

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

**AVALIAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE PUNHO E DE MÃO NA
ATIVIDADE DE CROMAGEM DE CILINDROS DE UMA EMPRESA
DO VALE DO RIO DOS SINOS - RS**

Patrícia Steinner Estivalet

Porto Alegre

2004

Patrícia Steinner Estivalet

**AVALIAÇÃO DOS MOVIMENTOS DE PUNHO E DE MÃO NA
ATIVIDADE DE CROMAGEM DE CILINDROS DE UMA EMPRESA
DO VALE DO RIO DOS SINOS - RS**

Trabalho de conclusão do Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia de Produção
como requisito parcial à obtenção de título de
Mestre em Engenharia – modalidade
profissionalizante – Ênfase em Ergonomia

Orientadora: Prof. Dr. Lia Buarque de Macedo
Guimarães

Porto Alegre

2004

Este Trabalho de Conclusão foi analisado e julgado adequado para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pelo Coordenador do Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Escola de Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Lia Buarque de Macedo Guimarães, Dr.
Orientador Escola de Engenharia/UFRGS

Prof. Helena Beatriz Bettella Cybis, Dr.
Coordenadora MP/Escola de Engenharia/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Maria Teresa Cauduro
Centro Universitário Feevale

Prof. Dr. Cleber Ribeiro Alvares da Silva
FFFCMPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Hugo (in memorian) e Elly, por terem dedicado suas vidas a mim; ao meu marido Fabian; e aos meus filhos Victória e Caetano, pelo amor, carinho e estímulo, dedico esta conquista.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dr. Lia Buarque de Macedo Guimarães, pela atenção dispensada durante as orientações desta dissertação;

A Stihl Motosserras Ltda, por ter oportunizado a realização deste trabalho, em suas dependências e aos trabalhadores do setor de cromagem de peças que colaboraram com esta pesquisa;

Ao Centro Universitário Feevale, pelo apoio e incentivo a este trabalho;

As Profs. Magali P. Monteiro da Silva, Suzana F. Vettorazzi, Maria Bernardete R. Martins, Luiza Seligman, Alexandre R. Lazzarotto, pelas valorosas contribuições;

A todos os colegas do Centro Universitário Feevale, que de alguma forma, auxiliaram na realização deste trabalho;

Às colegas fisioterapeutas Dalva Slongo e Francine Piccoli, por darem continuidade aos ideais profissionais;

E a todos que contribuíram para a finalização desta etapa de formação profissional e pessoal.

El pensamiento es la necesidad de la
cabeza; la intuición, la necesidad del
corazón.

Ludwig Feuerbach

RESUMO

Esta dissertação trata da avaliação de movimentos de punho e de mão dos funcionários de uma empresa do Vale do Rio dos Sinos – RS, na atividade de cromagem de cilindros. Caracteriza-se como estudo de caso, observacional descritivo, realizado em duas etapas (Estudo Piloto e Estudo Principal) utilizando instrumentos como dinamometria, medida de pega, questionário e filmagem. Foram identificadas a força de preensão, a medida de pega da mão dominante, a percepção dos trabalhadores quanto ao manuseio das peças e ao processo de aprendizagem da tarefa, a seqüência de orientação na realização de movimentos de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo de cromagem, dentre outras, como características próprias dos trabalhadores. Ficou claro que o problema do setor é a impossibilidade de ação espontânea dos trabalhadores o que, geralmente, leva a DORT. A título de minimizar o problema, uma proposta é o alargamento do trabalho no setor, fazendo com que os trabalhadores possam atuar em outras atividades que não apenas a cromagem de cilindros.

Palavras-chave: Movimento de punho e de mão; aprendizagem motora.

ABSTRACT

This study deals with the evaluation of fist and hand movements from employees of a company in Vale do Rio dos Sinos - RS, in the activity of chromium-plate cylinders. It is characterized as a Case Study, divided into two stages (Pilot Study and Main Study). The data for this study were collected through dynamometer, handle measuring, questionnaires and the activities were also video taped. It has been identified the hold force, the handle measuring of the dominant hand, the perception of the workers on how to manage the tools and the task learning process, the sequence of orientation in the accomplishment of movements of withdrawal and rank of cylinders in the chromium-plate device, amongst others, as workers' characteristics. It was clear that the problem of the sector is the impossibility of spontaneous action of the workers what, generally, takes to DORT. In order to minimize the problem, a proposal is the widening of the work in the sector, leading workers act in other activities that not only the chromium-plate of cylinders.

Key-words: fist and hand movements; motor learning.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1 | Sistema piramidal..... | 7 |
| Figura 2 | Terminação medular do feixe piramidal | 7 |
| Figura 3 | Comportamento motor da atividade física..... | 10 |
| Figura 4 | Preensão de Força..... | 22 |
| Figura 5 | Preensão palmar..... | 23 |
| Figura 6 | Vista aérea da empresa..... | 31 |
| Figura 7 | Célula de cromagem de cilindros, ilustrando as etapas 1 a 11 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros..... | 34 |
| Figura 8 | Célula de cromagem de cilindros, ilustrando a etapa 13 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros..... | 35 |
| Figura 9 | Célula de cromagem de cilindros, ilustrando a finalização da etapa 13 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros..... | 35 |
| Figura 10 | Dinamômetro Jamar..... | 39 |
| Figura 11 | Medida da mão..... | 40 |
| Figura 12a | Cilindro de mensuração de pega..... | 41 |
| Figura 12b | Aplicação do cilindro de mensuração de pega..... | 41 |
| Figura 13 | Disposição das câmeras durante a filmagem, em relação ao trabalhador, no posto de trabalho..... | 43 |
| Figura 14 | Representação esquemática das sequências e de colocação de peças no dispositivo de cromagem..... | 52 |
| Figura 15 | Representação esquemática dos tempos de posto de trabalho de cada sujeito... | 56 |
| Figura 16 | Representação dos tempos de retirada de peças do dispositivo de cromagem de cilindros, em relação ao número de vezes que os trabalhadores retiraram as peças do dispositivo..... | 57 |
| Figura 17 | Representação dos tempos de colocação de peças do dispositivo de cromagem de cilindros, em relação ao número de vezes que os trabalhadores colocaram as peças do dispositivo..... | 58 |
| Figura 18 | Relação entre as velocidades de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem de cilindros, com os trabalhadores em ordem crescente de idade..... | 60 |
| Figura 19 | Tendências dos tempos de resfriamento de peças manuseadas e de pausa..... | 61 |
| Figura 20 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento | |

