

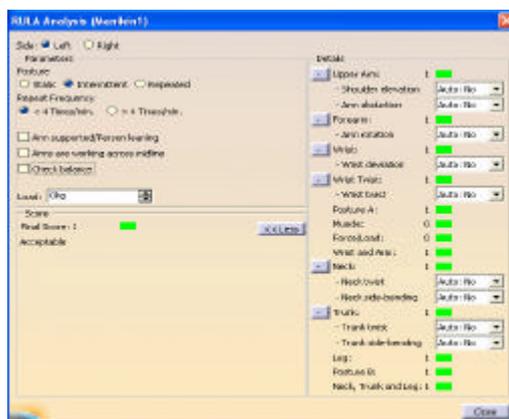


FIGURA 8 - QUADRO ANÁLISE RULA

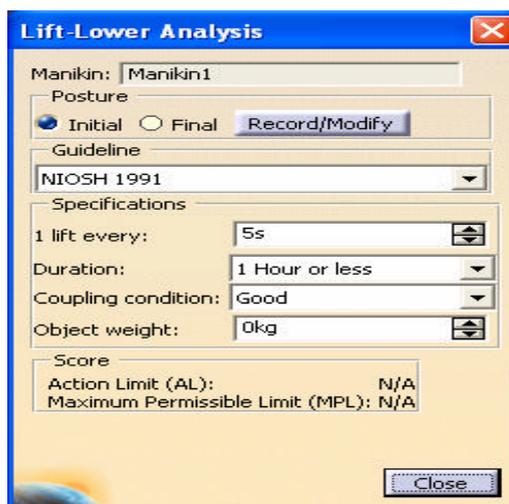


FIGURA 9 - QUADRO ANÁLISE NIOSH

Os resultados são dados em forma de *score* de 0 a 6, quanto maior o *score* maior os riscos de lesões.

#### 4.3 CONCLUSÃO

A metodologia proposta neste capítulo serviu de base para a elaboração das análises ergonômicas dos postos de trabalhos estudados.

Ressalta-se que não existem procedimentos na literatura de como o *software* de simulação ergonômica pode ser utilizado. Após estudos do *software* foi observado que a interpretação dos resultados se tornou mais fácil. No entanto, para se fazer estas análises simuladas foi necessário despender esforços durante muitas horas.

As posturas foram analisadas ergonomicamente com base na aplicação do método RULA e NIOSH e os resultados foram pontuados para se obter o *score* sendo que a avaliação NIOSH deu-se com base na melhor postura para desenvolvimento da tarefa.

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DA ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO EM TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

Neste capítulo são demonstrados os estudos desenvolvidos para as análises ergonômicas simuladas. Para tanto, primeiramente foi feito um estudo piloto em empresa de pequeno porte, e em seguida, foram realizadas as análises em duas empresas automobilísticas de grande porte.

#### **5.1 ESTUDO PILOTO: ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DA EMPRESA DE USINAGEM**

A análise ergonômica do trabalho nesta etapa corresponde à observação em uma empresa de pequeno porte que trabalha com usinagem de pequenas peças.

O levantamento de dados consistiu em separar os dados referentes ao Homem, a Máquina, as Ações e ao Ambiente de Trabalho. Um levantamento antropométrico do operário também foi realizado, assim como análise assistida do posto de trabalho analisado.

Questionários, respondidos pelo operador, foram formulados para diagnosticar a condição ergonômica. Para análise da tarefa e da postura foi utilizado o *software* Catia. Nele foi possível construir virtualmente o posto de trabalho e realizar as análises necessárias, comparando com um modelo ideal.

##### **5.1.1 Levantamento de Dados**

No levantamento de dados estão todas as etapas desenvolvidas para realização

do estudo proposto.

#### 5.1.1.1 Referentes ao homem

O operador é o dono da empresa. É do sexo masculino e possui 43 anos. Trabalha com o equipamento em análise há 11 anos e sua jornada de trabalho é de três a quatro dias por semana, durante um período de seis a oito horas diárias. A máquina tem como função usinar peças metálicas de formato cilíndrico. Essas peças podem ser de diferentes tamanhos, em diâmetro e comprimento, o que exige do operador o prévio ajuste da máquina para cada série de operação.

O posto de trabalho aqui descrito funciona de duas maneiras. Vezes com dois operadores, vezes com apenas um operador. O critério para definir o número de operadores é definido pela demanda de serviço. Quando há um trabalhador ocioso no campo da empresa, este é destinado a ajudar no serviço realizado na retificadora. Quando a tarefa é realizada com apenas um operador a tarefa torna-se mais complexa, pois somam-se os trabalhos.

Obviamente, quando realizado por dois operadores o serviço torna-se mais simples, pois cada operador realiza uma parcela do trabalho em específico.

Existe apenas um operador que detém o conhecimento de regular e controlar a máquina retificadora. Isso faz com que não haja a rotação deste posto de trabalho em específico. Quando há outro operador (ajudante) este é escolhido para controlar a saída e retirada das peças da máquina, o que é uma tarefa simples e que pode ser realizada por qualquer um dos funcionários ociosos dentro do campo da empresa.

#### 5.1.1.2 Referentes às ações

As ações do operador sobre a máquina são de ativação, regulação e adaptação das peças que serão usinadas. Para ativar a máquina – compressão da peça pelo cilindro

rotativo – é utilizado o pedal ou um botão no painel de controle. As regulações são realizadas através de ferramentas específicas e as adaptações são feitas conforme o tipo da peça usinada colocando-se, ou não, a esteira de alimentação.

Com relação às ações imprevistas e não programadas, pode-se dizer que são ações improvisadas. Essas ações acontecem de diferentes modos. Ocorrem como um (pseudo) mecanismo de adaptação do trabalho como a ação intuitiva funcional que é realizada para solucionar o problema.

São exemplos de adaptações arames que prendem placas metálicas que impedem que as peças caiam no chão, uma esteira gravitacional para colocar na máquina peças de pequenos diâmetros. Outro exemplo deste tipo de ação é quando o operador precisa retirar de dentro da retífica a última peça da série – que em geral fica presa devido a pouca inclinação no cilindro de desgaste (esta inclinação que faz as peças andarem). Como não há nenhum mecanismo específico para esta operação o trabalhador é obrigado a utilizar um pedaço de pau madeira, de aproximadamente 50 cm, que serve para empurrar ou puxar a peça presa. Este tipo de ação é comum e freqüente, tanto que este pedaço de pau ocupa lugar no meio das ferramentas, sendo assim considerada.

As principais posturas utilizadas pelo operador 1 (controlador) são: sentado em uma banqueta alta de altura regulável sem encosto e em pé sem apoio e encosto. O pedal de acionamento é em geral usado quando o operador trabalha sentado. O operador 2 trabalha sempre em pé e é comum vê-lo apoiar na máquina para descansar da postura.

Ocorrem três tipos de deslocamentos. Primeiro há o deslocamento para pegar as peças que chegam na área de descarga da fábrica. As peças chegam em pequenos caminhões nos mais diversos tipos de caixas. Não há uma padronização, pois as peças que chegam para serem usinadas são diversas e de diferentes locais de origem. O deslocamento ocorre através de uma empilhadeira manual que retira as caixas do caminhão e as coloca na área da máquina retificadora. O segundo tipo de deslocamento ocorre quando há necessidade do uso de uma ferramenta extra ou quando é consultado

algum livro de referências. Esses utensílios ficam dentro de um armário localizado a aproximadamente quatro metros do posto de trabalho. Geralmente eles são trazidos para a bancada localizada ao lado da máquina, atrás do operador 1. Outro tipo de deslocamento ocorre quando o operador 1 ou 2 se desloca ao redor da máquina para pegar as peças recém retificadas para serem novamente usinadas. Dependendo do desgaste, é necessário que ela passe várias vezes pela máquina. Em geral as peças, que serão carregadas, ficam acondicionadas em caixas de plástico.

A principal decisão tomada pelo operador é a regulagem da máquina para determinar a intensidade do desgaste da peça a ser retificada. Essa operação é feita regulando a máquina através dos seus mecanismos específicos.

Determinar o correto nível de desgaste da peça é essencial para preservar a máquina, dar qualidade ao elemento usinado e minimizar o trabalho. Caso o desgaste seja excessivo a peça pode “pular” dentro da máquina danificando-a, se o desgaste for baixo, o número de operações de repetição será maior – tanto de colocação das peças como de deslocamentos – tornando o trabalho mais demorado e estressante. Portanto, cabe ao operador tomar a decisão que melhor equilibre esses fatores.

As regulagens do operador são referentes ao ajuste da máquina para usinar as peças. Para tanto a máquina é regulada de acordo com o tipo e tamanho da peça, o que exige do operador a regulagem do posto de trabalho. Por exemplo, quando as peças são de pequeno diâmetro e comprimento, o operador adapta a máquina uma esteira gravitacional que vai alimentar a máquina. Já as peças grandes, em comprimento e largura, são colocadas manualmente uma a uma. Essa operação parece um tanto quanto perigosa, pois a colocação desta peça na máquina ocorre com ela funcionando (com os cilindros de desgaste em rotação) e a postura de colocação também não é boa, facilitando a ocorrência de um acidente grave.

O posto de trabalho também é organizado de acordo com as peças a serem

retificadas. A bancada localizada na parte de trás do operador, é organizada por ele de acordo com uma ordem estabelecida. Notou-se que este operador, não trabalha como numa esteira de produção seriada onde a ordem já é pré-definida, não permitindo margens para adaptações. Neste caso, o operador possui liberdade para estabelecer a ordem de acordo com as ações por ele definidas. O que não é mutável – embora adaptável – é o sistema de trabalho e a forma de realizá-lo na retificadora.

#### 5.1.1.3 Referentes a máquina

A máquina na qual o operador trabalha é de origem alemã fabricada no ano de 1980. É basicamente confeccionada em ferro e aço fundido. A sua cor é o verde tradicional das máquinas existentes em metalúrgicas. Possui uma entrada para as peças e, do lado oposto, a saída. A usinagem é realizada através de dois grandes cilindros de esmeril, sendo que um deles pode ser deslocado para definir a intensidade do desgaste nas peças. Este cilindro também pode ser inclinado para determinar a velocidade de saída da peça usinada. É concebida para ser manipulada por dois operadores. Um na entrada das peças (alimentação) outro na saída (retirada).

Os órgãos de comando da máquina são: o volante com gradação, responsável pelo nível de desgaste da peça que será retificada; as alavancas de deslocamento, responsáveis pelo posicionamento e inclinação do cilindro, o pedal de acionamento e o painel de controle composto por onze botões.

Problemas aparentes na máquina são:

- a) o grande improviso realizado pelo operador. Esses improvisos indicam que houve a necessidade de adaptação do equipamento à tarefa realizada. Um exemplo é a esteira gravitacional criada pelo operador para introduzir, serialmente, peças pequenas na máquina;
- b) o ventilador fica muito próximo do rosto do operador;

- c) os mecanismos de ajuste da máquina ficam mal posicionados, fazendo com que o operador ao regular a máquina execute posturas impróprias;
- d) não há iluminação local para execução da tarefa;
- e) as alavancas de comando e ajuste possuem a mesma cor da máquina;
- f) a entrada e saída das peças é mal desenhada. O operador responsável pela saída das peças tem que se abaixar para poder olhar para dentro da passagem verificando o término da série. Quando uma peça fica presa dentro da máquina, geralmente a última da série, é então utilizado um toco de madeira para retirá-la;
- g) o modo de colocação das peças grandes – na área de alimentação – é crítico, pois o operador precisa colocar a mão e, às vezes, parte do braço para dentro da máquina ao lado dos cilindros que estão em movimento. Sua mão fica muito próxima deste cilindro e não há mecanismos de segurança que impeçam o toque. Portanto, é alto o risco de acidentes graves na região da mão e braços.

#### 5.1.1.4 Referentes ao ambiente

A temperatura do ambiente é considerada boa pelo operador. Não há reclamação com relação ao calor. A máquina não produz muito calor o que também é benéfico para o operador. O ambiente é coberto não havendo incidência de ventos no local.

O ambiente sonoro não é agradável, o ruído é constante, pois no mesmo local funcionam outras máquinas como fresas e tornos. É possível se comunicar, desde que estando próximo do interlocutor.

O ambiente não é bem iluminado. A iluminação é proveniente de telhas transparentes, janelas laterais e de luminárias pontuais localizadas a aproximadamente quatro metros de altura. O pavimento, também é escuro tornando a iluminação geral

baixa. As paredes também são escuras ocasionando o mesmo problema. Fica evidente que é baixa a importância dada às questões de iluminação.

Não há reclamações do usuário com relação aos aspectos vibratórios da máquina. Provavelmente, porque ele não se encontra em contato direto com a máquina.

É freqüente o uso de máscara pelo operador. Esta tem como função filtrar as partículas que emergem do desgaste das peças. Há fumaça de baixa densidade quando as peças estão sendo usinadas. Para isso há um ventilador na lateral do operador, que possui dupla função, evitar os respingos do óleo que é derramado sobre a peça em desgaste e para desviar os gases provenientes deste desgaste.

#### 5.1.1.5 Descrição dinâmica do sistema

Como explicado no item 5.1.1.3, segue abaixo a figura do *layout* da máquina com os respectivos deslocamentos feitos pelo operador.

