

ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

ANÁLISE INTEGRADA DA CARGA FÍSICA DE TRABALHO PARA A
PREVENÇÃO DA FADIGA

PAULO PORTICH

Porto Alegre, 2001

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**ANÁLISE INTEGRADA DA CARGA FÍSICA DE TRABALHO PARA A
PREVENÇÃO DA FADIGA**

Paulo Portich

Orientadora: Professora Dra. Lia Buarque de Macedo Guimarães

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Anamaria de Moraes

Profa. Dra. Carla Ten Caten

Prof. Dr. Paulo Antonio Barros de Oliveira

**Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia
como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia – modalidade
Profissionalizante – Ênfase Ergonomia**

Porto Alegre, 2001

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de mestre em ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profª. Lia Buarque de Macedo Guimarães

Orientadora
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profª. Helena Beatriz Bettella Cybis

Coordenadora

Mestrado Profissionalizante em Engenharia
Escola de Engenharia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Dra. Anamaria de Moraes
NEU/LEUI/PUCRIO

Profª. Dra. Carla Tem Caten
PPGEP/UFRGS

Prof. Dr. Paulo Antonio Barros de Oliveira
CEDOP/UFRGS

AGRADECIMENTOS

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações iniciais.....	1
1.2 Objetivos da pesquisa.....	7
1.2.1 Objetivo Principal.....	7
1.2.2 Objetivos Específicos	7
1.3 Importância da pesquisa.....	7
1.4 Estrutura da dissertação.....	9
2 AVALIAÇÃO DA CARGA FÍSICA DE TRABALHO.....	10
2.1 O que é Carga de Trabalho.....	10
Fatores que influenciam na carga de trabalho	11
2.2 O que é fadiga	12
2.3 Sintomas subjetivos de fadiga.....	12
2.4 Estilo de trabalho como fator pessoal na prevenção da fadiga	12
2.5 Sintomas objetivos de fadiga	15
2.5.1 O critério biomecânico.....	15
2.5.2 Avaliação biomecânica	16
2.5.3 O critério fisiológico.....	18
2.5.4 Avaliação fisiológica	18
2.5.4.1 Limites fisiológicos aceitáveis de carga.....	20

2.5.5 O critério psicofísico.....	21
2.5.6 Avaliação psicofísica	22
2.6. Critérios Multidimensionais ou Integrados.....	23
3 MATERIAIS, MÉTODOS E ESTUDO DE CASO.....	25
3.1 Método da Análise Macroergonômica.....	25
3.1.1 Apreciação macroergonômica	26
3.1.2 Diagnose macroergonômica	29
3.2 Método de avaliação biomecânica	29
3.3 Método de Avaliação Fisiológica da Carga de Trabalho	31
3.4 Método da Avaliação Psicofísica	31
3.5 Organização da coleta de dados dos Experimentos	32
3.6 Empresa 1 (John Deere).....	33
3.6.1 Levantamento de dados.....	34
3.6.2 Avaliação da carga física de trabalho	38
3.6.2.1 Avaliação biomecânica da Carga de Trabalho Físico	38
3.6.2.2 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho Físico.....	39
Tabela 3.3 Projeto de Experimentos da Pintura.....	Erro! Indicador não definido.
3.6.2.3 Avaliação psicofísica da carga de trabalho.....	40
3.7 Empresa 2: ODEBRECHT.....	40
3.7.1 Método de levantamento de dados.....	40
3.7.2. Método da avaliação da carga física de trabalho	45
3.7.2.1 Avaliação biomecânica da Carga de Trabalho Físico	45
3.7.2.2 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho Físico.....	46

3.7.2.3 Avaliação psicofísica da carga de trabalho.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. Resultados da Avaliação Biomecânica da Carga de Trabalho Físico dos carregadores da pintura pelo método OWAS®.....	49
4.2 Resultados da Avaliação fisiológica da Carga Física de Trabalho dos carregadores do setor de pintura.....	54
4.3 Resultados da Avaliação Psicofísica da Carga de Trabalho Físico no Carregamento da Pintura.	58
4.4 Resultados da Avaliação Biomecânica trabalhadores das Centrais de Armação e Carpintaria.....	59
4.5 Resultados da Avaliação Fisiológica da Carga Física de Trabalho das Centrais de Armação e Carpintaria.	71
4.6 Resultados da Avaliação Psicofísica da Carga de Trabalho Físico dos trabalhadores das Centrais de Armação e Carpintaria.	74
4.7 Integração das abordagens da AMT, Biomecânica, Fisiológica e Psicofísica da Carga de Trabalho.....	78
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	84
6 BIBLIOGRAFIA.....	85
Anexo 1 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	95
Anexo 2 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	102
Anexo 3 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	108
Anexo 4 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	111
Anexo 5 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	113
Anexo 6 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Coeficiente de incidência (por 10.000 trabalhadores) de lesões repetitivas nas indústrias americanas.....	4
Figura 2.1 Fatores que influenciam na carga de trabalho.....	11
Figura 3.1 Exemplo de análise biomecânica da carga de trabalho, utilizando-se o método WinOWAS®.....	30
Figura 3.2 Exemplo de análise psicofísica da carga de trabalho, utilizando-se o método McAtamney e Corlett.....	32
Figura 3.3 Porcentagem de trabalhadores com Doenças Osteomusculares relacionadas com o trabalho (DORT) por setor fabril referente ao ano de 1999.....	34
Figura 4.1 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, em porcentagem, das categorias de ação dos carregadores da pintura pelo método WinOWAS®.....	50
Figura 4.2 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, dos carregadores da pintura, pelo método WinOWAS®.....	50
Figura 4.3 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, das posições dos membros superiores pelo método WinOWAS®.....	51
Figura 4.4 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, dos resultados das posturas de coluna adotadas pelo método WinOWAS®.....	52
Figura 4.5 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, da carga da pintura pelo método WinOWAS®.....	52
Figura 4.6 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da carga de trabalho, por categorias de ação nos carregadores da pintura pelo método WinOWAS®.....	53
Figura 4.7 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da pendura de peças, pelo método WinOWAS®.....	54
Figura 4.8 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) e a experiência do operador.....	56
Figura 4.9 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) e a dificuldade de manuseio da peça.....	56
Figura 4.10 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) e o peso da peça manuseada.....	57
Figura 4.11 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) o peso da peça e o grau de dificuldade da peça manuseada.....	57
Figura 4.12 Gráfico comparativo das sensações de desconforto/dor no início e no final da jornada de trabalho, por segmento corporal, dos carregadores e pintores, segundo método de Mc Atamney e Corlett.....	59

Figura 4.13 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, dos trabalhadores da central de armação, por categorias de ação pelo método WinOWAS®.....	60
Figura 4.14 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria, pelo método WinOWAS®.....	61
Figura 4.15 Comparação entre os percentuais de posturas prejudiciais para armação e carpintaria encontradas neste estudo (durante a construção de uma hidroelétrica) e no de Li (2000) (na construção de um prédio em Taiwan).....	62
Figura 4.16 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, nos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®.....	63
Figura 4.17 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®.....	63
Figura 4.18 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, das posturas assumidas da coluna, dos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®.....	64
Figura 4.19 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, das posturas assumidas da coluna dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®.....	64
Figura 4.20 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho com a carga de trabalho envolvida na central de armação, pelo método WinOWAS®.....	65
Figura 4.21 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho da carga envolvida, dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®.....	65
Figura 4.22 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, da posição dos membros superiores na central de armação pelo método WinOWAS®.....	66
Figura 4.23 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, da posição dos membros superiores, dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®.....	66
Figura 4.24 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de armação, pelo método WinOWAS®.....	67
Figura 4.25 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria, pelo método WinOWAS®.....	68
Figura 4.26 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da atividade de transporte de barras de ferro dos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®.....	69
Figura 4.27 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da atividade de serrar pranchões dos trabalhadores da central de carpintaria, pelo método WinOWAS®.....	70
Figura 4.28 Gráfico dos resultados de Pulso de Trabalho (PT), plotados por central.....	73

Figura 4.29 Gráfico comparativo com os resultados das médias das sensações de desconforto/dor no início e no final da jornada de trabalho, por segmento corporal, segundo o método de Mc Atamney e Corlett.....76

Figura 4.30 Gráfico com a média do índice de propensão a DORT na armação. Considerando os valores acima de 4, 5, o somatório das médias das queixas de desconforto e/ou dor, dos 18 sujeitos da armação diurno foi de: 15,06.....77

Figura 4.31 Gráfico com o índice de propensão a DORT na central de carpintaria. Considerando os valores acima de 4, 5, o somatório das médias das queixas de desconforto e/ou dor, dos 22 sujeitos da carpintaria diurno foi de: 38,9.....78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Descrição de atividades envolvidas com lesões de coluna conseqüentes a manuseio de cargas.....	3
Tabela 1.2 Principais causas de Auxílio-Doença, Brasil, 1986.....	5
Tabela 1.3 Principais causas de Aposentadoria por Invalidez, Brasil, 1986.....	6
Tabela 2.1 Intensidade da carga de trabalho relacionada com a resposta cardiovascular, quanto a variação do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca.....	18
Tabela 3.1 Resultados dos questionários dos pintores tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.....	37
Tabela 3.2 Resultados dos questionários dos carregadores tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.....	38
Tabela 3.3 Tabela 3.3 Organização da coleta de dados do Experimento da Pintura.....	39
Tabela 3.4 Resultados dos questionários das centrais tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.....	44
Tabela 3.5 Organização da coleta de dados do experimento da Armação e Carpintaria....	45
Tabela 4.1 Análise de Variância do Pulso de Trabalho (PT).....	55
Tabela 4.2 Análise de Variância do Pulso da Análise Psicofísica de trabalho no início da jornada de trabalho.....	59
Tabela 4.3 Análise de Variância da Análise Psicofísica de trabalho no final da jornada de trabalho.....	60
Tabela 4.4 Análise de Qui quadrado e dos Resíduos Ajustados entre a consistência das médias das quatro atividades definidas para a central de armação e as médias das quatro categorias de ação do OWAS®.....	71
Tabela 4.5 Análise de Qui quadrado e dos Resíduos Ajustados entre a consistência das médias das quatro atividades definidas para a central de carpintaria e as médias das quatro categorias de ação do OWAS®.....	72
Tabela 4.6 Análise de Variância do Pulso de Trabalho (PT) das centrais.....	74
Tabela 4.7 Análise de Variância da mediana do Pulso de Trabalho (PT).....	75
Tabela 4.8 Análise do Teste t para igualdade das médias dos setores de Armação e Carpintaria por meio da Avaliação Psicofísica (Mc Atamney e Corlett) e da Avaliação fisiológica da carga física de trabalho pelo pulso de trabalho (pt).....	79

RESUMO

Este trabalho enfoca a avaliação da carga física de trabalho no setor de pintura de uma indústria automotiva, no estado do Rio Grande do Sul, e os setores de armação e carpintaria de uma empresa de construção civil pesada, no estado de Goiás. Os métodos utilizados no estudo foram a análise macroergonômica de atividade (AMT), e a avaliação integrada da carga física de trabalho por meio da avaliação biomecânica das posturas assumidas pelo método WinOWAS® (1991) ; a avaliação fisiológica pela mensuração das variações da frequência cardíaca, e a avaliação psicofísica da carga de trabalho, pelo método Mc Atamney e Corlett (1993). Os dados foram tabulados, analisados e comparados com limites e critérios fisiológicos determinados na literatura. Os resultados indicaram que os métodos se mostraram adequados para este tipo e local de trabalho, não causando interferências com as atividades laborais, apesar do trabalho objeto deste estudo ser dinâmico e pesado o que poderia dificultar a análise, e permitindo concluir que a AMT e a análise integrada da carga física de trabalho como método de prevenção da fadiga e que pode ser utilizado em situações de trabalho.

ABSTRACT

This thesis presents an ergonomic evaluation of the workload on the workers of the painting sector in an automotive plant in Rio Grande do Sul and in a construction of hydroelectric plant.. The results showed

This work focuses the evaluation of the physical load of work in the painting sector of a automotiva industry, in the state of the Rio Grande Do Sul, and the sectors of scaffolding and carpentry of a company of weighed civil construction, in the state of Goiás. The methods used in the study had been the macroergonomic analysis of activity (AMT), and the integrated evaluation of the physical workload by means awkward postures analysis with the software WinOWAS® (1991) ; the indirect analysis of the physical workload was made based on heart levels bearing the physiological limits, and psychophysics evaluations with a modified method of Mc Atamney and Corlett (1993). The data had been tabulated, analyzed and compared with limits and determined physiological criteria in literature. The results had indicated that the methods if had shown adequate for this type and workstation, not causing interferences with the labor activities, despite the work object this dynamic study and to be weighed what it could make it difficult the analysis, and allowing to conclude that the AMT and the integrated analysis of the physical load of work as method of prevention of the fatigue and that can be used in work situations.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A abertura da economia brasileira, que ocorreu no início dos anos 90, trouxe conseqüências imediatas para as empresas nacionais. O cenário de mercado oligopolizado, ou mesmo com reserva de mercado, com expressivos índices inflacionários, e custos repassados automaticamente aos preços finais dos produtos ao consumidor, mudou para um cenário de diminuição dos índices inflacionários, competição global com empresas que colocavam no mercado brasileiro produtos melhores, entregues no prazo e a custos significativamente inferiores aos praticados pela indústria nacional.

Este novo e dramático cenário, que limita o repasse direto dos custos aos preços, induziu forçosamente as empresas brasileiras a identificarem as causas que tornavam seus produtos em flagrante desvantagem competitiva. Identificaram-se, então, as causas fundamentais e secundárias dessa desvantagem e constatou-se que a inter-relação entre qualidade do produto, retrabalho e refugo de produtos, dimensionamentos de lotes de produção, entregas fora do prazo, enfim, o desempenho dos processos de manufatura para o atendimento ao cliente não estavam condizentes com o nível de competição global.

Iniciaram-se, então, mudanças estruturais nos processos de produção, com a introdução de práticas inovadoras de engenharia industrial e de gestão dos processos produtivos tendo como foco as necessidades dos clientes. O objetivo consistia em fabricar produtos com a qualidade superior ou no mesmo nível da concorrência global. O desenvolvimento de sistemas “just in time” de produção, caracterizados por pequenos lotes de produção e um balanceamento de suas capacidades produtivas de modo a dar flexibilidade aos processos, permitiu uma visualização ampla do desempenho fabril e, por conseguinte, facilitou a proposição de melhorias pontuais e sistêmicas para o redimensionamento dos processos produtivos de acordo com os novos padrões vigentes de produtividade.

Paralelamente, o governo brasileiro inicia, em 1990, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), por meio dos órgãos técnicos do Governo e dos órgãos certificadores, proporcionando e incentivando inúmeras empresas a iniciarem programas de

qualidade e produtividade e certificação dos produtos e processos com as normas ISO 9000. Uma vez alcançada a certificação, o acesso não somente ao mercado nacional e de exportação seria facilitado.

A universidade brasileira, por sua vez, com professores providos de formação acadêmica no exterior, capacitou-se para fornecer suporte crítico, conceitual e prático nas ações de melhorias dos processos, valendo-se principalmente dos princípios japoneses e americanos de produção. Foi iniciada, desta forma, a parceria universidade-empresa para estudos e trabalhos práticos que contribuiriam na formação de mestres e doutores nas áreas da engenharia de produção, mecânica, civil e elétrica, conjuntamente, com a pós-graduação em administração e economia. A verificação e aplicabilidade dos novos conceitos é feita, portanto, no ambiente empresarial, verdadeiro laboratório de aprendizagem dessas áreas de conhecimento, através dos resultados práticos obtidos.

Todavia, muitas mudanças e propostas foram predominantemente focadas na melhoria da produtividade e qualidade sob um ponto de vista estritamente técnico, sem dar atenção aos humanos trabalhadores. O ritmo acelerado e repetitivo dos sistemas de produção com o intuito de melhorar a qualidade e produtividade, agravou o quadro de acidente de trabalho e doenças profissionais, tanto no curto, quanto no longo prazo. Como consequência, gerou-se um passivo social proveniente de perdas humanas vinculadas ao processo produtivo, indicando que o retrabalho também poderia estar correlacionado com agravos à saúde dos trabalhadores e, como consequência, a ocorrência de patologias do trabalho.

Ramazzini (1633-1714) parece ter sido o primeiro a tentar classificar o que ele denominou “doenças do trabalhador” (Ramazzini, 1700). A propósito das “doenças dos que trabalham em pé”, assim se expressa Ramazzini “... até agora falei daqueles artífices que contraem doenças em virtude da nocividade da matéria manipulada; agrada-me, aqui, tratar de outros operários que por outras causas, como sejam a posição dos membros, dos movimentos corporais inadequados, que, enquanto trabalham, apresentam distúrbios mórbidos, tais como os operários que passam o dia de pé, sentados, inclinados, encurvados, correndo, andando a cavalo ou fatigando o seu corpo em qualquer outra forma” (Ramazzini, 1700, p.159-162).

Hoje, o constrangimento imposto sobre os trabalhadores é uma preocupação mundial. As atividades de transporte e manuseio manual de cargas são a principal causa de absenteísmo e de custos de seguro de acidente de trabalho nos EUA (NIOSH, 1981) totalizando 170 a 240 milhões de dias de afastamento de trabalhadores, com custo anual de US\$ 4,6 bilhões (Khalil, 1991). Os custos diretos de lombalgias relacionadas com o trabalho alcançaram US\$ 30 bilhões em 1985 (Stephens, 1991).

Em 1982, um estudo, publicado pelo Departamento do Trabalho americano (U.S. Department of Labor), analisou 906 lesões de colunas associadas com manuseio de cargas, descritas na tabela 1.1 sendo que 42% destas lesões ocorreram no setor de manufatura (Helander, 1997).

Tabela 1.1 Descrição de atividades envolvidas em lesões de coluna conseqüentes a manuseio de cargas. Alguns trabalhadores informaram mais de uma atividades (Fonte U.S. Department of Labor, 1982).

Atividade	No de acidentes	Porcentagem
Carregar	133	15
Prender	96	11
Levantar	692	77
Abaixar	107	12
Colocar	145	16
Empurrar	65	7
Puxar	39	4
Cavar	14	2
Outros	25	3
Total	906	100

A figura 1.1 compara o Coeficiente de Incidência (por 10.000 trabalhadores) de lesões repetitivas dos trabalhadores do setor de serviços (financeiro, securitário e imobiliário) e os das indústrias privadas americanas, de 1976 a 1995. Nota-se que o coeficiente de incidência obtido para o ano de 1995, das indústrias privadas, é o dobro do setor de serviços.

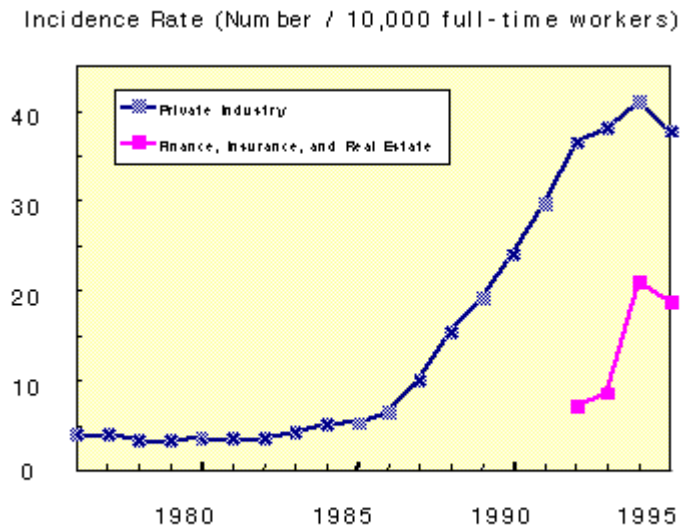


Figura 1.1 Coeficiente de incidência (por 10.000 trabalhadores) de lesões repetitivas nas indústrias americanas. A curva menor mostra o coeficiente para trabalhadores em serviços (setor financeiro, securitário e imobiliário), e a curva maior o coeficiente para trabalhadores nas indústrias privadas.

(Fonte: Bureau de Estatísticas do Trabalho do Departamento do Trabalho, EUA, 1999).

Everett (1999) identificou que as lesões causadas por sobrecarga física correspondem a 24% de todas as lesões na indústria da construção, nos EUA. De acordo com Deyo e Diehl¹(1998 apud Davis et al., 1999), as lesões na coluna também são a segunda causa de absenteísmo e a terceira causa de incapacidade para o trabalho, no setor de construção americano.

Deyo, R e Diehl, A. (1998). *Psychosocial predictors of disability in patients with low back pain*. Journal of Rheumatology, 15 pp. 1557-1564.

De acordo com Costella (1999), o levantamento na indústria da construção brasileira, realizado por Ferreira et al. (1996), apontou o excesso de exercícios e movimentos extenuantes como a quarta principal causa dos acidentes registrados (12,1%) na construção civil do Rio Grande do Sul, o que foi corroborado por Costella (1999) que encontrou o índice de 12,4% em seu levantamento dos anos de 1996 e 1997. Batista e Viana (1989) apontaram os esforços excessivos como a quinta principal causa de acidentes (8,7%) na construção civil em Pernambuco. Apesar destes dados não terem sido avaliados segundo o critério de custo, e apesar da pouca eficiência do sistema de seguridade social, sabe-se que, de um modo geral, no Brasil, a principal causa de auxílio-doença (conforme relacionado na tabela 1.2) custeado pela Seguridade Social, são as doenças do sistema osteomuscular, com 67.092 casos, correspondendo a 10,3% dos benefícios concedidos (Mendes, 1995). Estas doenças também são a 3ª maior causa de aposentadoria por invalidez, custeadas pela Seguridade Social (INSS, 1986) com 10.232 casos, correspondendo a 9,7% dos benefícios concedidos (conforme tabela 1.3).

Tabela 1.2 Principais causas de Auxílio-Doença, Brasil, 1986
(Fonte: Instituto Nacional da Previdência Social, 1986, apud Mendes 1995)

Grupos de Diagnósticos	Número	Porcentagem
Doenças do sistema osteomuscular	67.092	10,3 %
Doenças mentais	59.528	9,1 %
Doenças aparelho circulatório	43.114	6,6 %
Lesões e envenenamentos	37.753	5,8 %
Doenças Infectoparasitárias	19.789	3,0 %
Doenças do SNC e epilepsia	5.400	0,8 %
Demais diagnósticos	414.838	64,4%

Tabela 1.3 Principais causas de Aposentadoria por Invalidez, Brasil, 1986
(Fonte: Instituto Nacional de Previdência Social 1986, apud Mendes 1995)

Causa Invalidante	Número	Porcentagem
Doenças aparelho circulatório	29.419	28,0%
Doenças mentais	14.889	14,2%
Doenças do sistema osteomuscular	10.232	9,7%
Transtornos dos olhos	6.165	5,9%
Demais causas	44.387	42,2%

Reforçando as discussões sobre as perdas sociais provenientes do trabalho, Friedman (1959) e Ulich (1964) defendem que não há maneira de dissociar condições de trabalho da qualidade de vida, sob aspectos éticos e sociais. Corroborando, Grandjean (1998) destaca que “... existem laços entre a qualidade de vida do trabalhador e a qualidade em geral. O limitado espaço de manobra das operações repetitivas parceladas, seria, segundo esta visão, não somente um afastamento do trabalho, como também um afastamento da sociedade” (Grandjean, 1998, p. 158).

Esta dissertação se enquadra neste amplo espectro de inter-relações, onde a saúde no trabalho é a tônica e fundamenta-se na relação do trabalho com a qualidade de vida dos funcionários. A pedra angular consiste na avaliação integrada da carga física de trabalho em uma empresa de manufatura e noutra de construção civil pesada, por meio da avaliação psicofísica, fisiológica e biomecânica como fatores de prevenção da fadiga, segundo a abordagem integrada de Kumar e Mital (1989), Kim (1990) e Ayoub (1991). Esta avaliação

é conduzida com base em uma abordagem macroergonômica, seguindo O método da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposto por Guimarães (1999).

1.2 Objetivos da pesquisa

1.2.1 Objetivo Principal

A presente dissertação tem como objetivo principal a avaliação integrada da carga física de trabalho segundo as abordagens biomecânicas, fisiológica e psicofísica. Para tanto, foi avaliado, dentro do enfoque macroergonômico, o trabalho do setor de pintura de uma empresa do ramo automotivo, e o trabalho das centrais de armação, de carpintaria e de pré-moldados de uma empresa de construção civil pesada.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Determinar os principais indicadores de fadiga, com base na mensuração quantitativa de esforço (fisiológica), análise de posturas adotadas no trabalho (biomecânica) e avaliação subjetiva (psicofísica) da carga imposta ao trabalhador;
- Identificar constrangimentos posturais vinculados à carga de trabalho;
- Estabelecer limites fisiológicos envolvidos com a carga de trabalho;
- Observar os modos operatórios, ou seja, os estilos de trabalho dos operadores relacionados com esta carga de trabalho..

1.3 Importância da pesquisa

Pela experiência prática do ergonomista, tem-se idéia de que determinado trabalho não está sendo realizado dentro dos limites de conforto e segurança sem, no entanto, dispor de recursos para provar esta idéia. A falta de dados pode, inclusive, comprometer a realização de uma intervenção ergonômica que teria potencial para adequar o trabalho às capacidades

dos trabalhadores. Dados fisiológicos, tais como batimento cardíaco, frequência respiratória, resposta mioelétrica, têm sido usados para avaliação de carga física de trabalho. Dados biomecânicos, que importam principalmente para avaliar as posturas, podem ser levantados com protocolos. Por exemplo, o método RULA de McAtamney e Corlett (1993) vem sendo utilizado para análise de posturas de membros superiores, principalmente em situações de trabalho mais estático; e o método OWAS de Karhu, Kansu & Kuorinka (1977) para análise de corpo inteiro em situação de trabalho dinâmico, desenvolvido inicialmente para a indústria e bastante utilizado na construção.

Apesar da sobrecarga física e a fadiga serem problemas recorrentes nas indústrias, pouca atenção é dada às suas causas fundamentais. Geralmente, verifica-se a fadiga dos trabalhadores e propõe-se ações pontuais em postos de trabalho baseadas unicamente no conhecimento teórico. Este trabalho pretende abordar a fadiga sob um enfoque macroergonômico que, ao invés de limitado a um posto, considera as questões sócio-técnicas que compõe o sistema organizacional. Pretende, também, integrar diferentes abordagens de avaliação de esforço para entender as verdadeiras causas do problema.

O estudo de caso foi desenvolvido em duas empresas que apresentam processos de produção distintos: uma empresa do setor automotivo que manufatura tratores e colheitadeiras, no interior do Rio Grande do Sul, e a outra, uma empresa de construção civil pesada atuando na construção de uma usina hidroelétrica no estado de Goiás. A escolha dessas duas empresas se deu pelo fato de as mesmas manterem um contrato de cooperação para estudo macroergonômico e de segurança e saúde no trabalho com o Laboratório de Otimização de Produtos e Processos (LOPP) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção (PPGEP/UFRGS).

A seleção de duas empresas diferentes confere uma característica de diversidade no estudo, no que tange às características da carga de trabalho físico (dinâmico e estático) e da gestão da produção.

A empresa do setor automotivo tem um setor de segurança e saúde no trabalho estruturado, com registro dos índices de absenteísmo, por setor e por patologias, e a empresa tem a prevenção como política de saúde e prioriza a segurança e saúde no trabalho como fator

integrante de seus processos de trabalho. Focalizou-se o estudo no setor de pintura de peças de uma unidade fabril, denominada fábrica 2, tendo em vista que era um dos setores que apresentavam estatísticas significativas de índices de absenteísmo, vinculados com patologias musculares, relacionadas com o manuseio manual de cargas. Esta priorização de setor se deu com base na Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), proposta por Guimarães (1999).

A empresa de construção civil pesada não conta com um SESMT tão organizado quanto a empresa de manufatura analisada, tendo em vista a dificuldade de uma organização deste tipo em uma indústria em constante transformação ao longo do processo construtivo. Na empresa construtora, foram priorizadas para o estudo, as centrais de armação, carpintaria e de pré-moldados, pelas suas características inerentes de risco, e também por serem unidades mais facilmente reproduzíveis em outras obras de empresa. As melhorias implementadas nesta unidade piloto deverão ser estendidas a outras obras com centrais semelhantes e, portanto, com carga de trabalho também semelhante.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, incluindo esta introdução. No capítulo 2 é apresentada a revisão de literatura sobre avaliação da carga física de trabalho, abordados os conceitos de fadiga, os sintomas subjetivos e objetivos de fadiga, e os diversos métodos quantitativos de avaliação da carga física, com especial ênfase na avaliação integrada da carga física de modo a prevenir a fadiga.

Os materiais e métodos utilizados nos estudos de caso são a ênfase do capítulo 3. É descrito o método da AMT, e os métodos biomecânico, fisiológico e psicofísico de avaliação da carga física, aplicados no estudo de caso das duas empresas selecionadas. O capítulo 4 apresenta a análise estatística dos dados obtidos e a discussão dos resultados. As conclusões a que se chegou e as recomendações para pesquisas posteriores são apresentadas no capítulo 5.

2 AVALIAÇÃO DA CARGA FÍSICA DE TRABALHO

2.1 O que é Carga de Trabalho

Os novos sistemas produtivos, com o incremento de volumes de produção e automação relativa dos processos, trazem a necessidade de manuseio de cargas, volumes e velocidades maiores de produção, muitas vezes incompatíveis com características biomecânicas e antropométricas dos trabalhadores envolvidos.