| | | |
|-----------|---|----|
| | e de Pausa) com a força de preensão..... | 62 |
| Figura 21 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a idade..... | 62 |
| Figura 22 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com o tempo na função..... | 63 |
| Figura 23 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a estatura..... | 63 |
| Figura 24 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a medida de pega..... | 64 |
| Figura 25 | Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a massa..... | 64 |
| Figura 26 | Realização da dinamometria..... | 83 |
| Figura 27 | Realização da medida de pega da mão dominante..... | 85 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1 | Comparação entre sistema piramidal e extrapiramidal..... | 8 |
| Tabela 2 | Fatores de diferenças individuais que podem contribuir nas diferenças dos movimentos das pessoas..... | 14 |
| Tabela 3 | Representação teórica dos estágios de aprendizagem motora e características de performance motora associadas..... | 16 |
| Tabela 4 | Escala de Latko referente ao nível de atividade das mãos..... | 24 |
| Tabela 5 | Modelos de cilindros cromados durante a coleta de dados da pesquisa..... | 32 |
| Tabela 6 | Dados referentes à jornada de trabalho..... | 32 |
| Tabela 7 | Características dos trabalhadores participantes da pesquisa..... | 45 |
| Tabela 8 | Categorias de Força de preensão (kgF), relacionadas a fazer ou não muita força no manuseio das peças..... | 46 |
| Tabela 9 | Categorias de Força de preensão (kgF) relacionadas à prática de atividade física..... | 47 |
| Tabela 10 | Adaptação do trabalhador à realização da tarefa..... | 48 |
| Tabela 11 | Ter jeito para realização da tarefa, ao ingressar na função..... | 48 |
| Tabela 12 | Realização da carga e da descarga de cilindros do dispositivo da mesma maneira..... | 48 |
| Tabela 13 | Modo de manuseio das peças, realizado pelos trabalhadores..... | 49 |
| Tabela 14 | Instrução da operação..... | 49 |
| Tabela 15 | Tipos de orientação utilizados para retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem..... | 55 |
| Tabela 16 | Resultados significativos do teste de correlação de Spearman..... | 66 |

LISTA DE APÊNDICES

| | | |
|-------------|---|----|
| Apêndice 1 | Termo de Aceitação e Autorização da Empresa..... | 80 |
| Apêndice 2: | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido..... | 81 |
| Apêndice 3 | Avaliação Dinamométrica..... | 82 |
| Apêndice 4 | Medida de pega da mão dominante..... | 84 |
| Apêndice 5 | Questionário..... | 86 |
| Apêndice 6 | Variáveis tempo total no posto de trabalho, frequências de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem, tendências de tempo para retiradas, colocações, resfriamento de peças e de pausa, dos trabalhadores participantes da filmagem..... | 88 |
| Apêndice 7 | Resultados do teste de correlação de Spearman..... | 90 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO..... | 6 |
| ABSTRACT..... | 7 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 8 |
| LISTA DE TABELAS..... | 10 |
| LISTA DE APÊNDICES..... | 11 |
| SUMÁRIO..... | 12 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 Objetivos..... | 17 |
| 1.2 Estrutura do trabalho..... | 18 |
| 2. COMPORTAMENTO MOTOR, APRENDIZAGEM MOTORA E MOVIMENTOS DE PUNHO E DE MÃO..... | 19 |
| 2.1 Neurofisiologia..... | 19 |
| 2.2 Comportamento motor..... | 22 |
| 2.2.1. Fatores que influenciam o comportamento motor..... | 24 |
| a) Idade..... | 24 |
| b) Experiência..... | 25 |
| 2.3 Aprendizagem motora..... | 25 |
| 2.4 Considerações quanto à prática..... | 30 |
| 2.4.1 Contexto da prática..... | 31 |
| 2.5 Estilo de trabalho e padrão cognitivo..... | 31 |
| 2.5.1 Orientação na realização de movimentos..... | 33 |
| 2.6 Cinesiologia do punho e da mão..... | 33 |
| 2.6.1 Características dos movimentos..... | 37 |
| 2.7 Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)..... | 38 |
| 2.8 Antropometria..... | 40 |
| 3. MÉTODO..... | 43 |
| 3. MÉTODO..... | 43 |
| 3.1 Caracterização da empresa..... | 43 |
| 3.1.2 Descrição do setor pesquisado..... | 44 |
| Fluxograma do processo de cromagem de cilindros..... | 46 |
| 3.2. Etapas da pesquisa..... | 49 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1. Estudo piloto | 49 |
| 3.2.2 Estudo principal | 50 |
| 3.2.3 Ferramentas utilizadas nas etapas da pesquisa | 51 |
| 3.2.3.1 Balança antropométrica | 51 |
| 3.2.3.2. Dinamometria..... | 51 |
| 3.2.3.3. Cilindro de mensuração de pega | 52 |
| 3.2.3.4 Questionário | 54 |
| 3.2.3.5 Filmagem | 55 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 58 |
| 4.1 Participantes da Pesquisa | 58 |
| 4.2 Dinamometria, medida de pega da mão dominante e questionário..... | 59 |
| 4.3 Cinemetria | 63 |
| 4.3.1 Movimentos de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem..... | 63 |
| Figura 14: Representação esquemática das seqüências de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem | 65 |
| 4.3.2 Tempos nas fases de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem..... | 68 |
| 4.3.3. Avaliação da relação entre as variáveis independentes e as variáveis dependentes | 74 |
| 4.3.4 Análise estatística das variáveis independentes e dependentes | 78 |
| 5. CONCLUSÃO | 81 |
| 5.1 Sugestão de trabalhos futuros | 83 |
| APÊNDICES..... | 92 |

1. INTRODUÇÃO

Desde civilizações antigas, o homem sempre buscou melhorar as ferramentas, os instrumentos e os utensílios que usa na sua vida cotidiana. Existem exemplos de empunhaduras de foices, datadas de séculos atrás, que demonstram a preocupação em adequar a forma da pega às características da mão humana, de modo a propiciar mais conforto durante sua utilização (MORAES e MONT'ALVÃO, 2000). A mão, por estar localizada distalmente no membro superior, pode orientar-se em qualquer ângulo para pegar ou segurar um objeto, especialmente por meio da ampla possibilidade de posições, de movimentos e de ações da articulação do punho (KAPANDJI, 2000).