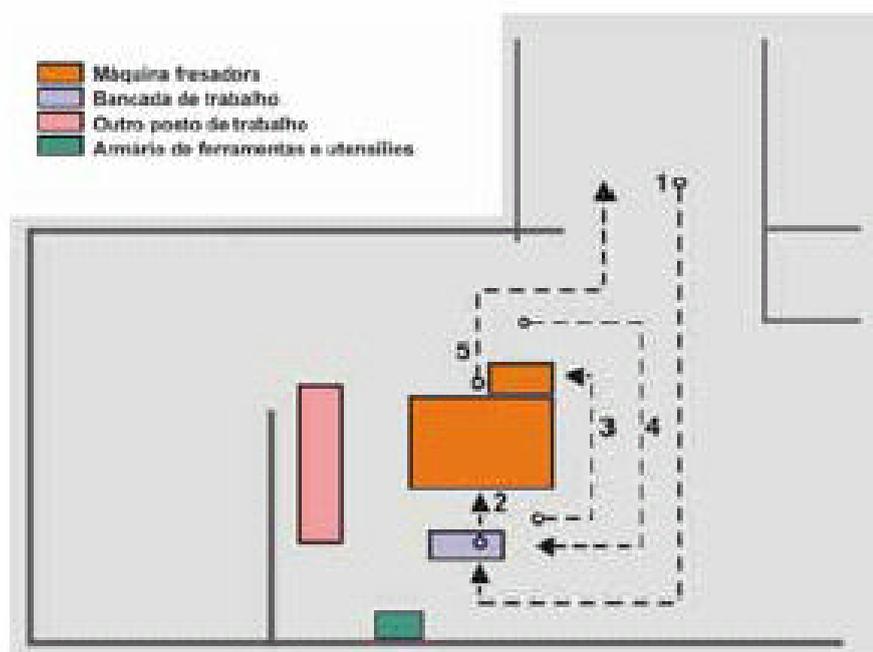


FIGURA 10 - LAYOUT DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE TRABALHO NA MÁQUINA RETIFICADORA POR ORDEM DE TAREFA

## 5.1.2 Avaliação/Análise

Após a coleta dos dados foram feitas as avaliações ergonômicas em software de simulação e analisado os resultados obtidos com a análise.

### 5.1.2.1 Avaliação por *check-list*

Foram realizados cinco questionários, baseados nos métodos estabelecidos por Couto (1995), para o operador. Perguntas adicionais também foram elaboradas para descrever melhor a tarefa realizada. Esses questionários forneceram uma prévia avaliação da tarefa sob as condições ergonômicas.

O primeiro questionário é uma avaliação grosseira da condição ergonômica e apresentou um bom resultado.

O seguinte questionário relativo a avaliação simplificada das condições biomecânicas. O resultado é de uma condição biomecânica ruim.

O terceiro questionário apresenta uma avaliação para o risco de tenossinovite e lesões por traumas cumulativos dos membros superiores. Esta avaliação apresentou um alto risco de tenossionovite e LTC.

A avaliação sobre o método de trabalho é o quarto questionário e apresentou método razoável.

O último questionário é sobre a adequação biomecânica geral do posto de trabalho, tendo apresentado resultado ruim.

### 5.1.2.2 Avaliações ergonômicas através dos métodos RULA e NIOSH.

Foram escolhidas (definidas) as quatro atividades de maior intensidade a as posturas mais utilizadas para avaliação da atividade do operador. São elas: o uso dos botões de comando; a alimentação da máquina; a retirada das peças da retificadora e o carregamento das caixas.

Para avaliar manualmente estas atividades empregadas pelo operador, foi utilizada uma planilha RULA de Acompanhamento do Funcionário, desenvolvida pela *Cornell University*, 1996. Já para avaliação virtual foi utilizado o *software* Catia e a ferramenta de avaliação RULA desenvolvida pela *COPE Occupational Health and Ergonomic Services Ltd.*, na *Nottingham University*.

### 5.1.2.3 Uso dos botões de comando

O uso dos botões localizados no painel tem a finalidade de regular a máquina e acionar os cilindros de desgaste das peças. Aqui foi aplicado o método de análise RULA. A análise manual obteve pontuação 3 (investigar) e a análise do Catia também obteve pontuação 3.

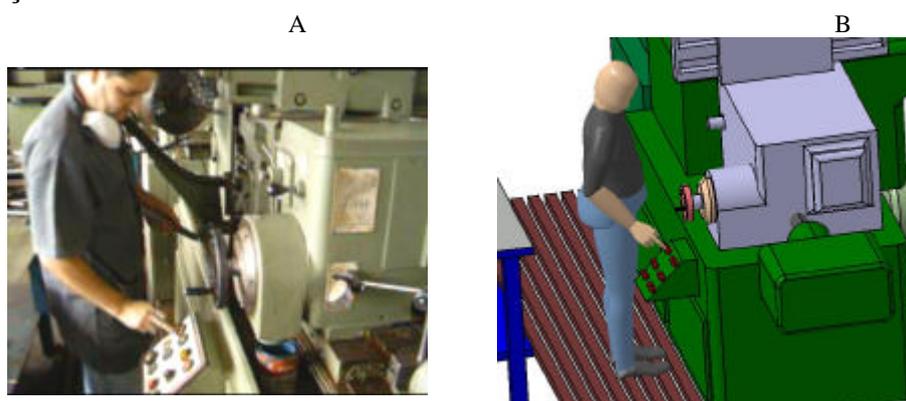


FIGURA 11 - FIG. A, O OPERADOR 1 UTILIZANDO O PAINEL DE BOTÕES DA MÁQUINA RETIFICADORA. FIG. B, SIMULAÇÃO DA TAREFA EXECUTADA PELO OPERADOR NO *SOFTWARE* CATIA

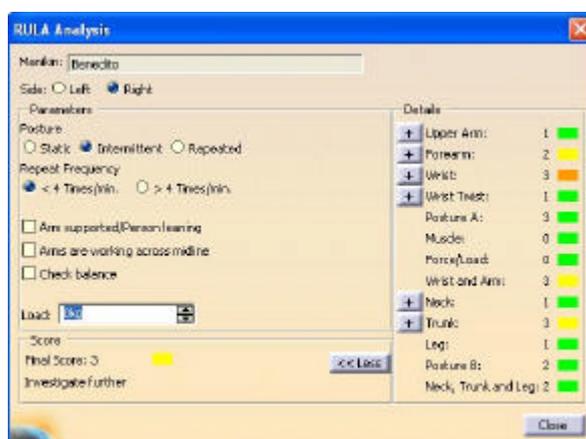


FIGURA 12 - PLANILHA DE AVALIAÇÃO RULA DO *SOFTWARE* CATIA COM OS RESULTADOS

#### 5.1.2.4 Alimentação da máquina

Esta tarefa consiste na colocação das peças pequenas na esteira gravitacional. Na avaliação desta atividade foram empregados os métodos RULA e NIOSH.

A avaliação manual RULA obteve pontuação 6 (investigar e mudar logo) enquanto que a virtual do Catia obteve o mesmo resultado. Esta análise foi baseada no lado direito do manequim com postura intermitente e frequência de repetição maior que quatro vezes por minuto.

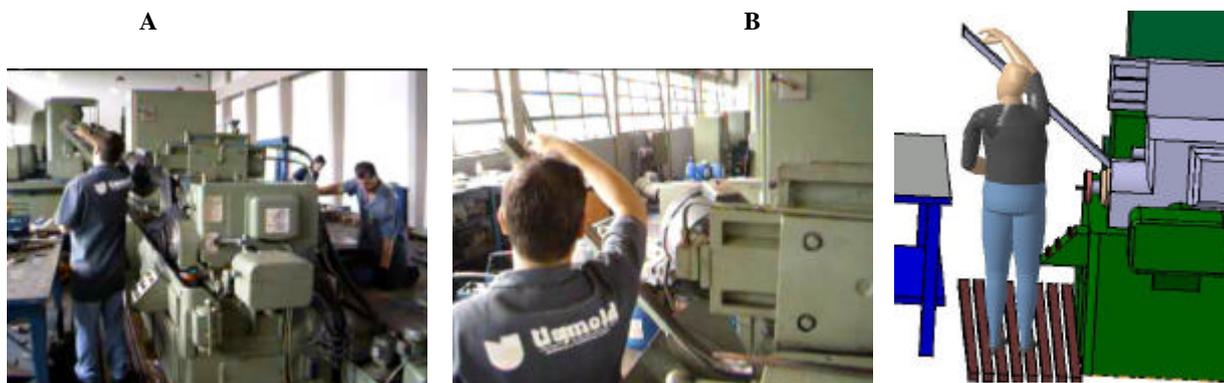


FIGURA 13 - FIG. A, O OPERADOR 1 ALIMENTANDO A MÁQUINA COM PEQUENAS PEÇAS FIG.B, A SIMULAÇÃO DESTA TAREFA NO *SOFTWARE* CATIA

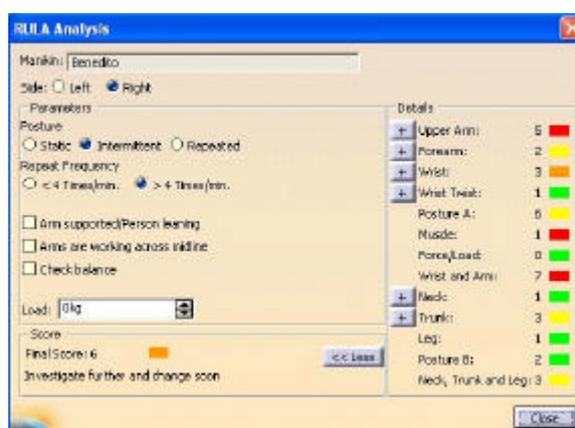


FIGURA 14 - PLANILHA DE AVALIAÇÃO RULA DO *SOFTWARE* CATIA COM OS RESULTADOS

A análise NIOSH do *software* Catia apresentou os seguintes resultados: índice de levantamento (LI) de origem = 0,33 e LI (de destino) = 0,49 (baixo risco) e recomenda como peso limite (RWL) de 2,5 Kg para esta atividade. A outra análise manual NIOSH apresentou o LI = 0,29 (baixo risco) e RWL = 3,3 Kg. Ambas as análises tiveram como referência as mesmas medidas. A carga atribuída para esta tarefa foi a carga máxima (1 Kg), com frequência de repetição de dez vezes por minuto e duração de menor que duas horas. A pega é considerada pobre. Os dois resultados apresentam baixo risco para o operador neste tipo de tarefa.

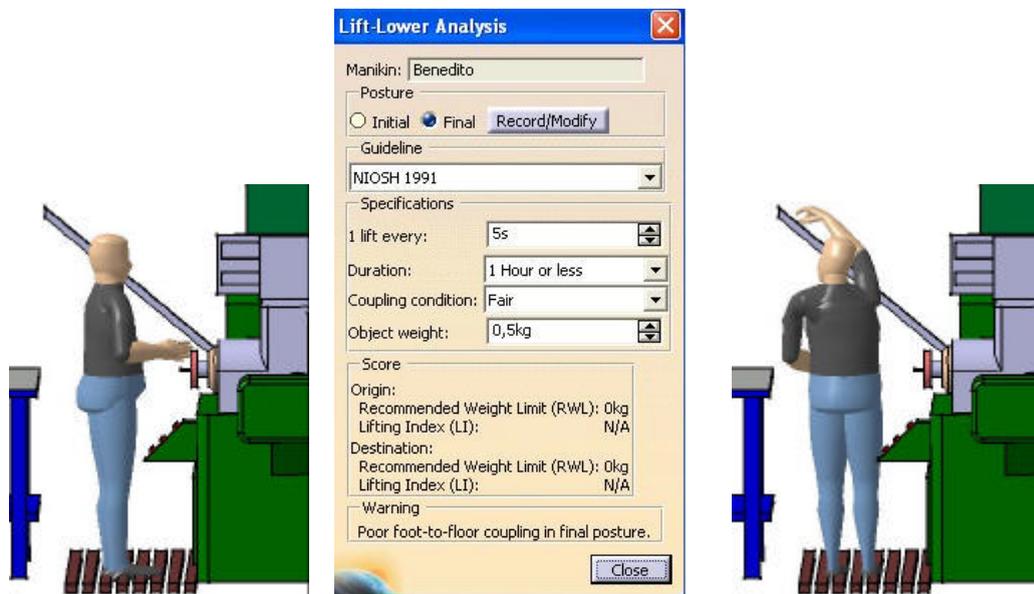


FIGURA 15 - ANÁLISE NIOSH PARA POSTURA PROPOSTA

#### 5.1.2.5 Retirada das peças da retificadora

Esta atividade é realizada pelo operador dois (ajudante do controlador). É uma tarefa simples, consistindo em retirar – ou em alguns casos apenas pegar – as peças na saída da máquina e colocá-las nas caixas de transporte.

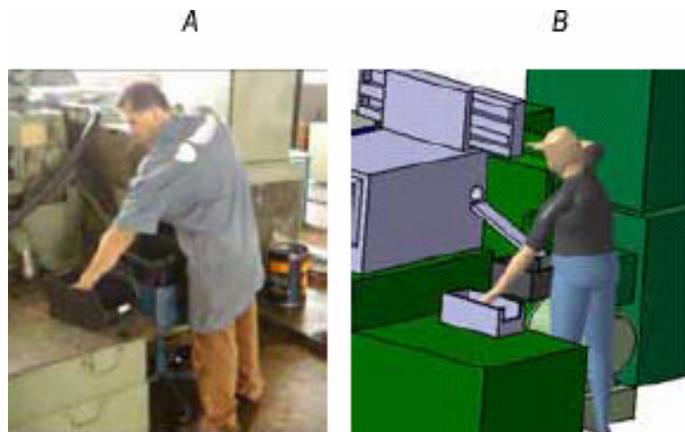


FIGURA 16 - FIG. A, ESTA OPERAÇÃO, REALIZADA PELO OPERADOR 2, CONSISTE EM RETIRAR DA MÁQUINA AS PEÇAS RECÉM RETIFICADAS E COLOCÁ-LAS NAS CAIXAS DE TRANSPORTE. FIG.B, SIMULAÇÃO VIRTUAL DA TAREFA

Aqui foi aplicado o método de análise RULA. A avaliação manual obteve pontuação 4 (investigar). A avaliação no Catia também obteve 4. Esta análise teve como referência o lado esquerdo do operador numa postura intermitente e com frequência de repetição maior que quatro vezes por minuto.