Sperandio¹ (1987 apud Diniz 1994) conceitua a carga de trabalho como “uma medida quantitativa ou qualitativa do nível de atividade (mental, sensitivo-motora, fisiológica etc) do operador, necessária à realização de um dado trabalho.”

A carga de trabalho não depende apenas da quantidade de trabalho que é realizada. Ela é o resultado de vários fatores, e é sentida diferentemente por cada trabalhador dependendo de sua idade, sexo, grau de experiência etc.(Diniz, 1994).

Guerin² (1985, apud Diniz, 1994) especifica os diversos fatores que influenciam na carga de trabalho. Estes vários fatores é que determinam como (atividade de trabalho) e em que condições o trabalhador vai realizar a tarefa. Nos retângulos à esquerda estão os fatores que dizem respeito à população trabalhadora. À direita, aqueles que dependem e são passíveis de modificação pela empresa.

¹ SPERANDIO, J.C. (1987) *Traité de Psychologie du Travail*. Paris, Masson.

GUERIN, F. (1985) *Activité et Charge de Travail*. In: CASSOU, B. et al., (dir). *Les Risques du Travail: pour ne pas Perdre sa Vie à la Gagner*. 1a ed. Paris, La Découverte

Fatores que influenciam na carga de trabalho

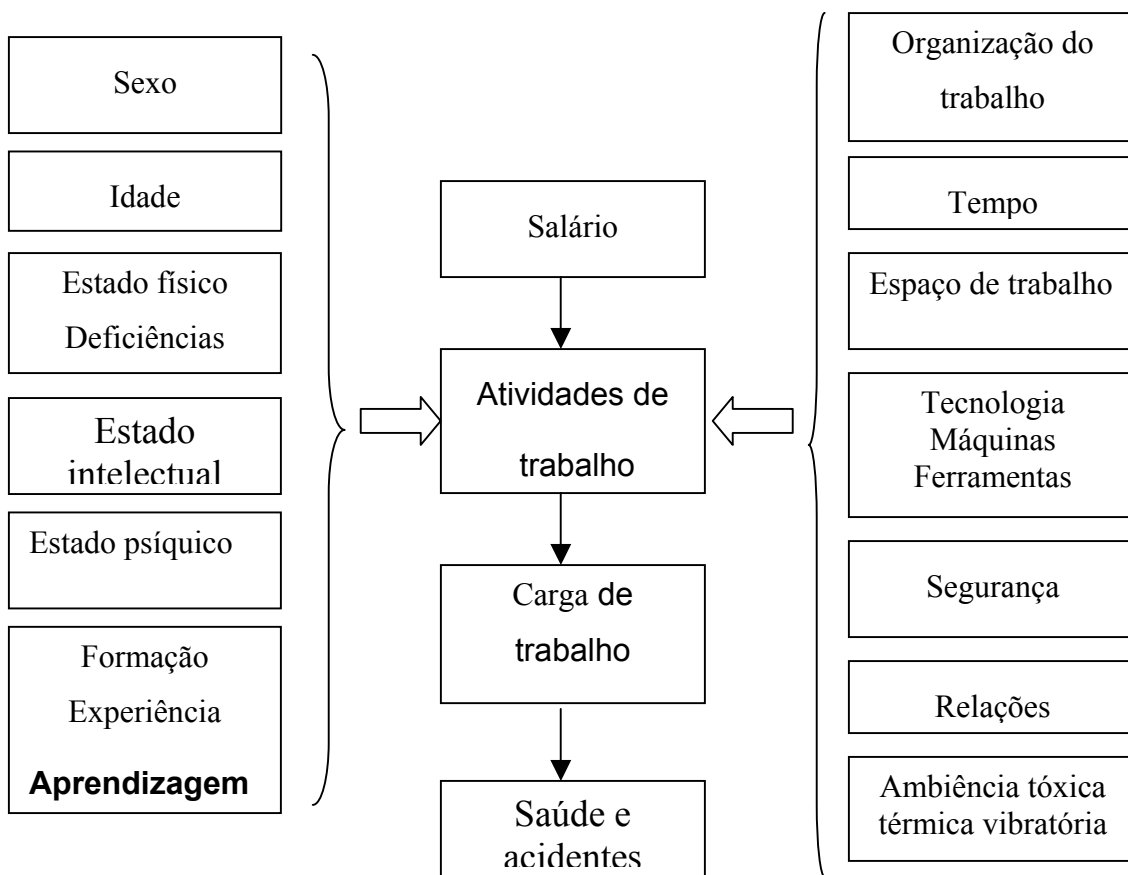


Figura 2.1. Fatores que influenciam na carga de trabalho.

Fonte: GUERIN (1985)

Uma avaliação da carga de trabalho passa necessariamente pela expressão do trabalhador, como ele se ressentir desta carga, como ele a vivencia, pois é no seu corpo que se somam os vários fatores que compõem a carga (Diniz, 1994).

2.2 O que é fadiga

Christensen (1964) define a fadiga física como um estado de homeostase alterada em consequência do trabalho e do ambiente de trabalho. Estas alterações são resultados de um complexo fenômeno influenciado por fatores fisiológicos e psicológicos (Basmajian e De Lucca, 1985 e Astrand e Rodahl, 1986).

É bastante conhecido que o acúmulo de ácido láctico nos músculos engajados num trabalho intenso realizado em condições metabólicas anaeróbicas, constitui um sinal de alteração da homeostase e resultam em sintomas de fadiga local (Astrand e Rodahl, 1986). Vários autores vêm desenvolvendo estudos para identificar os sintomas (subjetivos ou objetivos) de fadiga e, assim, prevenir seu estabelecimento.

2.3 Sintomas subjetivos de fadiga

Os sintomas subjetivos da fadiga podem variar desde uma ligeira sensação de cansaço até a exaustão completa. Tentou-se relacionar estas sensações subjetivas com critérios fisiológicos objetivos, como o acúmulo de lactato no sangue. Esta relação é observada com frequência em associação com esforços físicos intensos e prolongados (Astrand e Rodahl, 1986).

As sensações subjetivas de fadiga costumam ocorrer ao término da jornada de trabalho de oito horas, quando a carga média de trabalho ultrapassa 30 % a 40% da potência aeróbica máxima do indivíduo e, certamente, quando a carga ultrapassa 50% da potência aeróbica máxima (Astrand e Rodahl, 1986).

2.4 Estilo de trabalho como fator pessoal na prevenção da fadiga

A fadiga é percebida diferentemente pelas pessoas em função das características individuais, ambientais e da tarefa. Alguns autores versaram sobre o estilo de trabalho. Feurstein (1996) apresenta uma definição operacional da construção do estilo de trabalho, e

apresenta evidências preliminares deste estilo em vários tipos de trabalhos manuais. Apresenta, também, evidências preliminares do impacto potencial do estilo de trabalho na exacerbação de sintomas relacionados com distúrbios músculo esqueléticos dos membros superiores. Segundo Feurstein (1996), estilo de trabalho é um padrão individual de cognição, comportamento e reatividade fisiológica, que ocorrem conjuntamente no desenvolvimento das tarefas de trabalho, e pode estar associado com alterações fisiológicas tal que, repetitivamente, podem contribuir para o desenvolvimento, manutenção ou mesmo a exacerbação de sintomas músculo esqueléticos crônicos, relacionados com o trabalho.

Feurstein (1996) denomina estilo de trabalho de alto risco ou estilo de trabalho adverso aquele associado com a ocorrência elevada de sintomas músculo esqueléticos. Ele pode ser conseqüente à alta demanda de trabalho percebida pelo trabalhador, devido a treinamento inadequado, falta de experiência, sentimento de perda de emprego, entre outros.

Um dos fatores que devem ser considerados entre os indivíduos que apresentam sintomas músculo esqueléticos daqueles que não o desenvolvem, pode ser que os últimos desenvolvem seus estilos de trabalho individuais, que resultam em melhor desempenho fisiológico. A análise de evidências, que mostram a presença de comportamentos individuais, padrões cognitivos de estilo de trabalho, ou seja, de um método pessoal de trabalho, leva a um padrão emergente próprio de tais indivíduos, que não aparece nos indivíduos portadores de quadros recorrentes de lombalgias pesquisados (Feurstein, 1996).

Benckroun (2000), ao analisar o trabalho em indústria alimentícia (separação de pães), mostrou que trabalhadores com experiência entre alguns dias e cinco meses, apresentam um maior número de modos operatórios de alto desempenho quanto à produtividade, mas que, ao mesmo tempo, maximizam os riscos patogênicos. Isto porque as normas e diretrizes norteiam-se basicamente por objetivos de desempenho produtivo, sem considerar a minimização de fatores penosos relacionados com características físicas e psíquicas dos trabalhadores, principalmente os relacionados com os membros superiores.

Os operadores com experiência acima de dois anos mostraram um menor número de modos operatórios. Observou-se pelo menos cinco modos operatórios diferentes que permitem, ao mesmo tempo, um alto desempenho produtivo e a minimização de efeitos patogênicos,

variando as suas zonas de mobilização dos membros superiores (músculos, articulações, posturas etc). O operador com experiência de trabalho acima de dois anos, desenvolve modos operatórios de grande desempenho tanto no plano de produção, como na economia de gestos.

Em conclusão, afirma Benchekroun (2000) que para uma produtividade sensivelmente idêntica, o custo físico e mental varia muito de acordo com a antiguidade e a experiência. Com efeito, o número de modos operatórios, para uma produtividade equivalente, tende a diminuir de maneira significativa em função da experiência, e a natureza variada e consciente dos modos operatórios permite uma melhor economia muscular, gestual e postural.

Kilbom e Person³ (1987 apud Feurstein, 1996) em um estudo prospectivo de dois anos (em trabalhadores de indústria eletrônica), relacionaram estilo de trabalho com a ocorrência ou não de distúrbios músculo esqueléticos de membros superiores, e observaram que ocorre uma grande variação individual na técnica de trabalho adotada. Para uma idêntica tarefa de soldagem de circuitos eletrônicos, ocorreram um grande número de mudanças de posturas (entre 170 e 452) mostrando que variações individuais ocorrem, mesmo em resposta a tarefas normatizadas, com duração fixa de trabalho.

Veiersted et al.⁴ (1990 apud Feurstein, 1996) em pesquisa em indústria alimentícia (setor de embalagem de chocolate) provaram diferenças de movimentos e posturas adotadas entre trabalhadores sintomáticos e assintomáticos. Os pacientes que apresentavam sintomas músculo esqueléticos de dor e fadiga em ombros e pescoço mostraram traçados eletromiográficos compatíveis com altos níveis estáticos, e menores pausas eletromiográficas, que ocorrem quando o músculo está relaxado (períodos com níveis de contração abaixo de 0,5% da velocidade máxima de contração), em relação a pacientes assintomáticos. Provaram, igualmente, que antes da ocorrência de qualquer sintoma entre

³ KILBOM, A., PERSSON, J. (1987) Work techniques and its consequences for músculo-skeletal disorders, *Ergonomics*, 30, 273-9.

VEIERSTED, K.B., WESTGAARD, R.H. ANDERSER, P. (1990). *Pattern of muscle activity during stereotypical work and its relation to muscle pain*, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 62, 31-41

os trabalhadores, o grupo que apresentou um menor número de pausas eletromiográficas tornou-se sintomático com relação aos sintomas osteomusculares do pescoço e ombros.

2.5 Sintomas objetivos de fadiga

Astrand e Rodahl (1986) observaram uma elevação significativa da frequência cardíaca nos indivíduos que trabalhavam com uma carga correspondente a aproximadamente 50% da captação máxima de oxigênio, durante um período de aproximadamente oito horas, o que constitui sintoma objetivo de fadiga.

Para Muller (1961), a soma dos pulsos de recuperação, ou seja, a soma dos pulsos desde o fim do trabalho até o retorno da frequência cardíaca de repouso, é uma medida da fadiga e recuperação. Como a expressão “fadiga” deveria ser reservada para todos os estados com sensações de fadiga e cansaço, seria melhor tomar a frequência cardíaca do pulso e, em especial, a soma dos pulsos de recuperação como medida da carga física individual imposta.

Há trabalhadores que desenvolvem estilos de trabalho, que resultam na ausência de sintomas objetivos de fadiga, quando de realização de suas tarefas, como por exemplo a menor variação da frequência cardíaca. Na avaliação dos sintomas objetivos da fadiga, deve-se considerar de forma integrada os critérios biomecânicos, fisiológicos e psicofísicos envolvidos na realização das atividades de trabalho, sobre o que descreve-se a seguir.

2.5.1 O critério biomecânico

A biomecânica lida basicamente com questões de aplicação de força e postura.

Em geral, a biomecânica determina o que a pessoa pode fisicamente fazer. Os modelos biomecânicos estabelecem os estresses físicos impostos ao sistema musculoesquelético. Os estresses físicos incluem forças reativas e torques em variadas articulações e forças compressivas na coluna lombo sacra (Chaffin, 1999).

No caso de manuseio de carga, foram desenvolvidos modelos estáticos e dinâmicos que determinam a capacidade de manuseio. O modelo estático, como o desenvolvido por Park e

Chaffin (1974) assume que a ação ocorre lentamente e que as forças de aceleração podem ser negligenciadas. Já os modelos dinâmicos, como os desenvolvidos por Ayoub e El-Bassoussi (1976) e Muth, Ayoub e Gruver (1978), fazem a análise de dados na forma de relações tempo e espaço dos segmentos corporais (análise cinemática), e as forças e torques envolvidos no movimento (análise mecânica). Dados biomecânicos, que importam principalmente para análise de posturas de trabalho, também podem ser avaliados com protocolos.

2.5.2 Avaliação biomecânica

Segundo Guimarães e Diniz (2001), os instrumentos para análise dos riscos posturais podem ser classificados como: *check-lists*; *métodos semi-quantitativos* ou *métodos quantitativos*.

Os *checklists* compreendem perguntas e os dados são interpretados como riscos em uma escala. O *checklist* de Lifshitz e Armstrong (1986) leva em consideração as variáveis de estresse físico ou mecânico, força, postura, posto de trabalho, repetitividade e as ferramentas utilizadas para os membros superiores. O de Keyserling et al., (1993) acrescentou ao anterior cinco perguntas referentes à atividades manuais e avaliação dos hemisferos (direito e esquerdo) em separado. O de Couto (1998) adicionou ao anterior alguns critérios relacionados à organização do trabalho e sua relação com a quantidade de movimentos dos membros superiores. Estas análises são superficiais, pois não determinam a intensidade dos fatores, apenas identifica a presença ou não do mesmo.

Os métodos semi-quantitativos se baseiam em observação direta ou indireta. Os dados são selecionados com base em perguntas e convertidos em escalas numéricas ou diagramas. Para os critérios semi-quantitativos, o protocolo elaborado por Karhu, Kansu & Kuorinka (1977), conhecido como OWAS, destina-se a uma avaliação da postura da coluna, dos membros superiores e inferiores e da força muscular envolvida. O método ARBAN, desenvolvido por Holzmann (1982) para análises ergonômicas do trabalho, incluindo situações de trabalho que envolvam posturas e movimentação manual de materiais. O instrumento de Rodgers (1992) prioriza o(s) segmento(s) corporal(is) através do nível de esforço. O método RULA, elaborado por Mcatamney & Corlett (1993), permite avaliação

postural de membros superiores. O método HAMA, elaborado por Christmansson (1994), foi desenvolvido para avaliar o custo postural das mãos e braços em tarefas/atividades que requerem o uso de membros superiores. O método de Malchaire (1998) determina a zona corporal de maior risco, no entanto, há uma tendência dos resultados indicarem os punhos/mãos como o segmento corporal de maior risco. O método REBA, elaborado por Hignnett & McAtamney (2000), é uma ferramenta de análise de posturas de corpo inteiro desenvolvida para avaliar posturas de trabalho imprevisíveis.

Os critérios quantitativos propõem fórmulas para levantamento de cargas como é o caso dos métodos de Moore & Garg (1995), a minuta da IEA (1995) e o NIOSH (1991). O método de Moore & Garg (1995) sugere a avaliação dividindo-a em hemicorpo direito e esquerdo, e a análise se propõe avaliar todos os segmentos dos membros superiores. No entanto, apenas observa-se critérios para a avaliação da postura das mãos, não devendo por este motivo, se fazer extrapolações para os demais segmentos. O método em desenvolvimento pela I.E.A (1995) objetivará o cálculo do Limite de Ações Técnicas Recomendadas e o Índice de Exposição dos Membros Superiores. O método do NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) pode ser utilizado para determinar a carga máxima em condições desfavoráveis. Esta equação considera seis variáveis: as distâncias horizontais (H) e verticais (V) entre a carga e o corpo, a rotação do tronco (A), o deslocamento vertical da carga (D), a frequência do levantamento (F), e a dificuldade de manuseio da carga (C). Os valores de F e C são obtidos em tabelas. Os valores de H, V, D e A serem colocados na equação são obtidos por meio de medição in loco.

Segundo Signori (2000) “Um instrumento confiável e fidedigno, para a classificação o risco do desenvolvimento distúrbios osteomusculares nos postos de trabalho, deve :

- Observar todos os fatores (biomecânicos e ambientais) de risco;
- Estabelecer critérios para quantificar a intensidade de cada fator;
- Ser aplicado aos hemicorpos direito e esquerdo separadamente;
- Possibilitar a identificação do risco específico de cada zona corporal (coluna lombar, coluna dorsal, coluna cervical, ombro, cotovelo, punho e mãos).”

2.5.3 O critério fisiológico

A abordagem fisiológica pode usar vários critérios, tais como consumo de oxigênio, frequência cardíaca, volume da ventilação pulmonar, ou mesmo a atividade mioelétrica como critérios de carga do trabalho executado. O consumo de oxigênio é geralmente mensurado para estimar o dispêndio de energia requerido por uma determinada tarefa. A mensuração das demandas fisiológicas também pode ser determinada pela mensuração da frequência cardíaca e pela capacidade aeróbica máxima do indivíduo e, assim, determinar qual a capacidade requerida para determinada tarefa.

Assim como na abordagem biomecânica, a meta da abordagem fisiológica é definir limites usando o critério do dispêndio energético metabólico e, a partir destes limites, determinar a capacidade de carga (Garg, 1976; Astrand e Rodahl, 1986; Ayoub e Mital, 1989).

2.5.4 Avaliação fisiológica

Os efeitos fisiológicos e psicológicos de uma determinada produção energética (por minuto, por hora, por dia) são determinados pela potência aeróbica máxima do indivíduo, pela dimensão da massa muscular engajada, pela posição de trabalho adotada, pelo fato do trabalho ser intermitente, com ritmo acelerado, ou contínuo, e pelas condições ambientais (Astrand e Rodahl, 1986).

Em geral, a experiência subjetiva de uma pessoa com relação a uma determinada carga de trabalho, ou ritmo de atividade, se relaciona mais intimamente com a frequência cardíaca e com a captação de oxigênio durante o trabalho, pois o pulso de trabalho, além da verdadeira carga de trabalho, reflete também os fatores emocionais, o calor, e o volume dos grupos musculares engajados nesta carga (Astrand e Rodahl, 1986). Segundo Astrand e Rodahl (1986), a intensidade da carga de trabalho, em termos de demanda cardiovascular, de acordo com a tabela 2.1, pode ser classificada em: *leve, moderado, pesado, muito pesado, extremamente pesado*.

Tabela 2.1 Intensidade da carga de trabalho relacionada com a resposta cardiovascular, quanto a variação do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca.

Tabela 2.1 Intensidade da carga de trabalho relacionada com a resposta cardiovascular, quanto a variação do consumo máximo de oxigênio e da frequência cardíaca.

Trabalho	Captção de Oxigênio(l/min)	Resposta Freq. Card.(bat/min)
Leve	ATÉ 0,5	ATÉ 90
Moderado	0,5 A 1	90 – 110
Pesado	1 A 1,5	110 – 130
Muito Pesado	1,5 A 2	130 – 150
Extremamente Pesado	≥ 2	150 – 170

A carga de trabalho físico pode ser avaliada quer pela mensuração da captação de oxigênio durante o trabalho, quer por cálculo indireto, com base no pulso de trabalho, registrado durante o trabalho (Astrand e Rodahl, 1986; Grandjean, 1998). Embora os sintomas de fadiga física resultem de trabalho muscular, a natureza do trabalho físico (estático ou dinâmico) determina o método de avaliação da fadiga. Visto que o suprimento sanguíneo difere consideravelmente em esforços físicos estáticos e dinâmicos, a fadiga física resultante de trabalho dinâmico tem sido tradicionalmente avaliada pela frequência cardíaca e a taxa metabólica (Astrand e Rodahl, 1986).

Se grandes grupos musculares são agregados ao trabalho e a temperatura ambiente se mantém, costuma existir uma relação linear entre a captação de oxigênio e a frequência cardíaca em uma determinada pessoa. Portanto, a frequência cardíaca pode ser utilizada para calcular a carga de trabalho (Astrand e Rodahl, 1986).

Níveis específicos destas duas respostas fisiológicas, em trabalhos físicos dinâmicos, são usadas pelos especialistas em ergonomia no design de atividades de trabalho que não causem exaustão ou fadiga excessiva

2.5.4.1 Limites fisiológicos aceitáveis de carga

Karasch e Muller (1951) sugeriram que o limite de carga máxima aceitável é aquele que a frequência cardíaca não aumenta de forma contínua, e que esta frequência, após quinze minutos, retorne a valores de repouso.

Segundo Muller (1961), o limite de trabalho contínuo para homens é alcançado quando a frequência média do pulso de trabalho for de trinta batimentos por minuto acima do pulso de repouso (igual a trinta pulsos de trabalho).

Muller (1961) sugeriu os seguintes parâmetros para avaliar os diversos tipos de carga de trabalho:

- Frequência do Pulso de repouso (frequência média do pulso antes do trabalho);
- Frequência do Pulso durante o trabalho (frequência média do pulso durante o trabalho);
- Pulso de Trabalho (diferença entre a frequência do pulso de repouso e do pulso durante o trabalho);
- Soma dos pulsos de recuperação (soma dos pulsos desde o fim do trabalho até o retorno da frequência de repouso);
- Soma de pulsos de trabalho (soma dos pulsos desde o início do trabalho até o retorno à frequência de repouso);

Laville (1977) define como cargas de trabalho toleráveis:

Estabilização da frequência cardíaca durante o trabalho ou seu aumento progressivo ao longo do tempo, e que a frequência cardíaca não deve ultrapassar cento e dez batimentos por minuto, para jornada de oito horas de trabalho.

Dependendo como ocorra a mensuração da frequência cardíaca, frequências entre 90 e 130 batimentos por minuto têm sido sugeridas como limites superiores para performance de trabalhos contínuos (Astrand e Rodahl, 1986); Ayoub e Mital, 1989).

Grandjean (1998) propõe como carga limite aceitável para trabalho contínuo o limite de 35 PT para homens e 30 PT para mulheres (PT = diferença entre o batimento cardíaco durante o trabalho e o de repouso).

Estes limites correspondem a uma carga de trabalho na qual o gasto de energia está ainda em equilíbrio (steady state) com a reposição corrente de energia gasta. Esta carga é hoje chamada de limite de trabalho contínuo para jornada de oito horas diárias (Grandjean, 1998).

Baseados em tais critérios fisiológicos, concluiu-se que, para um homem jovem, trabalhando em média oito horas por dia, o dispêndio energético (taxa metabólica), não pode exceder 5 kcal/min ou 33% da capacidade aeróbica máxima, e a frequência cardíaca não pode exceder 110 a 115 batimentos por minuto (Snook e Irvine, 1967; Astrand e Rodahl, 1986; Kilbom, 1999).

2.5.5 O critério psicofísico

A psicofísica é um ramo da psicologia que estuda as relações entre as sensações subjetivas e a intensidade do estímulo físico, iniciando com a Lei de Weber, no início de 1800. Com o passar dos anos, tornou-se claro que a relação linear entre a intensidade do estímulo físico e as sensações subjetivas estavam relacionadas com um amplo espectro de estímulos físicos (Krawczyk, 1996).

A abordagem psicofísica, para determinar a capacidade de carga, tem sido usada ao longo de trinta anos (Snook e Irvine, 1967; Ayoub et al., 1981; Borg, 1982 e Snook, 1985). O uso desta abordagem requer que o sujeito ajuste o peso da carga à sua percepção, e que esta carga não resulte em fadiga excessiva. O peso final decidido pelo sujeito representa o peso máximo aceitável para o manuseio de cargas, para determinadas condições de trabalho (Gamberale, 1985).

A avaliação psicofísica de um dado esforço, desconforto ou dor pode ser feita por meio de tabelas, escalas, e mapas de regiões corporais, ou mesmo combinações de escalas com mapas de regiões corporais. A partir dos estudos pioneiros de Snook e Irvine (1967);

Ayoub et al., (1981), e NIOSH (1981), publicaram as tabelas com o resultado de avaliações psicofísicas da carga de trabalho.

Segundo Guimarães e Diniz (2001) “Os questionários e as escalas de avaliação têm sido freqüentemente usados pela avaliação da exposição à carga de trabalho, devido ao seu baixo custo. O uso de questionários e técnicas de entrevistas tem o potencial de estudar exposições repetitivas no tempo como um todo, o que é um importante parâmetro, geralmente não disponível em medições diretas”

O mapa corporal, dividido em segmentos, também é utilizado para especificar o desconforto subjetivo em tarefas investigadas (Kuorinka et al., 1992; Corlett, 1993 ; Straker, 1999 e Delleman, 2000).

2.5.6 Avaliação psicofísica

Entre os métodos subjetivos disponíveis para as avaliações psicofísicas, têm-se as escalas, as tabelas e os mapas.

Entre as escalas, tem-se a escala de Borg (1990). Segundo Guimarães e Diniz (2001), “a escala de Borg aponta o índice do esforço percebido. A escala foi ajustada em números de 6 a 20 e estão linearmente relacionadas com o batimento cardíaco dividido por dez”.

As escalas visuais analógicas são outras freqüentemente utilizadas para mensurar o estresse físico (Stone, 1974; Harms-Ringdahl et al., 1986; Ulin et al., 1990; e Diniz, 1999). Uma das mais comuns é em uma escala de dez centímetros O sujeito é instruído a indicar, onde a sua percepção mostra ao longo da linha, entre duas âncoras, numa extremidade, trabalho fácil, e na outra, trabalho difícil. O local marcado é contabilizado, entre os valores de 0 a 10. Esta escala foi utilizada para avaliação de trabalhos com carga física, em jornadas de oito horas (Ulin, et al., 1990; Krawczyk, 1993 ; Krawczyk et al., 1993 e Krawczyk, 1996).

Stone (1974) advoga o uso de escala de 15 centímetros, com duas âncoras em cada extremidade, para medir uma dada grandeza qualitativa. Segundo Guimarães e Diniz (2001): “o uso desse tipo de escala favorece o poder de discriminação entre os respondentes

(o que torna o nível de mensuração melhor) e permitindo o uso de uma maior gama de técnicas estatísticas”.

2.6. Critérios Multidimensionais ou Integrados

Historicamente, a avaliação de carga física de trabalho se dá com base na consideração dos seguintes critérios: o biomecânico, o fisiológico ou o psicofísico. Mital, Nicholson e Ayoub (1997) comentaram que os achados na literatura quanto ao manuseio manual de carga eram diferentes em função do tipo de abordagem utilizada e, portanto, geravam recomendações diferentes para limite de manuseio de carga ou utilização de força. Estas diferenças se devem basicamente a dois fatores: (1) as diferentes abordagens empregavam critérios diferentes e (2) as diferentes abordagens exigiam planejamentos de experimento diferentes. A abordagem biomecânica por exemplo, era limitada a manuseio manual de cargas esporádico.

Garg e Ayoub (1980) reforçaram estas diferenças quando compararam as recomendações de limites para o manuseio manual de cargas, disponíveis na literatura. Eles concluíram que: (1) as recomendações das diversas abordagens não estavam de acordo, (2) o peso máximo aceitável de carga baseado em estudos psicofísicos era menor que aqueles baseados no critério biomecânico e (3) o critério psicofísico (peso máximo aceitável de levantamento) estipulava cargas maiores em altas frequências de levantamento, quando comparado com o critério fisiológico de 5 kcal/min. Esta relação é inversa para levantamentos em baixa frequência. Os limites dos critérios fisiológico eram maiores do que o proposto atualmente.

A primeira abordagem que considerou os três critérios juntos foi a do NIOSH, 1981 (Kumar e Mital 1989).

Mital (1985) mostrou que a utilização simultânea de critérios psicofísico e fisiológico para a determinação do nível de segurança no levantamento de carga definia valores menores que os determinados pelo NIOSH (1981, 28-29% da capacidade aeróbica máxima, feito em bicicleta ergométrica, para jornada de trabalho de oito horas) tanto em levantamentos de baixa como em alta frequência.

Mital e Kromodihandjo (1986) mostraram uma alta correlação positiva entre a carga máxima percebida, estabelecida pelo critério psicofísico, e as forças compressivas na coluna. Usando os dados de Hutton e Adams (1982), eles extrapolaram uma equação que mostra uma correlação significativa do esforço compressivo máximo na coluna lombar, e a carga física percebida dos sujeitos avaliados. Compararam, então, este esforço compressivo máximo da coluna com a carga máxima manuseada conforme estabelecido pelo critério psicofísico, e encontraram valores psicofísicos 30 a 50% menores do que os valores tabulados pelo NIOSH, 1981 (400 kg = 3930 N em L5/S1). O fato da auto seleção da carga definir valores inferiores do que a carga real que pode ser suportada pela coluna humana assegura uma margem de segurança na prevenção de patologias da coluna (Mital e Kromodihandjo, 1986). Kumar e Mital (1989) concluíram que ao gerar esta margem de segurança para a auto seleção da carga, a abordagem psicofísica integra as abordagens biomecânica e fisiológica. Entretanto, a sensibilidade da metodologia psicofísica em termos de condicionamento sensorial necessita uma investigação de longo prazo.