Em uma atividade laborativa, as mãos representam os segmentos realizadores do membro superior, sendo difícil imaginar a realização do trabalho sem as mesmas. Das suas funções na atividade laboral, as mãos atuam como elementos de apreensão, de pinçamento ou de pressão (COUTO, 1996) e o trabalhador busca posicionar as mãos da maneira mais favorável para executar uma determinada ação (SMITH, WEISS e LEHMKUHL, 1997). As mãos são partes do corpo que possibilitam maior precisão de movimentos, sendo que a experiência leva a movimentos cada vez mais rápidos e precisos, o que é explicado pelos mecanismos de função motora.

Existem dois sistemas principais de função motora: o piramidal e o extrapiramidal, que trabalham paralelamente, didaticamente. O primeiro desce sem interrupção do córtex cerebral à medula espinhal e ao tronco encefálico e é responsável pelos movimentos voluntários e pelas atividades que necessitam um processo de aprendizagem, inclusive aqueles que envolvem movimentos sutis dos membros. O segundo consiste em uma rede que interliga várias partes do córtex cerebral com estruturas subcorticais. Esta via, a extrapiramidal, regula e coordena a ação do sistema piramidal, assegurando delicadeza ao movimento. Também é responsável por certos movimentos automáticos, está relacionada à postura e a

ajustamentos inconscientes do tônus muscular, além de controlar a respiração e várias funções viscerais (GUYTON e HALL, 2002; JACOB, FRANCONI e LOSSOW, 1984).

A aprendizagem motora é uma das principais vias para o entendimento da aquisição da habilidade motora e ocorre por meio de armazenamento de grupos de movimentos com características similares, chamados de esquemas motores. Isto explica porque a memória não é sobrecarregada. Sendo assim, a capacidade para executar um desempenho habilidoso resulta da aprendizagem motora, que é um conjunto de processos associados com a prática ou a experiência (HARRIS E HOFFMAN, 2002 ; MAGILL, 2000; SCHMIDT, 1993).

Bencheikroun¹ (2000 *apud* PORTICH, 2001), ao analisar o trabalho em uma indústria alimentícia (separação de pães), mostrou que trabalhadores com experiência entre alguns dias e cinco meses apresentam uma diversidade maior de movimentos para execução de tarefas. No início do desempenho de uma função, o trabalhador parece apresentar uma gama de movimentos, até que estabeleça uma seqüência particular de movimentos, com a experiência na execução de uma determinada tarefa.

Grandjean (1998) afirma que, durante a fase de aprendizagem, automatiza-se gradualmente a descartar todos os movimentos desnecessários de grupos de músculos que não são imprescindíveis para a atividade em questão. O indivíduo absorveria as informações no sentido de aprendê-las e, a partir deste momento, reutilizaria as mesmas em novas situações, reproduzindo-as ou readaptando-as.

A aprendizagem de uma tarefa, além da atividade paralela dos sistemas piramidal e extra piramidal, inclui condições tais como diferenças individuais, velocidade de movimento e coordenação inerentes a cada pessoa, além de diferença na complexidade das tarefas prescritas.

¹ Bencheikroun, T. H. Caso de uma Indústria Alimentar. In Fórum Brasileiro de Ergonomia. Porto Alegre: 2000.

Contudo, segundo Pastre (2001), a literatura pouco informa sobre a individualidade no trabalho e estilo de trabalho. Para Feuerstein (1996), estilo de trabalho é um padrão individual de cognição, comportamento e “reatividade” fisiológica, que co-ocorrem enquanto as tarefas de trabalho são desempenhadas.

A literatura reconhece que a DORT deriva de inúmeros fatores que, combinados, podem refletir no adoecimento por parte de um trabalhador. Buckle (1997) afirma que, entre os mecanismos fisiopatológicos referenciados na gênese desses problemas, englobam-se contrações contínuas e aumento de pressão intramuscular, interrupção do aporte sanguíneo e compressões de feixes nervosos, levando a sofrimento muscular crônico, concordando ser a repetição de movimentos, um dos fatores de risco.

Quanto à exigência física decorrente do trabalho, Grandjean (1998) destaca a importância do esforço muscular, em especial o trabalho estático, que além de favorecer a instalação da fadiga muscular, conduz também ao surgimento de lesões, quando este esforço é prolongado e excessivo. Estas lesões podem ser causadas por estresses desnecessários, por uso de equipamentos ou produtos que devem ser projetados, sempre que possível, com realização prévia das medidas antropométricas da população, dentro das características dos usuários (IIDA 1995).

A antropometria, que é o estudo das medidas físicas do corpo humano, se torna fundamental para projetos de postos de trabalho que proporcionem uma boa postura, conforto, segurança e eficiência aos trabalhadores (OLIVEIRA, 1998).

Grandjean (1998) cita que há uma grande dificuldade de se adequar o trabalho pela imensa variabilidade das medidas humanas entre os diferentes indivíduos, entre os sexos e entre as raças. Para o autor, a tomada das medidas das mãos dos sujeitos é muito importante para a configuração de controles em máquinas e produtos de consumo.

Dentre vários fatores estressores que podem levar a desordens musculoesqueléticas, os esforços repetitivos estão entre os mais estudados,

baseando-se na observação das características do trabalho manual, o que reflete o aspecto dinâmico dos movimentos das mãos e o tempo de pausa das mesmas (LATKO et al., 1997). Os movimentos das mãos, quanto à frequência e a duração, são referidos na escala de Latko *et al.* (1999), que apresenta três níveis de atividade das mãos (baixo, médio, alto). Estes esclarecimentos a respeito da repetitividade, que é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de Distúrbios Osteomusculares Relacionados com o Trabalho (DORT), poderiam contribuir para um melhor entendimento da mesma.