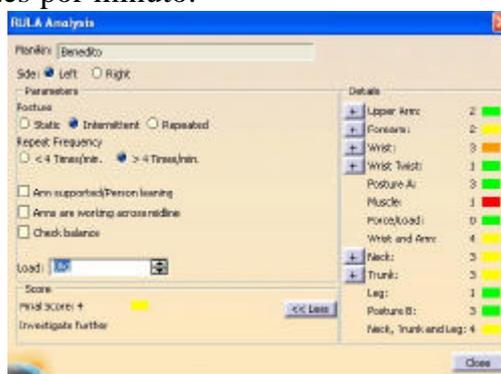


FIGURA 17 - ANÁLISE RULA PARA RETIRADAS DAS PEÇAS

#### 5.1.2.6 Carregamento das caixas

A última tarefa avaliada – carregamento das peças em caixas para nova retificação – é em geral realizada pelo operador 1 (controlador) e eventualmente pelo operador 2. A tarefa consiste em levar as caixas com as peças do local de saída da

máquina para o local de entrada (lado oposto). Para isso o operador levanta a caixa de uma pequena bancada, a transporta e a coloca em cima da mesa que fica atrás do operador 1 (controlador).

O método de análise utilizado aqui é o NIOSH 1991. A tarefa foi baseada na retirada da caixa carregada com 12 Kg na bancada de saída – que tem altura de 0,59 m – e colocada na mesa atrás do operador – com altura de 0,90 m. A análise foi especificada em um levantamento a cada cinco minutos, com pega pobre e duração da tarefa em oito horas. O resultado do Catia apresentou o LI de origem  $m = 0,71$  e LI de destino  $= 1,08$  (risco moderado) e peso recomendado para esta tarefa (RWL) 11 Kg. A outra avaliação manual NIOSH, realizada sob o método de NIOSH (1994) apresentou LI = 0,56 (baixo risco) e RWL = 21,1 Kg



FIGURA 18 - FIG. A, FOI AVALIADO O PROCESSO DE CARREGAMENTO DAS CAIXAS DE TRANSPORTE, PELO OPERADOR 2, PELO MÉTODO NIOSH. FIG.B, UTILIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO VIRTUAL DO CATIA

Field	Value
Manikin	Benedito
Guideline	Snook & Ciriello 1991
Specifications	
1 carry every	240s
Distance of carry	5000mm
Population sample	50%
Score	
Maximum Acceptable Weight	302,384N

FIGURA 19 -AVALIAÇÃO PARA CARREGAMENTO DE CAIXAS

Uma avaliação adicional também foi feita utilizando a ferramenta *Carry* do Catia. Essa avaliação detectou que o peso máximo aceitável para esta tarefa nessas mesmas condições é 30 Kg.

### 5.1.3 Recomendações

São sugeridas as seguintes alterações imediatas:

- a) painéis de ferramentas próximo ao local de trabalho;
- b) uma análise específica sobre a iluminação do ambiente;
- c) elementos de sinalização na máquina;
- d) bancada com iluminação própria;
- e) caixas de transporte das peças com pegadas adequadas;
- f) carrinhos para o transporte de grupos de peças pesadas;
- g) compartilhamento dos conhecimentos sobre a máquina aos outros funcionários;
- h) aquisição de nova máquina retificadora.

## 5.2 ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DE UMA MONTADORA AUTOMOTIVA DE VEÍCULOS DE PASSEIO

A Análise ergonômica do Trabalho nesta etapa foi feita em uma empresa automotiva multinacional que trabalha com diversos postos de trabalhos e possuem máquinas de grande porte e automatizadas, que procuram sempre proporcionar ao seu funcionário a forma mais adequada e que não acarretará riscos para sua saúde.

O levantamento de dados consistiu em separar os dados referentes ao Homem, a Máquina, as Ações e ao Ambiente de Trabalho. Um levantamento antropométrico do operário também foi realizado, assim como análise assistida do posto de trabalho.

O estudo foi desenvolvido juntamente com os engenheiros responsáveis pelo posto de trabalho, e também com auxílio dos operadores da máquina em estudo, ficando assim, mais fácil a realização da análise. Foram utilizados os relatórios de análises já feitas pelos engenheiros da própria empresa e também fichas de descrição das tarefas.

### 5.2.1 Levantamento de Dados

Após a coleta dos dados foram feitas as avaliações ergonômicas em *software* de simulação e analisado os resultados obtidos com a análise.

#### 5.2.1.1 Referentes ao homem

Os operadores têm em média 35 anos, de porte físico elevado, e estatura mediana. São num total de 2 operadores que trabalham na forma de rodízio com outros 2 operadores, ou seja, a cada dia mudam de posto.

Os operadores recebem inicialmente um treinamento, que é chamado de adestramento, que são horas de trabalhos em uma sala com pessoas experientes para lhes ensinar.

#### 5.2.1.2 Referentes as ações

As ações desenvolvidas no posto de trabalho são descritas a seguir, através de uma folha de operação padrão, que lista as etapas do trabalho desenvolvidas pelo operador.

Antes de ser colocado apto a desenvolver essa tarefa o operador passa por um adestramento, ou seja, são feitos treinamentos para que ele possa desenvolver a tarefa referida.

### 5.2.1.2.1 Tarefa prescrita

Folha de operação desenvolvida no posto de trabalho pelo operador.

TABELA 2 - TABELA DE ESPECIFICAÇÃO E TEMPO PARA REALIZAÇÃO DA TAREFA NA EMPRESA AUTOMOTIVA

Mês	Posto	Operação	Prazo de Aprendizagem	Tempo de Ciclo
08	16E	06	30 DIAS	626 s
Nº da Tarefa		Etapa Principal		Tempo Op.
01		Montar 2 peças no posto 16		31
02		Soldar 7 pontos com a pinça J		32
03		Soldar 10 pontos com a pinça C		48
04		Soldar 12 pontos com a pinça D		83
05		Soldar 3 pontos com a pinça D		23
06		Pegar o bloco da esteira e vendê-lo para a preliminar		58
Tempo total das operações associadas				78
Tempo operatório Total				438
Processo	Tempo de Aprendizagem	Equip. de segurança	Ferramentas	Tempo das Etapas (s)
Montagem/Solda do Bloco	30 dias	- Avental de Raspa; - óculos; - Luva de couro; - Protetor auricular; - Bota com bico de Aço.	- Lixadeira;  - Dispositivos;  - Pinças;  - Talha;  - Martelo;  -Chave saca  eletrodo	360
Nº Tarefa	Análise da operação		Tempo Op.	Etapa Principal

01	Pegar com ambas as mãos a peça “P” conforme croque 01	12	01 – Montar a peça “P” no posto 16
02	Encaixar o furo redondo que está acima do componente com o parafuso e abaixo da mão esquerda, no piloto a esquerda;		
03	Encaixar o furo oblongo a direita na peça, no piloto a direita;		
04	Acionar com ambas as mãos o puptre “B” para fechar as serragens.		
05	Pegar com a mão direita na manopla do acionador e com a mão esquerda na manopla auxiliar	34	02 – Soldar 7 pontos com a pinça “J”
06	Girar a pinça meia volta no seu próprio eixo, forçando a manopla do acionador para cima e a manopla auxiliar para baixo e para a esquerda		
Nº Tarefa	Análise da operação	Tempo Op.	Etapa Principal
07	Posicionar o eletrodo fixo na chapa e soldar o 1º ponto conforme croqui 02		
08	Retirar a pinça da peça e deslocá-la para a região do 2º ponto		
09	Encostar o eletrodo fixo na chapa e soldar do 2º ao 7º ponto conforme croqui 02		
10	Retirar a pinça da peça e soltá-la para a direita		
11	Pegar com a mão esquerda na manopla do acionador e com a mão direita na manopla auxiliar	48	03 – Soldar 11 pontos com a pinça “C”
12	Posicionar a pinça na horizontal com o cabo unipolar para cima		
13	Encostar o eletrodo fixo na chapa e soldar do 1º ao 11º ponto conforme croqui 03		
14	Retirar a pinça da peça e soltá-la para a direita		
Explicação de possíveis problemas ou defeitos: - Ponto mal posicionado		Como tratar as anomalias: - Realizar outro ponto no local correto	
Nº Tarefa	Análise da operação	Tempo Op.	Etapa Principal
15	Pegar com a mão direita na manopla do acionador e com a mão esquerda na manopla auxiliar	88	04 – Soldar 13 pontos com a pinça “D”
16	Forçar as manoplas para baixo até que os eletrodos fiquem acima da serragem		
17	Repegar com a mão esquerda no braço móvel próximo a chaveta de forma que o dedo indicador direito fique sobre o acionador		

18	Encostar o eletrodo fixo na chapa e soldar do 1º ao 5º ponto conforme croqui 04		
19	Deslocar a pinça para a região do 6º ponto e com o eletrodo fixo na chapa soldar do 6º ao 11º ponto conforme croqui 04		
20	Retirar a pinça da peça e girá-la no seu próprio eixo para a direita de forma que o acionador fique para baixo		
21	Encostar o eletrodo superior na chapa e soldar o 12º e o 13º ponto conforme croqui 05 e colocar a pinça na posição de repouso		
22	Acionar com ambas as mãos o puptre "B" para abrir as serragens		
Explicação de possíveis problemas ou defeitos: - Ponto deformado		Como tratar as anomalias: - Verificar alinhamento dos eletrodos e posicionamento da pinça ao soldar	
Nº Tarefa	Análise da operação	Tempo Op.	Etapa Principal
23	Pegar com a mão direita na manopla do acionador e com a mão esquerda na manopla auxiliar	42	05 – Soldar 7 pontos com a pinça "D"
24	Posicionar a pinça na horizontal com o eletrodo fixo na chapa e soldar o 1º ponto conforme croqui 06		
25	Deslocar a pinça para a região do 2º ponto, encostar o eletrodo fixo na chapa e soldar do 2º ao 4º ponto conforme croqui 06		
26	Deslocar a pinça para a região do 5º ponto encostar o eletrodo fixo na chapa e soldar do 5º ao 7º ponto conforme o croqui 06		
27	Colocar a pinça na posição de repouso		
28	Pegar com a mão direita a lixadeira angular e lixar os pontos estajados nas regiões marcadas no croqui 07	50	06 – Lixar os pontos estajados e fazer controle visual do bloco
29	Realizar controle visual do aspecto do bloco e verificar visualmente a fixação dos parafusos da face d'avant		
Explicação de possíveis problemas ou defeitos: - Não conformidades no Bloco (deformado, falta de pontos ou Tucker, parafusos faltantes ou soltos)		Como tratar as anomalias: - Colocar etiquetas de situação do produto na área de não conforme e avisar o operador sênior	
Nº Tarefa	Análise da operação	Tempo Op.	Etapa Principal
30	Pegar com a mão direita a batoeira na talha 02, acionar com o polegar direito o botão até que a talha fique acima do posto 16	86	07- Retirar o bloco do dispositivo e colocá-lo na esteira
31	Apertar com o polegar direito o botão ajustador a posição da talha até que as referencias de Nylon amarelo encaixem sobre o passa roda		

32	Puxar com a mão esquerda a serragem da talha para cima e para si até travar	
33	Apertar com o polegar direito o botão com toques intermitentes até que o bloco fique livre das referencias e pilotos, auxiliando com a mão esquerda se necessário	
34	Apertar com o polegar direito o botão até que o bloco fique mais alto que as serragens	
35	Pegar com a mão esquerda na parte superior do suporte do farol esquerdo girando o bloco para a direita de forma que a face avant fique para a direita	
36	Apertar com o polegar direito o botão até que o bloco fique sobre o jogo de referencia da esteira	

#### 5.2.1.2.2 Tempo para realização das tarefas propostas

TABELA 3 - ANÁLISE DO TEMPO PARA REALIZAÇÃO DAS TAREFAS

Operação	Tempo	Score RULA	Score RULA/carga >2kg
Manipulação do Guindaste Inicial	45s à 1 min.	3	
Solda com Pinça J	20 s		
Ponto de Solda 2	8s	3	4(esq.) 5(direito)
Ponto de Solda 7	8s	3	3(esq.) 4(direito)
Solda com Pinça C	30s		
Ponto de Solda 1		4	4(esq.) 4(direito)
Ponto de Solda 2		4	4(esq.) 5(direito)
Solda com Pinça D	1min.14s		
Ponto de Solda 1 à 2	5s	3	4(esq.) 4(direito)
Ponto de Solda 3 à 11	18s	3	5(esq.) 5(direito)
Ponto de Solda 12 e 13	10s	4	6(esq.) 6(direito)
Ponto de Solda 1 à 4	16s	4	5(esq.) 5(direito)
Ponto de Solda 5 à 7	10s	4	6(esq.) 4(direito)
Manipulação do Guindaste Final	47s	4	

### 5.2.1.3 Referentes a máquina

A seguir mostra-se uma foto ilustrativa da máquina em estudo.



FIGURA 20 - FOTO ILUSTRATIVA DA MÁQUINA EM ESTUDO

### 5.2.1.4 Referentes ao ambiente

Como a fábrica possui várias ferramentas de qualidade, seus postos de trabalho estão sempre em constante ajustes, para que não haja acidente de trabalho e nem lesões proporcionada pela má realização da tarefa.

O padrão de segurança é sempre bem rígido, onde não se pode entrar no interior sem óculos de proteção e botas especiais.

Os corredores de acesso aos postos de trabalhos são definidos em áreas pintadas de amarelo, para que não aconteça nenhum acidente grave, devido ao fato de que vários carrinhos tipo esteiras ficam circulando pela fábrica para o transporte de peças.

