

# LEVANTAMENTO ERGONÔMICO EM UM SETOR DE CROMAGEM, MOSTRANDO SUA ABRANGÊNCIA E EVOLUÇÃO.

LIA BUARQUE DE MACEDO GUIMARÃES PHD, CPE

[liabmg@ppgep.ufrgs.br](mailto:liabmg@ppgep.ufrgs.br)

TATIANA PASTRE, MESTRANDA

[tati@ppgep.ufrgs.br](mailto:tati@ppgep.ufrgs.br)

SILVÉRIO FONSECA KMITA, MESTRANDO

[silverio@ppgep.ufrgs.br](mailto:silverio@ppgep.ufrgs.br)

Programa de pós-graduação em engenharia de produção  
Laboratório de otimização de produtos e processos-Lopp  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## Resumo

*This article presents an ergonomic survey, as well as, a diagnosis and application of improvements at a cylinder manufacturing company carried through in the chromate sector. This work involved the participation of all operators of the sector, administrative sector and representatives of the university. Interviews were carried that generated the questionnaires, where it prioritized the measures of action. After the measures were taken, good results were obtained, proven through a new comparative questionnaire. Besides proving the evolution of working, also it was possible to define new directives for the future.*

**Palavras-chaves:** *Macroergonomics,chrome, participatory*

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho nas indústrias modernas tem gerado produtos com mais qualidade, mas às expensas de um alto preço para quem o executa. Além dos problemas que tradicionalmente gerava (ruído, por exemplo), hoje, a indústria vem gerando distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORTs), que se tornaram a maior fonte de gastos em saúde. No Brasil, a principal causa de auxílio-doença (com 67.092 casos, correspondendo a 10,3% dos benefícios concedidos) e a 3ª maior causa de aposentadoria por invalidez (com 10.232 casos, correspondendo a 9,7% dos benefícios concedidos) custeados pela Seguridade Social são as doenças do sistema osteomuscular, (Mendes, 1998). Estas doenças são, custeadas pela Seguridade Social (INSS, 1986). O aumento do número destes distúrbios vem aumentando a demanda por estudos ergonômicos, principalmente nas grandes empresa. Este artigo apresenta o trabalho em ergonomia desenvolvido no escopo de um projeto da parceria entre o LOPP/PPGEP/UFRGS e uma empresa do setor metalúrgico fabricante de cilindros, no Rio Grande do Sul. O enfoque inicial deste trabalho de parceria era estudar alternativas para minimizar os riscos ergonômicos gerados na atividade de

encaixe dos cilindros no dispositivo para o banho de cromo, pois, segundo a empresa, esta atividade era a maior causa dos DORTs.

No entanto, com o método macroergonômico adotado no estudo, ficou claro que este não era o maior problema do setor de cromagem e que o projeto não poderia se resumir ao diagnóstico ergonômico e à proposição de soluções de melhoria do dispositivo de encaixe de cilindros. Por ser essa uma abordagem macroergonômica e participativa, além do enfoque dado ao dispositivo verificou-se, com maior abrangência, outros problemas que tinham influência direta nas atividades e satisfação dos trabalhadores. Dentro dessa abordagem participativa a instalação de comitês de ergonomia (COERGO) é importante, pois o COERGO é uma ferramenta que viabiliza o encaminhamento e a discussão de novos itens que surgem durante o processo.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho no setor de cromagem começa na linha de preparação (há uma única linha), onde o trabalhador abastece um cesto com os cilindros a serem cromados (o número de cilindros vai depender do tamanho dos mesmos). Quando um cesto é abastecido, passa por uma sucessão de banhos químicos (12 banhos: desengraxante alcalino, soda, água, ácido nítrico mais fluorídrico, água, zincato, água, ácido nítrico mais água, água, cromo). Após a preparação, os cilindros são tirados dos contenedores, colocados em um recipiente com água e, então, fixados no dispositivo de cromagem. Após fixar os 12 cilindros que cabem em cada dispositivo, este é engatado em uma talha e conduzido até o primeiro tanque de banho. Em seguida, o dispositivo é imerso no tanque. Começa, então, o processo de cromagem (existem duas linhas de cromagem). Quando terminado a sucessão de banhos, o operador conduz o dispositivo para o início da linha, retira os 12 cilindros e os coloca num carrinho, onde outro montador pega as peças e as leva para uma bancada de aferição do diâmetro interno do cilindro.