Cabe notar que todos os estudos de integração de abordagens identificados na revisão da literatura destinam-se à avaliação da carga física de trabalho no manuseio manual de cargas. Nesta dissertação avaliou-se integração das três abordagens na percepção da carga física imposta em diferentes situações de trabalho que incluíam, ou não, movimentação de carga. Esta ampliação do escopo de avaliação segue os pressupostos da Macroergonomia, base da Avaliação Macroergonômica do Trabalho (AMT, proposta por Guimarães, 1999) que foi o método de análise utilizado nos estudos de caso que serão descritos no próximo capítulo.

3 MATERIAIS, MÉTODOS E ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta os materiais e métodos que foram adotados na avaliação da carga física de trabalho em duas empresas. Dado que esta dissertação está fundamentada nos princípios da macroergonomia, inicialmente apresentar-se-á o Método da Análise Macroergonômica do Trabalho (Guimarães, 1999) com o intuito de demonstrar a importância da abordagem sistêmica na ergonomia e na priorização de problemas ergonômicos a serem solucionados. Na seqüência, serão apresentados os métodos empregados de avaliação biomecânica, fisiológica e psicofísica da carga física de trabalho..

3.1 Método da Análise Macroergonômica do Trabalho

De acordo com Guimarães (1999), “geralmente, as avaliações ergonômicas se dão em nível micro, enfatizando a adequação física do posto de trabalho ao homem. Na abordagem microergonômica, apenas são relevantes problemas ambientais e de manipulação associados com as posturas adotadas. Neste tipo de abordagem, o processo de composição da tarefa não está em questão. Implantadas as medidas de adequação microergonômica, ainda assim as atividades devem ser realizadas respeitando o seqüenciamento das atividades que atualmente estão associados a condições de trabalho inadequadas, no entanto, a fim de melhor enquadrar o homem em seu meio de trabalho, deve-se considerar não somente a adequação física, fator primordial à adequação do homem à sua atividade, mas, também, a questão do enriquecimento da tarefa, do conforto, segurança e da qualidade de vida.”

Com base nesses preceitos, Guimarães (1999) desenvolveu o método da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT), segundo o qual realizam-se o levantamento e análise das condições de ambiente físico, postos de trabalho, e fatores organizacionais, envolvendo as questões relativas ao leiaute, ritmo e rotinas de trabalho. Partindo do pressuposto de que os trabalhadores são os mais indicados para apontar as verdadeiras necessidades organizacionais e os locais onde se deve focalizar os esforços na melhoria do sistema de trabalho, a AMT promove e reforça a participação direta dos trabalhadores dos diversos setores da empresa, em todas as fases da intervenção ergonômica. Tal

pressuposto pode ser assumido como realístico na medida em que a macroergonomia torna visível que, geralmente, há uma grande diferença entre o trabalho real e o trabalho prescrito.

Aliando a percepção e conhecimento do trabalhador sobre suas tarefas (importante para priorizar as melhorias necessárias aos processos de trabalho) com o conhecimento técnico de uma equipe multidisciplinar, a AMT leva a soluções mais consistentes e de acordo com a realidade da empresa. Além disso, considerando que a maioria das empresas brasileiras, principalmente as de pequeno e médio porte, não possuem registros técnicos atualizados sobre as causas de absenteísmo vinculados ao trabalho, a AMT torna-se apropriada, uma vez que a “voz do trabalhador” indica a direção da solução e dá validade às propostas de melhorias. Assim, o processo participativo ocorre em todas as fases do projeto, desde a concepção até a operacionalização das mudanças.

O Método da AMT consiste nas etapas comuns às intervenções ergonômicas com enfoques diversos, sendo que a inovação é a participação dos usuários em todas as etapas:

- Levantamento ou apreciação macroergonômica;
- Análise ou diagnose macroergonômica;
- Propostas de soluções ou projeção macroergonômica;
- Avaliação ou Validação macroergonômica.

Este trabalho compreende somente as duas primeiras etapas que serão detalhadas a seguir.

3.1.1 Apreciação macroergonômica

A etapa de apreciação é uma fase inicial, exploratória que permite mapear os problemas com base em observações (assistêmicas ou sistemáticas) no local de trabalho. Não há um único método utilizado em qualquer tipo de caso, mas, sim, uma série de métodos que podem ser selecionados de acordo com a necessidade do caso. Várias técnicas de levantamento podem ser utilizadas para identificar *quem faz, como faz, quando faz e onde faz* o trabalho.

Segundo Guimarães (1999), esta é a fase de problematização, na qual se deve reconhecer (identificar), delimitar (selecionar e classificar) e formular (reduzir a situação problemática a aspectos mais significativos e solucionáveis) os problemas ergonômicos: posturais, informacionais, acionais, cognitivos, comunicacionais, interacionais, deslocacionais, movimentacionais, operacionais, espaciais e físico-ambientais, segundo a terminologia de caracterização de problemas ergonômicos proposto por Moraes e Montalvão (1998).

Nesta fase de apreciação, a AMT utiliza a ferramenta Design macroergonômico (DM) desenvolvida por Fogliatto e Guimarães (1999) como auxiliar no projeto ergonômico de postos de trabalho e de produto.

O Design Macroergonômico é constituído de sete etapas, nas quais se procura, a partir da verbalização do usuário sobre a tarefa, identificar as suas demandas em relação ao posto de trabalho. As opiniões são processadas por meio de um conjunto de técnicas estatísticas e de tomada de decisão, gerando dados confiáveis para elaboração de parâmetros ergonômicos de projeto. Esses dados são então consolidados como itens relacionados pelo usuário em função de suas tarefas. Essa característica no DM, é denominada *itens de demanda ergonômica (IDEs)*.

As etapas do DM são as seguintes (Fogliatto e Guimarães, 1999):

- “Identificação do usuário, coleta organizada de informações acerca de sua demanda ergonômica e priorização dos itens de demanda ergonômica identificados pelo usuário;
- Priorização dos itens de demanda ergonômica (IDEs) identificado pelo usuário. Com o conjunto de dados amostrados no item anterior (itens, ordem de menção, frequências, etc), elabora-se uma classificação de itens demandados;
- Incorporação da opinião de especialistas (ergonomistas, engenheiros, designers), em função da correção das distorções apresentadas, na classificação demandadas no item anterior, e também listar os itens não identificados pelo usuário. Esta classificação corrigida é utilizada nas etapas posteriores;

- Listagem dos itens de design (*Ids*) a serem considerados no projeto ergonômico dos postos de trabalho, a partir dos itens de demanda ergonômica (*IDEs*);
- Determinação da força de relação em itens de Demanda Ergonômica (*IDEs*) e Itens de Design (*Ids*), listados no item anterior, utilizando a matriz de qualidade. O objetivo é identificar os grupos de *Ids* a serem priorizados nas etapas seguintes da metodologia;
- Tratamento Ergonômico dos *Ids*. Nesta etapa estabelecem-se metas ergonômicas para os *Ids*, com base em fatores de segurança e conforto do ambiente físico, antropometria e organização do trabalho;
- Implementação do novo design e acompanhamento

O DM foi operacionalizado com o uso de ferramentas para seleção de amostras e coleta de dados, como entrevistas e questionários estruturados, bem como estratégias para organização das informações obtidas;

Neste estudo, nas duas empresas analisadas, foram utilizadas as etapas Priorização dos itens de Demanda Ergonômica (*IDEs*) e Listagem dos itens de design (*Ids*) do método DM.

Para efeito de priorização dos itens de demanda ergonômica (*IDEs*), a ordem de menção de cada item é utilizada como peso de importância pelo recíproco da respectiva posição; ou seja, ao item mencionado na $p^{\text{ésima}}$ posição é atribuído o peso $1/p$. Dessa forma, o primeiro fator mencionado receberá o peso $1/1=1$ o segundo $1/2=0,5$, o terceiro $1/3=0,33$, e assim por diante. A tendência do uso da função recíproca é de valorizar os primeiros itens mencionados, sendo que a partir do quarto item a diferença passa a ser menos expressiva. A soma dos pesos relativos a cada item dará origem ao *ranking* de importância dos itens que servirá de guia para a elaboração de um questionário a ser preenchido por todos os funcionários. O resultado dos questionários indicará as prioridades dos *IDEs* a serem consideradas no projeto. No entanto, na medida em que não é possível a aplicação de questionários, a priorização estabelecida a partir dos dados da entrevista espontânea é um forte indício da importância dos *IDEs*;

A partir dos *IDEs* demandados, elaborou-se uma classificação dos itens de demanda ergonômica, com a incorporação da opinião dos especialistas, onde são os mesmos agrupados por afinidade, e expurgados itens não pertinentes

A etapa de apreciação termina com o parecer ergonômico, e compreende a apresentação (ilustrada com fotos, desenhos esquemáticos, etc, se possível) dos problemas, o quadro de caracterização e taxionomia de Moraes e Montalvão (1998) e a hierarquização e priorização dos problemas levantados (Guimarães, 1999).

3.1.2 Diagnose macroergonômica

Na diagnose ergonômica, é aprofundada a análise dos dados levantados na etapa anterior de acordo com as prioridades estabelecidas. Para o diagnóstico, utiliza-se observações sistemáticas planejadas estatisticamente. É o momento de se efetuar medições mais acuradas, sendo importante determinar o que medir, como medir, que instrumentos e técnicas utilizar, e que planejamento estatístico deve ser adotado (a ferramenta estatística adotada neste trabalho para avaliar a carga física de trabalho foi o Projeto de Experimentos, conforme seção 3.5) de acordo com os objetivos de estudo e hipóteses sobre a interação de fatores ergonômicos. Deve também apresentar a revisão da literatura e recomendações ergonômicas (Guimarães, 1999).

3.2 Método de avaliação biomecânica

As posturas assumidas durante o trabalho, nos dois estudos de caso, foram avaliadas com a ferramenta computacional WinOWAS®(Tampere University of Technology, Occupational Safety Engineering, 1991). A ferramenta utiliza a classificação do grau de esforço físico por categorias de ações determinadas com base nas posturas de trabalho e na força exercida durante uma ação específica. Segundo o método OWAS (Karhu; Kansil, e Kuorinka, 1977), identifica quatro categorias ou classes operacionais:

- **Classe 1:** Postura normal, não é exigida nenhuma medida corretiva;

- **Classe 2:** Postura que deve ser verificada durante a próxima revisão rotineira dos métodos de trabalho. A carga física da postura é levemente prejudicial, sendo necessário adotar medidas para mudar a postura em um futuro próximo;
- **Classe 3:** A carga física da postura é prejudicial, sendo necessárias medidas para mudar a postura o mais rápido possível;
- **Classe 4:** A carga física da postura é extremamente prejudicial: são necessárias medidas imediatas para mudar as posturas.

A Figura 3.1, apresenta um exemplo de análise de carga de trabalho físico, com o WinOWAS®.

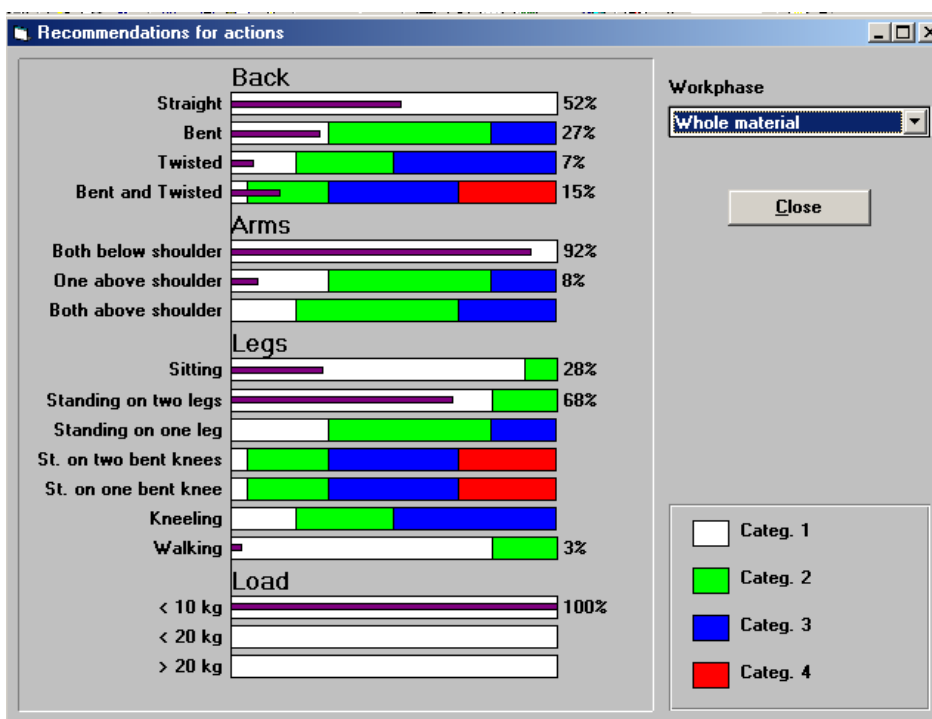


Figura 3.1 Exemplo de análise biomecânica da carga de trabalho, utilizando-se o método WinOWAS®

3.3 Método de Avaliação Fisiológica da Carga de Trabalho

A carga de trabalho fisiológica foi avaliada por cálculo indireto, com base na frequência cardíaca registrado durante o trabalho com aparelhos portáteis, marca “Polar”, modelo “Sportester”. Ele é composto por uma unidade transmissora, com eletrodos fixados junto ao tórax, abaixo dos músculos torácicos, e fixados por tira elástico ajustável. Esses eletrodos detectam os sinais advindos do coração que são, então, transmitidos a uma unidade receptora de pulso para gravação e análise.

O método prevê a mensuração da frequência cardíaca de repouso, na posição sentada, por quinze minutos, até a estabilização da mesma, e a seguir, mensurações da frequência cardíaca durante o trabalho. Pela diferença entre a frequência cardíaca durante o trabalho e o de repouso, obtém-se o *pulso de trabalho (pt)*

3.4 Método da Avaliação Psicofísica

O método de avaliação psicofísica adotado, adaptado de McAtamney e Corlett (1993), ilustrado na figura 3.2, utiliza um desenho com um diagrama, dividido em segmentos corporais (lado direito e esquerdo, tronco, pescoço e cabeça) cada um com uma escala contínua de 9 cm, sendo o extremo esquerdo, ou 0, nenhum (desconforto e/ou dor) e o extremo direito, ou 9, muito (desconforto e/ou dor). Deve-se preencher a planilha marcando somente na escala dos segmentos corporais afetados por algum desconforto. A marcação depende da percepção individual de dor e/ou desconforto, necessitando apenas fazer uma marcação em qualquer ponto da escala que melhor represente sua sensação.

Na análise dos dados, computa-se apenas as medições de dor e/ou desconforto igual ou superior à média ($>$ ou $=$ a 4,5) para minimizar o mascaramento dos resultados: quando se medem todos os dados e se faz uma média, pode-se estar diluindo a queixa de um funcionário em relação ao todo. Além disso, podem estar sendo distorcidos os casos mais graves.

Utilize as linhas abaixo para indicar a ocorrência de desconforto/dor nas diversas regiões do seu corpo
(Marque com um X sobre a linha, de acordo com o mapa corporal)

Lado esquerdo		Cabeça (C) Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Lado direito	
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Ombro (2)	0	Ombro (3)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Braço (4)	1	Braço (6)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Cotove (10)	2	Cotovelo (11)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Antebra (12)	3	Antebraço (13)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Punho (14)	4	Punho (15)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Mão (16)	5	Mão (17)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Coxa (18)	6	Coxa (19)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Joelho (20)	7	Joelho (21)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Perna (22)	8	Perna (23)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Tornozelo (24)	9	Tornozelo (25)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Pé (26)	10	Pé (27)	Muito desconforto/dor
Tronco					
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Pescoço (0)	11	Costas-médio (7)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Região cervical(1)	12	Costas-inferior (8)	Muito desconforto/dor
Nenhum desconforto/dor	Muito desconforto/dor	Costas-superior (5)	13	Bacia (9)	Muito desconforto/dor

Figura 3.2 Exemplo de análise psicofísica da carga de trabalho, utilizando-se o método adaptado de Mc Atamney e Corlett (1993).

3.5 Organização da coleta de dados dos Experimentos

A organização da coleta de dados dos experimentos utilizados neste estudo, nas duas empresas, foram utilizados para referenciar as respostas fisiológicas da carga física do trabalho avaliada. Em ambas, a variável independente estudada foi o *pulso de trabalho* (*pt*).

Na primeira empresa, a organização da coleta de dados do experimento seguiu um modelo com avaliação dos sujeitos dois a dois, para teste da interação entre y_1 com x_1 , x_2 e x_3 .

Na segunda empresa, a organização da coleta de dados do experimento seguiu um modelo com avaliação dos sujeitos dois a dois, para teste da interação entre y_1 e y_2 com x_1 , x_2 , x_3 , x_4 e x_5

A seguir são apresentados os estudos realizados nas duas empresas: uma do setor automotivo, localizada no interior do Rio Grande do Sul, e a outra empresa de construção civil pesada, atuando na construção de usina hidroelétrica, no interior do estado de Goiás.

3.6 Empresa 1 (John Deere)

Em maio de 1999, a SLC John Deere, hoje John Deere Brasil, contactou o LOPP/PPGEP/UFRGS interessada em estabelecer um comitê de ergonomia (COERGO) na planta de Horizontina, RS. O COERGO de uma empresa é o meio pelo qual se implanta, capacita e mantém um grupo básico de ação ergonômica na empresa. É o grupo na empresa responsável pelas ações tomadas com respeito à ergonomia.

Em outubro do mesmo ano, a empresa firmou um contrato com o LOPP para suporte técnico ao comitê de ergonomia, a fim de diagnosticar e corrigir problemas nos vários setores da empresa. De acordo com o enfoque do LOPP, foi proposto um suporte macroergonômico de atuação.

A unidade da John Deere Brasil, em Horizontina, alvo da intervenção macroergonômica, compreende instalações de escritório, de saúde ocupacional e de produção (fábrica 2 e fábrica 3). Os produtos fabricados são tratores, colheitadeiras, plantadeiras, montagem de plataformas e esteiras (estes dois últimos itens são acoplados às colheitadeiras).

Da análise conjunta dos dados pelos membros do COERGO da empresa e pela equipe do LOPP da UFRGS, constatou-se a existência de diversos setores com problemas ergonômicos, conforme a figura 3.3. Entre esses setores com elevados índices de afastamentos por Doenças Osteomusculares relacionadas com o trabalho (DORT), decidiu-se pela priorização do setor de pintura, especialmente a tarefa de carregamento de peças,

para o estudo inicial, porque este setor apresentava uma elevada incidência de sintomas e dores musculares, e igualmente pela carga de trabalho pesada envolvida.

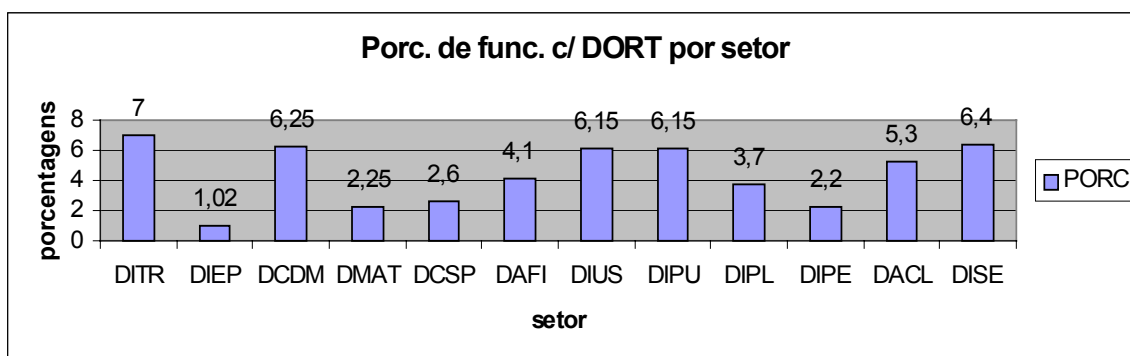


Figura 3.3 Porcentagem de trabalhadores com Doenças Osteomusculares relacionadas com o trabalho (DORT) por setor fabril referente ao ano de 1999.

3.6.1 Levantamento de dados

O levantamento inicial da situação de trabalho do carregamento de peças no setor de pintura foi realizado com o recurso de técnicas de observação direta e indireta e realização de entrevistas para identificação da demanda ergonômica dos usuários dos postos de trabalho em estudo. O mapeamento dos problemas no setor conforme preconizado pela AMT (Guimarães, 1999) foi realizado por meio de duas etapas: 1) levantamento com a participação indireta dos funcionários e 2) levantamento com a participação direta dos funcionários.

1) Levantamento com a participação indireta dos usuários

Foram efetuadas observações indiretas pela documentação em vídeo da situação e ambiente de trabalho. As informações obtidas em vídeo foram analisadas pelos especialistas em etapa posterior. Além disso, foram efetuadas várias observações assistemáticas em várias épocas durante um ano, o que permitiu identificar as atividades que compõem o trabalho de carregamento de peças do setor.

2 Levantamento com a participação direta dos usuários

2.1 Caracterização dos sujeitos

De um total de quarenta e três trabalhadores da pintura da fábrica 2, foram analisados vinte homens jovens, aparentemente saudáveis, do setor de peças para pintura, com idade variando entre 19 e 23 anos, que operam no horário de 07:50h às 17:25h, com uma hora de intervalo para o almoço.. O grupo foi dividido em dois níveis de experiência na atividade: experiente (com mais de 160 dias de trabalho) e novato (com até 60 dias de trabalho). Tendo em vista a sobrecarga física imposta, há alta rotatividade no setor, não havendo carregadores com mais de dois anos de experiência.

Os sujeitos estavam a par dos detalhes do estudo em desenvolvimento, estavam envolvidos com a pesquisa e colaboraram, voluntariamente, com o experimento.

2.2 Caracterização do trabalho

O trabalho destes carregadores pode ser assim caracterizado:

- 1 Deslocar, com auxílio de carrinhos, para um dos seis pontos de carregamento, as peças a pintar que estão estacionadas junto à área de armazenamento;
- 2 Retirar os ganchos das bandejas dos transportadores aéreos, e colocar o tipo de gancho que sustentará a peça;
- 3 Em duplas, transportar, manualmente, as peças a serem penduradas nas bandejas, e fixá-las nos ganchos previamente colocados. As peças, de acordo com o peso e dimensões, são penduradas até o limite de carga e capacidade do equipamento. Utiliza-se uma rampa elevadora, quando necessário;
- 4 Liberar (tirando, manualmente, uma tranca) e deslocar a bandeja com as peças até a esteira transportadora aérea que leva para a área da pintura;
- 5 Deslocar, manualmente, os carrinhos e *racks* vazios para a área de estacionamento delimitada.

2.1 Identificação da demanda ergonômica

A identificação da demanda ergonômica dos funcionários foi realizada em abril/2000 por meio de entrevista não induzida de acordo com o Design Macroergonômico (DM) proposto por Fogliatto e Guimarães (1999). A técnica aplicada objetivou obter a declaração espontânea dos funcionários a respeito de seu trabalho. A entrevista foi realizada com dois grupos de trabalhadores. Apesar do enfoque desta dissertação ser o carregamento de peças,

foram ouvidos todos os trabalhadores do setor, ou seja, tanto os vinte carregadores quanto os sete pintores, totalizando vinte e sete sujeitos. Solicitou-se a eles que falassem sobre o seu trabalho, e os entrevistadores evitaram qualquer tipo de indução. Tais explicações foram gravadas, com anuência dos trabalhadores.

As respostas das entrevistas foram tabuladas em planilha Excel e analisadas pela equipe de especialistas. Foram expurgadas as informações não pertinentes e agrupadas as respostas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes foram consideradas como um mesmo item de demanda ergonômica (IDE). A tabulação das respostas de todos os respondentes permitiu o estabelecimento de um ranking de importância quanto à demanda ergonômica dos usuários.

A partir das respostas tabuladas e agrupadas das entrevistas, foram elaborados dois tipos de questionários, um para o grupo de pintores e outro para o grupo de carregadores, divididos em duas partes cada um deles.

O questionário dirigido aos pintores continha, na primeira parte, 13 questões relativas aos itens mencionados nas entrevistas, avaliando o nível de satisfação do sujeito com as tarefas do trabalho; na segunda parte, 26 questões avaliavam o nível de concordância com os fatores emocionais do trabalho, fatores ambientais e fatores de organização do trabalho.

O questionário dirigido aos carregadores era formado, na primeira parte, por 22 questões relativas aos itens mencionados nas entrevistas, avaliando o nível de satisfação do sujeito com as tarefas do trabalho; na segunda parte, era formado por 9 questões avaliando o nível de concordância com os fatores emocionais do trabalho, fatores ambientais e fatores de organização do trabalho.

Os questionários foram distribuídos para vinte carregadores dos dois turnos de trabalho. Todos os questionários retornaram.

Diferentemente da ponderação das entrevistas, que valoriza a soma dos pesos atribuídos a cada item pelos usuários, os dados dos questionários foram tabulados e priorizados em função do nível de insatisfação por sua média aritmética. A tabela 3.1 lista os dados tabulados e priorizados.

Tabela 3.1 Resultados dos questionários dos pintores tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.

Funcionário	30	38	43	47	48	52	53	54	Média
Questão									
19	14,0	13,2	14,2	14,2	14,3	14,6	14,1	14,3	14,11
18	13,7	13,2	14,3	14,2	14,3	14,3	13,4	1,0	12,30
17	14,0	13,5	14,3	7,5	14,2	7,9	9,3	14,2	11,86
5	13,9	13,0	14,1	13,8	14,0	12,0	9,8	0,5	11,39
16	14,3	6,9	14,3	7,5	14,1	13,9	13,5	1,0	10,69
6	9,7	1,9	14,2	7,3	14,0	14,4	9,2	7,5	9,78
15	5,3	1,8	13,8	1,0	14,5	13,3	3,7	14,1	8,44
20	9,8	1,7	7,5	7,5	7,4	1,9	13,7	14,4	7,99
12	10,5	12,9	7,4	7,3	0,6	14,7	2,8	7,5	7,96
3	11,4	12,9	7,2	7,2	14,2	2,0	2,8	0,7	7,30
8	9,4	8,2	0,3	0,9	13,9	10,7	11,2	0,7	6,91
1	6,9	12,6	14,2	2,0	7,4	0,9	8,7	1,3	6,75
9	10,0	2,1	14,1	7,4	0,4	8,9	9,5	0,9	6,66
2	10,5	12,8	0,7	1,0	7,3	8,2	4,6	7,5	6,58
14	5,2	6,6	7,5	1,1	7,5	7,8	6,1	7,5	6,16
10	2,5	0,0	0,5	7,2	13,9	8,4	8,6	0,8	5,24
7	2,8	8,1	0,6	0,9	14,1	2,2	5,4	0,7	4,35
11	7,5		0,7	0,9	13,9	0,3	3,3	0,8	3,91
13	7,6	8,2	0,6	1,0	0,6	8,4	4,0	0,9	3,91
22	0,9	1,8	0,6	0,8		2,1	4,0	0,9	1,59
4	2,1	1,9	0,7	0,9	0,6	0,2	3,6	0,7	1,34
21	4,3	0,0	0,4	0,7	0,8	0,4	2,5	1,0	1,26
Média Geral :									7,11
Desv. Padrão :									2,79

Tabela 3.2 Resultados dos questionários dos carregadores tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.