A questão da repetitividade foi um problema apontado como a causa maior de DORTs no setor de cromagem de cilindros da Empresa Stihl. Desta forma, em 2000, a empresa solicitou um estudo conjunto LOPP/PPGEP/UFRGS (Laboratório de Otimização de Produtos e Processos/ Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e o Fraunhofer-Institut Produktintechnik und Automatisierung (automação industrial), para confirmar a questão da repetitividade de movimentos e, a longo prazo, automatizar o processo de cromagem. A conclusão do grupo de design e ergonomia do LOPP foi que a tarefa era realmente repetitiva mas que havia necessidade de atuar imediatamente no setor, pois outros problemas ergonômicos (questões ambientais, de posto e de organização do trabalho) eram evidentes e também contribuíam para as queixas dos trabalhadores do setor (GUIMARAES, FISCHER, PASTRE 2000). O referido estudo foi apenas uma apreciação e não teve continuidade. No entanto, a empresa se interessou em melhor entender os problemas biomecânicos da tarefa, a fim de alterar o dispositivo de cromagem. Esta dissertação aborda esta questão sob o enfoque cinesiológico.

1.1 Objetivos

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os movimentos de punho e de mão, dos funcionários da célula de cromagem da Empresa Stihl, na atividade de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo de cromagem com o intuito de identificar os possíveis fatores contributivos para DORTs no setor. É uma pesquisa de caráter observacional descritivo, fundamentada na revisão da

literatura, desenvolvida por meio de coleta de variáveis percebidas como características próprias dos trabalhadores.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar a força de prensão e a medida de pega da mão dominante dos trabalhadores, como uma medida de individualidade do sujeito;
- identificar os tempos de retirada e de colocação das peças, realizadas pelos trabalhadores.
- verificar se há diferença de orientação na realização de movimentos de retirada e de colocação das peças no dispositivo que vai para o banho de cromo, em função do sujeito.

1.2 Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos, além desta introdução. O capítulo 2 traz uma revisão da literatura sobre comportamento motor, aprendizagem motora e características individuais, onde são abordados assuntos como a motricidade somática, os programas motores, o estilo de trabalho, a orientação na realização de movimentos de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem de cilindros, a cinesiologia do punho e da mão, as características dos movimentos, os DORTs e a antropometria. O capítulo 3 refere-se a metodologia empregada neste trabalho, incluindo uma caracterização da empresa onde foi realizada esta pesquisa. No capítulo 4, apresentam-se os resultados bem como a discussão dos mesmos, e finalmente, no último capítulo, a conclusão deste trabalho.

2. COMPORTAMENTO MOTOR, APRENDIZAGEM MOTORA E MOVIMENTOS DE PUNHO E DE MÃO

2.1 Neurofisiologia

A motricidade somática é influenciada por dois grandes sistemas: o piramidal (Figura 1) e o extrapiramidal. O primeiro compreende os tratos córtico-espinhal e córtico-nuclear, bem como o córtex cerebral, originando os movimentos voluntários e as atividades que requerem um processo de aprendizagem. O segundo compreende as vias motoras somáticas, sendo responsável, principalmente, pelos movimentos automáticos e pelas tarefas que são facilmente automatizadas. Salienta-se que ambos os sistemas trabalham paralelamente, não sendo possível separar as funções piramidal e extrapiramidal, pois no ser humano intacto, elas devem interagir (MACHADO, 2000).

Anatomicamente e funcionalmente, o trato piramidal desce sem interrupção do córtex cerebral à medula espinhal (Figura 2), iniciando os movimentos voluntários dos músculos esqueléticos, envolvendo, inclusive, movimentos sutis dos membros, como os dos dedos. Já a via extrapiramidal consiste em uma rede que interliga várias partes do córtex cerebral com estruturas subcorticais, sendo responsável por certos tipos de movimentos voluntários, delicadeza de movimento e, principalmente, por movimentos automáticos (JACOB, FRANCONI e LOSSOW, 1984).

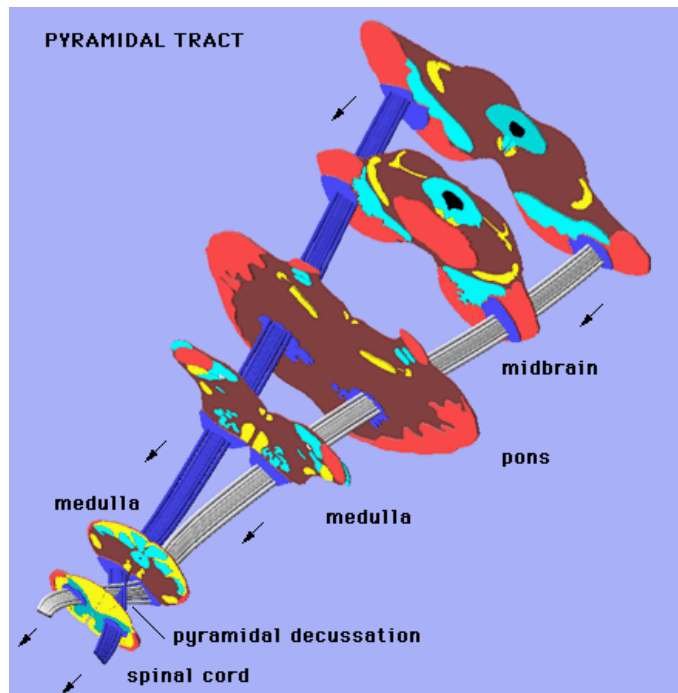


Figura 1: Sistema piramidal
(SUNDSTEN, 2003)

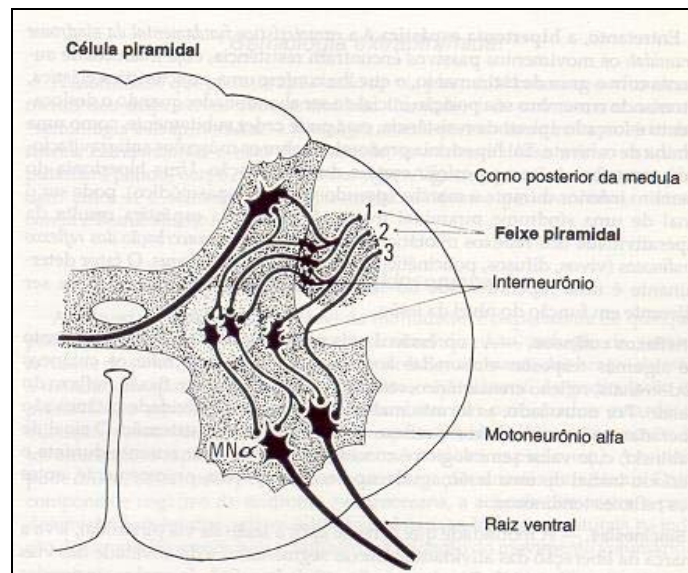


Figura 2: Terminação medular do feixe piramidal
(CAMBIER, MASSON e DEHEN, 1999)