Os tempos de ciclo nas três linhas que compõem o processo de cromagem são:

**linha de preparação:** tempo total de banho de um lote: 14-15 minutos;

**linha de cromagem:** tempo total de banho de um lote: 75 minutos. O tempo de ciclo para montagem de cada dispositivo é 4,69 min, aproximadamente 23 segundos para a montagem de cada um dos 12 cilindros. Quando a linha está operando na sua capacidade máxima, são utilizados 16 dispositivos. Neste caso, o tempo para preparação de um lote de 16 dispositivos é 75 minutos;

**banca de inspeção:** 5 segundos/ peça.

Os trabalhadores (6, sendo 5 funcionários diretos e 1 flutuante) fazem rodízio entre as estações de trabalho do setor, ou seja, entre as linhas de preparação, a de cromagem e a bancada de medição do diâmetro interno do cilindro. Cada funcionário trabalha um total de 2 horas por dia na linha de preparação, sendo este tempo distribuído em dois momentos de 1 hora cada. Salienta-se que em função do número de funcionários por turno, e da quantidade de horas da jornada de trabalho, um funcionário (do total de 6) precisa trabalhar mais uma hora na linha de preparação, além dessas 2.

O trabalho é organizado em três turnos, a saber:

T1: 7:30 - 5:18 (1 h de almoço e 10 min café) 2ª a 6ª feira

T2: 5:18 - 2:28 (1h de janta e 10 min café) 2ª a 6ª feira

T3: 2:30- 7:30 (10 min café) 2ª a sábado,

## 3. MÉTODO

### 3.1. Levantamento Com A Participação Direta Dos Usuários

A identificação da demanda ergonômica dos funcionários é feita por meio de entrevista não induzida de acordo com o método proposto por Fogliatto & Guimarães (1999). A técnica aplicada permite obter a declaração espontânea dos funcionários a respeito de seu trabalho. Para tanto, pediu-se a cada funcionário que ele falasse sobre o seu trabalho (os entrevistadores evitaram qualquer tipo de indução). As entrevistas foram efetuadas individualmente, com os trabalhadores dos três turnos (nos horários dos turnos) e tiveram duração de 10 a 20 minutos. Foram elicitados 16 itens relativos ao meio ambiente, esforço físico e aos equipamentos e ferramentas utilizadas.