Funcion.	1	2	3	10	22	25	26	27	28	31	32	33	34	35	37	40	41	42	44	45	46	49	51	57	60	Méd.
28	13,3	14,6	14,2	14,0	13,2	13,9	13,8	14,1	13,5	14,0	11,4	13,9	14,3	12,7	11,6	14,2	14,2	14,1	9,7	14,4	11,4	14,2	14,4	10,3	14,0	13,34
12	13,3	14,0	7,5	0,6	13,1	15,0	15,0	14,0	14,0	9,4	11,2	7,4	14,2	7,3	13,0	14,3	7,5	13,8	10,5	14,0	11,0	7,3	11,3	9,2	11,6	11,18
6	13,6	0,6	14,2	14,0	13,1	5,1	8,7	3,4	14,5	13,8	10,6	14,0	14,2	12,7	13,8	7,5	14,5	13,6	3,1	14,2	14,1	13,9	14,1	9,7	3,4	10,98
13	7,5	14,2	14,0	12,7	2,5	13,1	11,6	14,0	14,0	14,1	11,5	0,9	1,3	12,0	5,0	7,5	14,0	11,4	11,9	14,1	11,4	14,2	14,1	10,5	12,3	10,79
4	6,0	14,4	14,2	10,7	0,2	8,5	7,6	2,5		13,0	11,2	14,0	14,2	8,6	14,0	7,5	14,5	13,4	8,7	14,1	10,7	14,2	11,0	12,1	12,9	10,76
21	1,9	14,4	14,3	14,0	1,1	15,0	15,0	11,7	13,6	9,9	11,4	0,5	14,1	7,5	3,1	14,2	14,2	13,7	10,0	1,2	14,2	14,0	14,2	1,8	10,1	10,20
25	11,0	14,5	14,3	7,6	10,4	12,7	0,3	12,3	9,1	14,0	11,5	14,0	1,1	2,2	11,5	14,5	7,5	14,3	1,7	14,4	4,2	14,1	14,3	10,5	12,5	10,18
2	14,0	7,6	14,0	1,0	9,2	6,5	10,6	14,3	9,8	8,2	2,9	7,4	7,5	13,0	7,5	7,5	14,5	12,6	11,9	7,5	10,7	14,3		11,2	10,5	9,76
24	11,3	7,5	14,3	14,1	2,4	11,4	10,6	7,5	4,0	7,6	3,8	14,2	13,9	7,5	7,5	14,1	14,1	14,5	13,3	14,0	10,8	0,6	0,7	13,1	1,7	9,38
16	2,2	7,6	13,9	5,0	9,4	13,3	5,5	14,1	8,5	13,9	11,5	7,5	14,2	8,7	2,7	7,5	7,5	13,0	3,4	14,1	7,7	14,0	14,2	4,9	10,1	9,38
3	7,4	14,5	14,2	10,7	0,3		2,9	12,3	7,5	12,4	3,4	7,4	14,5	8,4	7,3	7,5	14,6	10,7	2,6	7,6	7,6	14,3	11,1	9,5	8,3	9,04
7	7,6	1,1	14,0	13,6	12,7	11,8	7,5	5,1	14,6	7,2	3,0	1,0	14,1	8,3	4,4	14,2	7,6	10,5	9,4	14,3	4,2	7,5	14,4	4,9	10,5	8,94
20	13,4	14,0	7,5	1,0	1,9	7,3	0,0	13,4	13,6	13,9	11,2	13,8	14,4	8,1	3,7	0,9	14,2	0,9	10,4	14,1	11,4	14,0	14,3	1,4	1,0	8,79
26	13,5	0,9	14,0	7,5	7,5	7,6	7,7	11,6	10,6	13,9	11,7	14,1	7,5	2,0	9,2	14,2	7,5	0,5	1,7	7,5	3,9	14,2	11,3	9,7	8,7	8,74
27	11,3	0,9	14,0	14,0	7,5	12,9	0,3	12,0	13,5	7,5	11,6	1,0	14,3	7,6	5,4	14,2	1,1	14,3	2,6	7,5	11,5		7,7	1,9	14,1	8,70
9	9,8	14,2	14,0	2,5	0,7	10,9	8,8	7,5	8,3	13,7	13,1	7,4	7,5	2,5	0,5	1,0	14,5	10,5	5,6	14,1	11,4	14,2	14,3	1,0	0,8	8,35
10	1,7	14,0	14,0	7,6	7,5	12,7	2,9	10,2	7,7	13,2	3,0	14,0	7,5	3,2	7,5	1,0	14,5	13,5	3,4	7,5	4,4	14,0	14,3	1,6	0,8	8,07
11	4,9	7,8	14,0	2,7	7,5	6,1	7,5	7,5	7,6	7,5	3,4	7,4	14,1	8,1	3,7	7,5	14,5	2,9	2,7	14,0	7,8	14,1	14,3	2,1	4,6	7,77
18	6,3	14,4	14,0	3,0	7,2	2,5	11,2	12,1	8,3	13,8	2,9	7,1	14,2	2,7	7,3	7,5	1,1	7,3	2,2	7,5	7,4	14,2	14,2	2,0	2,2	7,70
30	2,0	7,0	14,3	14,1	2,4	1,5	0,0	9,5	3,3	1,1	12,4	1,0	0,7	2,0	12,9	14,2	1,1	14,0	12,4	14,4	11,8	7,4	7,7	1,9	14,0	7,32
19	1,7	14,2	7,5	9,0	2,5	6,8	7,5	13,7	8,0	13,8	2,8	0,7	7,5	2,4	10,0	0,9	7,5	7,3	10,9	7,5	7,5	13,8	14,1	1,0	3,9	7,30
29	5,5	15,0	14,2	1,0	0,4	7,7	0,0	12,8	11,0	7,8	11,4	0,9	1,1	2,2	4,7	0,9	14,4	0,6	2,2	14,4	7,4	14,2	14,2	9,9	1,0	7,00
15	6,5	7,5	13,9	3,2	2,2	3,3	7,5	9,6	1,6	7,5	11,2	0,9	14,2	7,4	4,5	1,0	1,2	13,8	3,8	7,6	1,3	14,1	14,1	8,4	2,9	6,77
5	3,3	8,4	14,2	3,5	4,0	5,0	0,3		14,5	3,0	2,8	7,2	1,0	8,0	10,9	14,3	7,5	7,3	2,1	7,5	4,9	14,1	11,1	3,5	4,0	6,77
17	1,5	14,2	14,0	1,0	1,6	3,4	0,0	13,9	14,5	13,5	11,2	0,7	1,2	2,3	1,4	0,9		1,0	9,5	14,1	4,3	14,0	14,2	2,0	4,0	6,60
14	3,5	1,0	14,0	12,7	1,8	7,5	1,8	10,9	8,0	12,8	2,4	0,9	7,5	2,1	3,9	1,0	0,7	1,4	8,6	14,1	7,5	14,2	14,2	3,6	0,6	6,27
22	5,4	7,5	13,9	3,9	7,3	7,5	0,3	2,6	7,4	11,3	2,6	0,9	14,2	2,4	2,9	0,9	0,6	0,7	0,3	14,1	5,3	14,4	14,2	1,2	0,9	5,71
31	4,8	7,0	14,3	0,8	5,9	4,7	3,6	7,5	1,4	7,8	12,1	1,1	0,7	4,5	7,5	0,7	13,5	1,0	4,3	7,5	7,1	7,4	7,5	5,8	1,0	5,58
1	4,5	10,3	14,0	1,0	0,2	2,4	0,3	7,5	1,1	4,0	11,5	0,8	1,0	2,4	0,7	1,7	7,5	2,0	4,4	7,5	7,5	14,2	4,0	2,2	4,81	
23	3,5	0,4	1,0	1,1	1,7	1,1	2,0	7,8	4,0	1,7	12,5	1,1	0,7	7,5	11,5	0,9	0,9	14,4	1,0	14,1	11,1	0,7	0,8	6,0	2,5	4,40
8	2,1	1,0	1,0	6,0	10,7	0,0	0,0	7,1	10,5	3,2	2,6	0,5	7,5	2,2	2,7	0,5	0,9	1,1	2,5	14,3	1,1	7,5	14,1	0,5	0,6	4,01
Média Geral :																									8,21	
Desvio padrão :																									2,18	

3.6.2 Avaliação da carga física de trabalho

3.6.2.1 Avaliação biomecânica da Carga de Trabalho Físico

Do total de vinte carregadores do setor de pintura de peças, foram analisados dois sujeitos, aparentemente saudáveis, do setor de peças para pintura, com idade variando entre 19 e 23 anos. O grupo foi dividido em dois níveis de experiência na atividade: experiente (com mais de 160 dias de trabalho) e novato (com até 60 dias de trabalho). Os sujeitos estavam a par dos detalhes do estudo em desenvolvimento, estavam envolvidos com a pesquisa e colaboraram voluntariamente com o experimento. O trabalho de carregamento no setor de peças da pintura foi gravado em fitas de vídeo que permitiram as avaliações posturais a cada 30 s conforme preconizado pelo método WinOWAS® (Tampere University of Technology, Occupational Safety Engineering). Foram avaliadas cem observações, com o registro das costas, braços, pernas e forças envolvidas.

3.6.2.2 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho Físico

Dos quarenta e três trabalhadores da pintura da fábrica 2, a amostra utilizada no experimento avaliou um grupo de vinte sujeitos, do sexo masculino, aparentemente saudáveis, do setor de peças para pintura, com idade variando entre 19 e 23 anos, de um total de quarenta e três trabalhadores da pintura. Os eventos considerados foram: *experiência (X1)*; *peso da peça (X2)* e *dificuldade de manuseio(X3)* O grupo foi dividido em dois níveis de experiência na atividade: experiente (com mais de 160 dias de trabalho) e novato (com até 60 dias de trabalho);o peso da peça foi dividido em duas condições:*leve e pesado* e a dificuldade de manuseio da peça, dividida em duas condições: *pega regular e pega ruim*. Os sujeitos foram orientados a respeito dos detalhes do estudo em desenvolvimento. A participação dos indivíduos no experimento foi voluntário, estavam envolvidos com a pesquisa e colaboraram voluntariamente com o experimento.

Neste estudo, foram utilizados dois aparelhos medidores da frequência cardíaca, marca “Polar”. A frequência cardíaca foi medida em dois momentos (i); (ii):

(i): frequência cardíaca de repouso, com os indivíduos sentados por quinze minutos

(ii): frequência cardíaca foi medida em cada atividade de descarregar, pendurar ganchos e peças e transportar peças.

A frequência cardíaca nas atividades (PT), foi organizada segundo um projeto de experimentos da Tabela 3.3

Tabela 3.3 Organização da coleta de dados do Experimento da Pintura.

Sujeitos	Experiência	Peso Da Peça	Dificuldade De Manuseio	Pt
1	2	1	1	9
2	1	1	1	12
3	2	2	1	12
4	1	2	1	15
5	2	2	2	28
6	1	2	2	32

N	N	N	N	N
20	2	2	2	N

Onde: N = No de sujeitos = 20 ; 1 = sujeito novato; 2 = sujeito experiente; 1 = peça leve; 2 = peça pesada; 1 = peça fácil de manusear; 2 = peça difícil de manusear ;PT = Pulso de trabalho; ap1 = aparelho 1 e ap2 = aparelho 2 ; peças manuseadas = 10.

3.6.2.3 Avaliação psicofísica da carga de trabalho

Cada um dos vinte carregadores da pintura recebeu uma planilha com o diagrama do corpo, adaptado de McAtamney e Corlett (1993). Foi explicado que a marcação depende da percepção individual de dor e/ou desconforto, necessitando apenas fazer uma marcação em qualquer ponto da escala que melhor representasse esta sensação.

3.7 Empresa 2: ODEBRECHT

Em maio de 2000, representantes da Odebrecht contataram o LOPP/PPGEP/UFRGS interessada em estabelecer uma parceria para projeto de ergonomia. Entre outras atividades, a idéia é formar um grupo na empresa responsável pelas ações tomadas com respeito à implantação e capacitação em ergonomia na empresa. Este trabalho conjunto deverá identificar os problemas e propor de soluções a curto prazo para os problemas nas centrais de armação, carpintaria e pré-moldados na construção da hidroelétrica de Cana Brava, em Minaçú, Goiás. Com base neste estudo piloto, as propostas deverão ser implantadas em outras obras da empresa.

3.7.1 Método de levantamento de dados

O levantamento da situação de trabalho nas três centrais foi realizado com o recurso de técnicas de observação direta, indireta e a realização de entrevistas para identificação da demanda ergonômica dos usuários dos postos de trabalho em estudo.

1) Levantamento com a participação indireta dos usuários

Foi feita a documentação, em vídeo, da situação e ambiente de trabalho, em agosto de 2000. Ao todo foram feitas três visitas, em agosto de 2000, janeiro e março de 2001 que compreenderam observações sistemáticas e assistemáticas.

2) Levantamento com a participação direta dos usuários

2.1 Caracterização dos sujeitos

O grupo total de trabalhadores é constituído por oitenta e cinco homens nas três centrais nos dois turnos (18 da armação diurno; 23 da carpintaria diurno; e 22 do pré moldado diurno) e (17 da armação noturno e 5 da carpintaria noturno), aparentemente saudáveis, com idade variando entre 18 e 54 anos e com três níveis de experiência: experiente, média experiência, novato.

2.2 Caracterização do trabalho

As centrais de armação e carpintaria trabalham em dois turnos (diurno: 7:30 às 17:18 e noturno: 17:20 às 2:28).

Em linhas gerais, na central de armação, nos 2 turnos, é feito o seguinte trabalho:

- 1) Transporte das barras de ferro de várias bitolas da carreta para as diversas baias com o uso do guindaste;
- 2) Separação manual das barras de ferro, com o corte manual das amarras das barras de ferro;
- 3) Corte em uma das três máquinas disponíveis, das barras de ferro selecionadas, e quantificadas;
- 4) Armazenamento provisório dos ferros cortados no chão, entre as linhas das mesas de corte;
- 5) Dobra em uma das três linhas de máquinas de dobra;

- 6) Carregamento manual dos ferros dobrados, por 1, 2 ou 3 carregadores, e deposição dos mesmos até a área de armazenagem junto ao pátio externo;
- 7) Transporte dos ferros dobrados ou não da área de armazenagem no pátio, para as carretas, que os transportarão até a área de concretagem na barragem.

Na central de carpintaria, nos dois turnos, pode-se resumir o trabalho conforme a seguir:

- 1) Transporte de madeira bruta em pranchas de diversas bitolas, do depósito ao ar livre, para a área interna da carpintaria, para corte, lixamento, etc;
- 2) Transformação em painéis, conforme especificações, de várias dimensões;
- 3) Transporte manual dos painéis prontos até a área do pátio de armazenagem;
- 4) Painéis são colocados nos caminhões, c/ auxílio de guindastes dos caminhões;
- 5) Transporte dos painéis até as frentes de trabalho, na barragem;
- 6) Retorno de painéis desformados e depositados no pátio, p/ reaproveitamento.

2.3 Identificação da demanda ergonômica

A identificação da demanda ergonômica dos funcionários foi realizada entre 8 e 10 de agosto de 2000, em Minaçu, por meio de entrevista não induzida de acordo com o método proposto por Fogliatto & Guimarães (1999).

As entrevistas foram efetuadas em grupos de aproximadamente dez pessoas, totalizando setenta e quatro trabalhadores dos dois turnos (nos horários dos turnos) por dois entrevistadores, e tiveram duração de 30 a 40 minutos. Os dados obtidos foram consolidados em tabelas resumidas com os itens elicitados em cada uma das centrais, contendo os tópicos listados pelos funcionários relativos à *organização do trabalho; ao meio ambiente; esforço físico, equipamentos de proteção individual e ferramentas utilizados*.

A partir dos resultados das entrevistas, foram elaborados quatro conjuntos de questionários: um para cada setor (armação, carpintaria, pré-moldados) e um para os encarregados. Os questionários apresentavam 25 questões relativas aos itens mencionados nas entrevistas, 4

questões quanto ao nível de dor/desconforto sentido durante o trabalho e 7 questões quanto a preferência de equipamentos de proteção individual..

Os questionários, não identificados, foram submetidos a 21 trabalhadores dos dois turnos de trabalho do setor de armação; 21 trabalhadores dos dois turnos de trabalho do setor de carpintaria, 22 trabalhadores do turno único de trabalho do setor de pré-moldados e 5 questionários para os encarregados, totalizando 69 questionários. Todos os questionários retornaram, sendo que dois questionários do setor de pré-moldados e um do setor de armação foram anulados devido à deficiência no preenchimento.

Os dados dos questionários foram tabulados e priorizados em função do nível de insatisfação. O resultado dos questionários, discriminado por setores, é apresentado na tabela 3.4.

Tabela 3.4 Resultados dos questionários das centrais tabulados e priorizados em função da média aritmética do nível de insatisfação.

Central de Armação

Identificação	N	G	O	Q	B	C	F	J	L	M	S	D	E	H	I	K	R	T	U	P	V	
Grau de escolaridade	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Função (Serv./Ajud./Oper.)	A	A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
Idade	49	18	34	35	40	40	32		30	54	23	27	27	31	22	25	34			19	23	
Alojado (S/N)	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S					S	S
Informações diversas	3,4	1,2	13,4	7,7	1,9	7,5	14,1	7,8	7,7	0,4	0,8	7	14,6	0,6	0,7	0,6		7,7	7,3	14,7	14,6	
Conforto do alojamento	7,8	2	10	1,1	7,1	7,7	15,1		0,9	15,1	7,1	0,5	10,2	15,1	6,1	0,7		7,7	7,3	14,5	14,6	
Espaço Disponível	7,6	1,9		0,8	9,4	14,8	15,3	7,7	7,9	1,8	12,9	7,6	14,6	8	5,1	14,2	4,5		4,9	11,7	14,7	
Assistência social	7,7	11	13,5	0,9	0,3	7,8	8,3	0,8	14,7	14,8	14,2	7,5	0,3	0,7	4,8	3,8	14,2	1,9	1,3	11	14,7	
Coleta/Limpeza	14,6	10,8	0,2	14,7	8,2	14,8	15	14,7	14,6	15,1	14	7,6	14,1	8	9	14,3	11,5			14,8	7,9	
Transporte (descarga) de madeiras	5	7,8	13,2	7,8	3,9	7,8	5,1	7,8	0,8	4,4	5,3	7,4	14,7	0,8	11	0,7	14,7	2,5		2,6	14,7	
Conforto do ônibus	0,5	4,8	13,8	7,9	0,7	0,7	7,9	0,4	7,9	15,1	14		7,9	0,8	1,9	0,8		7,8	0,7	7,4	7,7	
Assistência Médica	0,6	0	9,1	1,3	0	0,5	8,1	0,4	14,6	15,1	14,1	7,7	14,4	7,8	1,7	0,7		7,7	8	7,3	7,7	
Dia de recebimento	0,6	0	13,8	0,6	3,6	0,5	1	7,9	0,7	7,9	1,7	0,5	14,5	0,6	5,4	0,7	1,5	7,9	7,8	4,1	7,7	
Fila de Refeitório	0,4	0,1	2,7	0,7	4,6	7,7	7,7	0,6	14,6	14,8	13,9	7,5	2	14,9	1,8	0,8		1,6	1,1	10,9	0,8	
Qualidade da Comida	4,1	3	13,7	7,8	6,8	7,8	8	7,9	14,6	14,6	13,7	7,6	8	0,6	6,7	4,1	7,6	7,9	8	9,2	0,9	
Qualidade do Ar	2,2	0	0,3	7,9	4,3	7,9	14,6	7,6	4,1	0,2	2,3	7,6	7,7	7,9	2,5	8,2	7,8	2,2	1,5	7,9	0,7	
Compra de remédios	0,4	1,1	13,8	0,8	5,9	0,7	0,1	0,7	1,1	7,7	14,2	0,7	7,5	15	3,4	0,9				14,8	7,8	0,7
Organização do depósito	7,7	9,8	13,7	7,9	1,1	7,8	15,4	0,7	14,7	1,1	6,5	14,6	12,3	0,7	0,5	14		7,8	7,7	6,7	0,6	
Trabalho envolve responsabilidade	15,1	15,5	14,4	15	14,7	15,2	15,4	15,2	15,3	15,2	14,7	15	15,4	15,4	15,3	15,3	14,4	15,2	15,1	15,3	15,2	
Trabalho estimulante	7,4	13,5	14,4	14,9	14,1	15,2	15,3	15,2	7,7	7,7	7,4	15,1	15,1	15,5	13,9	5,6	14,6	7,7	7,7	15	15,4	
Trabalho é bem organizado	15,1	7,4	14,6	15,3	6,3	7,4	15,2	15,2	15,3	15,2	14,9	7,4	15,5	15,4	9,4	3,3	14,3	7,6	7,5	15,3	14,9	
Trabalho faz sentir-se valorizado	7,6	14,4	14,4	15,1	14,3	15,1	15,2	15,3	15,2	15	7,4	15,1	15,4	15,2	15,2	15,2	14,4	15,2	15,1	15,1	15	
Carga de trabalho	14,9	7,4	8,2	14,9	6,5	14,9	7,4	14,9	7,3	7,6	7,4	14,8	7,4	7,1	8,7	0,3	14,1	14,9	14,8	10,1	14,9	
Trabalho criativo	15,3	10	14,5	15,3	13,2	15,1	15,2	15,2	15,2	15	14,4	15,8	15,2	15,2	13	15,3	14,4	15,1	15,2	15,3	7,2	
Trabalho dinâmico	15,1	10,1	14,7	15	14,4	15,2	15,1	15,3	15,2	15,1	14,5	15,6	15,2	15,4	14,9	15,4	6,2	15,1	15,2	15,3	7,2	
Trabalho é bem planejado	15,1	11,9	14,6	15,3	5,9	15,2	14,7	15,3	15,3	15,1	14,9	15	15,1	15,3	15,2	15,2	14,5	15,2	14,9	15,1	7,4	
Trabalho limitado	0,4	7,3	8,6	0,7	8,5	15,2	7,2	0,6	0,6	0,4	0,9	15,1	0,2	0,4	0,5	0,3	14,4	7,5	7,4	0,1	15,2	
Pressão psicológica	4,1	7,4	0,9	15,1	8,2	15,1	14,9	0,5	0,6	0,5	14,1	15	0,3	0,4	1,4	0,3	14,3	15	14,9	0,1	15,1	
Trabalho monótono	0,4	5,6	8,8	0,7	4,5	15,2	0,5	0,5	0,6	0,4	1,3	15	0,3	0,5	1,5	0,3	6,7	7,7	7,5	0,4	7,6	
Braços	5,8	9,7	8,8	1,1	8,9	0,4	0,5	0,5	7,7	8	0,8	0,6	6,2	7,9	5,8	7,9	7,7	7,9	7,8	7	0,6	
Pernas	14,6	9,6	8,5	0,9	6,3	1,6	0,7	0,6	7	7,9	10,9	7,8	0,6	7,9	9,9	5,3	0,8	0,4	14,3	6,8	7,7	
Coluna	3,9	12,9	8,8	8	13,2	0,8	8	7,6	7,9	8	1,5	0,7	0,5	7,8	6,2	7,1	7,8	7,8	7,5	6,8	7,9	
Todo o corpo	14,5	13,8	8,8	8,2	10,2	1,8	14,4	7,8	8	7,8	10,8	0,8	0,6	7,9	12,1	7,9	0,4	7,9	7,8	7,8	7,8	

CENTRAL DE CARPINTARIA

Identificação	N	G	O	Q	B	C	F	J	L	M	S	D	E	H	I	K	R	T	U	P	V	Média
Grau de escolaridade	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Função (Serv./Ajud./Oper.)	A	A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	S	S	
Idade	49	18	34	35	40	40	32		30	54	23	27	27	31	22	25	34		19	23		
Alojado (S/N)	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S				S	S	Média
Informações diversas	3,4	1,2	13,4	7,7	1,9	7,5	14,1	7,8	7,7	0,4	0,8	7	14,6	0,6	0,7	0,6		7,7	7,3	14,7	14,6	6,69
Conforto do alojamento	7,8	2	10	1,1	7,1	7,7	15,1		0,9	15,1	7,1	0,5	10,2	15,1	6,1	0,7		7,7	7,3	14,5	14,6	7,93
Espaço Disponível	7,6	1,9		0,8	9,4	14,8	15,3	7,7	7,9	1,8	12,9	7,6	14,6	8	5,1	14,2	4,5		4,9	11,7	14,7	8,71
Assistência social	7,7	11	13,5	0,9	0,3	7,8	8,3	0,8	14,7	14,8	14,2	7,5	0,3	0,7	4,8	3,8	14,2	1,9	1,3	11	14,7	7,34
Coleta/Limpeza	14,6	10,8	0,2	14,7	8,2	14,8	15	14,7	14,6	15,1	14	7,6	14,1	8	9	14,3	11,5			14,8	7,9	11,78
Transporte (descarga) de madeiras	5	7,8	13,2	7,8	3,9	7,8	5,1	7,8	0,8	4,4	5,3	7,4	14,7	0,8	11	0,7	14,7	2,5		2,6	14,7	13,52
Conforto do ônibus	0,5	4,8	13,8	7,9	0,7	0,7	7,9	0,4	7,9	15,1	14		7,9	0,8	1,9	0,8		7,8	0,7	7,4	7,7	5,72
Assistência Médica	0,6	0	9,1	1,3	0	0,5	8,1	0,4	14,6	15,1	14,1	7,7	14,4	7,8	1,7	0,7		7,7	8	7,3	7,7	6,34
Dia de recebimento	0,6	0	13,8	0,6	3,6	0,5	1	7,9	0,7	7,9	1,7	0,5	14,5	0,6	5,4	0,7	1,5	7,9	7,8	4,1	7,7	4,24
Fila de Refeitório	0,4	0,1	2,7	0,7	4,6	7,7	7,7	0,6	14,6	14,8	13,9	7,5	2	14,9	1,8	0,8		1,6	1,1	10,9	0,8	5,46
Qualidade da Comida	4,1	3	13,7	7,8	6,8	7,8	8	7,9	14,6	14,6	13,7	7,6	8	0,6	6,7	4,1	7,6	7,9	8	9,2	0,9	7,74
Qualidade do Ar	2,2	0	0,3	7,9	4,3	7,9	14,6	7,6	4,1	0,2	2,3	7,6	7,7	7,9	2,5	8,2	7,8	2,2	1,5	7,9	0,7	5,02
Compra de remédios	0,4	1,1	13,8	0,8	5,9	0,7	0,1	0,7	1,1	7,7	14,2	0,7	7,5	15	3,4	0,9				14,8	7,8	5,12
Organização do depósito	7,7	9,8	13,7	7,9	1,1	7,8	15,4	0,7	14,7	1,1	6,5	14,6	12,3	0,7	0,5	14		7,8	7,7	6,7	0,6	7,57
Trabalho envolve responsabilidade	15,1	15,5	14,4	15	14,7	15,2	15,4	15,2	15,3	15,2	14,7	15	15,4	15,4	15,3	15,3	14,4	15,2	15,1	15,3	15,2	15,11
Trabalho estimulante	7,4	13,5	14,4	14,9	14,1	15,2	15,3	15,2	7,7	7,7	7,4	15,1	15,1	15,5	13,9	5,6	14,6	7,7	7,7	15	15,4	12,30
Trabalho é bem organizado	15,1	7,4	14,6	15,3	6,3	7,4	15,2	15,2	15,3	15,2	14,9	7,4	15,5	15,4	9,4	3,3	14,3	7,6	7,5	15,3	14,9	12,02
Trabalho faz sentir-se valorizado	7,6	14,4	14,4	15,1	14,3	15,1	15,2	15,3	15,2	15	7,4	15,1	15,4	15,2	15,2	15,2	14,4	15,2	15,1	15,1	15	14,28
Carga de trabalho	14,9	7,4	8,2	14,9	6,5	14,9	7,4	14,9	7,3	7,6	7,4	14,8	7,4	7,1	8,7	0,3	14,1	14,9	14,8	10,1	14,9	10,40
Trabalho criativo	15,3	10	14,5	15,3	13,2	15,1	15,2	15,2	15,2	15	14,4	15,8	15,2	15,2	13	15,3	14,4	15,1	15,2	15,3	7,2	14,29
Trabalho dinâmico	15,1	10,1	14,7	15	14,4	15,2	15,1	15,3	15,2	15,1	14,5	15,6	15,2	15,4	14,9	15,4	6,2	15,1	15,2	15,3	7,2	14,06
Trabalho é bem planejado	15,1	11,9	14,6	15,3	5,9	15,2	14,7	15,3	15,3	15,1	14,9	15	15,1	15,3	15,2	15,2	14,5	15,2	14,9	15,1	7,4	14,10
Trabalho limitado	0,4	7,3	8,6	0,7	8,5	15,2	7,2	0,6	0,6	0,4	0,9	15,1	0,2	0,4	0,5	0,3	14,4	7,5	7,4	0,1	15,2	5,31
Pressão psicológica	4,1	7,4	0,9	15,1	8,2	15,1	14,9	0,5	0,6	0,5	14,1	15	0,3	0,4	1,4	0,3	14,3	15	14,9	0,1	15,1	7,53
Trabalho monótono	0,4	5,6	8,8	0,7	4,5	15,2	0,5	0,5	0,6	0,4	1,3	15	0,3	0,5	1,5	0,3	6,7	7,7	7,5	0,4	7,6	4,10
Braços	5,8	9,7	8,8	1,1	8,9	0,4	0,5	0,5	7,7	8	0,8	0,6	6,2	7,9	5,8	7,9	7,7	7,9	7,8	7	0,6	5,31
Pernas	14,6	9,6	8,5	0,9	6,3	1,6	0,7	0,6	7	7,9	10,9	7,8	0,6	7,9	9,9	5,3	0,8	0,4	14,3	6,8	7,7	6,20
Coluna	3,9	12,9	8,8	8	13,2	0,8	8	7,6	7,9	8	1,5	0,7	0,5	7,8	6,2	7,1	7,8	7,8	7,5	6,8	7,9	6,70
Todo o corpo	14,5	13,8	8,8	8,2	10,2	1,8	14,4	7,8	8	7,8	10,8	0,8	0,6	7,9	12,1	7,9	0,4	7,9	7,8	7,8	7,8	7,96

3.7.2. Método da avaliação da carga física de trabalho

3.7.2.1 Avaliação biomecânica da Carga de Trabalho Físico

Do total de quarenta e um trabalhadores da armação e da carpintaria do turno diurno, foram selecionados seis sujeitos para as análises biomecânicas: três da armação e três da carpintaria, aparentemente saudáveis, com idade variando entre 18 e 54 anos e com três níveis de experiência: experiente, média experiência e novato. A seleção dos sujeitos teve como base as atividades identificadas abaixo, e vinculadas com constrangimentos posturais vinculados com a carga física de trabalho envolvida. O trabalho nas duas centrais foi gravado em fitas de vídeo que permitiram as avaliações posturais a cada 30 s conforme preconizado pelo método WinOWAS® (Tampere University of Technology, Occupational

Safety Engineering) . Foram avaliadas com observações, com o registro das costas, braços, pernas e forças envolvidas.

Foram selecionados para análise das filmagens pelo método OWAS® as seguintes atividades:

Na central de armação:

- As atividades do operador na separação de barras de ferro;
- As atividades do operador no corte de barras de ferro
- As atividades do operador na dobra de barras de ferro;
- As atividades do operador no transporte de barras de ferro dobradas até o pátio.

Na central de carpintaria:

- As atividades do operador de transporte de madeira;
- As atividades do operador com serragem de madeira;
- As atividades do operador com montagem de painéis;
- As atividades do operador com transporte de painéis prontos.