Assim, a via piramidal é responsável pela motricidade consciente, como por exemplo, quando um objeto é alcançado, a fim de ser manuseado. São movimentos que necessitam aprendizagem e ocorrem de maneira voluntária. A via extrapiramidal responde pela motricidade automática, exemplificada pela

digitação, onde ocorrem os automatismos motores. Uma comparação entre os sistemas piramidal e extrapiramidal é feita na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação entre sistema piramidal e extrapiramidal

| SISTEMA PIRAMIDAL | SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL |
|--|--|
| Tem origem no córtex cerebral | Tem origem no córtex cerebral e cerebelar |
| Tem trajeto direto | Tem trajeto com vários “reles” intermediários |
| Responsável pelos movimentos voluntários, principalmente | Responsável pelos movimentos automáticos, regulação do tônus muscular e da postura, principalmente |
| Mielinização tardia | Mielinização precoce |

Abordando programas motores, Schmidt² (1975 *apud* HARRIS E HOFFMAN, 2002) refere que são as explicações teóricas para nossa habilidade de produzir e controlar os movimentos com sucesso. Segundo Schmidt (2001), um programa motor deve, no mínimo, ter cinco passos:

- especificar os músculos envolvidos na ação;
- selecionar a ordem do envolvimento muscular;
- determinar as forças de contração muscular;
- especificar o tempo relativo e as seqüências de contração;
- determinar a duração das contrações.

Se tivesse que lembrar cada movimento que o corpo humano executa, a memória do indivíduo ficaria mais sobrecarregada. Os programas motores explicam porque

² Schmidt, R. A. (1975) A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, p. 225-260.

o ser humano não tem problema de armazenagem de informações. Ao invés de armazenar na memória cada movimento que é executado, são armazenados grupos de movimentos com características similares. Estes são chamados de “esquemas” e são considerados o fundamento da teoria do programa motor (SCHMIDT³ 1975 *apud* HARRIS e HOFFMAN, 2002).

Segundo Ramozzi-Chiarottino³ (1998 *apud* ESCOTT E ARGENTI, 2001) de um lado, os esquemas motores são a condição da ação do indivíduo no meio; é graças a eles que o sujeito organiza ou estrutura sua experiência, atribuindo-lhe um significado. De outro lado, os esquemas motores também são responsáveis pela organização interna em nível neurológico. De acordo com a hipótese piagetiana, o indivíduo age “no mundo”, adaptando-se a sua maneira, organizando-o e estruturando-o. Concomitantemente, ocorre a construção (interna) das estruturas mentais.

Os programas motores são mecanismos de memória que permitem o controle dos movimentos. Durante o desenvolvimento dos programas motores, os movimentos se tornam mais automáticos, capacitando o executor a se concentrar no uso do movimento em situações de performance, ou seja, de rendimento do indivíduo. É importante considerar a busca de engrama, que é a representação física ou a localização de uma memória, também conhecida como traço de memória. O engrama relaciona-se às partes do cérebro envolvidos na memória (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2002).

2.2 Comportamento motor

Para Harris e Hoffman (2002), estudar o comportamento motor é entender como a atividade foi aprendida pelo indivíduo e como a habilidade motora é controlada, além de levar em consideração a capacidade de executar uma determinada atividade.

³Ramozzi-Chiarottino, Zélia. Psicologia e Epistemologia Genética de Jean Piaget. São Paulo:EPU, 1998.

A especificidade da prática, segundo Harris e Hoffman (2002), é um dos sólidos princípios do comportamento motor. Isto significa que, para aumentar sua performance futura, é preciso oportunizar condições práticas muito similares à performance atual do indivíduo. Além disso, outros fatores, como o talento, a confiança, determinam a habilidade a ser demonstrada.

A essência da ciência do comportamento motor (Figura 3) é a compreensão da aquisição da habilidade motora. Alguns princípios do comportamento motor são que a prática correta e o *feedback* apropriado devam ser implementados para aperfeiçoar a performance.

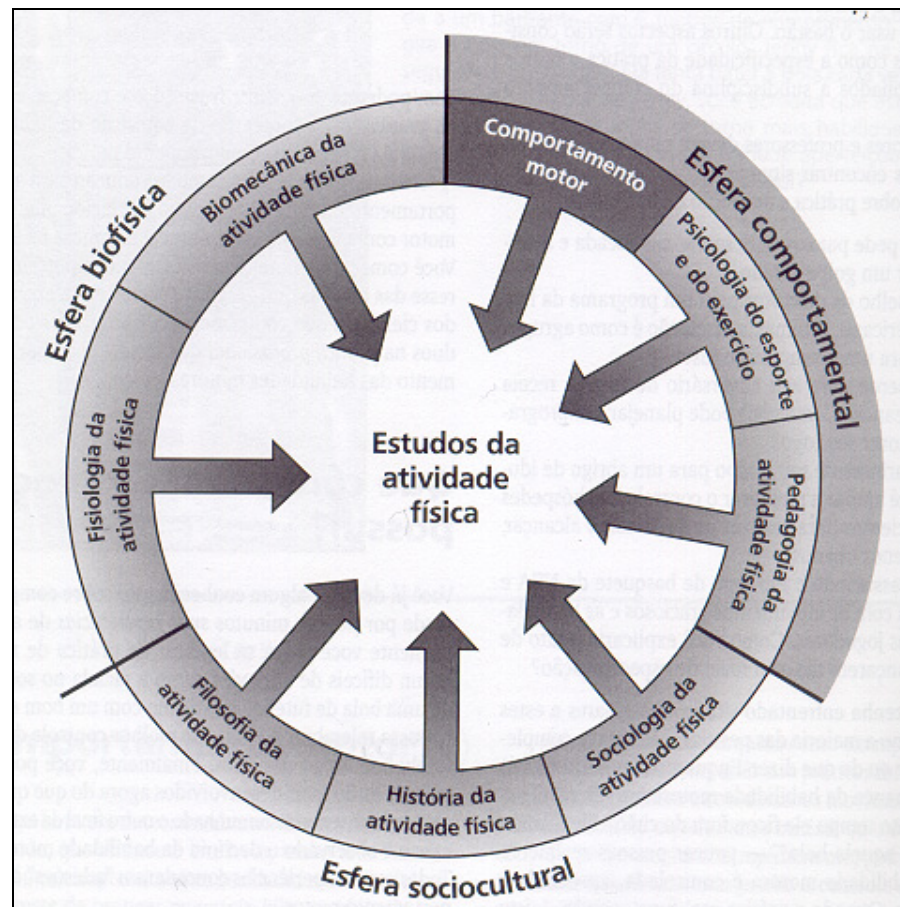


Figura 3: Comportamento motor da atividade física, compreendido pela esfera comportamental (HARRIS e HOFFMAN, 2002)