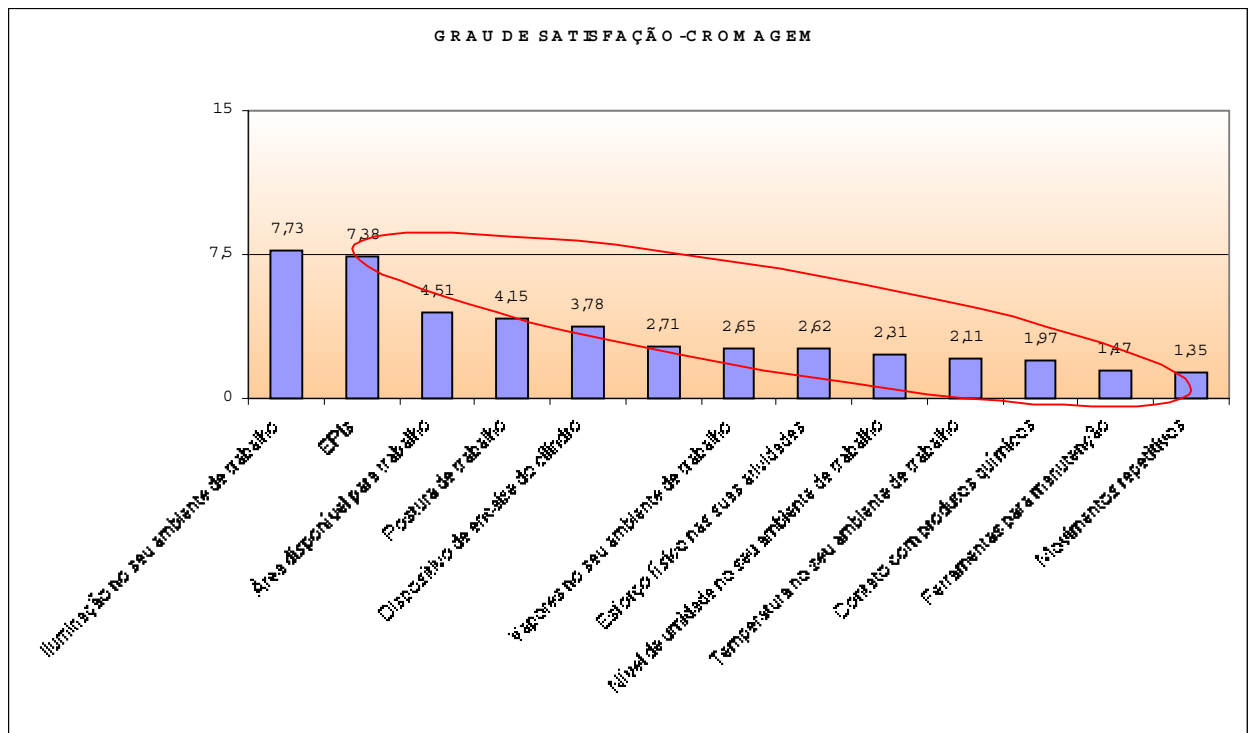
As respostas das entrevistas foram tabuladas em planilha Excel e analisados pela equipe de especialistas. Foram expurgadas as informações não pertinentes e agrupadas as respostas por afinidade, ou seja, as respostas semelhantes foram consideradas como um mesmo item de demanda ergonômica (IDE). A tabulação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

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 atribuída 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 nível de satisfação do sujeito com relação a cada questão é aferida por meio de uma escala de avaliação contínua, sugerida por Stone et al. (1974). A metodologia do Design Macroergonômico (Fogliatto & Guimarães, 1999), utilizada neste projeto, recomenda o uso desta escala com duas âncoras nas extremidades (insatisfeito e satisfeito) e uma âncora no centro (neuro). Esta escala tem 15 cm e ao longo dela o sujeito deverá marcar a sua percepção sobre o item. A intensidade de cada resposta poderá variar entre 0 e 15. Com base nas entrevistas foi elaborado um questionário com 13 questões relativas aos itens mencionados nas entrevistas.

O questionário, não identificado, foi submetido a 17 pessoas dos três turnos de trabalho no setor de cilindros. Todos os 17 questionários retornaram, mas 4 foram anulados devido à imprecisão de preenchimento. O resultado dos questionários é apresentado no gráfico 1. O resultado dos questionários indicou as prioridades das IDEs a serem consideradas no projeto.

A avaliação das condições ambientais foi feita com base nos dados da análise de riscos ambientais fornecidos pela empresa.

#### **4. RESULTADO DOS QUESTIONÁRIOS**



**Gráfico 1: Primeiro questionário de grau de satisfação**

O resultado do questionário mostra que apenas um dos itens (iluminação do ambiente de trabalho) fica acima da média ( $>7,5$ ). Tinha-se preocupação evidente quanto ao item dispositivo de encaixe do cilindro, devido a essa atividade ser repetitiva e desgastante. Com a tabulação dos dados percebeu-se que a demanda era mais abrangente e itens como exposição a cheiros, vapores, esforço físico, umidade, temperatura, contato com produtos químicos, ferramentas e movimentos repetitivos, tiveram médias menores. Isso implicou num trabalho mais abrangente que demandou mais tempo e onde se verificou que o problema não estava no dispositivo de encaixe do cilindro e sim no próprio processo e nas conseqüências desse no ambiente.