3.7.2.2 Avaliação fisiológica da Carga de Trabalho Físico

A amostra utilizada no experimento por quadrados latinos avaliou quarenta e dois sujeitos de um total de oitenta e cinco trabalhadores nos dois turnos das três centrais. Os eventos ou fatores analisados foram: *centrais (armação, carpintaria e pré-moldados); experiência (experiente, média experiência e novato) e turno (diurno e noturno)*. As observações ou repetições de cada sujeito foram três em cada hora, num total de dezoito ao longo de seis horas. Os sujeitos foram assim distribuídos: três sujeitos da central de armação; três da carpintaria, e um da central de pré-moldados, igualmente distribuídos com três níveis de

experiência: experiente, média experiência e novato (centrais de armação e carpintaria) e um sujeito com média experiência, na central de pré-moldados, descritos na tabela 3.5.

A variáveis dependentes analisadas foram Y1: Pulso de Trabalho – PT e Y2: Mediana do PT (Diferença entre a frequência cardíaca de repouso e a frequência cardíaca observada).As variáveis independentes analisadas foram: X_1 (dia); X_2 (experiência); X_3 (idade); X_4 (setores) e X_5 (turno).

Neste estudo, foram utilizados sete aparelhos medidores da frequência cardíaca, marca “Polar”. A frequência cardíaca foi medida em dois momentos:(i): Num primeiro momento frequência cardíaca de repouso, com os indivíduos sentados por quinze minutos e (ii):frequência cardíaca foi medida em cada atividade das três centrais a cada vinte minutos, totalizando dezoito mensurações para ccada sujeito, ao longo de seis horas de avaliação por três dias, nos turnos diurno e noturno.

A frequência cardíaca nas atividades (PT), foi organizada segundo um projeto de experimentos da Tabela 3.5

Tabela 3.5 Organização da coleta de dados do Quadrado Latino das Centrais de Armação, Carpintaria e Pré-moldados.

DIAS	ARMAÇÃO			CARPINTARIA			PRÉ /MOLDADOS
1	E	M	N	E	M	N	M
2	E	M	N	E	M	N	M
3	E	M	N	E	M	N	M

Onde: E =`Trabalhador Experiente; M = Trabalhador Com Média Experiência; N = Novato.

3.7.2.3 Avaliação psicofísica da carga de trabalho

Cada um dos quarenta e um sujeitos da armação e da carpintaria do turno diurno, receberam uma planilha com o diagrama do corpo, adaptado de McAtamney e Corlett (1993). Os sujeitos foram orientados a preencher a planilha marcando somente na escala dos segmentos corporais afetados por algum desconforto. Foi explicado que a marcação depende da percepção individual de dor e/ou desconforto, necessitando apenas fazer uma marcação em qualquer ponto da escala que melhor representasse esta sensação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados da Avaliação Biomecânica da Carga de Trabalho Físico dos carregadores da pintura pelo método OWAS®.

A figura 4.1 mostra os resultados das categorias de ação da análise biomecânica no setor de pintura da John Deere. Nas análises, 74 % das atividades foram classificadas na **categoria de ação 1** (ou seja, não requerem mudanças), e 13% foram classificadas na **categoria de ação 4**, (ou seja, requerem mudanças imediatas). No entanto, conforme mostram a figura 4.2 e 4.3, há constrangimentos dos membros superiores. Em 68% das análises de todas as atividades, um braço estava operando acima dos ombros, em 16% das análises ambos estavam acima e, apenas em 15% das análises, os braços estavam abaixo dos ombros. O trabalho com os braços elevados, e acima da cabeça, gera estresse muscular dos membros superiores, do ombro, e do pescoço, nas atividades de pendurar peças. Selan et al. (1985), em análise biomecânica também pelo método OWAS® das atividades de mineiros de subsolo, também encontraram que os maiores estresses dos membros superiores eram todos relacionados com os membros superiores elevados e trabalhos acima da cabeça. As pesquisas de Bjelle et al.⁵(1979, apud Viikari-Juntura, 1999), com soldadores de estaleiros navais, e Sakakibara et al.⁶ (1995), na colheita manual de frutas (maçãs e pêras), também corroboram os resultados aqui alcançados. Estas pesquisas mostraram evidências epidemiológicas significativas de associação entre as posturas elevadas dos braços, em trabalhos acima dos ombros e da cabeça, com doenças osteomusculares dos membros superiores, ombros e coluna cervical.

⁵ BJELLE, A et al., (1979) Clinical and ergonomic factors in prolonged shoulder pain among industrial workers. Scand. J. Work Environ. Health 5(3):205-210.

⁶ SAKAKIBARA, H. Et al.,(1995). *Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples*. Ergonomics 38(4):700-706.

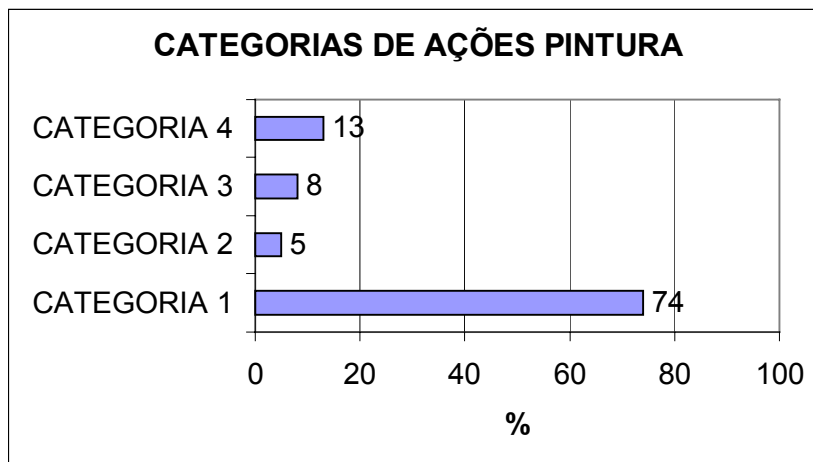


Figura 4.1 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, em porcentagem, das categorias de ação dos carregadores da pintura pelo método WinOWAS®. Verifica-se que 26% das tarefas estão situadas nas categorias de ação 2 a 4, que requerem mudanças no posto.

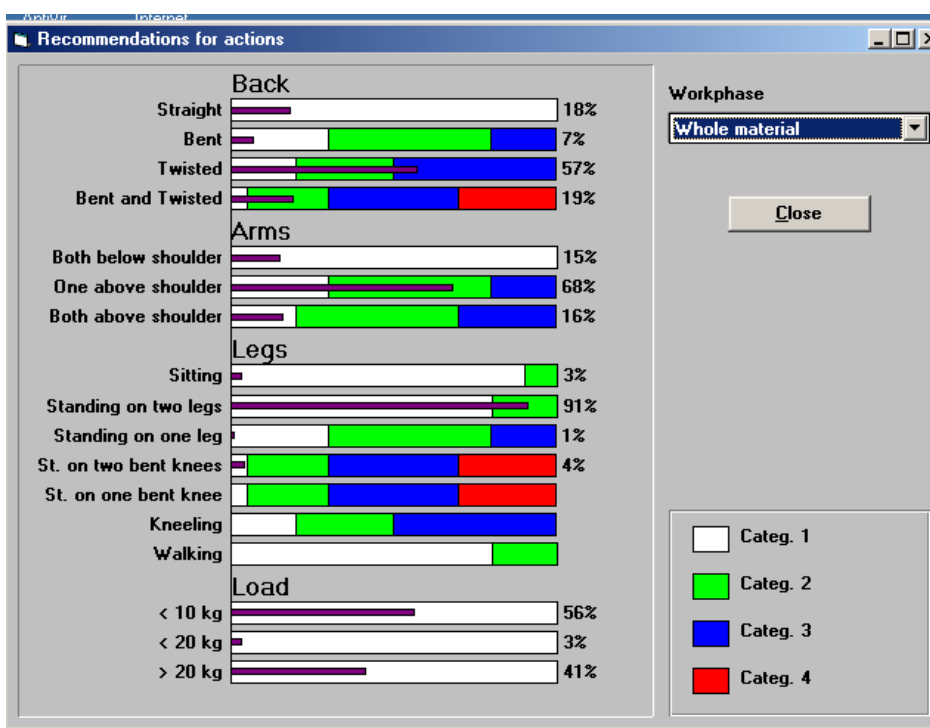


Figura 4.2 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, nos carregadores da pintura pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados das recomendações de ação por categorias de ação das quatro atividades selecionadas (transportar, retirar peças, pendurar ganchos e pendurar peças) em porcentagem referente à coluna, membros superiores, membros inferiores e força envolvida.

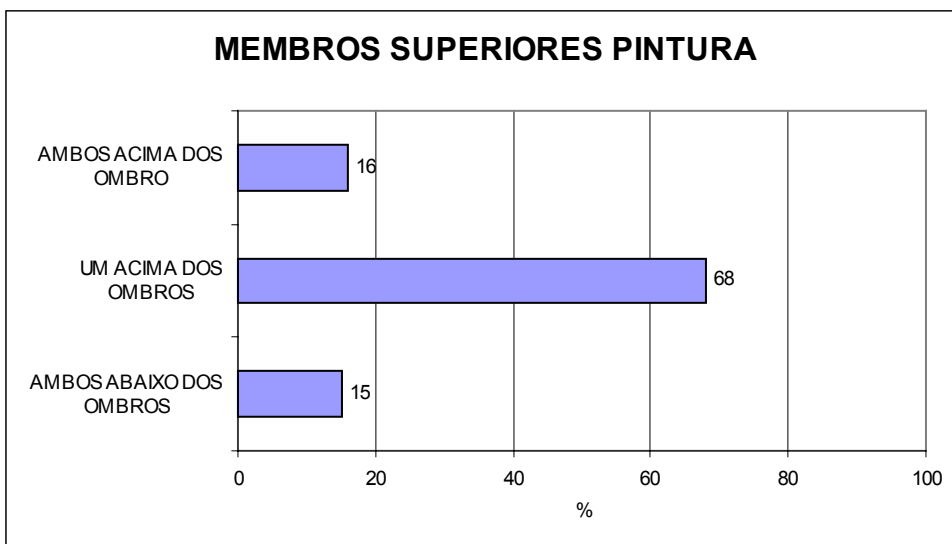


Figura 4.3 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, das posições dos membros superiores pelo método WinOWAS®. Em 84% das observações um ou ambos os membros superiores estavam acima dos ombros. Este é o principal constrangimento biomecânico observado, conjuntamente com as posturas alteradas da coluna.

A análise das posturas da coluna revelou que, conforme mostram a figura 4.4, em 57% das análises, ela estava torcida; 19% flexionada e torcida e 7% flexionada, e somente em 18% a coluna estava ereta, principalmente nas atividades de pendurar manualmente os ganchos e as peças a pintar. Estes achados, conjuntamente com os resultados para os braços acima dos ombros e da cabeça, constituem os principais constrangimentos identificados no setor da pintura.

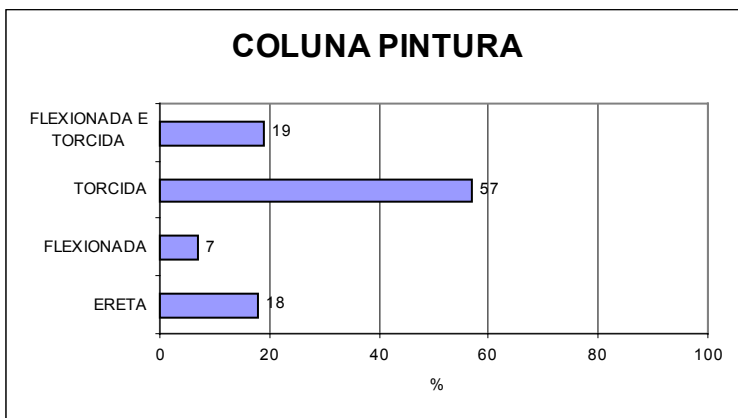


Figura 4.4 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, dos resultados das posturas de coluna adotadas pelo método WinOWAS®. Verifica-se que em apenas 18% das atividades a coluna estava ereta. Conjuntamente com o resultado da posição dos ombros, é o principal constrangimento biomecânico observado.

A análise da carga de trabalho mostrou que, em 41% das análises, a carga estava acima do limite de 20 kg, indicando constrangimentos biomecânicos (ver figura 4.5).

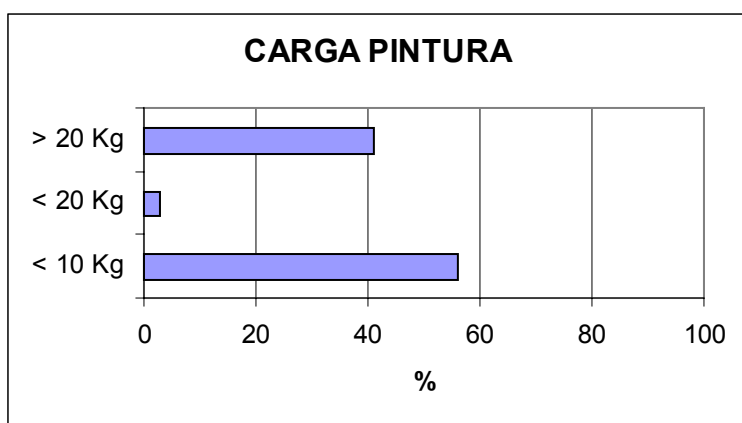


Figura 4.5 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho da carga da pintura pelo método WinOWAS®,. Em 40% das observações, a carga estava acima de 20 Kg.

A análise das categorias de ação da atividade de pendurar peças mostrou, conforme a figura 4.6, que 65% das análises situam-se nas categorias de ação 3 e 4 (que requerem mudanças).

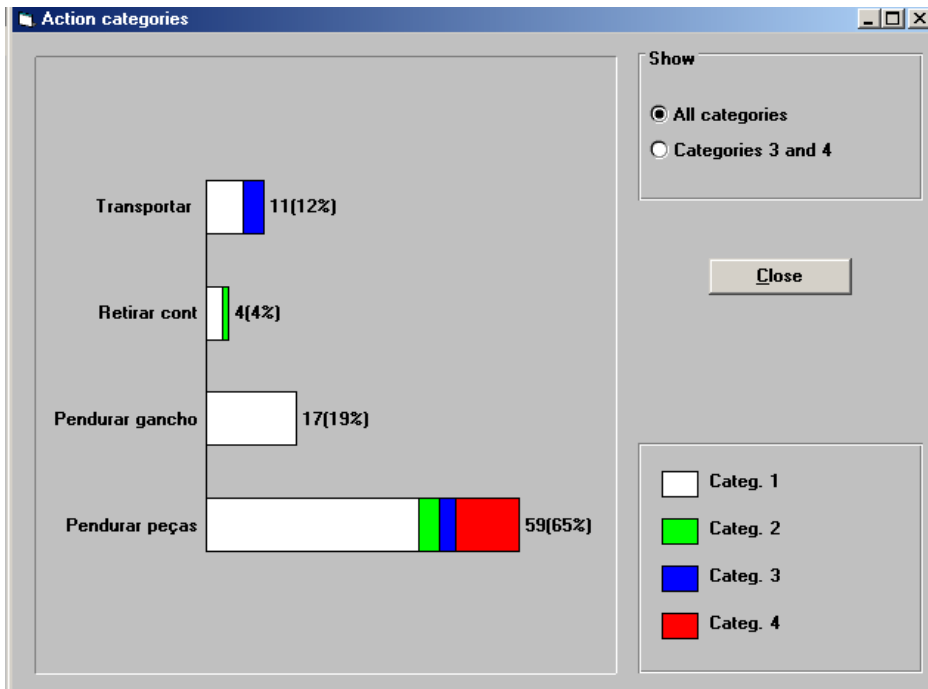


Figura 4.6 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da carga de trabalho, por categorias de ação nos carregadores da pintura pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados, em porcentagem, da atividade com maiores constrangimentos biomecânicos (pendurar peças) onde 65 % das análises nas categorias estavam dentro das categorias de ação 3 e 4 que requerem mudanças imediatas.

Os constrangimentos biomecânicos identificados mostraram que, em 69% das análises, um braço estava acima dos ombros, em 22% das análises os dois braços estavam acima, e apenas em 8% das análises, os braços estavam abaixo dos ombros (ver Figura 4.7). Além disso, em 51% das análises, a coluna estava torcida, em 25% estava fletida e torcida, 5% fletida e, em apenas 19% das análises, a coluna estava ereta.

Em resumo, as análises individuais da atividade de pendurar peças indicaram maiores constrangimentos biomecânicos relacionados com a posição dos braços operando acima dos ombros e da cabeça, e posturas alteradas da coluna. Entre as quatro atividades (transporte, retirar peças do container, pendurar ganchos e pendurar peças), os constrangimentos na pendura são os maiores.

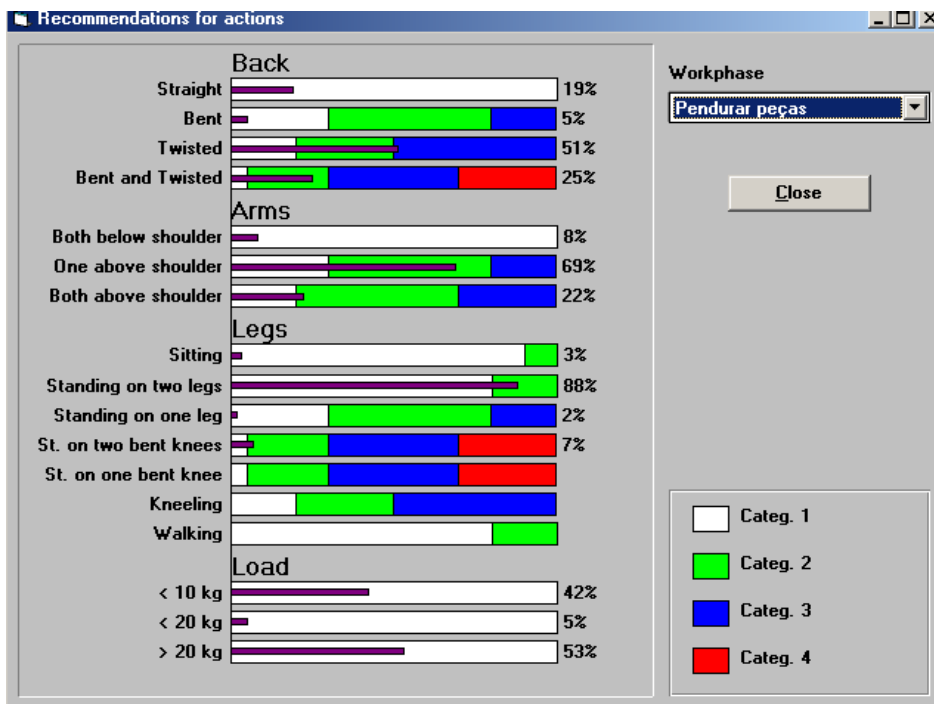


Figura 4.7 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da pendura de peças, pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados, das recomendações de ação por categorias de ação em porcentagem, da atividade com maiores constrangimentos biomecânicos (pendurar peças) referentes à coluna, membros superiores, membros inferiores e força envolvida,

4.2 Resultados da Avaliação fisiológica da Carga Física de Trabalho dos carregadores do setor de pintura.

As análises dos resultados das variações da frequência cardíaca mostraram diferenças significativas entre a frequência de repouso e a frequência durante a atividade de carregamento de peças, chegando a ou mesmo ultrapassando níveis considerados como limites fisiológicos: $F_c = 100$ batimentos segundo Astrand e Rodahl (1986).

No entanto, as análises fisiológicas foram feitas com base na diferença entre a frequência cardíaca durante o trabalho e o de repouso, o que gerou o índice Pulso de Trabalho (PT), conforme proposto por Grandjean (1998).

A utilização do índice *pulso de trabalho (pt)* na avaliação fisiológica da carga de trabalho facilita a análise estatística, pois a avaliação da diferença entre o estado inicial (pulso de repouso) e os diversos pulsos avaliados ao longo do trabalho, para cada sujeito, eliminam as diferenças individuais e permitem comparações inter sujeitos. A tabela 4.1 mostra a análise de variância entre a variável dependente *Y1 (pulso de trabalho)* e as variáveis independentes *X1 (peso); X2 (experiência) e X3 (dificuldade de manuseio de peças)*.

Tabela 4.1 Análise de Variância do Pulso de Trabalho (PT)

Fonte	G. L.	M.Q.	Teste F	P VALUE
Peso da Peça	1	43,12	1,04	0,2729
Experiência	1	18 3,82	4,44	0,0091
Dificuldade de Manuseio	1	162,14	3,92	0,0006
Peso*DifMan	1	218,12	5,27	0,0031

As análises estatísticas mostraram que, com relação às variáveis estudadas, o fator experiência (X2) é um fator significativo ($p= 0,0091 < 0,05$). A Figura 4.8, mostra que os mais experientes apresentam menor aumento dos batimentos cardíacos durante o trabalho (PT). Este fato talvez possa ser explicado pela razão dos mais experientes desenvolverem estilos de trabalho que venham a compensar o desgaste físico (Kilbom e Person, 1987; Veiersted, 1990; Feuerstein, 1996; Benchekroun, 2000).

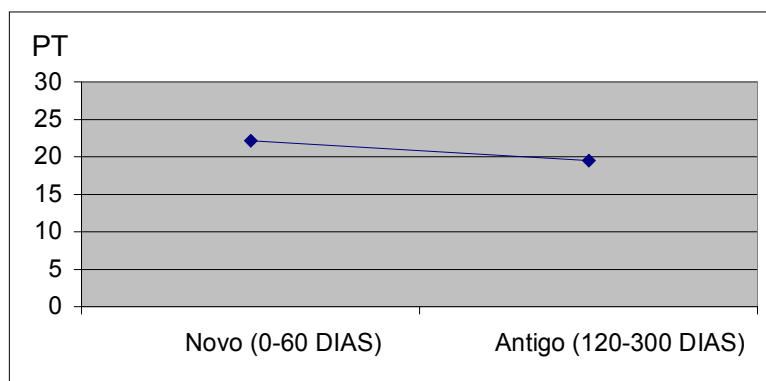


Figura 4.8 Relação entre o pulso de trabalho (pt) e a experiência do operador. Efeito significativo da experiência. A experiência do operador mostra um efeito inversamente proporcional: quanto mais antigo na atividade menor é o pulso de trabalho

Também se constatou que a dificuldade para pendurar a peça (X3) foi um fator significativo ($p = 0,00063 < 0,05$). Conforme evidenciado na Figura 4.9, quanto maior a dificuldade de manuseio, maior o pulso de trabalho (y1).

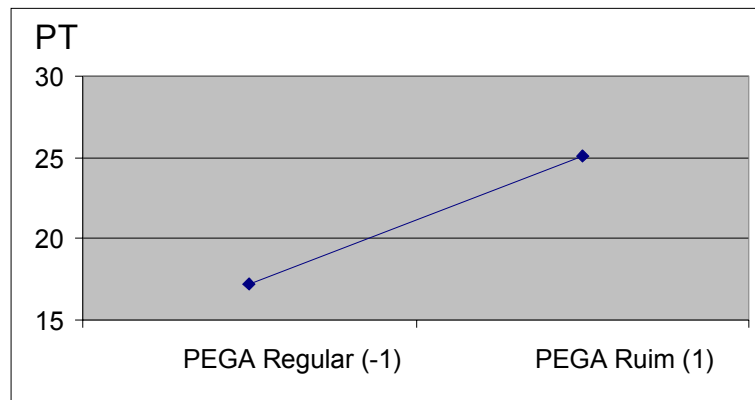


Figura 4.9 Relação entre o pulso de trabalho (pt) e a dificuldade de manuseio da peça. Efeito significativo do manuseio. O pulso de trabalho (pt) aumenta com o grau de dificuldade de manuseio da peça.

O peso da peça (X1) também foi um fator significativo ($p = 0,02729 < 0,05$). Observa-se na figura 4.10 que, quanto maior o peso, maior o pulso de trabalho (Y1). Os resultados confirmam os índices de insatisfação dos trabalhadores quanto ao peso das peças e dificuldade de pendurar peças, obtidos pelo método da AMT no início do processo de intervenção ergonômica.

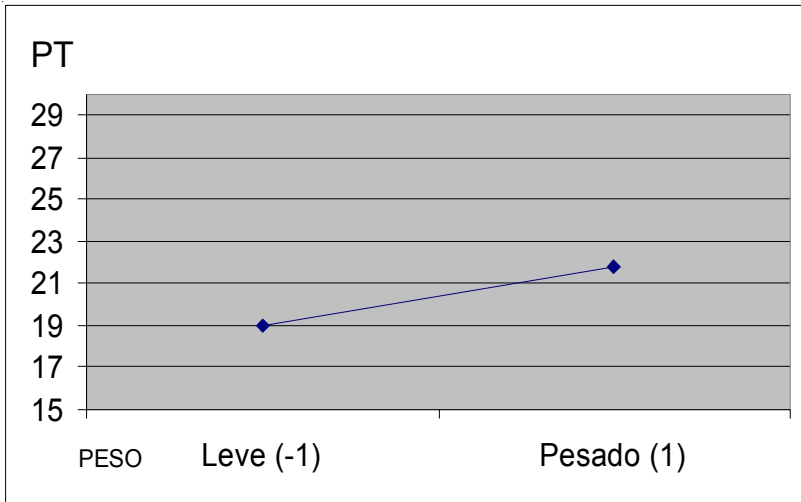


Figura 4.10 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) e o peso da peça manuseada. Efeito significativo do peso. A freqüência cardíaca aumenta com o aumento do peso

A análise da interação do peso e a dificuldade de manuseio da peça, igualmente indica que há diferença significativa no aumento do pulso de trabalho ($p= 0,00315 < 0,05$); quando o peso da peça é leve e a dificuldade de pega da peça é regular, o efeito não é tão pronunciado no pulso de trabalho (Y1). Porém, quando o peso da peça a pendurar é pesado, e a dificuldade de pega da peça é ruim, há um aumento significativo no pulso de trabalho (Y1), conforme mostra a figura 4.11.

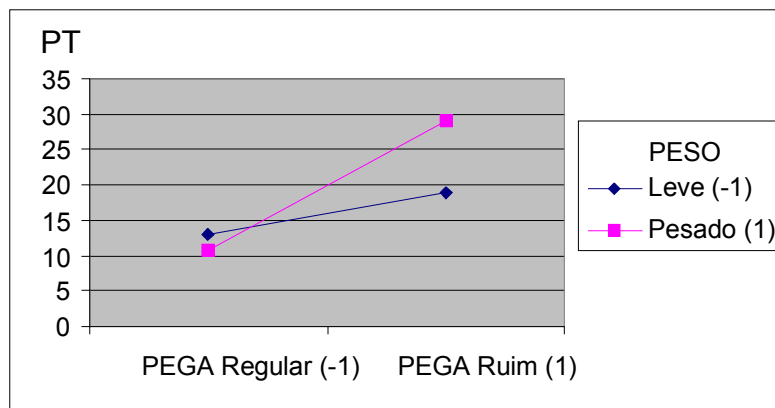


Figura 4.11 Gráfico com a relação entre o pulso de trabalho (pt) o peso da peça e o grau de dificuldade da peça manuseada. Efeito significativo do peso e do grau de dificuldade de manuseio. O pulso de trabalho (pt) aumenta com o aumento do peso e com o grau de dificuldade da peça manuseada

4.3 Resultados da Avaliação Psicofísica da Carga de Trabalho Físico no Carregamento da Pintura.

Pela análise dos diagramas dos vinte trabalhadores, a diferença das médias das sensações de desconforto/dor de diversos segmentos corporais (ver figura 4.12), entre as avaliações do final e do início da jornada de trabalho, resultou em valores negativos, indicando que os carregadores chegaram ao trabalho mais cansados do que saíram.

O ombro, o cotovelo, a perna, o pé esquerdo e a mão direita apresentaram as maiores diferenças para o esforço percebido entre o início e o final da jornada.

GRÁFICO COMPARATIVO - AVALIAÇÃO PSICOFÍSICA DO DESCONFORTO/DOR - FIM DO DIA MENOS INÍCIO DO DIA (DELTA)
Mc ATAMNEY e CORLETT 93

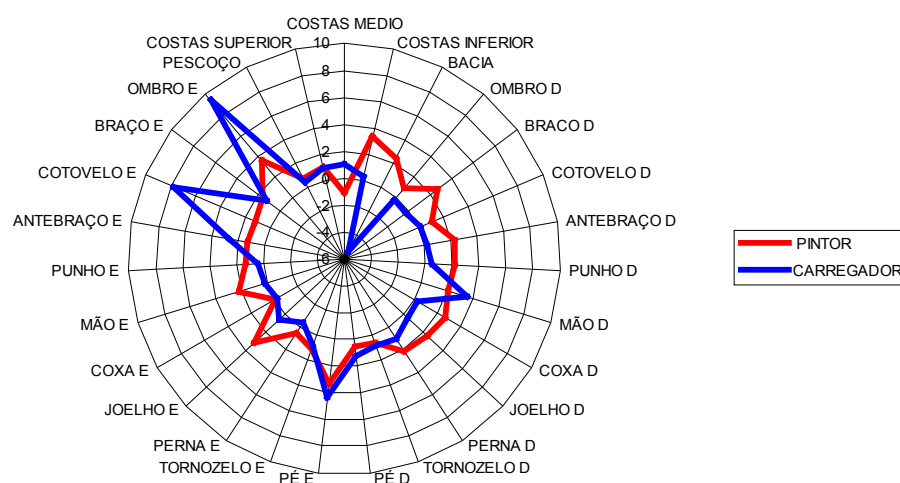


Figura 4.12 Gráfico comparativo das sensações de desconforto/dor no início e no final da jornada de trabalho, por segmento corporal, dos carregadores e pintores, segundo o método Mc Atamney e Corlett (1993). Os valores positivos e negativos revelam as diferenças das médias entre o início e o final da jornada.