A iluminação é excelente, sendo que possuem várias luzes no teto da fábrica.

O nível de ruído não é elevado, está dentro dos padrões de acústica, mesmo sendo uma fábrica que possuem inúmeros postos de trabalhos.

A fábrica é totalmente automatizada, conta com vários robôs que fazem serviços

de solda nos quais é impossível os operários soldarem esses pontos, possuem esteiras gravitacionais, guindastes para carregamento das peças, tudo isso para que o operários não precise carregar peso proporcionando assim uma lesão, e também aumentando assim a produção e agilizando a fabricação.

#### 5.2.1.5 Ilustração dinâmica do sistema

A seguir é apresentada a foto do posto de trabalho estudado.

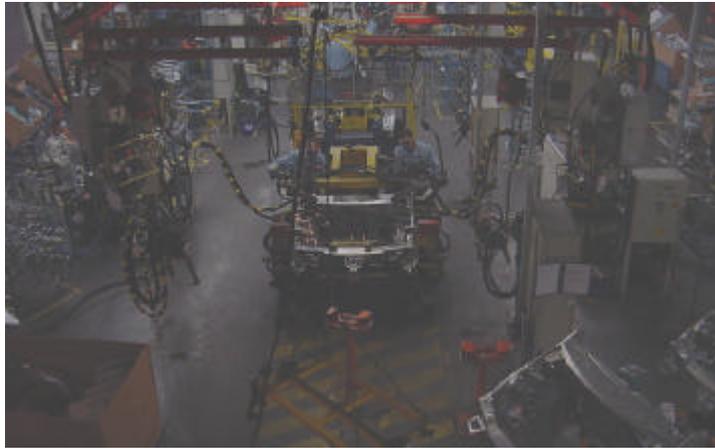


FIGURA 21 - FOTOS DO POSTO EM ESTUDO

#### 5.2.2 Avaliação/Análise

Para esta análise estudou-se o posto de trabalho que mais parecia crítico para a Indústria, segundo a visão do Engenheiro responsável. De acordo com o engenheiro o posto precisava de modificações, pois nas avaliações internas constava como posto de *score* 4, o que para eles era de alta preocupação.

Após definido o posto, teve início a análise. Primeiramente realizou-se uma análise assistida do posto, conversa formal com os operadores e outros engenheiros do setor.

Após a análise assistida, foram feitas as análises ergonômicas para verificar a

pontuação do posto. Em seguida foram propostas modificações das posturas mais críticas, após estudo RULA no *software* Catia e foram realizadas análises de ruído utilizando o medidor B&K 2238.

#### 5.2.2.1 Avaliações ergonômicas através do método RULA

Como o serviço do operador é soldar diversos pontos nas peças, com a pinça de solda, foram feitas a análises em virtude das posturas adotadas para soldar estes pontos.

#### 5.2.2.2 Etapas da análise ergonômica do posto de trabalho

Após extraídos todos os dados necessários para se fazer a análise ergonômica foram estudadas as posturas mais críticas as quais são mostradas a seguir.

##### 5.2.2.2.1 Manipulação do guindaste inicial

- Referente a ação da retirada da peça do posto anterior para o posto posterior.

Tempo desta operação: de 45s a 1min.

Tempo disponível: não previsto.

Resultado da Avaliação: 3



FIGURA 22 - MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE

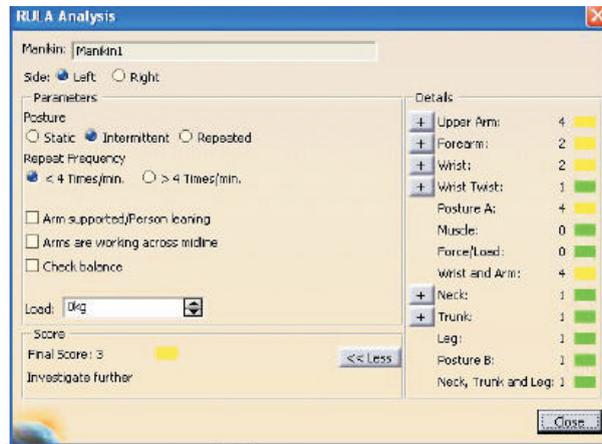


FIGURA 23 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE

#### 5.2.2.2.2 Postura referente ao uso da pinça J

Neste subitem são apresentados os resultados das avaliações ergonômicas das posturas realizadas com a pinça J.

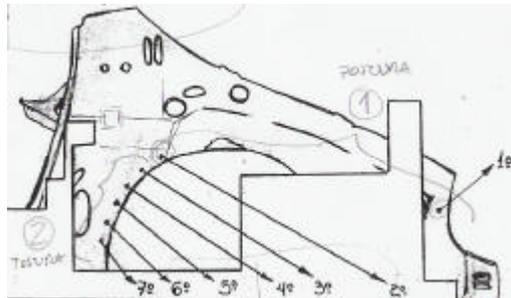


FIGURA 24 - DESENHO DA PEÇA LATERAL RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA J

- Postura referente ao uso da pinça entre os pontos de solda 1 e 2.

Tempo desta operação: 20s (8s entre os pontos 1 e 2).

Tempo disponível total: 34s.

Resultado da Avaliação: 3 lado esquerdo e 4 lado direito do operador.



FIGURA 25 - POSTURA REFERENTE A O USO DA PINÇA J PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 2

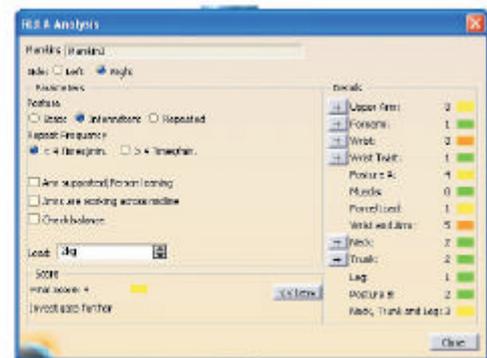
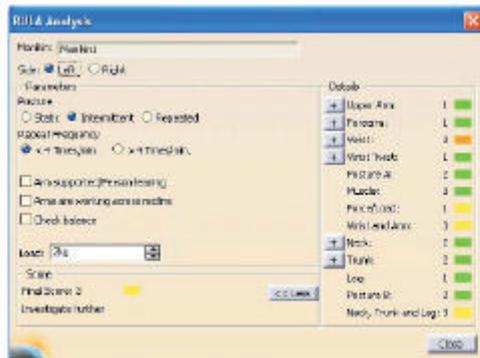


FIGURA 26 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA J PONTO DE SOLDA 1 E 2

- Postura referente ao uso da pinça J entre os pontos de solda 3 e 7.

Tempo desta operação: 20s (8s entre os pontos 3 e 7).

Tempo disponível total: 34s.

Resultado da Avaliação: 3 lado esquerdo e 4 lado direito do operador.



FIGURA 27 - POSTURA REFERENTE A O USO DA PINÇA J PARA OS PONTOS DE SOLDA 3 E 7



FIGURA 28 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA J PONTO DE SOLDA 3 E 7

### 5.2.2.2.3 Manipulação da pinça C

A seguir serão mostrados os resultados das avaliações ergonômicas das posturas realizadas com a pinça C.

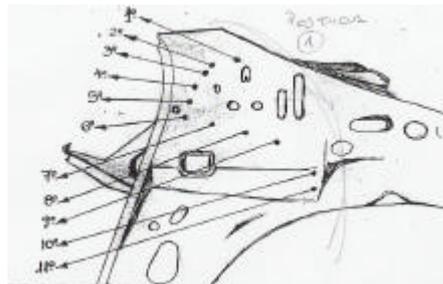


FIGURA 29 - DESENHO DA PEÇA LATERAL RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA C

- Postura referente ao uso da pinça C entre os pontos de solda 1 e 11.

Tempo desta operação: 30s.

Tempo disponível total: 48s.

Resultado da Avaliação: 4 lado esquerdo e 5 lado direito do operador.



FIGURA 30 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA C PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 11

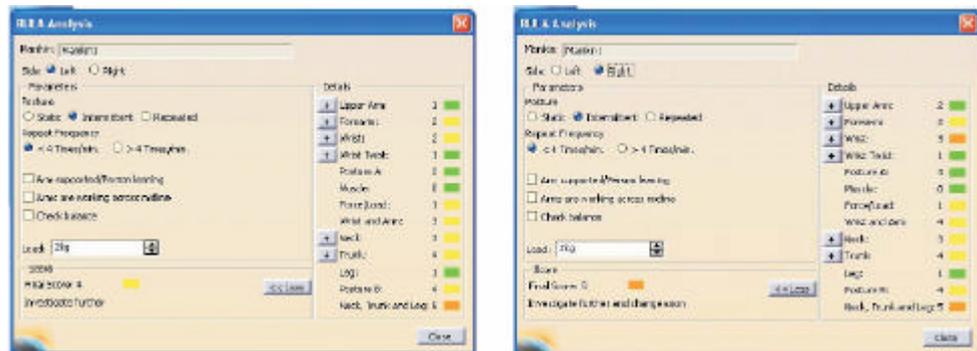


FIGURA 31 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA C PONTO DE SOLDA 1 E 11

#### 5.2.2.2.4 Manipulação pinça D

Para esta análise, foram observadas 4 posturas visando a realização da intervenção ergonômica. A seguir são mostradas as posturas referentes a cada ponto de solda.

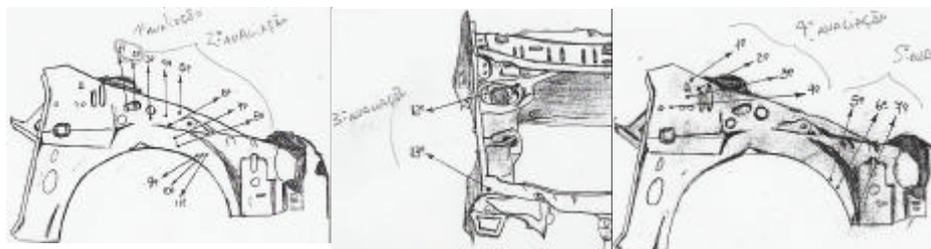


FIGURA 32 - DESENHO RELATIVO A CARROCERIA, COM A LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE SOLDA REALIZADOS COM A PINÇA D

- Postura referente ao uso da pinça D entre os pontos de solda 1 e 2.

Tempo desta operação: 5s.

Tempo disponível total: 2min e 10s.

Resultado da Avaliação: 5 lado esquerdo e 4 lado direito do operador.



FIGURA 33 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PA PARA OS PONTOS DE SOLDA 1 E 2

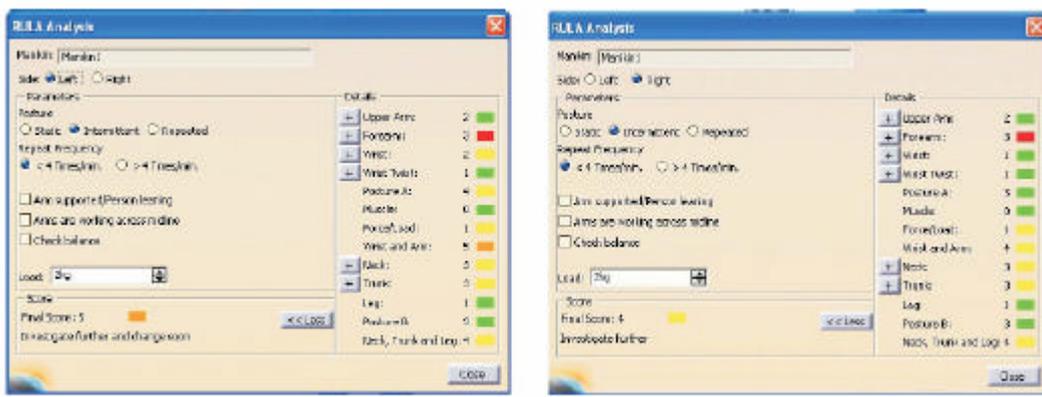


FIGURA 34 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 1 E 2

- Postura referente ao uso da pinça D entre os pontos de solda 3 e 8.

Tempo desta operação: 10s.

Tempo disponível total: 2min e 10s.

Resultado da Avaliação: 5 lado esquerdo e 5 lado direito do operador.



FIGURA 35 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 3 E 8



FIGURA 36 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 3 E 8

- Postura referente ao uso da pinça D entre os pontos de solda 9 e 11.

Tempo desta operação: 8s.

Tempo disponível total: 2min e 10s.

Resultado da Avaliação: 6 lado esquerdo e 6 lado direito do operador.



FIGURA 37 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 9 E 11



FIGURA 38 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 9 E 11

- Postura referente ao uso da pinça D entre os pontos de solda 12 e 13.

Tempo desta operação: 10s.

Tempo disponível total: 2min e 10s.

Resultado da Avaliação: 6 lado esquerdo e 4 lado direito do operador.



FIGURA 39 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 12 E 13

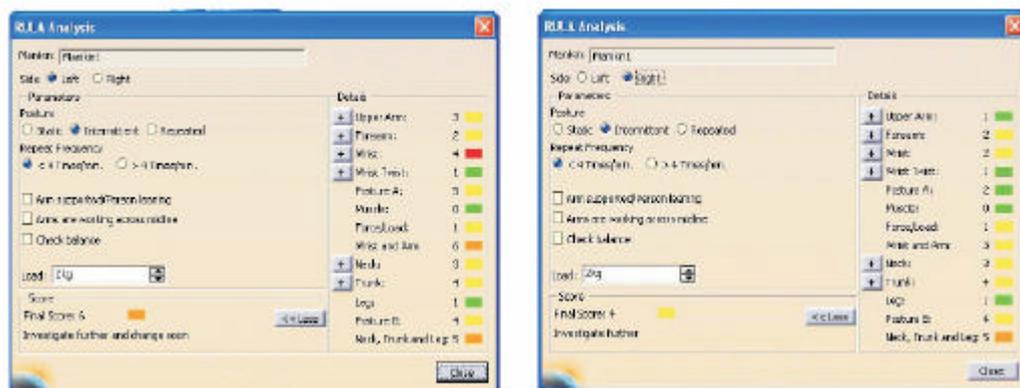


FIGURA 40 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 12 E 13

- Postura referente ao uso da pinça D entre os pontos de solda 5b e 7b.