## 5. ENCAMINHAMENTO DE MELHORIAS

As reuniões do COERGO definiram e encaminharam as soluções a serem implementadas. No decorrer desse processo novas idéias foram levadas as reuniões do grupo, resultando em melhorias que abrangem todas as áreas de solicitação do setor.

### 5.1 Ambientais

Em função da influência das condições ambientais no trabalho, foi implementado um sistema de insuflamento no setor de cromagem, fazendo com que a troca de ar fosse mais dinâmica e as condições ambientais no setor aproxime-se do ideal. Outra medida, visando um maior conforto para os trabalhadores foi à inserção das tampas nos banhos de cromo para evitar a dispersão dos vapores de cromo no ambiente, exposição a cheiros, umidade e o contato com produtos químicos. A iluminação também foi um item que melhorou, pois foram acrescentadas lâmpadas no início da banca de preparação.

### 5.2 Biomecânicos

Desenvolveu-se, junto aos dispositivos de encaixe do cilindro, um novo mecanismo, em forma de grelha com carregamento e descarregamento automatizado, a fim de amenizar os

problemas de repetitividade. O mecanismo encontra-se em fase de teste para mensurar sua resistência, junto aos banhos e avaliar sua real eficácia.

Como o movimento para se encaixar os cilindros no dispositivo é o mesmo realizado para fixar as cordoalhas junto aos banhos de cromo, as mesmas foram trocadas por outro tipo, encaixe sem torção de simples toque, que exige outro tipo de movimento, evitando com isso o uso excessivo de força e que um mesmo tipo de movimento ocorra repetidas vezes durante o processo.

Em paralelo aos testes do novo dispositivo de encaixe dos cilindros, foram feitos estudos sobre ritmo de trabalho, principalmente atentando para questões de repetitividade de movimento e força que são fatores contributivos para DORT (Silverstein, 1987) e implantado definitivamente o rodízio entre as linhas de cromagem, linha de preparação e a banca de medição.

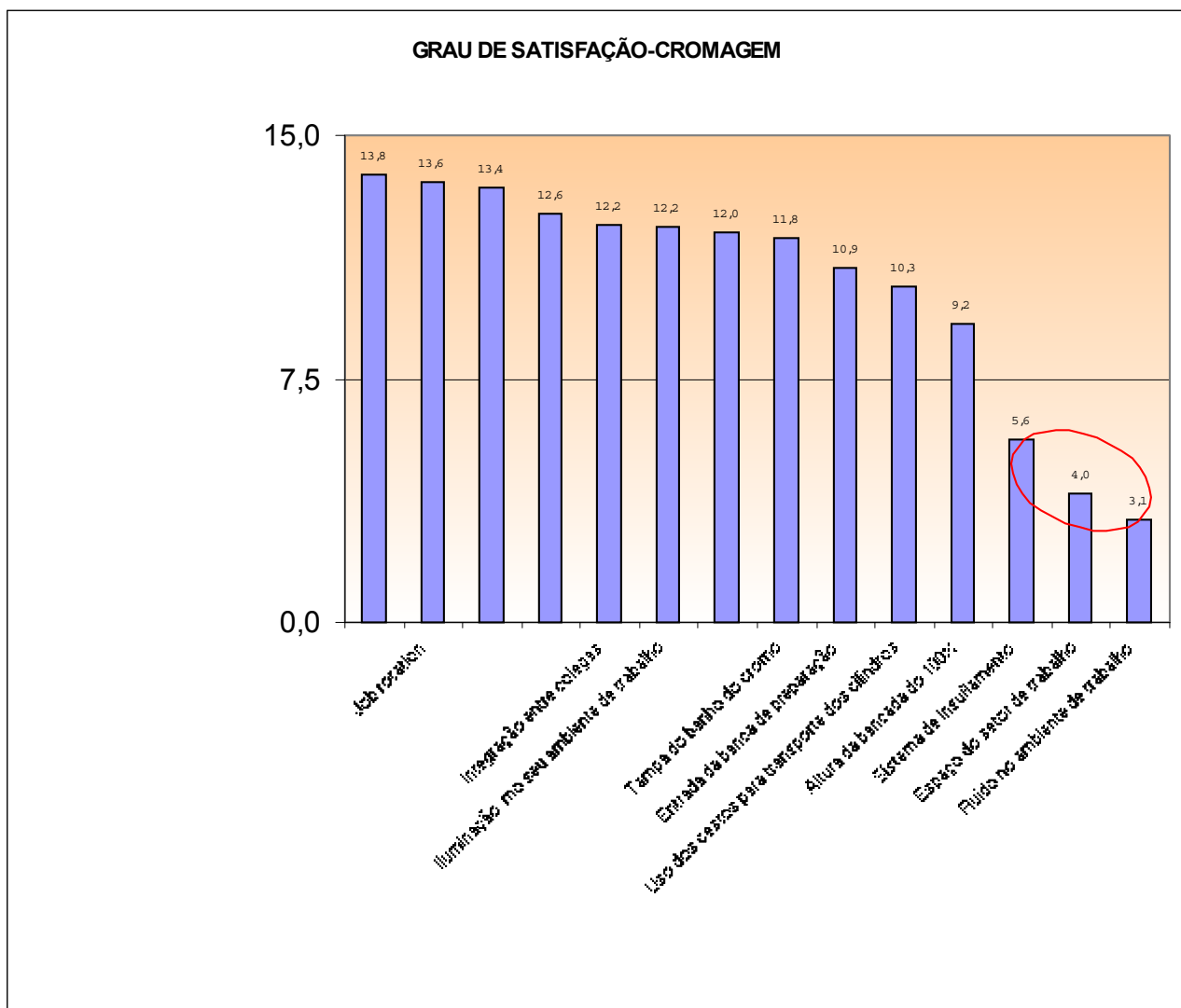
Visando minimizar problemas relacionados ao manuseio de peças, no setor de cromagem entre as linhas de banho de cromo até a banca de inspeção (banca de 100%) pensou-se em esteiras automatizadas, mas por motivos de tempo, de custos e estudo de layout do setor, buscou-se uma solução mais rápida, barata e provisória, o uso de cestos, amenizando assim esforço da musculatura dos membros superiores e danificação de cilindros durante o transporte manual.