2.2.1. Fatores que influenciam o comportamento motor

O comportamento motor e a biomecânica estudam o controle do movimento e como o controle motor se altera com a idade e a experiência.

a) Idade

Praticamente, todas as questões na aprendizagem motora e controle motor podem ser estudadas como parte do desenvolvimento motor – pela análise da mesma questão por idade. Os mecanismos dos movimentos são diferentes nas diferentes idades, em parte devido aos distintos tamanhos e proporções do corpo executando a habilidade. Na fase adulta e nos idosos, as mudanças são menos dramáticas do que em bebês e crianças (HARRIS e HOFFMAN, 2002). Desta forma, pode-se dizer que a maturidade pode influenciar no comportamento motor e não o tamanho ou a estatura do indivíduo.

Estudos como os de Matsudo e Matsudo (1992) e De Paula e De Paula (1998) referem que com o incremento da idade, o indivíduo se torna menos ativo, suas capacidades físicas diminuem, observando que a maioria dos efeitos deletérios relacionados com o envelhecimento, ocorrem por imobilidade e má adaptação. Entende-se por efeitos deletérios a diminuição da flexibilidade articular, da extensibilidade muscular, da elasticidade da pele e da força muscular.

Para Chaffin (2001), não está claro se o declínio de força é predominantemente devido a menores exigências de alguns músculos à medida que o indivíduo envelhece ou a mudanças fisiológicas normais no processo de envelhecimento.

Fica claro que os autores enfatizam os efeitos deletérios do envelhecimento, principalmente a redução de capacidade física, mas pouco se comenta sobre os ganhos que idade traz em relação à qualidade das ações (por exemplo, a redução de movimentos desnecessários) que tende a aumentar com a experiência.

b) Experiência

Para Schmidt e Wrisberg (2001), o maior fator que parece ser consistentemente relacionado ao nível de habilidade motora é aquele que vem como um resultado direto da prática de uma tarefa – a experiência de aprendizagem.

No início do desempenho de uma função, há uma diversidade maior de movimentos durante a execução de uma tarefa, até que o trabalhador estabeleça uma seqüência própria de movimentos, por meio da experiência de execução destes (BENCHEKROUN⁴ 2000 *apud* PORTICH 2001).

Grandjean (1998) afirma que, durante a fase de aprendizagem, automatiza-se gradualmente a descartar todos os movimentos desnecessários de grupos de músculos que não são imprescindíveis para a atividade em questão

2.3 Aprendizagem motora

Os objetivos da aprendizagem motora podem ser resumidos tais como compreender a influência do *feedback*, a prática e as diferenças individuais, especialmente enquanto elas se relacionam à retenção e à transferência da habilidade motora. Ou seja, até que ponto o indivíduo absorve as informações no sentido de aprendê-las e, a partir deste momento, torna-se capaz de reutilizá-las em novas situações, readaptando-as ou apenas reproduzindo-as.

Para Adams⁵, 1987; Fitss & Posner⁶ (1967); Gentile⁷ (1972) *apud* Harris e Hoffman (2002), o processo da aquisição da habilidade pode ser descrito como de ordem progressiva. O aprendiz começa cometendo vários e grandes erros

⁴ Bencheckroun, T. H. Caso de uma Indústria Alimentar. In Fórum Brasileiro de Ergonomia. Porto Alegre: 2000.

⁵ Adams, J.A. 1987 Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skill. *Psychological Bulletin*, 101, 41-74.

⁶ Fitss P.M. & Posner M.I. (1967) *Human performance*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.

⁷ Gentile, A.M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, Monograph XVII, 2-23.

enquanto tenta entender a tarefa. No princípio do aprendizado, as demandas cognitivas são grandes; de fato, a tarefa pode ser mais cognitiva do que motora. Com a prática, os erros se tornam menos constantes. Nesse ponto, as demandas são menos cognitivas e mais motoras, e os erros são menores e menos freqüentes. Neste caso, pode-se dizer que a resposta de execução é aperfeiçoada. Quando a pessoa pode executar a ação com poucos erros, e não tem que pensar na habilidade enquanto a executa, a ação é considerada automatizada, como por exemplo, quando se dirige um carro.

Os estudos em aprendizagem motora tentam explicar e prever as condições que tornarão mais fácil ou mais rápida a aquisição da habilidade, assim como tornam a aprendizagem relativamente permanente, evidenciando a atividade paralela dos sistemas piramidal e extrapiramidal. Tais condições incluem diferenças individuais na aprendizagem, como velocidade de movimento e coordenação inerentes a cada pessoa, além de complexidade das tarefas prescritas.

É fácil reconhecer que as pessoas são diferentes, quer seja pela idade, grupo racial, sexo e bagagem cultural. As pessoas têm temperamentos, influências sociais e tipos de experiências diferentes (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). Também é possível ver diferenças nos comportamentos motores, ocasionados por fatores biológicos e ambientais, através da observação de mudanças no processo (forma) e no produto (desempenho) do desenvolvimento motor humano (GALLAHUE e OZMUN, 2003). Além disto, os indivíduos possuem outras potencialidades que podem influenciar a qualidade de sua performance motora, conforme a tabela 2.