Tempo desta operação: 10s.

Tempo disponível total: 2min e 10s.

Resultado da Avaliação: 6 lado esquerdo e 5 lado direito do operador.



FIGURA 41 - POSTURA REFERENTE AO USO DA PINÇA D PARA OS PONTOS DE SOLDA 5B E 7B

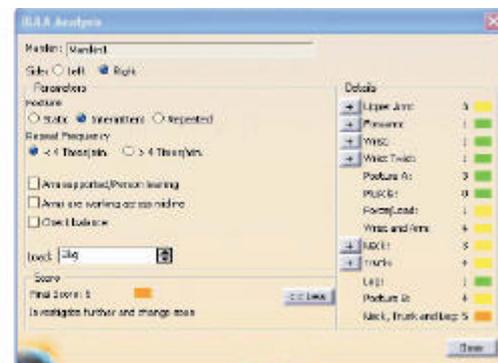
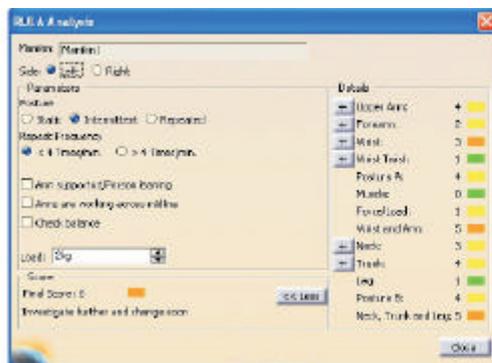


FIGURA 42 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DA PINÇA D PONTO DE SOLDA 5B E 7B

### 5.2.2.2.5 Manipulação do guindaste final

- Referente a ação da retirada da peça do último posto para esteira.

Tempo desta operação: 30s

Tempo disponível: 1min e 16s

Resultado da Avaliação: 4 lado esquerdo e 4 lado direito



FIGURA 43 - POSTURA REFERENTE A MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE FINAL

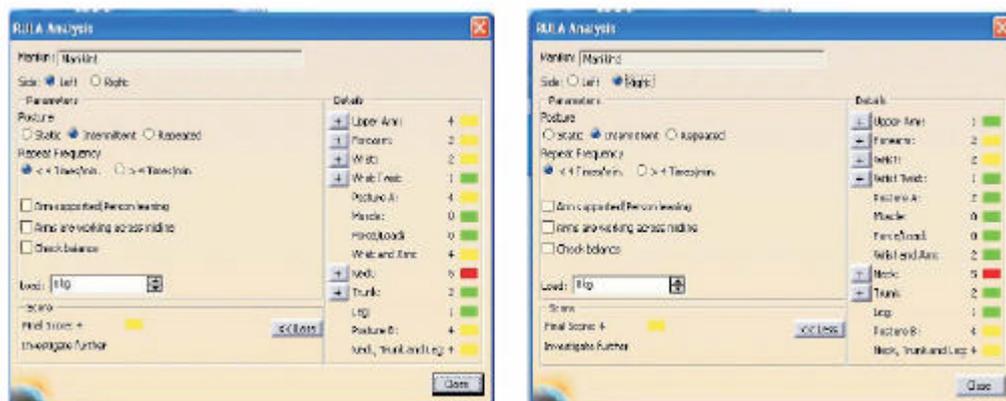


FIGURA 44 - QUADRO DE AVALIAÇÃO RULA PARA MANIPULAÇÃO DO GUINDASTE FINAL

### 5.2.3 Modificações finais

Com as posturas estudadas se chegou a alguns resultados importantes que proporcionaram a mudança do posto de vermelho para amarelo, o que significa que o posto não oferece riscos para a realização da tarefa.

#### 5.2.3.1 Modificação da pinça D

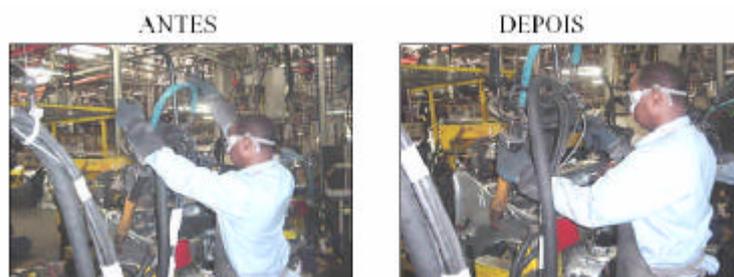


FIGURA 45 - FOTO DO RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA D

Pinça D, antes o operador trabalhava com as mãos acima da cabeça sendo a ergonomia e postura com *score* 6.

Depois foi reposicionado mais 2 manoplas, 1 com acionador para o operador trabalhar com as mãos na altura do peito.

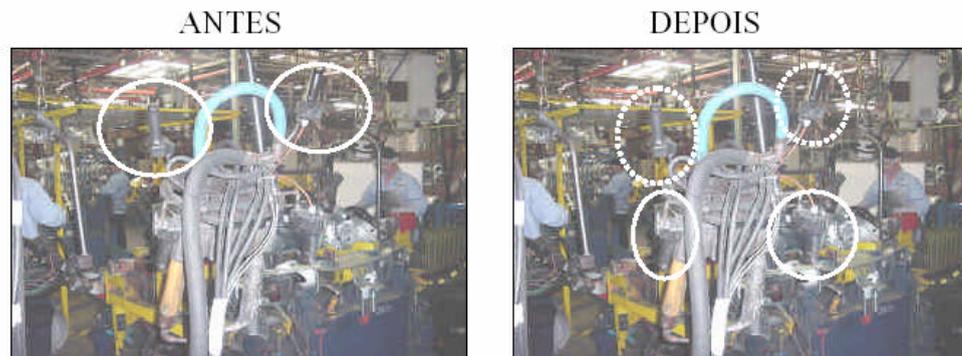


FIGURA 46 - FOTOS DAS MUDANÇAS FEITAS NA PINÇA D

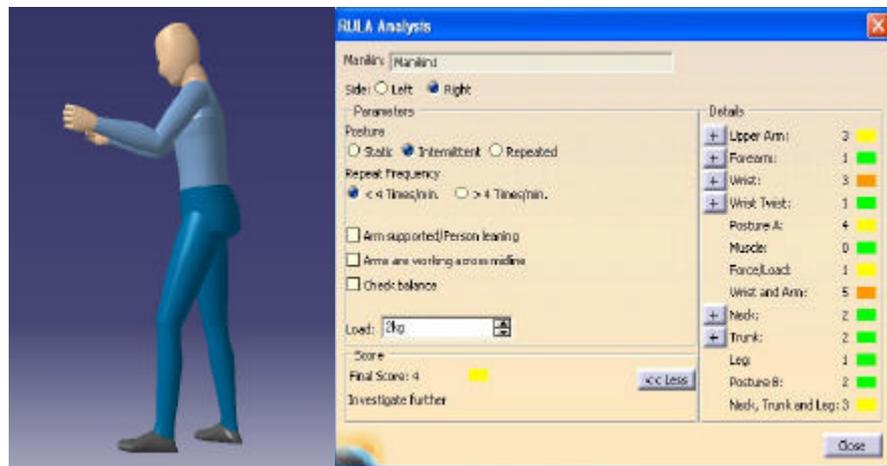


FIGURA 47 - RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA D

Antes só havia 2 manoplas sobre a cabeça do operador, tornando assim o posto com *score* 6.

Após a reestruturação da ergonomia da pinça com acréscimo de 2 manoplas sendo 1 com acionador, tornamos o posto com *score* 3.

### 5.2.3.2 Modificação da pinça C

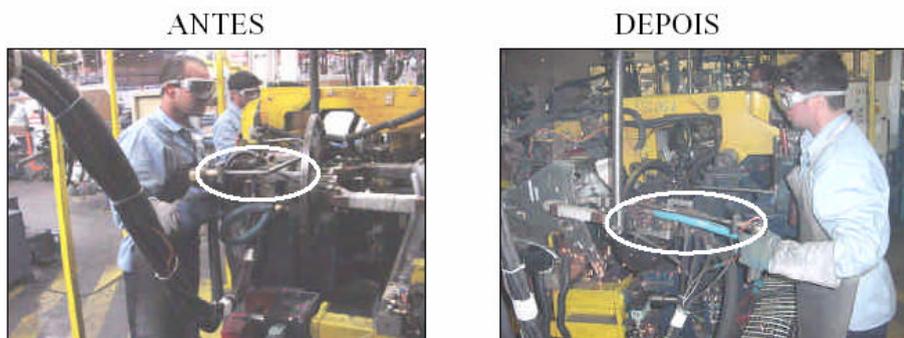


FIGURA 48 - FOTOS DA MODIFICAÇÃO DA PINÇA C.

Antes a pinça C tinha as manoplas curtas e o operador inclinava a coluna para realizar a Operação tornando o posto com *score* 4.

Após análise ergonômica foi aumentado a haste das manoplas em 10cm, fazendo com que o operador não precisasse inclinar-se para verificar os pontos de solda, com isso o posto se tornou com *score* 3.

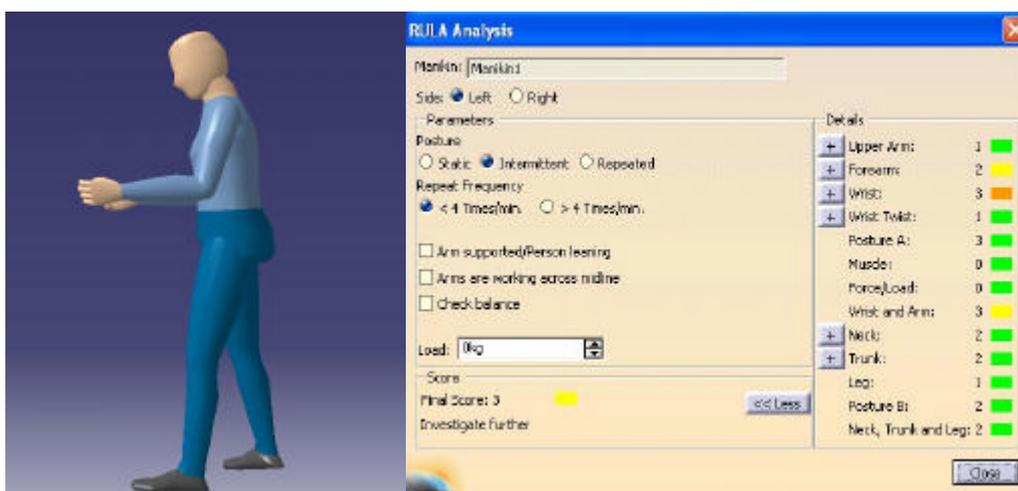


FIGURA 49 - RESULTADO DAS MODIFICAÇÕES NA PINÇA C

### 5.2.3.3 Modificação da máquina



FIGURA 50 - FOTOS DAS MODIFICAÇÕES REALIZADA NO POSTO DE TRABALHO

Foto 01= Abaixamos a regulagem do dispositivo o máximo.

Foto 02= abaixamos a caixa de proteção do cabo elétrico lado direito, pois a pinça batia na mesma dificultando a operação.

Foto 03= abaixamos a caixa de proteção do cabo elétrico lado esquerdo, pois a pinça batia na mesma dificultando a operação.

Após essas modificações o posto se tornou um posto amarelo conforme a análise RULA com *score* 3, fazendo com que as operações sejam realizadas sem acarretar riscos a saúde do operador.

### 5.2.3.4 Recomendações ergonômicas

Após a análise das posturas do operador para realização da tarefa, foram propostas algumas modificações que foram examinadas pelos engenheiros responsáveis e aprovadas, após foram feitas as devidas adaptações do posto de trabalho, como a empresa sabia que o posto de trabalho era um posto crítico fizeram imediatamente as mudanças e com isso foi verificado que os resultados obtidos foram eficientes para análise do posto de trabalho. A seguir são apresentados os resultados das modificações.

#### 5.2.3.4.1 Ajuste da pinça J

Após os estudos ergonômicos realizados foram propostas modificações para a pinça J, para fazer com que o trabalho possa ser realizado com maior facilidade, mas ainda não houveram as modificações propostas. As modificações se referem a pega da pinça J para que o ângulo de torção do pulso seja menor, e foi também recomendado a utilização de uma braçadeira para que a pinça seja regulada conforme a necessidade do operador, e com isso seu *score* cairia para 2, após análise ergonômica simulada, conforme mostra figura abaixo.