Junto a banca de preparação, local do processo de cromagem de cilindros onde os mesmos passam por banhos para que a superfície do material esteja pronta para ser cromada, observou-se uma dificuldade devido a forma pela qual essa era abastecida. No processo anterior o operador abastecia os cestos que iam para o banho, dentro da banca. Este local era considerado de difícil acesso pelos funcionários e causava constrangimento ao operador devido à má postura, além de perda no tempo no processo e dificuldade de transporte, pois os cestos voltavam por dentro da linha de preparação. Visando melhorar esse ciclo de trabalho e enfatizando a questão de postura e esforço do operador, modificou-se a entrada da linha de preparação, onde eram abastecidos os cestos. Realizou-se uma mudança de projeto que ocasionou a abertura de uma entrada para essa linha e a colocação de roletes junto a sua base, fazendo com que o operador simplesmente deslize os cestos para dentro da banca com menor esforço. Outra mudança inserida no processo foi que, os cestos que retornavam por dentro da linha de preparação, passaram a retornar vazios ao início da linha, transportados em carrinhos onde podem ser abastecidos em qualquer lugar, fazendo com que o operador não necessite esperar todo o ciclo do processo de limpeza das peças para abastecer um novo cesto.

Outros itens foram levados a reunião do COERGO, como a altura da bancada de medição dos cilindros que era muito baixa e obrigava o operador adotar uma postura inadequada com a coluna em flexão, plataforma de acesso aos tanques de recirculação que foi imediatamente colocada e ampliação da mono-via no final da linha de preparação, evitando desgastes por esforços físicos.