Realizou-se, com as médias de desconforto/dor da análise psicofísica dos diversos segmentos corporais analisado entre do início e do final da jornada de trabalho a análise de variância, conforme tabelas 4.2 e 4.3. A análise indicou que existem diferenças significativas entre os diversos segmentos corporais analisados tanto no início da jornada de trabalho ($p = 0,0048 < 0,005$), como no final da jornada ($p = 0,010 < 0,005$).

Tabela 4.2 Análise de Variância do Pulso da Análise Psicofísica de trabalho no início da jornada de trabalho tipo III (Legenda: SQ = soma dos quadrados; GL = grau de liberdade; MQ = Média dos quadrados; F = valor calculado; p = p value)

Fonte	S.Q.	G. L.	Q. M.	F	P
PARTE	68,693	16	4,293	2,166	0,0048
LADO	1,389	1	1,389	0,701	0,403

Tabela 4.3 Análise de Variância da Análise Psicofísica de trabalho no final da jornada de trabalho tipo III (Legenda: SQ = soma dos quadrados; GL = grau de liberdade; MQ = Média dos quadrados; F = valor calculado; p = p value).

Fonte	S. Q.	G. L.	Q. M.	F	p
PARTE	120,589	16	7,537	2,028	0,010
LADO	,306	1	0,306	0,082	0,774

Estes resultados confirmam os achados das avaliações biomecânica (posição dos braços acima dos ombros e da cabeça e posições alteradas da coluna) e fisiológica (diferenças nos pulsos de trabalho), indicando que os sujeitos percebem corretamente a carga imposta. As três avaliações corroboram os achados da AMT sobre insatisfação dos operadores em relação ao esforço demandado no setor de pintura.

4.4 Resultados da Avaliação Biomecânica dos trabalhadores das Centrais de Armação e Carpintaria.

As figuras 4.13 e 4.14, mostram os resultados das categorias de ação da análise biomecânica das centrais de armação e carpintaria. Nas análises da armação, 20% das atividades foram classificadas na **categoria de ação 1** (ou seja, não requerem mudanças), e

44% foram classificadas na **categoria de ação 4** (ou seja, requerem mudanças imediatas). Na carpintaria, 19% das atividades foram classificadas na **categoria de ação 1** (ou seja, não requerem mudanças), e 27% foram classificadas na **categoria de ação 4** (ou seja, requerem mudanças imediatas).

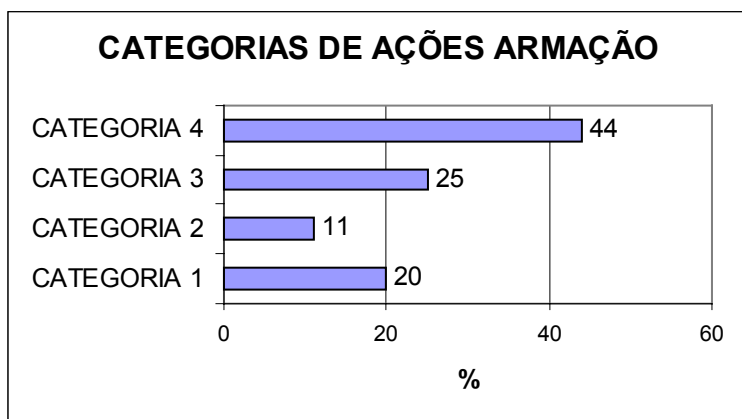


Figura 4.13 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, dos trabalhadores da central de armação, por categorias de ação pelo método WinOWAS®. Em 69% das observações as tarefas, geravam constrangimentos biomecânicos, e estavam classificadas nas categorias de ação 3 e 4, que requerem ação imediata.

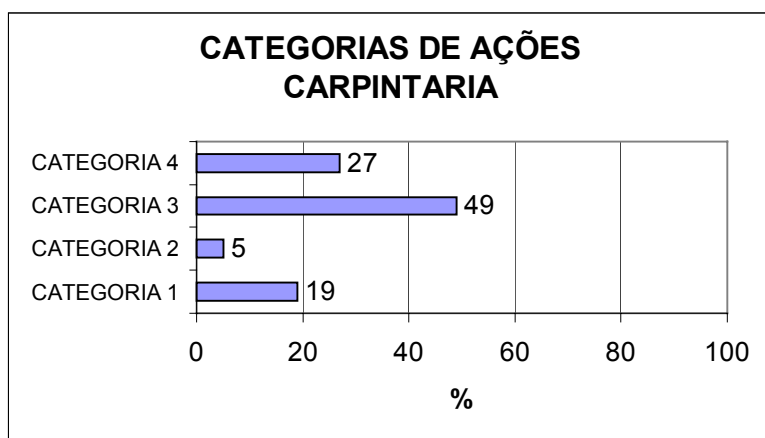


Figura 4.14 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria, por categorias de ação pelo método WinOWAS®. Em 76% das observações as tarefas estavam classificadas nas categorias de ação 3 e 4, que requerem ação imediata.

A figura 4.15 mostra os dados levantados que corroboram os encontradas por Li (2000) obtidos pela avaliação postural com o método OWAS em situação de trabalho na construção civil em Taiwan. Os dois estudos mostram constrangimentos posturais classificados nas categorias de ação de 2 a 4, que requerem mudanças nos postos de trabalho. No entanto, os valores percentuais de posturas prejudiciais para armação e carpintaria na construção da hidroelétrica foi quase 3 vezes maior (80% na armação e 81% na carpintaria), que os índices de Li (36% na armação e 32% na carpintaria). Isto pode se justificar pelo sistema de trabalho e o tipo de obra diferir nas duas situações. Igualmente, o teste de diferença de médias dos setores de armação e de carpintaria entre os dois estudos (Li e hidroelétrica), mostraram que os resultados diferem significativamente ($p = 0,0023 < 0,005$ e $p = 0,0021 < 0,005$ respectivamente), mas não é possível comprovar qual a causa real da diferença entre os dois estudos, já que não há informação suficiente em Li (2000) que defina o trabalho realizado na construção do prédio.

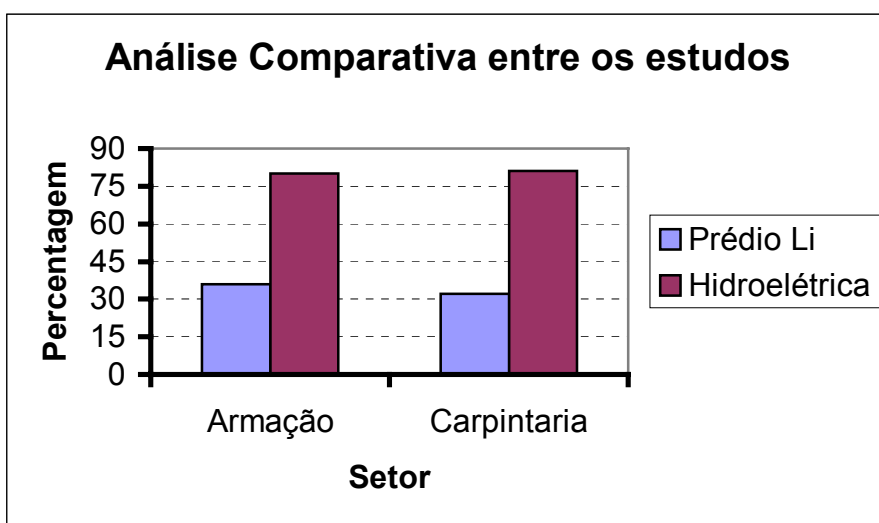


Figura 4.15 Comparação entre os percentuais de posturas prejudiciais para armação e carpintaria encontradas neste estudo (durante a construção de uma hidroelétrica) e no de Li (2000) (na construção de um prédio em Taiwan)

A análise das posturas da coluna revelou que, conforme mostram as figuras, 4.16 a 4.19, que o trabalho na central de armação e carpintaria exigem esforços em posturas anormais importantes na coluna. Em 68% das análises na armação; e 77% na carpintaria, a coluna

estava torcida e flexionada; em apenas 24% na armação e 18% na carpintaria, as análises mostraram a coluna em posição ereta. Selan et al. (1985), em análise biomecânica pelo método OWAS® das atividades de mineiros de subsolo, encontrou estresses posturais semelhantes.

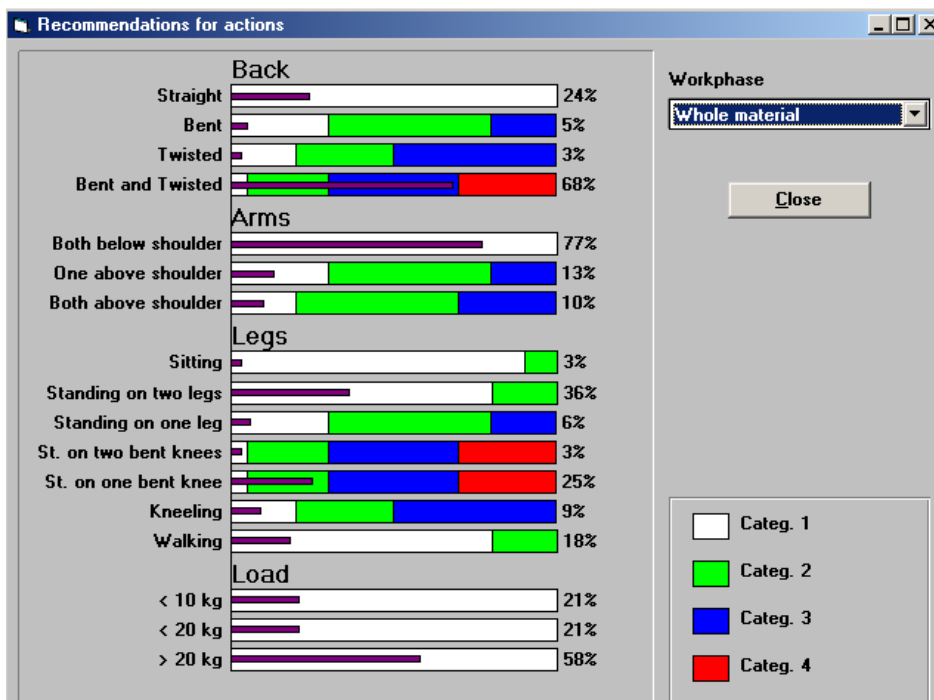


Figura 4.16 Gráfico com os resultados gerais da análise biomecânica da carga de trabalho, nos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados gerais das recomendações de ações por categorias de ação das quatro atividades selecionadas (separar, cortar, dobrar e transportar barras de ferro), em porcentagem, referentes à coluna, membros superiores, membros inferiores e força envolvida.

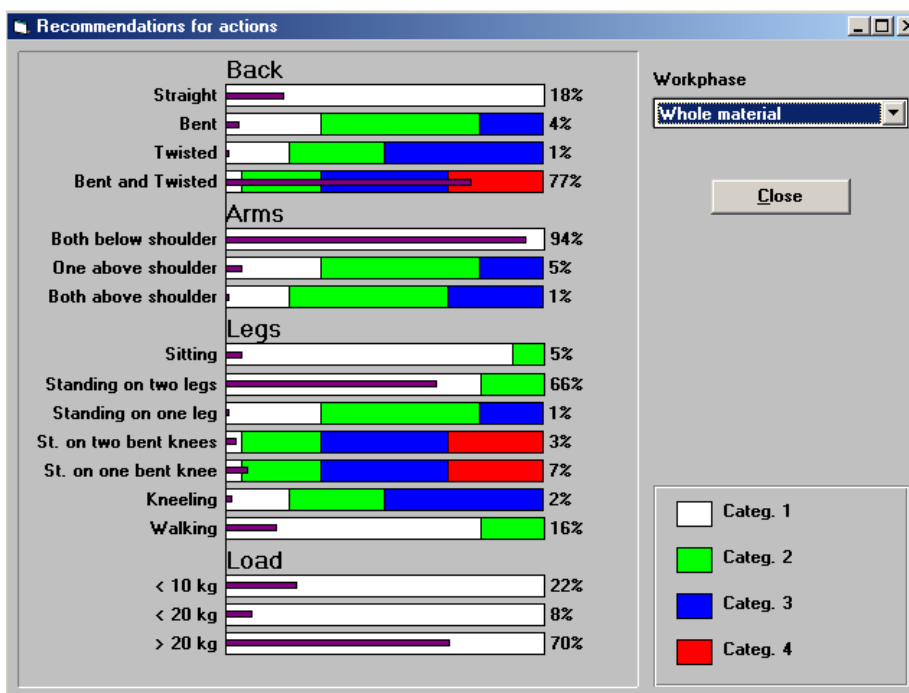


Figura 4.17 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados gerais das recomendações de ações por categorias de ação das quatro atividades selecionadas (transporte de madeira, serrar, montar e transportar painéis), em porcentagem, referentes à coluna, membros superiores, membros inferiores e força envolvida.

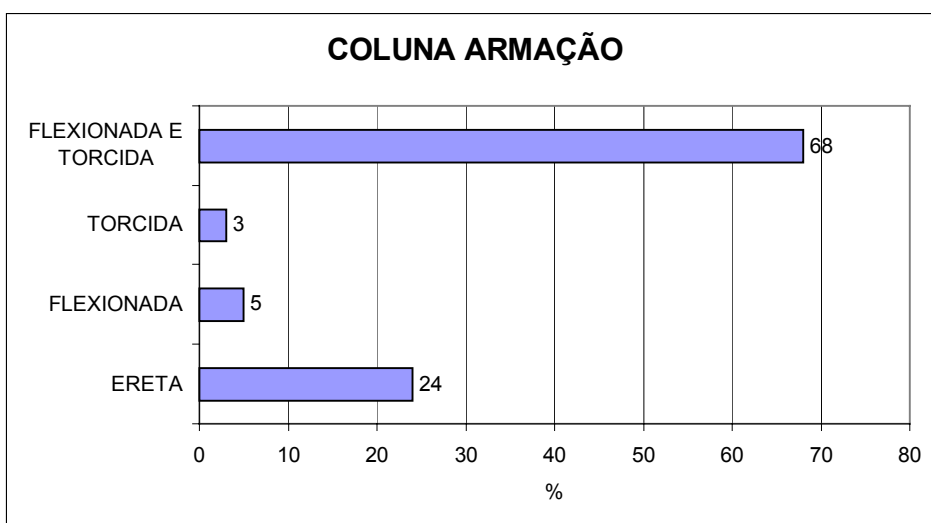


Figura 4.18 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, das posturas assumidas da coluna, dos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®. Nota-se que em 76 % das observações, a coluna estava alterada. Este é um

dos principais constrangimentos biomecânicos identificados, conjuntamente com a força de trabalho envolvida.

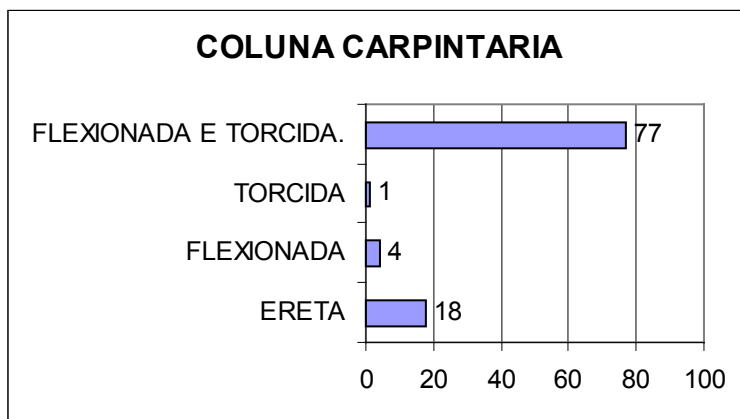


Figura 4.19 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, das posturas assumidas da coluna dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®. Nota-se que em 82% das observações a coluna estava alterada. Este é um dos principais constrangimentos biomecânicos identificados na central.

Como mostram as figuras 4.20 e 4.21, em aproximadamente 60% das observações na central de armação, e em 70% na carpintaria, a carga estava acima do limite de 20 Kg. Este constrangimento, junto com as posturas alteradas da coluna, constituem os principais constrangimentos biomecânicos identificados nas centrais.

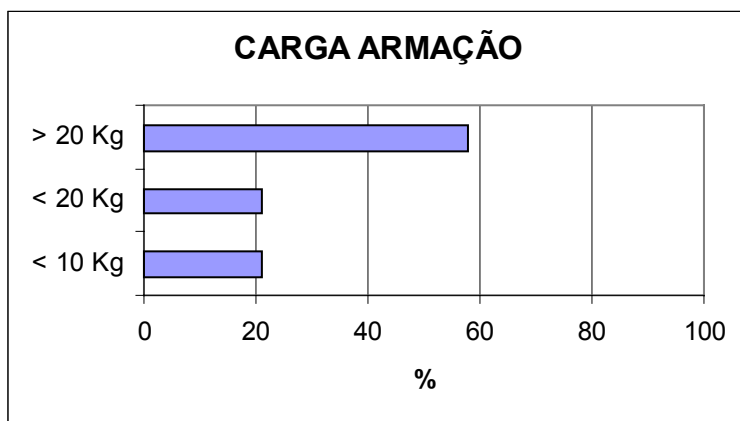


Figura 4.20 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho com a carga de trabalho envolvida na central de armação, pelo método WinOWAS®. Em aproximadamente 60% das observações a carga envolvida foi acima de 20 Kg. Este constrangimento é um dos principais fatores biomecânicos envolvidos na central.

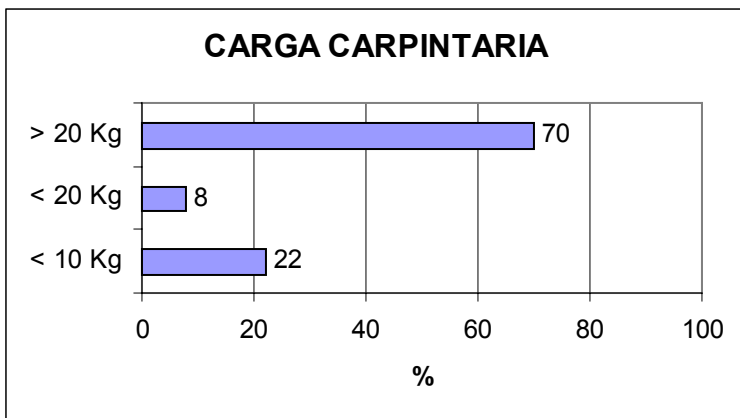


Figura 4.21 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho da carga envolvida, dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®. Em 70% das observações a carga envolvida foi acima de 20 Kg. Este constrangimento é um dos principais fatores biomecânicos envolvidos, conjuntamente, com as posturas alterados da coluna na central.

As figuras 4.22 e 4.23, mostram que, na maior parte do tempo de trabalho, os braços ficam abaixo dos ombros. Em apenas 10% das análises na armação e em 5% na carpintaria, ambos os braços estavam acima dos ombros.

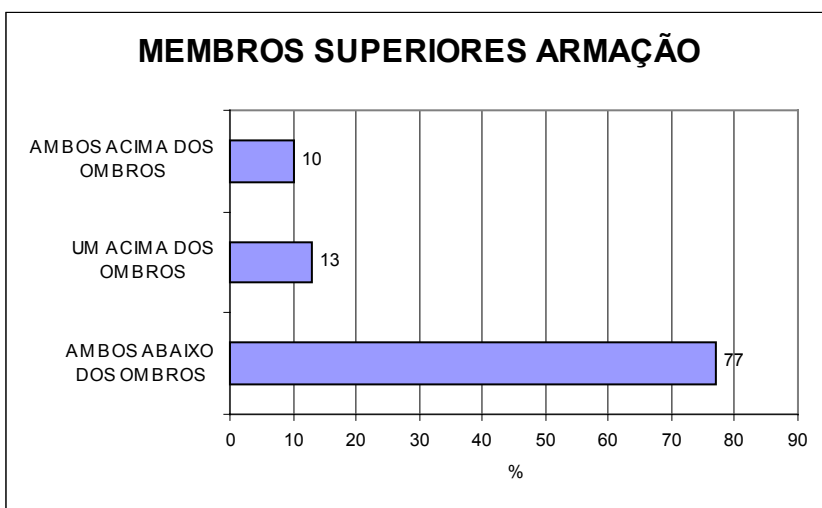


Figura 4.22 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, da posição dos membros superiores na central de armação pelo método WinOWAS®. Verifica-se que em 23% das observações um ou os dois membros estavam acima dos ombros.

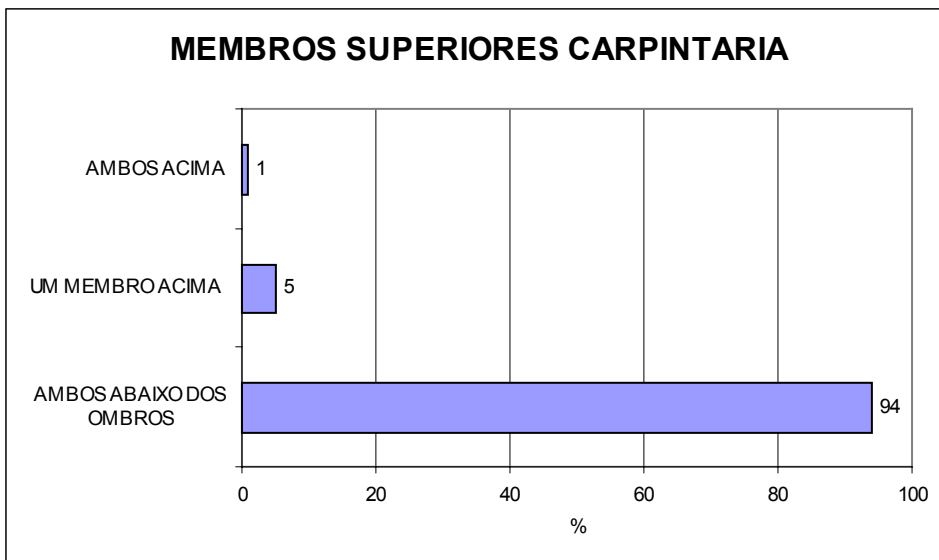


Figura 4.23 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho, da posição dos membros superiores, dos trabalhadores da central de carpintaria pelo método WinOWAS®. Verifica-se que em 94% das observações um ou os dois membros estavam abaixo dos ombros.

Como mostra a figura 4.25, na armação, em 33% das análises, as atividades foram classificadas na **categorias de ação 3 e 4** (que requerem mudanças imediatas).

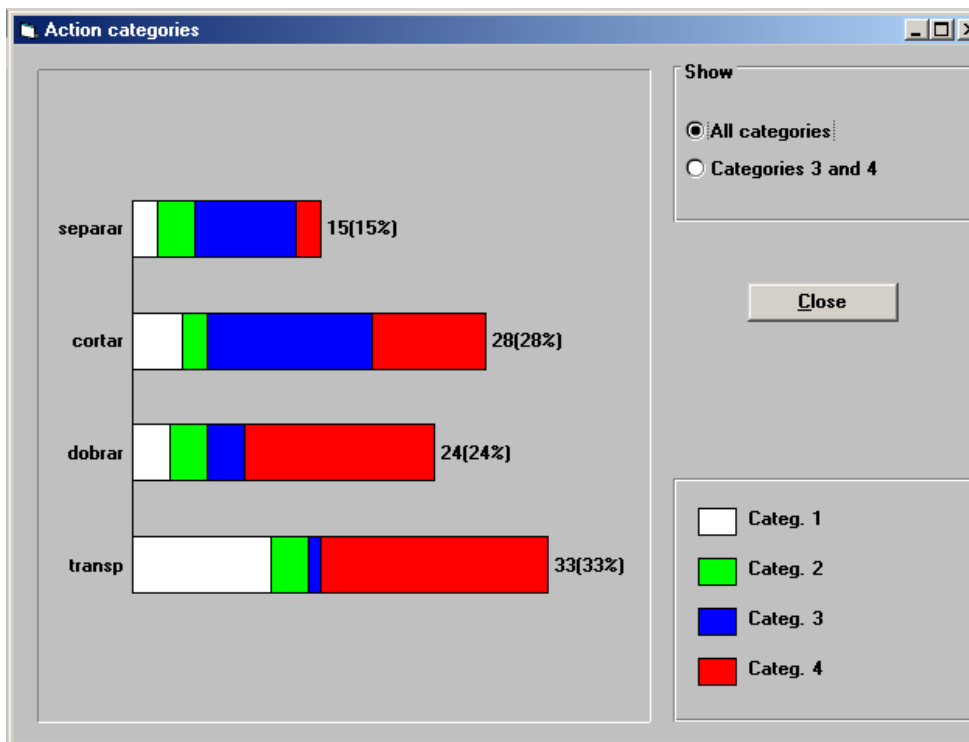


Figura 4.24 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de armação, pelo método WinOWAS®. Nota-se que em 33% das observações as atividades de transporte de barras de ferro dobradas, geram constrangimentos biomecânicos significativos, situando-se nas categorias de ação 3 e 4, que requerem ação imediata.

Igualmente, os achados da figura 4.25, mostram que, na carpintaria 43% das análises das atividades foram classificadas na **categorias de ação 3 e 4** (que requerem mudanças imediatas).

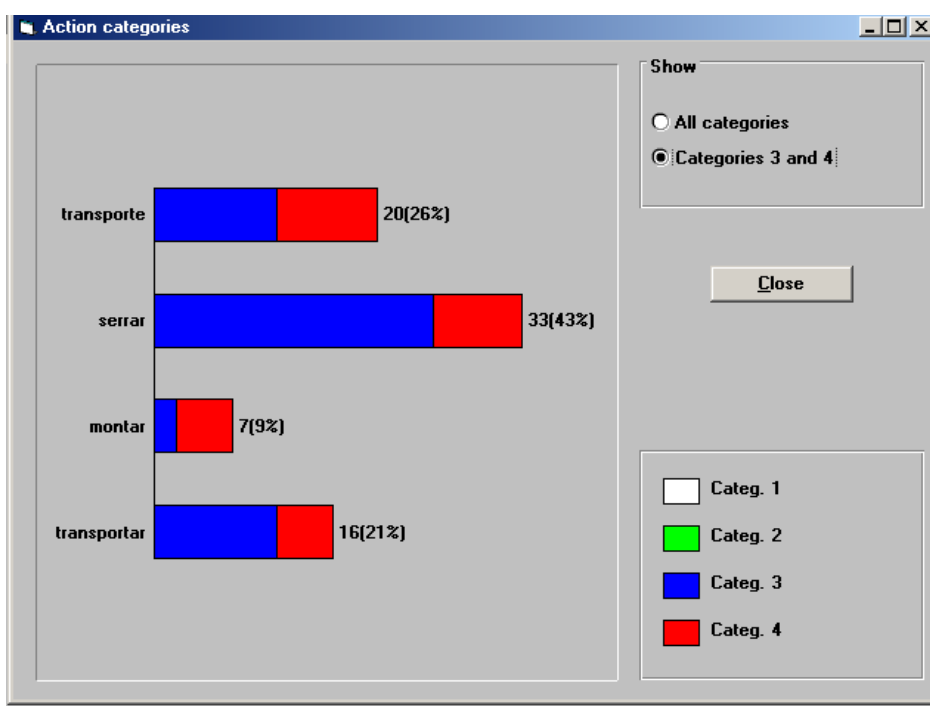


Figura 4.25 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da carga de trabalho dos trabalhadores da central de carpintaria, por categorias de ação pelo método WinOWAS®. Nota-se que a atividade de serrar a madeira é o principal constrangimento biomecânico observado, com 43 % das observações nas categorias de ação 3 e 4, que requerem mudanças imediatas.

Discriminando os resultados obtidos na central de armação, conforme mostra a figura 4.26, na atividade de transporte das barras de ferro em 58% das análises a coluna estava torcida e fletida; em 66% das análises um ou dois braços estavam acima dos ombros; em 52% das

análises o operador estava caminhando, transportando barras de ferro, e em 82% das análises a carga estava acima do limite de 20 kg.

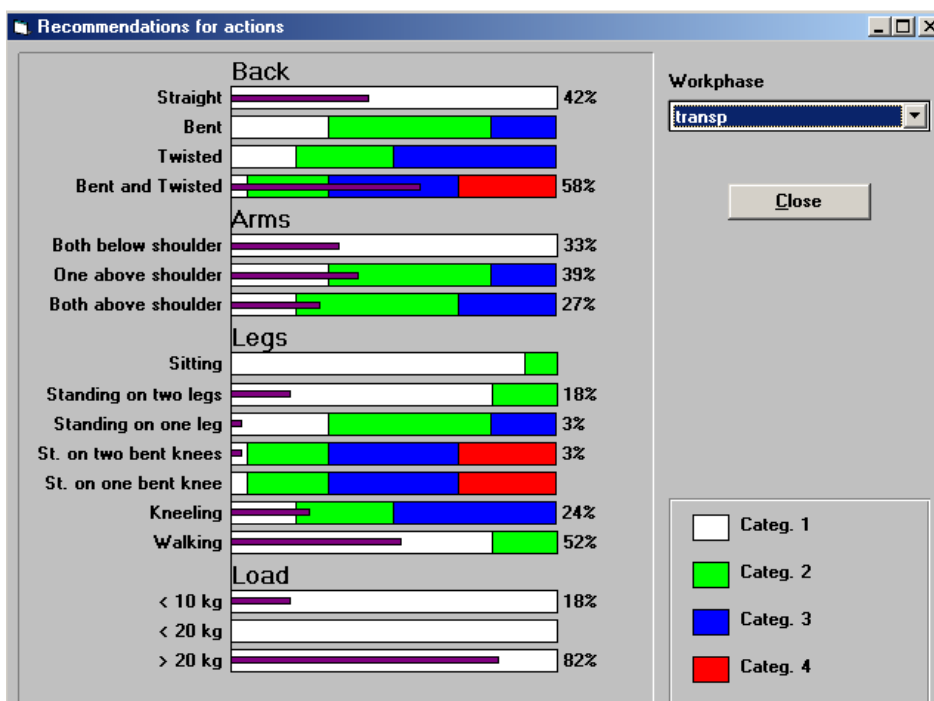


Figura 4.26 Gráfico com os resultados específicos da análise biomecânica da atividade de transporte de barras de ferro dos trabalhadores da central de armação pelo método WinOWAS®. Estão discriminados o resultado das categorias de ação específico da atividade selecionada (transportar barras de ferro), em porcentagem, referentes à coluna, membros superiores, inferiores e a carga envolvida.