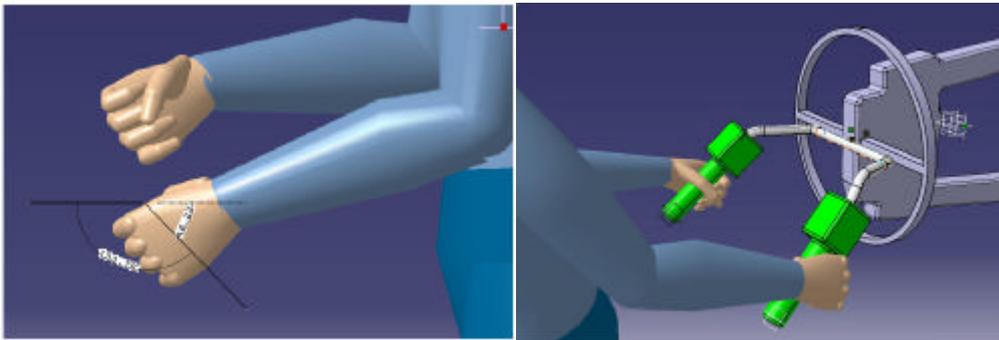


FIGURA 51 - PROPOSTA DA ALTERAÇÃO DA PINÇA J

### 5.3 ANÁLISE ERGONÔMICA EM POSTO DE TRABALHO DA EMPRESA DE COLHEITADEIRAS

Esse estudo está em desenvolvimento devido ao grande número de setores dispostos para análise ergonômica, os resultados aqui apresentados são do primeiro posto de trabalho da montagem da plataforma da colheitadeira, que chamaremos de PL-01.

Seguindo os passos dos estudos anteriores, foi feito primeiramente um reconhecimento do posto a ser estudado, depois foram feitas análises assistidas e conversas com os operários que trabalham no posto.

Em uma primeira avaliação pode-se notar que há vários pontos a serem modificados, pois os próprios operadores reclamam do trabalho realizado, isto porque

como é uma empresa em que seus produtos são grandes, com isso possuem muitas peças pesadas e que muitas vezes tem de ser carregadas pelos próprios funcionários, acarretando assim algumas dores musculares.

Foram desenvolvidos questionários tipo *Check-list*, e realizadas análises das posturas no *software* Catia utilizando o método RULA para verificar as possíveis irregularidades na realização da tarefa.

O posto estudado foi recomendado pelo médico do trabalho da empresa, que indicou análise do setor de montagem da plantadeira da colheitadeira, sendo que esse setor possui vários postos de trabalhos diferentes para análise ergonômica, como pintura, soldagem, testes finais da plantadeira e outros, após visita a empresa foi escolhido o posto de montagem da plataforma.

### 5.3.1 Levantamento de Dados

Em seguida serão apresentados os dados referentes ao Homem, as ações, ao ambiente, descrição dinâmica do posto, avaliações e análises.

#### 5.3.1.1 Referentes ao homem

Os operadores são do sexo masculino, com experiência mínima de 3 anos.

O posto de trabalho descrito é uma linha de montagem manual, ou seja, os próprios operários que montam as peças manualmente, com auxílio de chaves de fendas pneumáticas.

As tarefas do posto de trabalho são feitas por 4 operários, e não são distribuídas, cada um desenvolve todas as etapas necessárias para o término da montagem. Este é o primeiro posto da montagem, num total de 5 postos até o final da montagem para o produto final.

#### 5.3.1.2 Referentes as ações

As ações referentes à montagem são de pega das ferramentas (parafusos) em prateleiras dispostas a 5m do local, pega de peças que vêm em carrinhos após ser pintadas, e transporte de peças pesadas manualmente até o posto, para serem inseridas no produto.

#### 5.3.1.3 Referentes ao ambiente

O ambiente de trabalho é amplo, de boa iluminação, possui carrinhos de ferramentas, e também possuem alguns obstáculos no chão como mangueira da parafusadeira pneumática, podendo provocar acidentes de trabalho, e o ambiente é bastante ruidoso, por isso a necessidade do uso de protetores auditivos adotados pelos operadores, devido aos vários setores dispostos dentro do mesmo ambiente, onde a intervenção ergonômica se dará em cima desses fatores.

##### 5.3.1.3.1 Tarefa prescrita

A tarefa do posto se refere a montagem das peças metálicas na plataforma PL-01, utilizando ferramentas como, chave de fenda pneumáticas para aperto dos parafusos.

##### 5.3.1.3.2 Tempo para realização das tarefas

Após análise ergonômica assistida verificou-se que o ciclo de trabalho para montagem da plataforma X é de 30 minutos aproximadamente.

Nessa análise foram escolhidos 2 operadores, dos quais foram descritas todas as tarefas realizadas nesse período de tempo, onde foi verificado o tempo de trabalho (montagem), o deslocamento e o tempo ocioso.

Operador I	
Tempo de Montagem (s)	1183
Tempo de Deslocamento (s)	303
Tempo Ocioso (s)	188
<b>Tempo Total (s)</b>	<b>1674</b>

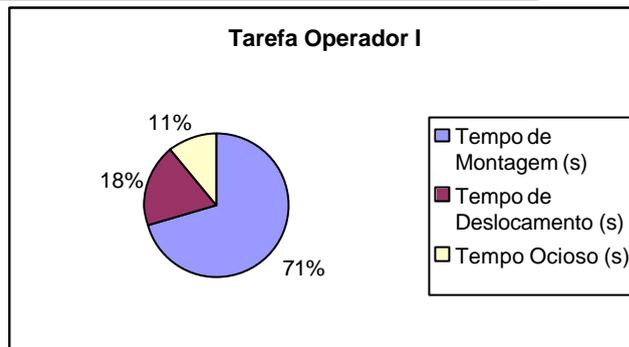


GRÁFICO 1 - TEMPO DE OPERAÇÃO PARA MONTAGEM DA PLATAFORMA PELO OPERADOR I

Operador II	
Tempo de Montagem (s)	1366
Tempo de Deslocamento (s)	190
Tempo Ocioso (s)	118
<b>Tempo Total (s)</b>	<b>1674</b>

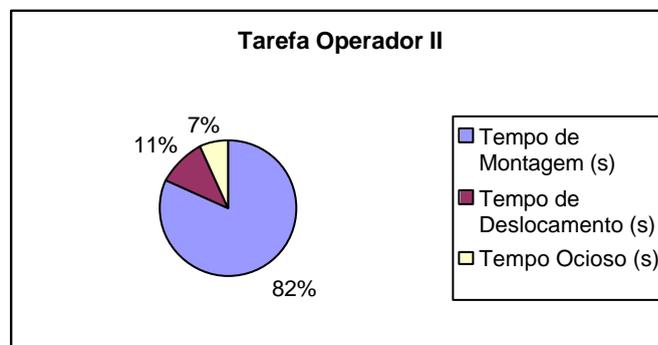


GRÁFICO 2 - TEMPO DE OPERAÇÃO PARA MONTAGEM DA PLATAFORMA PELO OPERADOR II

Nota-se que há uma diferença de valor no tempo de deslocamento do Operador I para o Operador II, essa diferença é de 7%, isso se deve que o Operador II trabalha a maior parte do tempo com o carrinho de ferramentas ao seu lado, não precisando assim se deslocar para pegar as ferramentas, enquanto que o Operador I se desloca a todo instante para pegar as ferramentas e peças que compõe a plataforma, isso corresponde a um tempo aproximado de 5 minutos por ciclo (montagem de 01 plataforma). Somando-se esse tempo ao tempo ocioso, que corresponde ao tempo de espera para chegada das peças é de 9 minutos por ciclo para o operador I e de 6 minutos para o Operador II (Gráfico 1 e Gráfico 2).

Após a análise podemos recomendar o planejamento de um carrinho móvel com divisórias para os componentes da plataforma (parafusos, etc.), com isso evita-se que operador tenha que se deslocar a todo instante para buscar as peças.

#### 5.3.1.4 Descrição dinâmica do sistema

A seguir mostra-se uma foto do posto de trabalho estudado.



FIGURA 52 - FOTO ILUSTRATIVA DO POSTO DE TRABALHO

### 5.3.2 Avaliação/Análise

Para esta análise foram estudados os postos de trabalho de montagem da plataforma PL-01 da colheitadeira, seguindo recomendações do médico do trabalho.

Após definido o posto, começou-se a análise. Primeiramente, foi feita análise assistida do posto, conversa formal com os operadores e outros engenheiros do setor.

Após análise assistida, foram feitas as análises ergonômicas para verificar a pontuação do posto, em seguida foram propostas modificações das posturas mais críticas, após estudo RULA no *software* Catia, verificando que o serviço poderia acarretar riscos para o operador.

#### 5.3.2.1 Avaliação por *Check-list*

Foram realizadas avaliações do tipo *check-list* com os operários do posto de trabalho, que auxiliaram no estudo para verificar qual a postura mais crítica para se fazer os estudos ergonômicos, e através deste pode-se verificar que nos postos existem modificações a serem implementadas.

#### 5.3.2.2 Avaliações ergonômicas através dos métodos RULA

Como o produto de montagem é grande, foram feitas análises em virtude das posturas adotadas para retirada das peças e montagem da plataforma.

#### 5.3.2.3 Etapas da análise ergonômica do posto de trabalho

Após coleta de todos os dados, foram analisadas as posturas referentes a montagem da plataforma PL-01.

### 5.3.2.3.1 Postura referente à retirada do braço esquerdo da plataforma PL-01

Referente a ação da retirada do braço esquerdo da plataforma em caixas vinda do setor de pintura.

Tempo desta operação: de 10s a 15s.

Resultado da Avaliação: 7

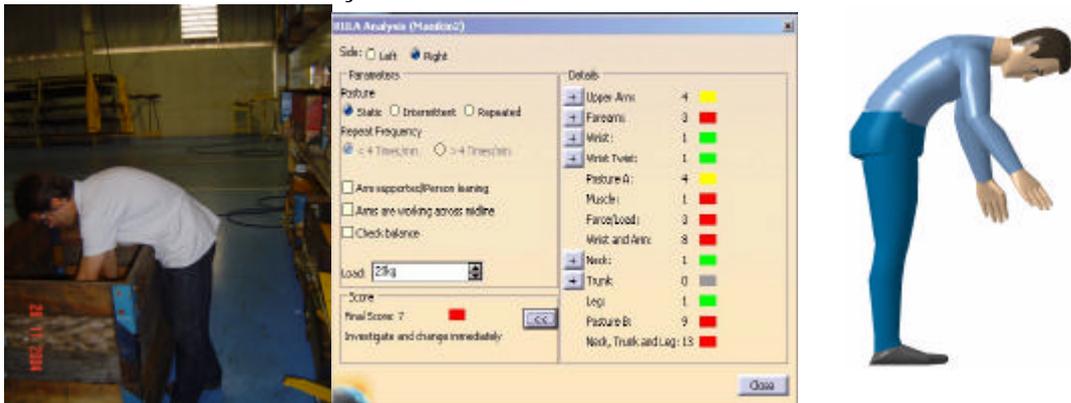


FIGURA 53 - POSTURA REFERENTE À RETIRADA DO BRAÇO ESQUERDO DA PLATAFORMA

### 5.3.2.3.2 Postura referente à montagem do braço esquerdo da plataforma PL-01

Referente a ação de montagem do braço esquerdo na plataforma PL-01

Tempo desta operação: de 10s a 15s.

Resultado da Avaliação: 7

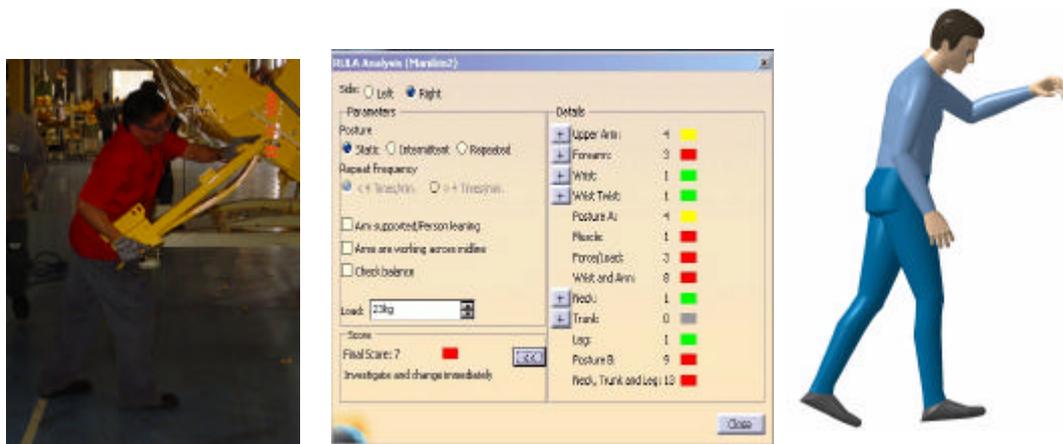


FIGURA 54 - POSTURA REFERENTE À MONTAGEM DO BRAÇO ESQUERDO DA PLATAFORMA

### 5.3.2.3.3 Postura referente à montagem inferior da plataforma PL-01

Referente a ação de montagem das peças inferiores da plataforma PL-01.

Tempo desta operação: de 1min. A 2 min.

Resultado da Avaliação: 5

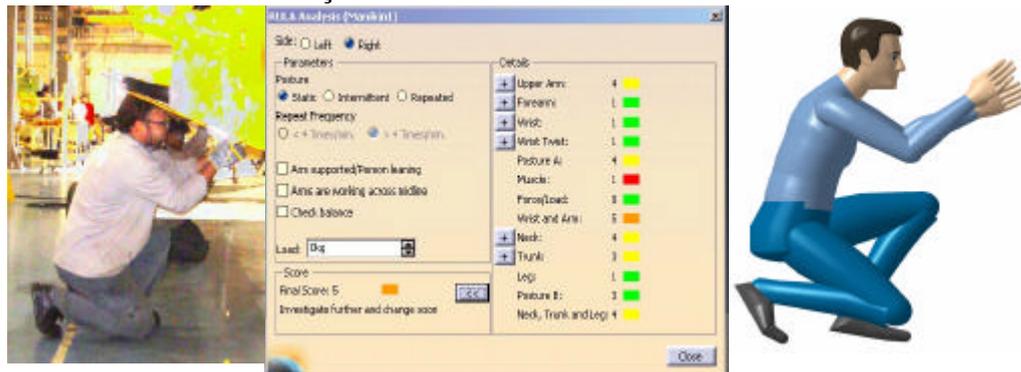


FIGURA 55 - POSTURA REFERENTE À MONTAGEM INFERIOR DA PLATAFORMA

### 5.3.2.3.4 Recomendações gerais

Após os resultados da análise ergonômica foram propostas algumas modificações, sendo que para essas modificações vão ser feitos estudos de viabilidade, abaixo seguem as propostas:

- um banquinho com rodízio para montagem das peças metálicas inferiores da plataforma PL-01, sendo que esse já é usado pelo posto PL-02;
- adequação do carrinho de peças e ferramentas para que esse possa ser ajustado para carregar o braço para fixação na plataforma, para que o operário não fique segurando até seu encaixe;
- estudo de viabilidade para que as mangueiras da parafusadeira pneumática fique em lugares onde não causem perigo para o operador, ex.: uma canaleta onde possa ser colocada abaixo do piso.