## **6. AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO PÓS-MELHORIAS IMPLEMENTADAS**

Um novo questionário foi aplicado para medir o grau de satisfação dos funcionários do setor de cromagem, pós-melhorias implementadas, foi elaborado pelo COERGO usando o método proposto por Fogliatto & Guimarães (1999) e aplicado no dia 27 de dezembro de 2000. Os resultados são apresentados a seguir:



**Gráfico 2: Segundo questionário aplicado, medindo grau de satisfação.**

Salienta-se que alguns itens são comuns aos dois questionários de satisfação, permitindo comparação direta. A tabela abaixo trás na primeira coluna os resultados do primeiro questionário, queixa com valor médio levantado e na segunda apresentamos queixas com valores médios apurados para o segundo questionário. Buscou-se fazer uma apresentação dos dados fazendo um comparativo direto para mesmos itens e correlacionando itens levantados com suas soluções implementadas.

Iluminação no seu ambiente de trabalho	(7,73)	Iluminação no seu ambiente de trabalho	(12,2)
Dispositivo de encaixe do cilindro	(3,78)	Dispositivo de crom. c/ carreg. e descar. automático	(13,8)
Área disponível para trabalho	(4,51)	Espaço do setor de trabalho	(4,0)
EPI's	(7,38)		
Postura de trabalho	(4,15)	Altura da bancada do 100%	(9,2)
		Plataforma de acesso dos tanques de recirculação	(13,4)
		Uso de cestos para transporte de cilindros	(10,3)
		Entrada da banca de preparação	(10,9)
Exposição a cheiros no ambiente de trabalho	(2,71)	Tampa do banho de cromo	(11,8)
Vapores no seu ambiente de trabalho	(2,65)	Sistema de insuflamento	(5,6)

Esforço físico nas suas atividades	(2,62)	Job rotation Ampliação mono-via no final da linha de preparação	(13,6) (12,6)
Nível de umidade no seu ambiente de trabalho	(2,31)		
Temperatura no seu ambiente de trabalho	(2,11)		
Contato com produtos químicos	(1,97)		
Ferramentas para manutenção	(1,47)		
Movimentos repetitivos	(1,35)	Grampos para fixar cordoalhas dos dispositivos de cromagem	(12,0)

**Tabela 1: comparativo entre questionários 1 e 2**

No sistema de insuflamento os dutos colocados foram insuficientes e geravam ruídos, foi revisto sua colocação amenizando o ruído e duplicando os dutos, causando uma circulação de ar mais dinâmica e eficiente, também, direcionou-se os ventiladores de apoio para os pontos mais críticos. Para melhorar o espaço de trabalho, circulação e estoque de caixas foi disponibilizada uma nova área. Algumas mudanças ainda estão em andamento, como a automatização da linha de preparação, pois o processo manual expõe o funcionário a vapores e umidade além de exigir certo grau de esforço físico e está sendo realizado um monitoramento ambiental de gases e vapores no setor, para melhor controle.

## 7. CONCLUSÃO

A apreciação nos molde macroergonômicos enfatiza a participação dos funcionários e facilitam o entendimento do processo permitindo identificar as reais demandas ergonômicas que devem ser atendidas.

A eficiência desse método transparece, também, quando a empresa passou a ser capaz de identificar e resolver seus próprios problemas em ergonomia, com base no aprendizado junto com a equipe do LOPP.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORLETT, Nigel e MANENICA, Iida. The effects and measurement of working postures. *Applied Ergonomics*, USA, vol. 11, nº 1 p.7-16, 1980

GRANDJEAN, E. (1998) *Manual de Ergonomia – Adaptando o trabalho ao homem*. 4ª Ed., Porto Alegre: Bookman,

GUIMARÃES, L. B. de M. (1999) *Ergonomia de Processo I*. 2 ed. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,

HENDRICK, H. W. (1990) Macroergonomics: a System Approach to Integrating Human Factors with Organizational Design and Management. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE HUMAN FACTORS ASSOCIATION OF CANADA, 23, 1990, Ottawa, Canadá. *Proceedings...* Ottawa: HFAC.

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.

MORAES, A. de e MONT'ALVÃO, C. (1998) *Ergonomia: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro: 2AB.

SILVERSTEIN, Bárbara A, FINE Lawrence J and ARMSTRONG, Thomas J. Occupational Factors and Tunnel Syndrome. American Journal of Industrial Medicine 11:343-358 (1987)