Na central de carpintaria os resultados discriminados na figura 4.27 mostraram que ao serrar pranchões de madeira, em 92% das análises a coluna estava fletida e torcida; em 6% das análises um ou dois braços estavam acima dos ombros; em 79% das análises o operador estava de pé, serrando e em 82% das análises a carga estava acima do limite de 20 kg.

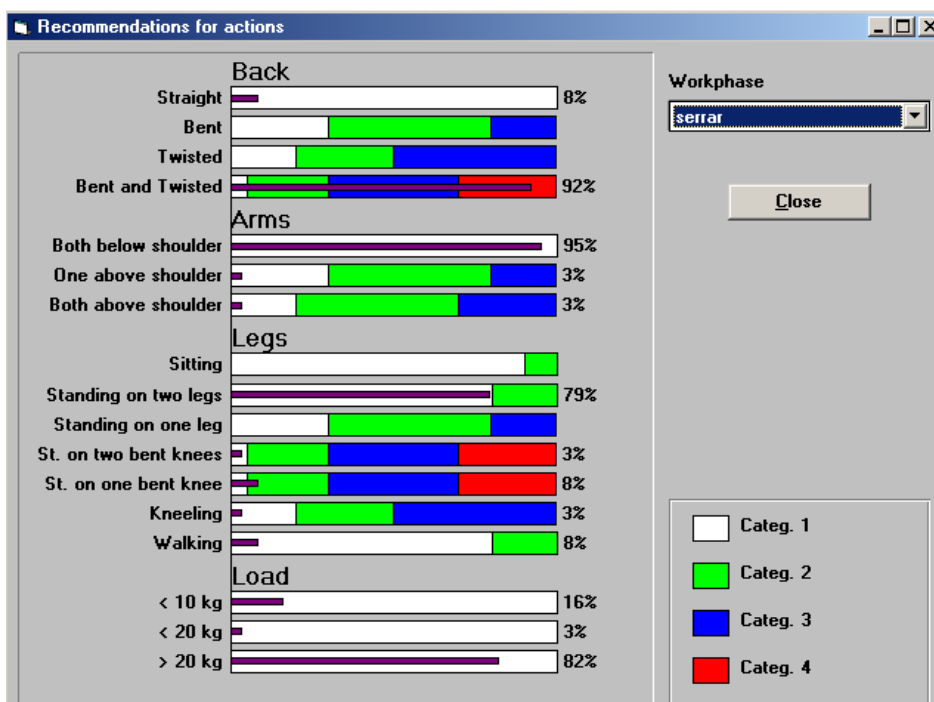


Figura 4.27 Gráfico com os resultados da análise biomecânica da atividade de serrar pranchões dos trabalhadores da central de carpintaria, pelo método WinOWAS®. Estão discriminados os resultados específicos da atividade selecionada (serrar), em porcentagem, referentes à coluna, membros superiores, membros inferiores e força envolvida, por categorias de ação.

Os resultados da avaliação biomecânica pelo método OWAS®, estão de acordo com os da análise do Qui quadrado entre a comparação das médias das atividades definidas para cada central, e as médias das categorias de ação do OWAS®. As tabelas mostraram existência de associação significativa tanto para armação ($p = 0,000 < 0,005$) quanto para carpintaria ($p = 0,000 < 0,005$).

A associação local entre as atividades definidas nas centrais e as categorias de ação do OWAS®, foi calculada a partir dos resíduos ajustados, igualmente descritos nas tabelas 4.4 e 4.5. Pode-se dizer que, na armação, separar ferro e cortar estão associadas significativamente com a categoria 3 e a atividade de transportar com a categoria 4. Pode-se concluir que cortar barras de ferro é a atividade de menor demanda e transportar barras de ferro dobradas é a atividade de maior demanda.

No caso da análise de resíduos ajustados da carpintaria, há associação entre serrar e a categoria 3 e montar e categoria 1 do OWAS®. Pode-se concluir que a montagem é a atividade de menor demanda e a serragem de pranchões é a atividade de maior demanda.

Tabela 4.4 Análise dos Resíduos Ajustados entre as médias das quatro atividades definidas para a central de armação e as médias das quatro categorias de ação do OWAS®. Legenda: ativ 1 = separar; ativ2 = cortar; ativ3 = dobrar e ativ 4 = transportar

		CATEG OWAS_				
		1	2	3	4	
ATIVIDADE ARMAÇÃO	1	Valor	2	3	8	2
		Resíduo ajustado	-,7	1,2	2,7	-2,6
	2	Valor	4	2	13	9
		Resíduo ajustado	-,9	-,8	3,1	-1,5
	3	Valor	3	3	3	15
		Resíduo ajustado	-1,1	,3	-1,6	2,1
	4	Valor	11	3	1	18
		Resíduo ajustado	2,3	-,4	-3,6	1,5

Tabela 4.5 Análise de Qui quadrado e dos Resíduos Ajustados entre a consistência das médias das quatro atividades definidas para a central de carpintaria e as médias das quatro categorias de ação do OWAS®. Legenda: ativ 1 = transporte; ativ 2 = serrar; ativ 3 = montar e ativ 4 = transportar painéis

		ATIVIDADES DA CARPINTARIA * CATEGORIAS DO OWAS				
		CATEG	OWAS			
ATIVIDADE ARMAÇÃO	1	Valor	1	2	3	4
		3	0	11	9	
	Resíduo ajustado	-0,8	-1,3	-0,1	1,5	
	2	Valor	3	2	25	8
	Resíduo ajustado	-2,2	0,1	2,6	-1,0	
	3	Valor	11	2	2	5
	Resíduo ajustado	4,6	1,1	-3,9	-0,2	
	4	Valor	2	1	11	5
Resíduo ajustado	-1,0	0,1	0,9	-0,1		

Concluindo, após a análise biomecânica de todas as atividades das duas centrais, pode-se dizer que o transporte de barras de ferro dobradas na armação, e a atividade de serrar pranchões de madeira na carpintaria, são as atividades que geram os maiores constrangimentos, e portanto as mais extenuantes.

4.5 Resultados da Avaliação Fisiológica da Carga Física de Trabalho das Centrais de Armação e Carpintaria.

As análises dos resultados, mostrados na figura 4.28, dos valores do pulso de trabalho (pt) mostraram variações importantes entre a frequência de repouso e a frequência durante a atividade, ultrapassando níveis considerados como limites fisiológicos: $F_c = 100$ batimentos segundo Astrand e Rodahl (1986) e acima de 35 pulsos de trabalho (PT) segundo Grandjean (1998), mostrando carga de trabalho de alta demanda fisiológica.

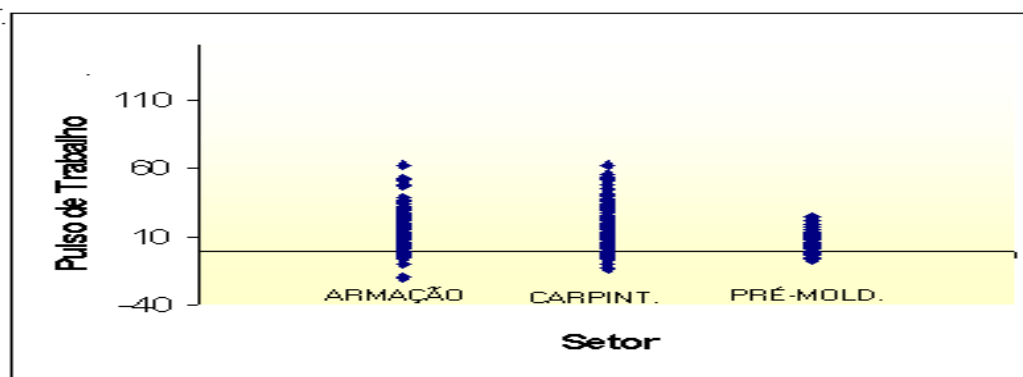


Figura 4.28 Gráfico dos resultados de Pulso de Trabalho (PT), plotados por central. A central de armação apresenta uma maior variação do PT, seguido da Carpintaria e Pré-moldados.

Conforme mostra a figura 4.28, há diferença entre os batimentos cardíacos na armação, carpintaria e pré-moldados. A tabela 4.6 evidencia que houve diferenças significativas (p) entre a variável dependente *pulso de trabalho*(Y1) e os eventos ou fatores (efeitos principais): *idade* ($p= 0,000 <0,005$); *setor* ($p= 0,000 <0,005$); *dia* ($p= 0,000 <0,005$); *turno* ($p= 0,000 <0,005$); *experiência* ($p= 0,000 <0,005$).

Igualmente, houve diferenças significativas (p) entre a variável dependente *pulso de trabalho*(Y1) e os eventos ou fatores (efeitos de integração): *idade*setor* ($p= 0,000 <0,005$); *setor*dia* ($p= 0,000 <0,005$) e *dia*experiência* ($p= 0,000 <0,005$). O resíduo da soma dos quadrados encontrados permanecia elevado $E= 73639,796$, devido a ruídos provenientes de fatores diversos das variáveis de resposta analisadas.

Foram então analisadas a mediana da variável dependente (Y2) e os eventos ou fatores: X1 (*dia*); X2 (*expertise*); X3 (*setores*) e X4 (*turno*), que diminuiram os resíduos encontrados. Com relação aos efeitos principais avaliados, ficou clara a importância do fator *setor* ($p= 0,047 <0,005$) pois, como mostra a tabela 4.7, há diferenças significativas entre a mediana do pulso de trabalho (pt), e os setores estudados.

Há, portanto, maior sobrecarga de trabalho na armação, seguido da carpintaria.

Embora não significativas, os eventos ou fatores mostraram efeitos de integração na correlação da variação da mediana do pulso de trabalho, com margem de 8%, vinculados com os dias e turnos avaliados, significando diferenças no pulso de trabalho desta ordem

ao longo dos dias e turnos avaliados. Igualmente, para valores de 9% houve efeitos de integração entre os valores encontrados na variação da mediana do pulso de trabalho vinculado com os setores avaliados nos dois turnos, significando que há diferenças nos valores encontrados entre os três setores de armação, carpintaria e pré-moldados nas condições de trabalho do turno do dia e da noite.

Tabela 4.6 Análise de Variância do Pulso de Trabalho (PT) das centrais

Fonte	S. Q.	G. L.	Q. M.	F	p value
Modelo Corrigido	27556,556	24	1148,190	11,382	,000
Intersecção	35340,057	1	35340,057	350,330	,000
IDADE	1895,288	2	947,644	9,394	,000
SETOR	1608,307	2	804,153	7,972	,000
DIA	4456,928	2	2228,464	22,091	,000
TURNO	11692,388	1	11692,388	115,908	,000
EXPERI	2123,811	2	1061,905	10,527	,000
IDADE * SETOR	4023,844	2	2011,922	19,944	,000
SETOR * EXPERI	588,556	2	294,278	2,917	,055
SETOR * DIA	2219,546	2	1109,773	11,001	,000
SETOR * TURNO	254,035	1	254,035	2,518	,113
DIA * EXPERI	2149,873	4	537,468	5,328	,000
TURNO * EXPERI	1095,034	2	547,517	5,428	,005
Erro	73639,796	730	100,876		
Total	261957,000	755			
Total corrigido	101196,352	754			

Tabela 4.7 Análise de Variância da mediana do Pulso de Trabalho (PT) das centrais

Fonte	S.Q.	G. L.	Q. M.	F	p value
Modelo corrigido	2715,600	24	113,150	2,434	,012
Intersecção	2698,100	1	2698,100	58,041	,000
SETOR	316,310	2	158,155	3,402	,047
DIA	197,817	2	98,908	2,128	,137
TURNO	25,545	1	25,545	,550	,464
EXPER	64,622	2	32,311	,695	,507
SETOR * DIA	295,037	4	73,759	1,587	,204
SETOR * TURNO	242,575	2	121,288	2,609	,091
SETOR * EXPER	259,305	3	86,435	1,859	,159
DIA * TURNO	250,023	2	125,012	2,689	,085
DIA * EXPER	192,144	4	48,036	1,033	,407
TURNO * EXPER	24,031	2	12,015	,258	,774
Erro	1348,108	29	46,486		
Total	13623,750	54			
Total corrigido	4063,708	53			

4.6 Resultados da Avaliação Psicofísica da Carga de Trabalho Físico dos trabalhadores das Centrais de Armação e Carpintaria.

Os resultados discriminados na figura 4.29, mostram a percepção da carga física imposta dos dezoito trabalhadores das centrais de armação e vinte e três trabalhadores da carpintaria. Não foram realizadas as avaliações psicofísicas nos trabalhadores da central de pré-moldados porque à época (outubro de 2000), de acordo com o cronograma da obra, ela estava com um nível de atividade mínimo.

Gráfico Comparativo - Avaliação do desconforto/dor - fim do dia menos início do dia (delta) Mc Atamney e Corlett 93

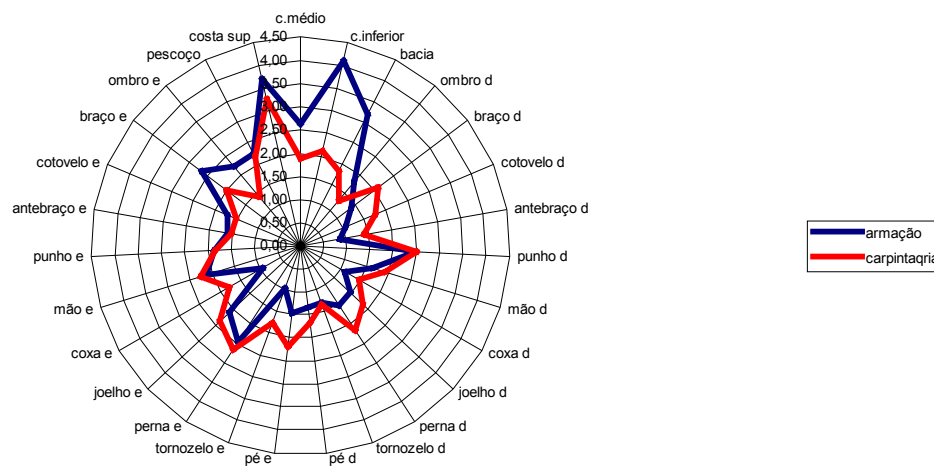


Figura 4.29 Gráfico comparativo com os resultados das médias das sensações de desconforto/dor no início e no final da jornada de trabalho, por segmento corporal, segundo o método de Mc Atamney e Corlett (1993). Os valores positivos e negativos revelam a diferença das médias entre o início e o final da jornada.

Na central de armação, a diferença das médias das sensações de desconforto/dor de diversos segmentos corporais, entre as avaliações do final e do início da jornada de trabalho, resultaram, para a região anatômica da coxa esquerda, tornozelo esquerdo, coxa direita, antebraço esquerdo e direito, em valores negativos, indicando que os trabalhadores chegaram mais cansados do que saíram. A região superior e inferior das costas, o braço, a mão, o joelho, a perna esquerda, junto com o punho direito, apresentaram as maiores diferenças, do esforço percebido, entre o início e o final da jornada.

Na central de carpintaria, a diferença das médias das sensações de desconforto/dor de diversos segmentos corporais, entre as avaliações do final e do início da jornada de trabalho, resultaram, para a região anatômica dos ombros direito e esquerdo, os antebraços direito e esquerdo, as coxas direita e esquerda, e os tornozelos direito e esquerdo, em valores negativos, indicando que os trabalhadores também chegaram mais cansados do que saíram. Igualmente, como na central de armação, a região superior e inferior das costas, o

braço, o punho e a perna direita, o braço, a mão e o pé esquerdo, apresentaram as maiores diferenças, no esforço percebido, entre o início e o final da jornada.

As figuras 4.30 e 4.31 apresentam os dados das avaliações psicofísicas das centrais de armação e carpintaria, mostrando o índice de propensão de DORT (doenças osteomusculares relacionadas com o trabalho). Em cada gráfico, a barra corresponde ao somatório dos valores de desconforto e/ou dor nos vários segmentos corporais acima do valor de 4,5 identificadas por cada sujeito. Nota-se também, que vários sujeitos não apresentaram somatório de valores das sensações de desconforto/dor nos vários segmentos corporais acima de 4,5. Pode-se dizer que estes trabalhadores poderão apresentar a propensão de doenças osteomusculares relacionadas com o trabalho (DORT). Tais dados uma vez avaliados, pode-se dizer que estes trabalhadores sintomáticos, poderão desenvolver doenças osteomusculares, e, que os sintomas de desconforto/dor identificados, podem estar relacionados com os estudos de Veiersted et al.⁷ (1990 apud Feurstein, 1996) em pesquisa em indústria alimentícia (setor de embalagem de chocolate) provaram diferenças de movimentos e posturas adotadas entre trabalhadores sintomáticos e assintomáticos. Os pacientes que apresentavam sintomas músculo esqueléticos de dor e fadiga em ombros e pescoço mostraram traçados eletromiográficos compatíveis com altos níveis estáticos, e menores pausas eletromiográficas, que ocorrem quando o músculo está relaxado (períodos com níveis de contração abaixo de 0,5% da velocidade máxima de contração), em relação a pacientes assintomáticos. Provaram, igualmente, que antes da ocorrência de qualquer sintoma entre os trabalhadores, o grupo que apresentou um menor número de pausas eletromiográficas tornou-se sintomático com relação aos sintomas osteomusculares do pescoço e ombros.

⁷ VEIERSTED, K.B., WESTGAARD, R.H. ANDERSER, P. (1990). *Pattern of muscle activity during stereotypical work and its relation to muscle pain*, International Archives of Occupational and Environmental Health, 62, 31-41

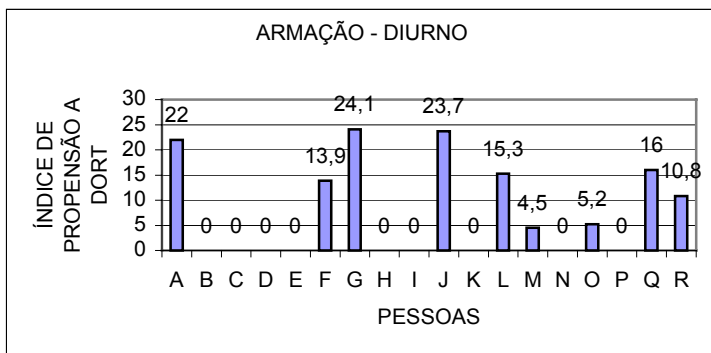


Figura 4.30 Gráfico com o índice de propensão a DORT na armação.

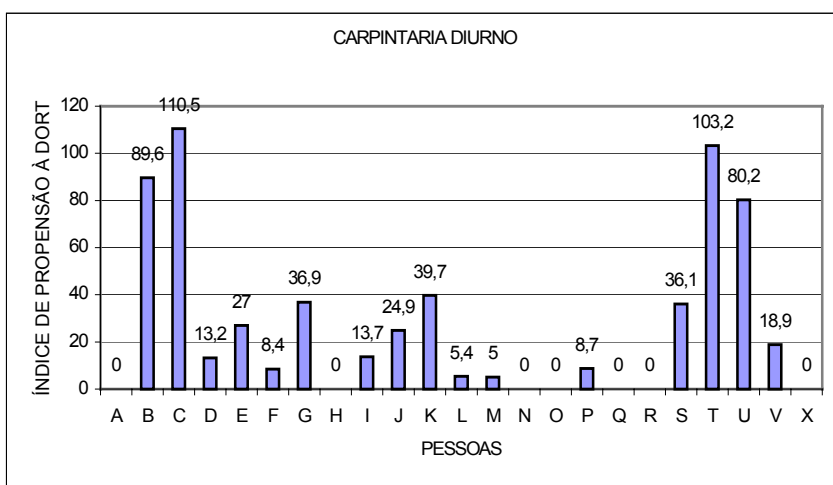


Figura 4.31 Gráfico com o índice de propensão a DORT na central de carpintaria.

A análise do teste t para igualdade entre as médias dos setores de armação e carpintaria com as médias da avaliação psicofísica, não apontou diferenças significativas. Contudo, o confronto dos resultados das médias dos setores de armação e de carpintaria, com os pulsos de trabalho mostrou diferença significativa entre os setores ($p = 0,014 < 0,005$) e ($p = 0,015 < 0,005$), ou seja, a carga de trabalho dos dois setores é diferente, tendo a armação maior sobrecarga, seguida da carpintaria, confirmando os dados obtidos na análise de variância da avaliação fisiológica, que encontrou resultados idênticos.

Tabela 4.8 Análise do Teste t para igualdade das médias dos setores de Armação e Carpintaria por meio da Avaliação Psicofísica (Mc Atamney e Corlett, 1993) e da Avaliação fisiológica da carga física de trabalho pelo pulso de trabalho (pt) .

MÉTODO	SETOR	N	MÉDIA	D. P.	t	Sig.
Mc Atamney..	Armação	341	6,0276	0,4501	- 1,547	,122
Mc Atamney...	Carpintar.	324	6,1600	1,5123	- 1,514	,131
PT	Armação	341	16,11	10,60	2,455	,014
PT	Carpintar.	324	13,98	11,74	2,449	,015

4.7 Integração das abordagens da AMT, Biomecânica, Fisiológica e Psicofísica da Carga de Trabalho.

Apesar de historicamente haver uma tendência a avaliar o trabalho físico com base em um critério (ou biomecânico, ou fisiológico ou psicofísico), alguns autores vem defendendo a análise integrada. Mital (1989) concluiu que a avaliação psicofísica tem um papel integrador das abordagens fisiológica e biomecânica, porque, no caso de movimentação de carga, a auto seleção psicofísica da carga amplia a margem de segurança da coluna, e aumenta a proteção biomecânica de segurança do sistema.

Os dados obtidos nos dois estudos de caso, descritos na figura 4. e compilados na tabela estão de acordo com Mital, Nicholson e Ayoub (1989), e Kim (1990), que mostraram resultados menores obtidos na análise psicofísica, em relação aos valores obtidos pelas avaliações biomecânicas e fisiológicas, mostrando que esta auto seleção da carga de trabalho é um fator de segurança para a prevenção de doenças osteomusculares, e que a mesma tem um importante papel integrador entre as abordagens.

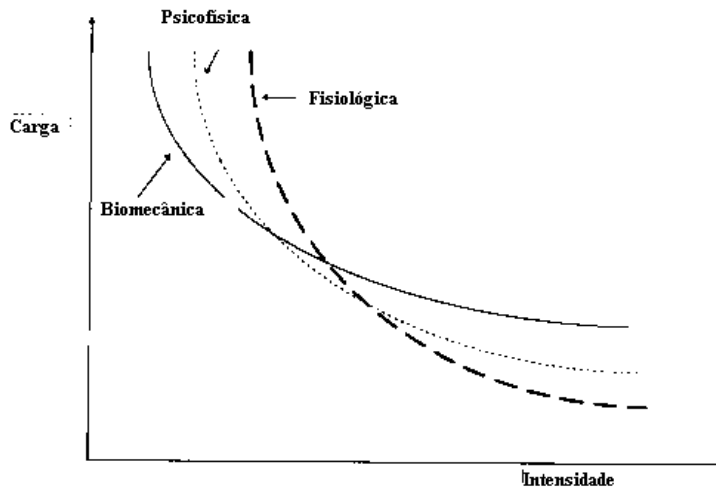


Figura 4.32 Comparação das abordagens biomecânica, fisiológica e psicofísica modificada de Kim(1990)

A avaliação biomecânica só vê os constrangimentos biomecânicos identificados, a avaliação fisiológica, só vê as demandas fisiológicas vinculadas com as demandas do tipo influências do calor e falta de pausas no trabalho e a avaliação psicofísica só vê a percepção do sujeito quanto à carga de trabalho. A AMT nos dois estudos de caso, permitiu explicar os resultados na visão dos sujeitos e dos experts. Ela igualmente dá a base para entender os constrangimentos biomecânicos e as alterações fisiológicas identificadas, permitindo apontar soluções e dar validade às propostas sugeridas quanto a fatores organizacionais, envolvendo as questões relativas ao leiaute, ritmo e rotinas de trabalho

Na empresa do setor automotivo estudado, o levantamento inicial da intervenção macroergonômica, mostrou que o setor de pintura era considerado um “gargalo” de produção. À época, as queixas dos trabalhadores do setor, levantadas pela AMT, mostraram que a fadiga vinculada com as atividades de carregamento de peças era tão intensa que não cessava completamente mesmo após o descanso do fim de semana. As diferenças das médias das sensações de desconforto/dor de diversos segmentos corporais entre as avaliações do início e final da jornada de trabalho resultaram em valores negativos, ou seja,

os trabalhadores chegaram mais cansados do que saíram! Esses resultados mostraram a percepção da excessiva carga de trabalho imposta.

A empresa implantou um software de balanceamento da produção em toda a fábrica que, após o seu funcionamento ajustado, melhorou o processo produtivo. Esse software permitiu a visualização de que o setor da pintura não era “gargalo” do processo mas, sim, que o desbalanceamento da produção gerava um número de peças a pintar muito superiores ao número de tratores e colheitadeiras a serem montados no dia, gerando um estoque de uma semana após a pintura. O sistema foi balanceado para que o fluxo de produtos em todos os setores estivesse de acordo com as necessidades de montagem do dia. Assim, no setor da pintura, chegavam também um menor número de peças a pintar e, conseqüentemente, uma menor carga de trabalho para os trabalhadores.

No caso da empresa automotiva, pode-se dizer que houve a melhoria do processo produtivo, mas pouca melhoria no sistema homem-máquina.

Tendo em vista o paradigma estabelecido (separação entre conceptor e realizador do trabalho), o processo de produção foi balanceado, mas em momento algum o processo ou produto foi (re)concebido para atender os humanos, com suas características anatômicas, antropométricas, biomecânicas e, principalmente, suas capacidades físicas e psíquicas. Ou seja, as peças a pintar chegavam, agora, em números compatíveis com os tratores e as colheitadeiras a montar, mas chegavam exatamente da mesma forma que a anterior. A pendura de peças continuava sendo manual, e as grades da pendura igualmente continuavam com as mesmas inadequações antropométricas e biomecânicas.

Pode-se concluir, conforme mostrou a AMT e as avaliações integradas, que há necessidade de mudanças locais no projeto do sistema de carregamento e descarregamento de peças, levando em consideração as características e limitações humanas para tornar o trabalho menos fatigante. Igualmente, a solução dos problemas da produção deve ser construída a partir de uma visão sistêmica: a otimização do uso de equipamentos mecânicos, o tipo de equipamento utilizado, bem como o fluxo das peças e subconjuntos ao longo do processo, devem considerar os limites máximo de carga de acordo com as capacidades e limitações humanas. Desta maneira, o aumento da capacidade produtiva será efetivamente uma melhoria no processo e não uma perda gerada por problemas ergonômicos.

Na empresa de construção civil pesada, os dados levantados nas entrevistas e os resultados obtidos pelos questionários, com o método da AMT, confirmados pela avaliação integrada da carga física de trabalho, indicaram que há inadequações entre o processo produtivo e as características e limitações físicas e psíquicas dos trabalhadores. Por exemplo, identificou-se, nas tarefas de transportes de barras de ferro dobradas na armação e serrar pranchões na carpintaria, os piores constrangimentos biomecânicos. Os trabalhadores das centrais de armação e carpintaria desempenhavam suas tarefas com posturas com flexão e torção da coluna. Os resultados foram confirmados pela avaliação fisiológica (os valores do pulso de trabalho, em várias atividades, ultrapassaram o limite fisiológico de 35 pulsos de trabalho) e pela percepção da carga física de trabalho (avaliação psicofísica), que mostraram excessiva carga física de trabalho nestas duas atividades.

Pode-se concluir que há a necessidade de mudanças locais no projeto das centrais que torne o trabalho menos fatigante e que leve em consideração as características e limitações físicas e psíquicas dos humanos trabalhadores, com uma melhor definição do leiaute, a localização das centrais mais próximas, e com a instalação de equipamentos mecânicos. A área do pátio de estocagem deve ser ampliada, permitindo manobras das carretas.

Igualmente, deve ser entendido o processo como um todo, onde há conhecimento das inter-relações dos diversos setores. Exemplificando, sugere-se que haja integração com os fornecedores das matérias primas (no caso das centrais, ferro e madeira), para que as mesmas sejam enviadas já cortadas e nas dimensões preestabelecidas, e já recebidas em condições e com local previsto para o estoque em condições de operação.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O objetivo principal desta dissertação foi “a avaliação integrada da carga física de trabalho segundo as abordagens biomecânicas, fisiológica e psicofísica”. Este objetivo foi alcançado por meio de dois estudos de casos, conduzidos sob os princípios da macroergonomia e da ergonomia participativa. A avaliação da carga de trabalho, nos dois estudos de caso, foi realizada a partir de um processo de intervenção macroergonômica, com o método da AMT. Este método permitiu priorizar e confirmar os itens de demanda ergonômica dos trabalhadores a partir dos índices de (in)satisfação, em que a ênfase foi dada à carga de trabalho.