Essas recomendações foram entregues ao médico do trabalho para que sejam analisadas e em seguida, conforme aprovação, sejam feitas as modificações.

## 5.4 CONCLUSÃO

Após aplicação da metodologia pode-se ter uma boa comparação entre o processo manual e o simulado. Diante disto foi possível comprovar que o método simulado é mais rápido e fornece os dados mais claros para análise. A partir dos estudos feitos também verificou-se que a análise simulada auxilia na organização dos postos de trabalhos antes mesmo de se fazer as modificações necessárias.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

#### 6.1 CONCLUSÃO

Inicialmente no posto piloto verificou-se que as condições não são ideais, por não corresponderem com as recomendações ergonômicas. As análises de *check-list* provam que as condições, tanto ambientais como operacionais, do trabalhador são adequadas.

As avaliações RULA das tarefas foram satisfatórias. Os resultados obtidos, tanto manualmente como na forma virtual foram os mesmos não havendo disparidade. É importante destacar que a série de avaliações feitas no *software* Catia apresenta semelhanças com a avaliação manual, tornando fácil à comparação dos dados preliminares que definiram os resultados. Outro fato importante é que a avaliação virtual apresenta mais dados variantes proporcionando mais precisão no resultado final.

Já as avaliações realizadas pelo método NIOSH apresentaram resultados pontuais diferentes. Não foi possível detectar o elemento que produz esta variação. Notou-se que nas duas avaliações realizadas no Catia o resultado encontrado apresentou-se mais grave que o resultado da avaliação manual. Fica a dúvida de qual é o critério que o *software* utiliza para este teste.

Nas análises manuais também houveram variantes devido a simplificação da fórmula  $1-(0,0075[Vc/2,5-30])$  para  $1-(Vc-75)0,003$  do FAV – fator altura vertical da carga. Mas essa variação é muito pequena, cerca de 0.01 no LI.

No segundo estudo, foi verificada a verdadeira integridade do método de simulação, pois a partir das modificações feitas comprovou-se que o estudo é válido. Onde primeiramente foi modificada uma pinça, para validar o experimento.

Com a mudança do posto para amarelo, notou-se a possibilidade de que o posto poderia se tornar mais agradável. E, por meio do estudo ergonômico em ambiente simulado, após terem sido modificadas as outras pinças foi possível comprovar que os dados obtidos nas simulações eram válidos, com isso o posto de crítico passou a agradável numa visão geral de ergonomia.

No estudo da empresa de colheitadeiras, após as avaliações RULA pode-se verificar que muitas posturas são inadequadas para realização da tarefa, pois, como o produto é um produto grande, a mão-de-obra tem de ser adaptada, ou seja, o operador trabalha na melhor forma que achar, não tendo um trabalho sequencial, mas sim uma tarefa que é realizada conforme a necessidade.

O *software* Catia mostrou-se eficiente nas avaliações por permitir uma avaliação dinâmica e detalhada do posto de trabalho, oferecendo resposta de avaliação rápida.

Também foi possível prever virtualmente algumas modificações no posto de trabalho as quais beneficiam o operador. Com isso a análise se torna mais rápida e, uma vez que são conhecidos os pontos que necessitam de modificação estas se tornam mais fáceis de serem feitas.

Disto conclui-se que pela utilização das metodologias propostas o *software* Catia favorece boa interpretação e os resultados mostram-se seguros e confiáveis. Após as análises ergonômicas pode-se dizer que ao adotar o *software* obtém-se um maior grau de certeza dos resultados e os dados são apresentados de forma mais rápida do que a manual.

Contudo, vale ressaltar que uma das dificuldades refere-se a dificuldade de introduzir a utilização do *software*, pois os módulos ergonômicos são poucos utilizados pelas empresas. Considerando ainda, que pelos resultados deste estudo houve uma grande dificuldade no começo para a leitura e interpretação dos dados, pois não haviam formadores para esses módulos, uma das principais prioridades para que o estudo possa transcorrer de modo satisfatório é a instalação de um laboratório para se fazer às análises

ergonômicas.

## 6.2 RECOMENDAÇÃO

O resultado desta discussão não esgota o exame do tema, para tanto, torna-se necessário o desenvolvimento de estudo capaz de acompanhar todas as etapas de montagem da plataforma do posto de trabalho, no caso 3, para que possam ser feitas análises e a implementação das modificações propostas.

Vale ressaltar que para estudos futuros é essencial que o analista possa ter uma visão geral dos métodos de avaliação ergonômica e conhecer os módulos do *software* Catia, no caso de análise simulada, para que o trabalho possa ser feito com segurança e rapidez.

## REFERÊNCIAS

- COUTO, H. A. **Fisiologia do trabalho aplicada**. Belo Horizonte: Ibéria, 1978.
- COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte-MG: Ergo, v. 1, 1995.
- DUL, J; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. São Paulo: Blücher, 1995.
- FISCHER, F. M e PARAGUAY, A. B. B. A Ergonomia como instrumento de pesquisa e melhoria das condições de vida e trabalho. In: **Tópicos de Saúde Do Trabalhador**. São Paulo: Hucitec, 1989.
- GARG, A. Revised NIOSH equation for manual lifting: a method for job evaluation. **AAOHN J**, v. 43, n. 4, p. 211-216, 1995.
- GONTIJO, L. A., SOUZA, R, J. Macroergonomia e análise do trabalho. In: Congresso Latino-Americano e Seminário Brasileiro de Ergonomia, v. 2, n. 6, 1993, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABERGO/FUNDACENTRO, 1993, p.172-174.
- GUÉRIN, F. Activité et charge de travail. In: CASSOU et al. Les risques du travail.. Paris: Ed. de la Découverte, 1985.
- LAVILLE, A. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, 1977.
- MCATAMNEY, L.; CORLETT, E. N. "RULA". A survey method for investigation of workrelatedupper limb disorders. *Applied Ergonomics*, a. 24, n. 2, p. 91-99, 1993.
- NIOSH (National Institute for occupational Safety and Health). A work practices guide for manual lifting. Technical Report, n.. 81-122, U.S. Dept. of Health and Human Services (NIOSH), Cincinnati, OH, 1981.
- NIOSH (National Institute for occupational Safety and Health). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. Technical Report, n. 94-110, U.S. Dept. of Health and Human Services (NIOSH), Public Health Service, Cincinnati, OH,1994.
- MONTMOLLIN, M. **A Ergonomia**. Lisboa: Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, 1990.
- MONTMOLLIN, M. L'analyse du travail, l'ergonomie. la "qualité de la vie de travail"les américains, et nous. **Le Travail Humain**, Paris, v 45, n.1, 1982.
- NOULIN, M. *Ergonomie*. Paris: Tecniplus, 1992.
- PROENÇA, R. P. C.; MATOS, C. H. Condições de trabalho e saúde na produção de refeições em creches municipais de Florianópolis. **Revista Ciências da Saúde**, v.15, n.1-2, p.73-84, 1996.
- PROENÇA, R. P. C. **Ergonomia e organização do trabalho em projetos industriais**: uma abordagem no setor de alimentação coletiva. Florianópolis: UFSC, 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1993.

SANTOS, N. **Análise ergonômica do trabalho**. Florianópolis: UFSC/Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1994, (mimeo).

SANTOS, N., FIALHO, F. **Manual de análise ergonômica do trabalho**. Curitiba: Genesis, 1995.

SANTOS, V., ZAMBERLAN, M.C. **Projeto ergonômico de salas de controle**. São Paulo: Fundación Mapfre-Sucursal Brasil, 1992.

VALÉRIO NETO, A Realidade Virtual economiza tempo e dinheiro na cadeia automotiva. **Engenharia Automotiva e Aeroespacial**. São Paulo: SAE Brasil, n. 3, p. 32-37, 2003.

WATERS, T. R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A.; FINE, L. J. Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.

WATERS, T. R.; BARON, S.L.; KEMMLERT, K. Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation. **Applied Ergonomics**, v. 29, n. 6, p. 433-438, 1998.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho, ergonomia** : método & técnica. São Paulo: Oboré, 1987.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho**: textos selecionados de ergonomia. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

## **APÊNDICES**

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE I – <i>CHECK-LIST</i> DA ANÁLISE ERGONOMICA DO ESTUDO PILOTO .....	104
APÊNDICE II – <i>CHECK-LIST</i> DA ANÁLISE ERGONOMICA EMPRESA COLHEITADEIRAS .....	118
<b>APÊNDICE I – CHECK-LIST DA ANÁLISE ERGONOMICA DO ESTUDO PILOTO</b>	

### **Questionário 01**

*Check-list* para avaliação grosseira da condição ergonômica de um posto de trabalho.

1 – O corpo (tronco e cabeça) estão na vertical?

Não (0) **Sim (1)**

2 – Os braços trabalham na vertical ou próximo da vertical?

**Não (0)** Sim (1)

3 – Existe alguma forma de esforço estático?

**Não (1)** Sim (0)

4 – Existem posições forçadas do membro superior?

**Não (1)** Sim (0)

5 – As mãos têm que fazer muita força?

**Não (1)** Sim (0)

6 – Há repetitividade freqüente de algum tipo específico de movimento?

Não (1) **Sim (0)**

7 – Os pés estão apoiados?

Não (0) **Sim (1)**

8 – Tem-se que fazer esforços musculares fortes com a coluna ou outra parte do corpo?

**Não (1)** Sim (0)

9 – Há possibilidade de flexibilidade postural no trabalho?

Não (0) **Sim (1)**

10 – A pessoa tem a possibilidade de uma pequena pausa entre um ciclo e outro ou há um período definido de descanso após um certo número de horas de trabalho?

Não (0) **Sim (1)**

### **Critério de interpretação = 8 pontos**

10 pontos – condição ergonômica em geral excelente

7 a 9 pontos – boa condição ergonômica

5 a 6 pontos – condição ergonômica razoável

3 ou 4 pontos – condição ergonômica ruim.

### **Perguntas para o operador:**

- a) Ao colocar as peças na máquina, precis a-se fazer muito esforço?
- b) Que tipo de esforço é esse?
- c) Em geral, qual é a quantidade de peças usinadas?
- d) Quanto é preciso fazer o esforço para empurrar a peça, usa-se a coluna para ajudar?
- e) Você sente dor nas costas ou em algum outro membro após a jornada de trabalho?
- f) Essas dores (se houverem) são decorrentes da tarefa?
- g) Quando são as pausas no trabalho?

## Questionário 02

*Check-list* geral para avaliação simplificada das *condições biomecânicas* do posto de trabalho.

1. A bancada de trabalho/máquina está localizada em altura correta (trabalho pesado: a nível do púbis; trabalho moderado: na altura do cotovelo; trabalho leve: a 30 cm dos olhos)?  
Não (0) Sim (1)
2. A bancada ou máquina tem regulagem de altura de forma a possibilitar ao trabalhador adequar a altura do posto de trabalho à sua?  
Não (0) Sim (1)
3. Tem-se que sustentar pesos com os membros superiores para evitar seu deslocamento seja na vertical seja na horizontal?  
Sim (0) Não (1)
4. Tem-se que apertar pedais estando de pé, em frequência maior que 3 vezes por minuto?  
Sim (0) Não (1)
5. O trabalho exige a elevação dos braços acima do nível dos ombros?  
Sim (0) Não (1)
6. O trabalho exige ficar parado na posição de pé durante grande parte do tempo (mais que 60%)?  
Sim (0) Não (1)
7. No caso de se trabalhar sentado, há espaço suficiente para as pernas?  
Não (0) Sim (1)
8. A cadeira tem inclinação correta, compatível com o trabalho executado?  
Não (0) Sim (1)
9. O corpo trabalha no eixo vertical natural, ou em ângulo de 100 graus entre as coxas e o tronco ( no caso de trabalho sentado?)  
Não (0) Sim (1)
10. Os membros superiores têm que sustentar pesos?

Sim (0) Não (1)

11. Fica-se de pé, parado, durante a maior parte da jornada?

Sim (0) Não (1)

12. Estando sentado, fica-se em posição estática?

Sim (0) Não (1) Não se aplica (1)

13. Existem pequenas contrações estáticas, porém por muito tempo (por exemplo, pescoço excessivamente estendido, braços suspensos, sustentação dos antebraços pelos braços, falta de apoio para os antebraços)?

Sim (0) Não (1)

14. Os objetos e materiais de uso frequente estão dentro da área de alcance?

Não (0) Sim (1)

### **Critério de Interpretação = 7 pontos**

13 ou 14 pontos – condição biomecânica excelente

10 a 12 pontos – boa condição biomecânica

7 a 9 pontos – condição biomecânica razoável

4 a 7 pontos – condição biomecânica ruim

menos de 4 pontos – condição biomecânica péssima

## Questionário 03

*Check-list* para avaliação simplificada do risco de tenossinovite e lesões por traumas cumulativos dos membros superiores.