Tabela 2: Fatores de diferenças individuais que podem contribuir nas diferenças dos movimentos das pessoas (SCHMIDT e WRISBERG, 2002)

| Fator | Exemplos |
|-----------------------------------|--|
| Capacidades | Destreza de dedos, força física, força de tronco |
| Atitudes | Abertas, fechadas ou neutras para novas experiências |
| Tipo corporal | Compacto, alto, baixo, magro, musculoso |
| Background cultural | Etnia, raça, religião, status sócio-econômico |
| Composição emocional | Tédio, entusiasmo, medo, alegria |
| Nível de aptidão física | Baixo, moderado, alto |
| Estilo de aprendizagem | Visual, verbal, cinestésico |
| Nível maturacional | Imaturo, intermediário, maduro |
| Nível motivacional | Baixo, moderado, alto |
| Experiências sociais prévias | Um a um, pequeno grupo, grande grupo |
| Experiências prévias de movimento | Recreativo, de instrução, competitivo |

As características herdadas contribuem com as diferenças individuais (tabela 2), tais como a velocidade e a coordenação dos movimentos, sendo que estas características são estudadas em pesquisas de controle motor. Os três tipos seguintes de diferenças individuais influenciam a performance (KEELE⁸, 1985 *apud* HARRIS e HOFFMAN, 2002):

- escolha do momento oportuno, ou seja, capacidade para coordenar partes do corpo durante movimentos habilidosos (arremessar uma bola em direção a uma cesta, saltando);
- frequência máxima dos movimentos repetitivos, que significa capacidade para movimentar os membros rapidamente, por um período de tempo (correr a toda velocidade);
- controle da força, isto é, capacidade de produzir a mesma força repetidamente no mesmo membro ou por diferentes membros (remo).

As experiências adquiridas e as características herdadas são encontradas em diversos níveis e combinações. Estes critérios tornam-se importantes porque

⁸ Keele, S.W., Pokorny, R.A., Corcos, D.M., & Ivry, R. (1985) Do perception and motor production share common timing mechanisms? A correlation analysis. *Acta Psychologica*, 60, 173-191.

podem restringir o número de escolhas e ajudar o aprendiz a reagir mais precisa e rapidamente.

É importante salientar algumas condições ambientais que podem afetar a aprendizagem, que incluem o *feedback* extrínseco e a transferência. O primeiro refere-se a uma informação fornecida por uma fonte externa, como um instrutor que orienta um funcionário no momento da aprendizagem da tarefa. O segundo diz respeito à aquisição prévia de uma habilidade motora, que facilitaria a aquisição de outra, nova e mais complexa. Pode-se citar, como exemplo, um indivíduo que aprendeu a datilografar e transfere esta habilidade para a tarefa de digitar.

A aplicação de estratégias e o uso da experiência são importantes para a tomada de decisões sobre as habilidades motoras. O desempenho motor melhora com a experiência, a qual produz a aprendizagem. Portanto, a performance motora é o resultado de uma complexa relação entre várias diferenças individuais e dos sistemas cognitivo/neurológico, que variam de pessoa para pessoa.

Faz-se necessária uma distinção entre o aprendizado e a performance. A aprendizagem reflete a aquisição bem sucedida de uma habilidade, enquanto a performance reflete o grau em que alguém pode demonstrar essa habilidade a qualquer momento. Cabe aqui mencionar que, de acordo com Schmidt e Wrisberg (2002), a aprendizagem motora resulta de mudanças em processos internos que determinam a capacidade de um indivíduo para produzir uma tarefa motora. Ainda para estes autores, a performance motora diz respeito a uma tentativa observável de um indivíduo para produzir uma ação voluntária e é considerada suscetível à influência de fatores temporários, como fadiga e motivação, por exemplo. Pode-se traçar um paralelo entre aprendizagem e performance motora, tentando demonstrar diferentes características de performance embutidas em diferentes estágios do processo de aprendizagem de habilidade, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Representação teórica dos estágios de aprendizagem motora e características de performance motora associadas (SCHMIDT e WRISBERG,2002)

| Referência | Estágio inicial de aprendizagem → Estágio final de aprendizagem | | |
|--|---|----------------------------|---|
| Fitts e Posner (1967) | Cognitivo (tentativa e erro) | Associativo (acertando) | Autônomo (livre e fácil) |
| Adams (1971) | Verbal-motor (mais fala) | | Motor (mais ação) |
| Gentile (1972) | Adquirindo a idéia do movimento | | Fixação/diversificação (habilidade aberta ou fechada) |
| Newell (1985) | Coordenação (adquirir o padrão) | | Controle (adapta o padrão conforme a necessidade) |
| Características de performance motora associadas | | | |
| Aprendizagem inicial ← | | | → Aprendizagem final |
| Aparência rígida | Mais relaxado | | Automático |
| Impreciso | Mais preciso | | Preciso |
| Inconsistente | Mais consistente | | Consistente |
| Lento, interrompido | Mais fluente | | Fluente |
| Tímido | Mais confiante | | Confiante |
| Indeciso | Mais decidido | | Decidido |
| Inflexível | Mais adaptável | | Adaptável |
| Ineficiente | Mais eficiente | | Eficiente |
| Muitos erros | Menos erros | | Reconhece erros |

Um modo de distinguir entre as variáveis de performance relacionada ao aprendizado é lembrar que estas têm efeito temporário, enquanto que as variáveis do aprendizado têm efeito relativamente permanente, pois o registro é feito pelo sistema piramidal. Por exemplo, pode-se ter dificuldades em digitar depois de ter trabalhado e digitado até à noite e estar cansado. Porém, após um período de descanso, pode-se digitar rapidamente com poucos erros. A performance foi depreciada pela fadiga, mas houve a aprendizagem em digitar como resultado da prática e isto pode ser demonstrado mais tarde, quando não há mais cansaço. É importante ressaltar alguns fatores, tais como fadiga e estímulo que podem ser exemplos de variáveis de performance. A fadiga freqüentemente explica a performance fraca, ou seja, a habilidade não foi perdida, pois as vias nervosas tornaram-se mielinizadas aos poucos, mas está temporariamente disfarçada. Quando a fadiga diminui, a performance aumenta, sendo um melhor indicador de aprendizado.

Segundo Harris e Hoffman (2002), um dos objetivos da aprendizagem motora é explicar, prever e, por último, melhorar o processo de aquisição da habilidade.

2.4 Considerações quanto à prática

Em princípio, a quantidade de prática é associada à melhor performance. Isto é, em curto prazo e com efeito temporário, já é possível ter um desempenho decorrente da prática. Em geral, assim são determinados os treinamentos dos trabalhadores. Porém, a retenção das informações é melhor obtida a longo prazo, resultando em aprendizado, de efeito permanente.