A revisão da literatura permitiu identificar, e definir para uso no estudo de caso, os indicadores fisiológicos de fadiga, quais sejam, o pulso de trabalho e a frequência cardíaca, bem como avaliar as posturas assumidas pelo critério biomecânico a partir do método OWAS (1991), mostrando os constrangimentos posturais da coluna, membros superiores vinculados à carga de trabalho. Por fim, a análise psicofísica pelo método de Corlett (1993) também permitiu definir e quantificar a carga física imposta.

Estas três dimensões (psicofísica, biomecânica e fisiológica) indicam a complexidade envolvida na quantificação e avaliação da carga de trabalho. Devido a essa complexidade, geralmente os ergonomistas, baseando-se somente em uma destas dimensões, podem inferir que uma determinada atividade não está sendo realizado dentro dos limites de conforto e segurança. Todavia, esta avaliação não representa o real impacto da carga física de trabalho sobre o indivíduo, sendo estas inferências muito suscetíveis a críticas negativas. Isto porque a análise unidimensional da carga física imposta aos trabalhadores por meio de critérios fisiológicos, por exemplo, não visualiza os constrangimentos biomecânicos e a percepção da carga física pelo trabalhador. Assim, as inferências realizadas a partir de avaliações individuais podem ser contraditórias entre si; isto é, pelo critério psicofísico pode-se inferir que a carga de trabalho está dentro dos limites aceitáveis de conforto, enquanto pelo critério biomecânico ou fisiológico esta mesma carga pode não ser aceitável

Neste trabalho pode-se constatar esta diferença e, a partir da avaliação integrada das abordagens fisiológica, biomecânica e psicofísica, eliminar-se os aparentes conflitos. Os resultados integrados demonstraram, nos dois estudos de caso que há correlação entre as três avaliações. As avaliações psicofísicas, que geralmente podem gerar dúvidas quanto ao efeito da subjetividade na fidedignidade das análises, mostrou-se compatível com as análises “menos subjetivas” das abordagens fisiológica e biomecânica. Os resultados indicaram que a avaliação integrada aumenta a margem de segurança na prevenção da fadiga e, portanto, na prevenção de Doenças Osteomusculares relacionadas à carga de trabalho.

É importante notar que as tarefas desempenhadas pelos trabalhadores, nos dois estudos de caso, caracterizam-se como dinâmicas e pesadas, o que poderia dificultar a análise devido às várias mudanças de posturas e deslocamentos dos mesmos. No entanto, os métodos se mostraram adequados, não causando interferências com as atividades laborais, e permitindo concluir que a análise integrada da carga física de trabalho é uma forma de reforçar as avaliações e mais um método de análise, que pode ser utilizado em situações reais de trabalho, corroborando com a revisão da literatura

Os limites fisiológicos envolvidos com a carga de trabalho nas duas empresas do estudo de caso, comparando com valores expressos na literatura, foram identificados e estabelecidos. No estudo de caso dos trabalhadores da pintura na indústria automotiva, a análise de variância mostrou que os trabalhadores experientes há um menor aumento do pulso de trabalho quando da realização de suas tarefas. Assim, pode-se inferir que eles desenvolvem estratégias e estilos de trabalho que reduzem a fadiga.

A contribuição deste trabalho em relação à literatura está no fato de que esta apresenta somente a avaliação da carga de trabalho nas atividades de manuseio manual de carga, e os efeitos desta carga na coluna lombo-sacra dos trabalhadores, enquanto no estudo de caso a análise foi feita considerando a carga física atuando em todos os segmentos corporais.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As observações assistemáticas, a revisão da literatura, e os achados da análise de variância mostrando que trabalhadores experientes apresentam uma menor variação no pulso de trabalho, nos levam a propor um estudo sobre os estilos de trabalho e as estratégias que os trabalhadores experientes desenvolvem relacionados com a carga física, e portanto entender possíveis modos operatórios vinculados à fadiga.

6 BIBLIOGRAFIA

- ASTRAND, P-O e RODAHL, K (1986) *Textbook of work physiology*, 3rd ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- AYOUB, M..M. and EL-BASSOUSSI, M.M. (1976) *Dynamic biomechanical models for sagittal lifting activities*. Proceedings of the 6th Congress of International Ergonomics Associatio (pp. 355-359).
- AYOUB, M..M. et al., (1981) *Mining in low coal, Vol I, Biomechanics and Work Physiology*. Final Report, US Bureau of Mines Contract No. H03087022.
- AYOUB, M. M. and MITAL, A (1989) *Manual Materials Handling*. Taylor and Francis, London.
- AYOUB, M. M. (1991) *Determining permissible lifting loads : An Approach*. In: KARWOWSKI, W. WOGALTER, M.S. DEMPSEY III, P.G. (Editors). (1997) *ergonomics and musculoskeletal disorders : research on manual materials handling, 1983-1996*. Human factors and Ergonomics Society.
- BASMAJIAN, J.V. and DELUCA, C.J. (1985) *Muscles alive*. Williams and Wilkins, Baltimore
- BATISTA, H. e VIANA, M. (1989) *Acidentes do trabalho na construção civil em Pernambuco - um diagnóstico do ano de 1987*. Fundacentro. Recife.
- BENCHEKROUN, T. H. (2000) *Ler/Dort – Competências e Atividade Coletiva na Gestão de Riscos*. Trabalho apresentado no Fórum Sul-Brasileiro de Ergonomia. Porto Alegre.
- BHATTACHARYA A. MCGLOTHLIN J.D. EDS. (1996) *Occupational Ergonomics. Theory and applications*. NEW, YORK, NY: MARCEL DEKKER, INC., PP. 783–802.
- BORG, G. A. V. (1962) *Physical performance and Perceived Exertion*. Studia Physicologica et Pedagogica. Series altera. Investigaciones XI . CWK Gleerup, Lunds, Sweden.
- BORG, G. A. V. (1973) *Perceived exertion: A note on “history” and methods*. Med and Sci in Sports. 5(2): 90-93.
- BORG, G. A. V.(1982) *Psycophysical bases of perceived exertion*. Med. and Sci. in Sports and Exercise 14(5):377-381.
- BORG, G. A. V. et al., (1987) *Perceived exertion related to Heart rate and blood lactate during arm and leg exercise*. Eur. J. Appl. Physiol. 65:6799-685.

- BORG, G. A. V. (1990) *Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion*. Scand. J. of Work. Environ. and Health. 16(Suppl. 1): 55-58.
- CHAFFIN, D. B., ANDERSSON, G. B. J. (1999) *Occupational biomechanics*. New York: John Wiley & Sons,. 579 p.
- CHRISTENSEN, E. H. (1964) L. *Homme au travail, Serie "Securite, hygiene et medicine du travail"* No 4, Bureau International du Travail, Geneve.
- CORLETT, N.E. (1995) *The evaluation of posture and its effects* In: WILSON, J.R. and CORLETT, N.E. (Editors) *Evaluation of Human Work : A Practical Ergonomics Methodology*. Taylor and Francis. London, U.K.
- COSTELLA, M. (1999) *Análise dos acidentes do trabalho e doenças profissionais ocorridos na atividade de construção civil no Rio Grande do Sul em 1996 e 1997*. Porto Alegre, Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, CPGEC/UFRGS.
- COUTO, H. A. (1998) *Avaliação dos riscos de DORT/LER*. In: COUTO, H. A.; NICOLETTI, S. J.; LECH, O. E COLABORADORES. *Como gerenciar a questão das DORT/LER: Lesões por esforços repetitivos/Distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho*. Belo Horizonte: Ergo.
- DAVIS, V.J.; TOMASIN, K. (1990) *Construction safety handbook*. London: Thomas Telford.
- DINIZ, C. A., (1994) *Norma Regulamentadora 17 Manual de utilização*. Brasília MTb, SSST, 163p.
- DINIZ, R.L. (1999) *Ergonomia: constrangimentos posturais; o caso do cirurgião eletivo geral*. Departamento de Artes e Design. Dissertação de Mestrado em Design. PUC – Rio. Rio de Janeiro (RJ).
- EASTMAN KODAK COMPANY (1986) *Ergonomic design for people at work. Vol 2*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- EVERETT, J.; THOMPSON, W. (1995). *Experience modification rating for workers' compensation insurance*. Journal of Construction Engineering and Management, v. 121, n. 1, p. 66-79.
- FERREIRA, M. et al. (1996) *Estudo epidemiológico dos acidentes de trabalho em Porto Alegre 1991*. Porto Alegre. Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul. Escola de Saúde Publica.

- FERRI, M.G. (1977) *Fisiologia humana*. Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 151.p.
- FEUERSTEIN, M. (1996) *Workstyle- Definition, Empirical Support, and Implications for prevention, Evaluation, and Rehabilitation of occupational upper-extremity Disorders*. In: MOON, S.D; SAUTER, S.L. (1996) *Beyond Biomechanics- Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office work*. London: 6, Taylor e Francis
- FOGLIATTO, F. E GUIMARÃES, L.B.M. (1999) *Design Macroergonômico: uma proposta metodológica para projeto de produto*. Produto & Produção Porto Alegre, v.3, n.3,
- FRIEDMANN, G. (1959) *Grenzen der arbeitsteilung*. Europäische Verlagsastalt, Frankfurt/M.
- GAMBERALE, F. (1982) *Psycophysical bases of perceived exertion*. Ergonomics, 28, 299-308.
- GARG, A.D. & CHAFFIN, D.B. (1975) A biomechanic computerized simulation of human strenght. AIIE Trans 14:272-280.
- GARG, A.D. and AYOUB, M. M. (1980) *What criteria exist for determing how much load can be lifted safely?* Human factors, 22, 475-486.
- GRANATA, K. P. e MARRAS, W. S. (1996) *Biomechanical Models in Ergonomics* In: BHATTACHARYA A, MCGLOTHLIN JD, EDS. (1996). *Occupational Ergonomics. Theory and applications*. New, York, NY: Marcel Dekker, inc., pp. 115-136.
- GRANDJEAN, E. (1998) *Manual de Ergonomia – Adaptando o trabalho ao homem*. 4^a Ed., Porto Alegre: Bookman,
- GRUBB, P.; SWANSON, N. (1999) *Identifcation of work organization risk factors in construction*. In: International Conference Of Cib Working Commission W99, 2^o, , Hawai. Proceedings... p. 793 - 797, Rotterdam: A.A. Balkema.
- GUERIN, F. (1985) *Activité et Charge de Travail*. In: CASSOU, B. et al., (dir). *Les Risques du Travail: pour ne pas Peerdre sa Vie à la Gagner*. 1a ed. Paris, La Découverte.
- GUIMARÃES, Lia B.M. (ed.) (1999) *Ergonomia de Processos I*. Porto Alegre: FEEng/PPGEP/UFRGS, (Série monográfica de ergonomia).
- GUIMARÃES, L.B.M. & DINIZ, R. L. (2001) *Avaliação de Posturas e Avaliação do Custo Postural*. In: GUIMARÃES, L. B.M. (ed.) (2001) *Ergonomia de Produto I*. Porto Alegre: FEEng/PPGEP/UFRGS, (Série monográfica de ergonomia).

- GUIMARÃES, Lia B.M. (ed.) (2001) *Ergonomia de Produto 1*. Porto Alegre: FEEng/PPGEP/UFRGS, (Série monográfica de ergonomia).
- HELANDER, M. (1997) *A Guide to the Ergonomics of Manufacturing*. Taylor & Francis Ltd. London.
- HUTTON, W.C. and ADAMS, M.A. (1982) *Can the lumbar spine be crushed in heavy lifting?* *Spine*, 7, 586-590.
- INSTITUTO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA SOCIAL (INSS) (1986) *Relatório de Pagamento de Benefícios concedidos*. Brasília, D.F.
- JARVHOLM, U et al., (1988) *Intramuscular pressure in the supraspinatus muscle*. *J. Orthop. Res.* 6(2):230-238.
- KARRASCH, K. und MULLER, E.A. (1951) *Das Verhalten der Pulsfrequenz in der Erholungsperiode nach körperlicher Arbeit*. *Arbeitsphysiologie* 14, 369-382
- KARHU, O. KANSI, P. & KUORINKA, I. (1977) *Correcting working postures in industry: a practical method for analysis*. *J. Applied Ergonomics*, v.8.4:199-201.
- KARWOWSKI, W and AYOUB, M.M (1994) *Fuzzy modeling of stresses in manual lifting tasks*. *Ergonomics*, 27, 641-649.
- KARWOWSKI, W. WOGALTER, M.S. DEMPSEY III, P.G. (Editors). (1997) *ergonomics and musculoskeletal disorders : research on manual materials handling, 1983-1996*. Human factors and Ergonomics Society.
- KEYSERLING, W.M. BROUWER, M. SILVERSTEIN, B.A (1992) *A checklist for evaluating ergonomic risk factors resulting from awkward postures of the legs, trunk and neck*. *Int J Ind Ergonomics* 9:283–301.
- KEYSERLING, W.M. STETSON, B.A. SILVERSTEIN, B.A. BROUWER, M.L. (1993) *A checklist for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity disorders*. *Ergonomics* 36(7):807–831.
- KILBOM, A., PERSSON J., E JONSSON, B.G. (1986) *Disorders of the cervicobrachial region among female workers in the electronics industry*. *Int. J. Ind. Ergonomics* 1(1):37-47. In: MOON, S.D; SAUTER, S.L. (1996). *Beyond Biomechanics- Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office work*. London:, Taylor e Francis.
- KILBOM, A., (1990) *Measurement and assessment of dynamic work*. In *Evaluation of Human work* (Editors J.R. Wilson and E.N. Corlett). Taylor & Francis Ltd, Philadelphia.

- KILBOM, A. (1994) *Assessment of physical exposure in relation to work-related musculoskeletal disorders – what information can be obtained from systematic observations?*. Scand J. Work Environ. Health.; 20 special issue: pp. 30 – 45.
- KIM, H.-K. (1990) *Development of a model for combined ergonomic approaches in manual materials handling tasks*. PhD dissertation, Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA
- KIVI, P. and MATILLA, M. (1991) *Analysis and improvement of work postures in the building industry: application on the computerised OWAS method*. Applied Ergonomics, 22 (1), p. 43 –48.
- KRACZYK, S. (1993) *Psychophysical determination of work design guidelines for repetitive upper extremity transfer tasks over an eight hour workday*. Ph.D diss., The University of Michigan, Ann Harbour. Michigan.
- KRACZYK, S. ARMSTRONG, T. J. and SNOOK, S. H.(1993) *Psychophysical assessment of simulated assembly linework: Combinations of transferring and screw driving tasks*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting, Seattle, Washington. Ppp. 803-807.
- KRACZYK, S. (1996) *Physicophysical methodology and the Evaluation of Manual Materials Handling and Upper Extremity Intensive Work*. In :BHATTACHARYA, A e MCGLOTHLIN, A. Editors. *Occupational Ergonomics*. P.137-163. Marcel Dekker, New York.
- KROEMER, K.H.E. (1993) *Ergonomic manual for "handling loads"*. Ergonomics Research Institute, Inc.. Pp. 4 – 7, Cap. 3.
- KROMODIHARDJO, S. and MITAL, A. (1987) *Biomechanical analysis of manual lifting tasks*. Journal of Biomechanical Engineering, **109**, 132-138.
- KUMAR, S. (1989) *Cumulative stress at risk factor for back pain*. Manuscript submitted to spine.
- KUMAR, S. and MITAL, A. (1989) *Safety of Back! What is the Margin?*. In: KARWOWSKI, W. WOGALTER, M.S. DEMPSEY III, P.G. (Editors). (1997) *Ergonomics and Musculoskeletal Disorders : Research on Manual Materials Handling, 1983-1996*. Human factors and Ergonomics Society

- KUORINKA, I., JONSSON, B., KILBOM, A., VINTERBERG, H., BIERING-SORENSEN, F., ANDERSSON, G. & JORGENSEN, K. (1987) "Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms." *Applied Ergonomics*, 18, (3), 233-237.
- LAUFER, A.; TUCKER, R. L. (1987) *Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics, London, n. 5, p. 243-266,
- LAVILLE, A. (1977) *Ergonomia*. São Paulo, EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo.
- LI, K.W. (2000) *Improving postures in construction work*. *Ergonomics in Design* 8 (4) 11-16.
- LIFSHITZ Y, ARMSTRONG T (1986) *A design checklist for control and prediction of cumulative trauma disorders in hand intensive manual jobs. Vol. 2*. Proceedings of the 30th Meeting of the Human Factors Society, Daytona, Florida, pp. 837-841.
- LISKA, R.W. et al. (1993) *Zero accident techniques*. Austin: The Construction Industry Institute, 292 p.
- LONG, A. (1993) *Overview of the OVAKO working posture analysing system (OWAS)*. In: POLLOCK, C. e STRAKER, L. (Eds.), *Ergonomics in a changing world: anais da 29ª conferência anual da Sociedade de Ergonomia da Austrália*. Camberra: Ergonomics Society of Austrália. Pp. 3 – 10. 1993.
- MITAL, A. (1985). *A comparasion between pscophysical and physiological approaches across low and high frequency ranges*. *Journal of Human Ergology*, 14, 59-64.
- MITAL, A. and KROMODIHARDJO, S. (1986) *Kinetic analysis of manual lifting avitvitters: Part II – Biomechanical analysis of tasks variables*. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1, 91-101.
- MITAL, A et al. (1987) *Are manual lifting weight limits based on the physiological approach realistic and practical?* In: *Trends in Ergonomics/Human Factors IV*, edited by S.S. Asfour, oo. 973-977. Amsterdam: North-Holland.
- MITAL, A et al. (1993) *Fatigue in high and very high frequency manual lifting, lowering and carryng and turning*. In: *Proceedings of the HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY 37th ANNUAL MEETING (1993)*. Seattle, WA.

- MARRAS, W. S. LAVENDER, S. E. LEURGENS, S. E. RAJULKU, S. L. ALLREAD, W. G. FATHALLAH, F. A. ET AL., (1993). *The role of dynamic three-dimensional trunk motion in occupationally-related work-related low back disorders: the effect of workplace factors, trunk motion characteristics on risk of injury*. Spine 18(5):617-628.
- MARRAS, W. S. LAVENDER, S. E. LEURGENS, S. FATHALLAH, F. FERGUSON, S. A. ALLREAD, W. G.(1995) *Biomedical risks factors for occupationally-related low back disorders*. Ergonomics 28(2):377-410.
- McATAMNEY, L. & CORLETT, E. N. (1993) *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders*. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- MENDES, R (1995). *Patologia do Trabalho*. São Paulo, p: 41-42. Ed Ateneu
- MITAL, A, NICHOLSON, A S., AYOUB, M. M. (1997). *A guide to manual materials handling*. Taylor & Francys: Londres, 140p.
- MOON, S.D; SAUTER, S.L. (1996) *Beyond Biomechanics- Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office work*. London: 6, Taylor e Francis.
- MOORE, J.S. & GARG, A. (1995) *The strain index: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders*. American Industrial Hygiene Association, 56:443-458.
- MORAES, A. de e MONT'ALVÃO, C. R. (1998) *Ergonomia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: 2AB.
- MÜLLER, E. A.(1961) *Die physische Ermüdung*. In: Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin, Band 1. Urban und Schwarzenberg, Berlin.
- MUTH, M.B., AYOUB, M.M. and GRUVER, W.A (1978) *a nonlinear programming model for the design and evaluation of lifting tasks*. In: DRURY, C.D. Ed. *Safety and manual materials handling* (NIOSH Pub. 78-185) NTIS PB-297-660.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) (1981) *Work Practices Guide for Manual Lifting*, NIOSH technical Report No. 81-122 Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health.
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) (1991)., *Scientific Support Documentation for the revised 1991 NIOSH Lifting Equation: Technical Contract Reports, May 8, 1991* U.S. Department of Health and Human Services,

Public Health Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. Available from the National Technical Information Service (NTIS No. PB-91-226-274).

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH) (1993). *The industrial environment- Its Evaluation and control*. US. Government Printing Office, Washington, D.C.

ONSTEN, G. (1996). *Ergonomics in the construction industry*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF CIB WORKING COMMISSION W99, 1º, 1996, Lisbon.

Proceedings... p. 313-317, Rotterdam: A.A. Balkema,

PARK, K.S. and CHAFFIN, D.B. (1974) *A biomechanical evaluation of two methods of manual load lifting*. AIIE Transaction, 66(2), 105-113.

PHEASANT, S. (1991). *Ergonomics, work and health*. Londres: The Mc Millan Press Ltd.

PUTZ-ANDERSON, VERN. (1998). *Cumulative trauma disorders: a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs*. Taylor & francis: London, . 151 p.

RAMAZZINI, B. (1999). *As doenças dos trabalhadores; tradução de Raimundo Estrela*. 2. ed. São Paulo : FUNDACENTRO, 272 P.

RODGERS, S.H. (1992) *A functional job analysis technique*. Occup. med.: state of the art reviews. 7(4):679-711.

SELAN, J.L. ET AL., (1985) *Biomechanics and Work Physiology in Underground Mining*. In: () *Ergonomics and Musculoskeletal Disorders*. In: KARWOWSKI, W. WOGALTER, M.S. DEMPSEY III, P.G. (Editors). (1997) *ergonomics and musculoskeletal disorders : research on manual materials handling, 1983-1996*. Human factors and Ergonomics Society.

SIGHOLM, G et al., ((1984). *Electromyographic analysis of shoulder muscle load*. J. Orthop. Res. 1(4):379-386.

SIGNORI, L. (2000). *Análise dos Instrumentos Utilizados para a Aviação do Risco da Ocorrência dos D.O.R.T./L.E.R*. Dissertação de mestrado profissionalizante. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS. Porto Alegre.

SILVERSTEIN, B. A., FINE, I. J., ARMSTRONG, T. J. (1986) *Hand wrist cumulative trauma disorders in industry*. British Journal of Industrial Medicine 43:779-784. In :

- MOON, S.D; SAUTER, S.L. (1996). *Beyond Biomechanics- Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office work*. London:, Taylor e Francis
- SNOOK, S. H., IRVINE, C.H. (1966) *The evaluation of physical tasks*
- SNOOK, S. H., IRVINE, C.H. (1967) *Maximum Acceptable Weight of Lift*. American Industrial Hygiene Association Journal, 28, 322-329.
- SNOOK, S. H., (1978) *The design of manual handling tasks*, Ergonomics, 21, 963.
- SNOOK, S. H., (1985) *Psychophysical acceptability as a constraint in manual working capacity*. Ergonomics 28, 331-335.
- SNOOK, S. H., CIRIELLO, V. M. (1991). *The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces*. Ergonomics 34: 1197-1213.
- in industry*, American Industrial Hygiene Association Journal, 27, 228.
- STEVENS, S. S. (1960). *The psychophysics of sensory function*. Am. Scientist 48:226-253.
- STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A & SINGLETON, R.C. (1974). *Sensory Evaluation by quantitative descriptive analysis*. Food Technology. 28(1):24-34.
- ULICH, E. (1964) *Schicht-und Nacharbeit im Betrieb*. RKW Publikation, Wetdeutscher Verlag Loh und Opladen.
- US DEPARTMENT OF LABOR (1982). *Back Injuries Associated with Lifting (Bulletin*. In: MOON, S.D; SAUTER, S.L. (1996) *Beyond Biomechanics- Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office work*. London: 6, Taylor e Francis.
- VIIKARI-JUNTURA, E. *Occupational risk factors for shoulder disorders*. In: KARWOWSKI, W. E MARRAS, W. S. (Editors). (1999). *The Occupational Ergonomics Handbook*. CRC Press. Boca Raton, USA.
- WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, V.(1992). *Manual materials handling*. In: Occupational Ergonomics – Theory and applications. Nova Iorque: Marcel Dekker, Inc., , Pp 329 – 349.
- WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A., FINE, L. J. (1993) *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks*. Ergonomics, vol. 36, n° 7, pp. 749 – 776.
- WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A.,(1994). *Applications manuals for the revised NIOSH lifting equation*. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human

Services, Public Health Services, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No.94-110.

WICKENS, Christopher D; GORDON, Sallie E; LIU, Yili. An Introduction Human Factors Engineering. New York: Longman, 1997.

WINOWAS® (1996) *A computerized system for the analysis of work postures*. Tampere University of Technology –Occupational Safety Engineering. Disponível na Internet <http://turva.ma.tut.fi/owas/index.html>.

Os estudos desta dissertação partiram da aplicação do método da Análise Macroergonômica do Trabalho (AMT) nas duas empresas, o que permitiu conhecer a opinião dos trabalhadores, avaliando o nível de satisfação com as tarefas do trabalho, com os fatores emocionais do trabalho, com os fatores ambientais e com os fatores de organização do trabalho. Os dados de insatisfação obtidos das entrevistas e as respostas dos questionários poderiam indicar que há uma dicotomia entre os “conceptores” e os “executores” dos processos produtivos estudados, pois raramente alguém planejaria seu posto de trabalho para gerar o próprio desconforto. Em outras palavras os resultados indicam que quem concebeu os postos de trabalho provavelmente não trabalha nos mesmos, tendo focado a otimização do fluxo de produção em detrimento dos humanos.

Anexo 1 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica

Questionário de validação relativo à demanda dos carregadores do setor de pintura. (março de 2000)

Prezado amigo!

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre seu trabalho no setor de pintura é muito importante. A partir de suas respostas, poderão ser tomadas ações de melhoria para que você tenha mais prazer em fazer o seu trabalho. Solicitamos, então, que você marque na escala a resposta que melhor representa a sua opinião com relação aos diversos itens apresentados.

Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que esta sendo desenvolvido pelo LOPP/PPGEP da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, junto a vocês da SLC- JOHN DEERE.

Obrigado!

Antes de responder as questões, preencha os campos abaixo:

Escreva sua idade e a função que você desempenha no setor de pintura:

Idade

Função Pintor

Escreva, ao lado do grau correspondente até que série você estudou

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

15. Postura do corpo no trabalho.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

16. Recebimento de peças de outros setores.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

17. Com relação à importância dada pela empresa aos trabalhadores do setor, você se sente?

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

18. Organização da área física de chegada de peças para pintar.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

19. Concentração de gases/solventes no local de trabalho.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

20. Ritmo de entrega das peças para o setor de montagem.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

21. A possibilidade de fazer rodízio de funções deixaria você:

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

22. Temperatura no local de trabalho.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

discordo

neutro

concordo

Anexo 2 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica

Questionário de validação relativo à demanda dos pintores do setor de pintura. (março de 2000)

Prezado amigo!

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre seu trabalho no setor de pintura é muito importante. A partir de suas respostas, poderão ser tomadas ações de melhoria para que você tenha mais prazer em fazer o seu trabalho. Solicitamos, então, que você marque na escala a resposta que melhor representa a sua opinião com relação aos diversos itens apresentados.

Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que esta sendo desenvolvido pelo LOPP/PPGEP da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, junto a vocês da SLC- JOHN DEERE.

Obrigado!

Antes de responder as questões, preencha os campos abaixo:

Escreva sua idade e a função que você desempenha no setor de pintura:

Idade

Função

Anexo 3 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica

Questionário de validação relativo à demanda da Central de Armação

Prezado amigo!

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicito, então, que você identifique seu setor, idade e sexo e marque com um X, na escala, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados.

Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que está sendo desenvolvido pela Odebrecht em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Muito obrigado.

	<input type="checkbox"/>	Ensino fundamental (1º grau)
Grau de escolaridade	<input type="checkbox"/>	Ensino médio (2º grau)
	<input type="checkbox"/>	Superior (3º grau)

FUNÇÃO: () servente () ajudante () operador de corte () operador de dobra
() soldador

IDADE: _____
() alojado () não alojado

Exemplo:

1. Time de futebol da Odebrecht

	neutro	satisfeito
insatisfeito		

Marque na escala o seu grau de satisfação quanto aos seguintes assuntos:

1. transporte (manuseio) de ferros

	neutro	satisfeito
insatisfeito		

não

neutro

sim

8 A pressão psicológica exercida pelos superiores é grande?_____
não

neutro

sim

9 Sua carga de trabalho é muito grande?_____
não

neutro

sim

10 Seu trabalho é bem organizado (as tarefas são claramente divididas, há rodízio de atividades, etc.)?_____
não

neutro

sim

11 Seu trabalho é bem planejado (sabe-se com antecedência a produção prevista, de modo que consegue-se evitar mudanças repentinas nas ordens de produção)?_____
não

neutro

sim

Anexo 5 Modelo de questionário relativo aos itens de demanda ergonômica

Questionário 1 de validação relativo à demanda da central de carpintaria

Prezado amigo!

Este questionário não é obrigatório, mas sua opinião sobre o seu trabalho É MUITO IMPORTANTE. Solicito, então, que você identifique seu setor, idade e sexo e marque com um X, na escala, a resposta que melhor representa sua opinião com relação aos diversos itens apresentados.

Não coloque o seu nome no questionário. As informações são sigilosas e servirão para o trabalho que está sendo desenvolvido pela Odebrecht em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Muito obrigado.

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

7. conforto do ônibus

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

8. conforto do alojamento

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

9. fila do refeitório

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

10. qualidade da comida

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

11. assistência médica

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

12. compra de remédios

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

13. assistência social

insatisfeito	neutro	satisfeito
--------------	--------	------------

14. dia de recebimento do espelho do olerite