### A – Sobrecarga física

1 – O trabalho pode ser feito sem que haja contato da mão ou do punho ou dos tecidos moles com alguma quina viva de objeto ou ferramenta?

Não (0) Sim (1)

2 – O trabalho exige o uso de ferramentas vibratórias?

Não (1) Sim (0)

3 – A temperatura efetiva do ambiente de trabalho está entre 20 e 23 graus centígrados?

Não (0) Sim (1)

4 – A tarefa pode ser feita sem a necessidade do uso de luvas?

Não (0) Sim (1)      *Obs.: É necessário o uso de luvas, mas nem sempre é utilizada.*

5 – Entre um ciclo e outro existe a possibilidade de um pequeno descanso? Ou há pausa bem definida de cerca de 5 a 10 minutos por hora?

Não (0) Sim (1)

### **Perguntas para o operador:**

- a) A máquina vibra ao executar a tarefa?
- b) Qual a sensação térmica do ambiente? Faz muito calor? Sua muito?
- c) Usa-se luvas?
- d) As pausas ocorrem de quanto em quanto tempo?

### **B – Força com as mãos**

1 – Aparentemente as mãos fazem pouca força?

Não (0) **Sim (1)**

2 – A posição e pinça (pulpar, palmar ou lateral) é utilizada para fazer força?

Não (1) **Sim (0)**

3 – Quando usado para apertar botões, teclas ou componentes, para montar ou inserir, ou para exercer compressão digital, a força de compressão exercida pelos dedos ou pela mão é pequena?

Não (0) **Sim (1)** Não se aplica (1)

### **Perguntas para o operador:**

a) Para fazer a regulagem da máquina faz-se muito esforço?

### **C – Postura**

1 – O trabalho pode ser feito sem flexão ou extensão do punho?

**Não (0)** Sim (1)

2 – As ferramentas de trabalho ou manoplas da máquina levam a flexão ou extensão do punho?

Não (1) **Sim (0)**

3 – O trabalho pode ser feito sem desvio lateral do punho?

**Não (0)** Sim (1)

4 – As ferramentas de trabalho ou manoplas da máquina causam desvio lateral do punho?

Não (1) **Sim (0)** Não se aplica (1)

5 – O trabalhador tem flexibilidade na sua postura durante a jornada?

**Não (0)** Sim (1) **Depende**

6 – A tarefa pode ser exercida sem a elevação dos braços ou abdução dos ombros?

**Não (0)** Sim (1)

7 – Existem outras posturas forçadas do membro superior?

Não (1) **Sim (0)**

### **Perguntas para o operador:**

a) Você costuma mudar a postura de trabalho durante a jornada?

b) Ao executar algumas tarefas, você sente dores nos braços?

#### **D - Posto de trabalho**

1 – O posto de trabalho permite regulagem na inclinação e na posição os objetos nele colocados?

Não (0) Sim (1)

2 – A altura do posto de trabalho é regulável?

Não (0) Sim (1)

3 – É possível haver flexibilidade no posicionamento das ferramentas, dispositivos ou componentes?

Não (0) Sim (1)

### **Perguntas para o operador:**

a) A máquina possui algum tipo de regulagem ?

#### **E – Repetitividade**

1 – O ciclo de trabalho é maior que 30 segundos?

Não (0) Sim (1)

2 – No caso de ciclo maior que 30 segundos, há diferentes padrões de movimentos (de forma que nenhum elemento da tarefa ocupe mais que 50% do ciclo?)

Não (0) Sim (1) Ciclo<30s (0) Não há ciclos (1)

3 – Há rodízios (revezamento) nas tarefas?

Não (0) Sim (1)

### **Perguntas para o operador:**

- a) Quanto tempo demora em geral para usinar uma peça?
- b) Você realiza outro tipo de tarefa além deste?
- c) Durante o seu turno de trabalho há revezamento (rodízios) ?

### **F – Ferramenta de Trabalho (quando usada com certa frequência)**

1 – Para esforços em prensão: o diâmetro da ferramenta têm entre 20 e 25 mm (homens) ?

Para esforços em pinça: o cabo não é muito fino nem muito grosso, e permite boa estabilidade da pega?

Não (0) Sim (1)

2 – A manopla da ferramenta é feita de outro material que não seja metal?

Não (0) Sim (1) Não se aplica (0)

3 – A ferramenta pesa menos que 1 Kg?

Não (0) Sim (1) Não se aplica (1)

4 – No caso da ferramenta pesar mais que 1 Kg, a mesma encontra-se suspensa ou por balancim?

Não (0) Sim (1) Não se aplica (1)

### **Critério de interpretação = 12 pontos**

Acima de 22 pontos – baixíssimo risco de tenossinovites e LTC

19 a 22 pontos – baixo risco de tenossinovites e LTC

15 a 18 pontos – risco moderado de tenossinovites e LTC

11 a 14 pontos – alto risco de tenossinovites e LTC

Abaixo de 11 pontos – altíssimo risco de tenossinovites e LTC

**Perguntas para o operador:**

- a) São boas as ferramentas de regulagem da máquina?
- b) São pesadas ou leves?

## Questionário 04

*Check-list* para avaliação simplificada do Método de Trabalho

1. A duas mãos começam e completam o movimento de uma só vez?  
**Não (0)** Sim (1)
2. Os movimentos dos braços são executados de forma simétrica e em direções opostas, simultaneamente?  
**Não (0)** Sim (1)
3. Os movimentos do corpo são feitos em linha reta?  
Sim (0) **Não (1)**
4. O corpo trabalha na vertical (quando de pé ou sentado) ou em ângulo de 90-100 graus entre tronco e coxas (quando sentado)?  
Não (0) **Sim (1)**
5. O trabalhador está tendo que se desencostar da cadeira para pegar algum componente ou controle que esteja à frente (distante) do seu corpo?  
Sim (0) **Não (1)**
6. Idem, acima do nível dos ombros?  
Sim (0) **Não (1)**
7. Idem, lateralmente?  
Sim (0) **Não (1)**
8. Idem, abaixo do seu corpo (está tendo que se encurvar?)  
Sim (0) **Não (1)**
9. Há algum objeto, componente, ferramenta ou controle que seja de uso freqüente e que não esteja dentro da área de alcance normal?  
**Sim (0)** Não (1)
10. As ferramentas e objetos estão situados na ordem de sua utilização?  
**Não (0)** Sim (1)
11. O trabalhador tem que segurar, fixar ou sustentar peças ou ferramentas?  
Sim (0) **Não (1)**

12. A empunhadura das ferramentas permite o contato com toda a superfície da mão?

Não (0) Sim (1)

13. Existe trabalho na parte de trás de alguma peça/máquina estando o trabalhador à frente da mesma?

Sim (0) Não (1)

14. Ao alcançar ou mover algum componente ou ferramenta existe algum dos seguintes fatores: alteração de direção ou peso excessivo?

Sim (0) Não (1)

15. Ao pegar algum objeto ou controle existe pega cega, simultaneamente de ação, emaranhado, aderência ou oleosidade? Ou o que é pego é pesado?

Sim (0) Não (1)

### **Perguntas para o operador:**

- a) Para realizar a tarefa são usadas as duas mãos?
- b) Se são usadas as duas mãos, elas são usadas de forma simétrica?
- c) Você costuma inclinar-se (inclinar o corpo) para frente para realizar a tarefa?
- d) As ferramentas de uso frequente estão em fácil alcance?
- e) As peças manuseadas na máquina são pesadas? Existe a ajuda de outro trabalhador?

### **Uso da ferramenta**

16. O cabo da ferramenta está na posição correta, não ocasionando dobra do punho ou elevação dos ombros?

Não (0) Sim (1)

17. Tem-se que levantar algum componente pesado, e que não esteja suspenso por balancim?

Sim (0) Não (1)

18. O trabalhador tem que procurar alguma posição não facilmente alcançável para usar a ferramenta?

Sim (0) Não (1)

19. O diâmetro do cabo da ferramenta está correto? (20 a 25 mm para mulheres – 15 a 35 mm para homens)

Não (0) Sim (1)

**Critério de Interpretação = 10 pontos**

Acima de 16 pontos – Métodos excelente

De 13 a 15 pontos – Método bom

De 9 a 12 pontos – Método razoável

De 5 a 8 pontos – Método ruim

Abaixo de 5 pontos - Método péssimo

## Questionário 05

*Check-list de adequação biomecânica geral em cada posto de trabalho da linha de produção*

1 – Há espaço suficiente para movimentação do corpo?

Não (0) Sim (1)

2 – Existe um encosto para o trabalhador?

Não (0) Sim (1)

3 – Os membros superiores tem que sustentar pesos?

Não (1) Sim (0)

4 – Aperta-se pedal numa frequência maior que 3 vezes por minuto?

Não (1) Sim (0)

5 – Os braços tem que fazer algum tipo de movimento acima do nível dos ombros?

Não (1) Sim (0)

6 – Fica-se em pé, parado, a maior parte da jornada?

Não (1) Sim (0)

7 – Existem pequenas contrações estáticas, porém por muito tempo?

Não (1) Sim (0)

8 – Os objetos e materiais de uso frequente estão dentro da área de alcance?

Não (0) Sim (1)

### **Critério de interpretação = 3 pontos**

Mais de 90% – condição ergonômica em geral excelente

71 a 90% – boa condição ergonômica

51 a 70% – condição ergonômica razoável

31 a 50% – condição ergonômica ruim.

0 a 30% - condição ergonômica péssima

### **Perguntas para o operador:**

- a) O que você acha do seu espaço de trabalho? É muito apertado?
- b) Você sente falta de algum encosto para trabalhar?
- c) Existe o acionamento de algum pedal?
- d) As ferramentas de uso contínuo são de fácil alcance ou é preciso deslocar-se para pegá-las?

### **Algumas perguntas para análise do posto**

- Existe espaço para movimentação do operador?
- As peças (componentes a serem movimentados) estão em locais que exigem uma postura forçada?
- A postura ao executar a tarefa é forçada?
- Há espaço para movimentação em quais sentidos?
- Há baquetas que permitam executar a tarefa sentado?
- O espaço de circulação do operador é suficiente?
- A altura da bancada é compatível com as medidas antropométricas do operador?
- A iluminação é suficiente e colocada adequadamente?
- O espaço para a movimentação das peças é suficiente?

**APÊNDICE II- CHECK-LIST DA ANÁLISE ERGONOMICA EMPRESA COLHEITADEIRAS**

		CHECKLIST PARA ANÁLISE ERGONOMICA	Folha: de						
			Data: ___/___/___						
Empresa:		Nome Operário:	N.º Trabalhador:						
Produto:		Operação:	Máquina:						
Departamento:		Responsável:							
Descrição da Tarefa:									
Nº	ATIVIDADE	DETALHES	Nunca: não aplica	Quase nunca	Alguma vez	Muitas vezes	Sempre	Classe	Total (Classe X pontuação)
1	Posição Stander	Nenhuma cadeira disponível	0	1	5	8	10	X	X
2	Trabalho Sentado	Cadeira não ergonômica							
3	Posição do Tronco	Estatico e com apoio							
4	Posição do Tronco	Estático e sem apoio da Cadeira							
5	Necessidade Levantar Objeto do Chão								
6	Girar Tronco para encontrar Objetos	Sem girar a Cadeira ou o Corpo							
7	Carrega Peso	1 á 5 Kg (ref. NIOSH Standard)							
8	Carrega Peso	6 á 23 Kg (ref. NIOSH Standard)							
9	Nenhum descanso do pé	ou sem ajuste							
10	Antebraço em posição Estática	sem descanso do braço							
11	Antebraços mantidos Levantados longe do corpo	sem descanso do braço							
12	Antebraços mais elevados do o nível do coração								
13	Antebraços mantidos descansados	on sharp edge of the table							
14	Antebraços levantados acima do ombro								
15	Inspeccionar Objeto pesam mais que 1 kg	Sem descanso do braço							
16	Gira objetos > 1Kg	Sem descanso do braço							
17	Objetos segurado com a ponta dos dedos	com o dispositivo da força							
18	Inspecciona Objetos afiados (Risco de Ferimentos)	sem luvas							
19	Inspecciona o interior dos furos sem instrumentos								
20	Inspecciona a parte externa dos furos sem instrumentos	1 mm do diâmetro ou menos							
21	Inspeção aleatória das peças	sem método padrão							
22	Tornozelo mantidos em posição forçada								
23	Iluminação da Área de Trabalho < 500 Lux	Ou excesso de Iluminação							
24	Cabeça se mantem curvada para frente	Ou ângulo mais de 30º							
25	Altura do Banco incorreta	<900 ou > 1100mm							
26	Sem deslocamento das tarefas entre trabalhadores	Tarefas repetitivas e cansativas							
27	Tempo Tarefa < 30 s								
28	Tempo Tarefa de 30 à 60s								
29	Nenhuma prática de ginástica								
30	Trabalhador tem um histórico de tarefas ocupacional	No outro plano de trabalho							
31	Trabalhador tem um Hobby envolvendo trabalho manual								
32	O trabalhador está sob pressão da produtividade								
33	A posição principal é demasiada elevada	Acima da linha horizontal							
34	O tronco tem que ser dobrado quando sentado para desenvolver a tarefa	para alcançar objetos ou interruptores							
35	Aplicação da força com antebraço ou dedos	Esforço repetitivo							
RESULTADO S:		Avaliação de risco ergonômico: Médio risco = necessita mudança Risco elevado = mudança imediata							
1 - Pontuação Total		Resultados De 100 à 150 = Médio risco > 150 = Risco elevado							
2 - Pontuação das ações que acontecem SEMPRE (10 pts)									De 10 à 39 = Médio risco > 39 = Risco elevado
3 - Pontuação das ações críticas (soma dos pontos de articulação críticas da									> 10 = Risco elevado

coluna SEMPRE		
---------------	--	--