O conhecimento da finalidade do processo no qual estão envolvidos os trabalhadores pode melhorar a performance motora. Além de estipular metas, os instrutores podem facilitar a aprendizagem, limitando as instruções a um ou dois pontos importantes, com poucos detalhes. Isto porque o esquecimento ocorre rapidamente em nosso sistema de processamento de informações e simples instruções podem ajudar os aprendizes a se recordarem. Esta idéia é reforçada por Schmidt e Wrisberg (2001), pois a principal meta das pessoas durante o estágio inicial de aprendizagem é adquirir a idéia geral do movimento. Segue, então, o desafio para os profissionais oferecerem aos aprendizes tipos de auxílio para que as metas, aquelas estabelecidas previamente, sejam por eles atingidas.

Além disso, a aprendizagem por meio das observações ou modelagem é um bom modo de proporcionar idéias gerais aos aprendizes (MCCULLAGH⁹, 1993 *apud* HARRIS e HOFFMANN, 2002). É óbvio que o instrutor deve exemplificar de maneira correta. Segundo Weiss e Klint¹⁰ (1987 *apud* HARRIS e HOFFMANN, 2002), é importante que os aprendizes recebam “dicas” ou “passos” transmitidos de forma verbal, enquanto é dado (ou logo após), o exemplo. O ensaio mental é

⁹ McCullagh, P. (1993) Modeling: Learning, developmental and social psychological considerations. In R.N. Singer, M. Murphey, & L.K. Tennant (Eds.), Handbook of research on sport psychology (p. 106-126). New York: Macmillan .

¹⁰ Weiss, M.R. & Klint, K.A. (1987). “Show and tell” in the gymnasium: An investigation of developmental differences in modeling and verbal rehearsal of skill. Research Quarterly for Exercise and Sport, **58**, 234-241.

feito quando o aprendiz pensa na tarefa, como se a estivesse realizando. A prática mental é melhor quando acompanhada da prática física.

2.4.1 Contexto da prática

Para Chamberlin e Lee¹¹ (1993 *apud* HARRIS e HOFFMAN, 2002), os procedimentos práticos mais fáceis tendem a produzir ganhos mais rápidos na aquisição de habilidades. Um exemplo é executar uma habilidade repetidamente, com tão poucos erros quanto for possível, e talvez com muitos *feedbacks* (conhecimento dos resultados e do desempenho). Isto é chamado de prática constante.

Conforme Harris e Hoffman (2002), a aprendizagem correta de uma habilidade não pode ocorrer sem *feedback*. Este serve para guiar o aprendiz na execução correta da tarefa, assim como para reforçar a performance correta. Pode ser intrínseco ou extrínseco. O primeiro é a informação sobre a performance que o indivíduo obtém de si próprio, como resultado do movimento. O segundo é a informação recebida de uma fonte externa, como um professor. Entretanto, o indivíduo pode se tornar dependente quando o *feedback* é muito freqüente. Portanto, esta informação ou orientação sobre o desempenho deve desaparecer gradualmente, e a autonomia na realização de tarefas deve ser reforçada.

2.5 Estilo de trabalho e padrão cognitivo

Embora Feuerstein (1996) faça referência a certos tipos de estilos de trabalho, que juntamente com o ambiente, a carga e a “bancada” de trabalho podem interagir, aumentando a exposição a estressores ergonômicos, esta colocação não deixa de evidenciar a existência desta variável psicosocial – o estilo de trabalho. O mesmo autor considera sua presença em vários tipos de trabalho manual intensivo. Sugere que o fator de diferenciação entre aqueles que têm

¹¹ Chamberlin, C. & Lee, T. (1993) Arranging practice conditions and designing instruction, In R.N. Singer, M. Murphey, & L.K. Tennant (Eds.), *Handbook of research on sport psychology* (p. 213-241). New York: Macmillan.

sintomas de estresse funcional e aqueles que não têm, pode estar em como eles fazem seu trabalho, ou seu estilo de trabalho. O mesmo autor procura por indícios da existência de padrões cognitivos e comportamentais de estilo de trabalho individual, cuja definição é a seguinte:

- estilo de trabalho é um padrão individual de cognição, comportamento e “reatividade” fisiológica, que co-ocorre enquanto as tarefas de trabalho são desempenhadas. Esta definição sugere que um padrão ou estilo de comportamento e cognição característico existe em um dado trabalhador, e é despertado em resposta a um conjunto de demandas de trabalho.

Wisner (1994) relata que a prática ergonômica depende irredutivelmente da diversidade das situações que aborda, pois as exigências físicas, a diversidade dos trabalhadores e as variações de seu estado fisiológico e psíquico não podem ser desprezadas. O autor também considera que as pesquisas enfatizando o papel do ambiente de trabalho no desenvolvimento/exacerbação, e/ou prolongação dos distúrbios/sintomas da extremidade superior devem demonstrar que o fenômeno existe. A informação baseada nas pesquisas que tentam observar as dimensões fisiológicas, cognitivas e comportamentais de estilo de trabalho, ou no ambiente de trabalho natural, ou durante simulações de tarefas de trabalho, pode ajudar a validar a ocorrência de diferenças no estilo de trabalho individual. Portanto, é possível que um trabalhador apresente variações no seu estilo de trabalho, também por razões antálgicas.

Uma das características mais notáveis dos seres vivos é a diversidade de suas reações numa dada situação. Todo o indivíduo chega ao trabalho com seu capital genético, remontando o conjunto de sua história patológica antes do nascimento, a sua existência in útero, e com as marcas acumuladas das agressões físicas e mentais sofridas na vida. Ele traz também seu modo de vida, seus costumes pessoais e étnicos, seus aprendizados (WISNER, 1994). Tudo isto pesa no custo pessoal da situação de trabalho em que é colocado. Etnia, raça, religião, e status sócio-econômico também são referidos em Schmidt e Wrisberg (2001).

2.5.1 Orientação na realização de movimentos

A pesquisa de Pastre (2001) aborda a relação entre o estilo de trabalho e os movimentos de punho e mão envolvidos em trabalhos de montagem de precisão, de forma a contribuir com a concepção de produtos e processos sem contudo esquecer o trabalhador e as questões relacionadas com a individualidade. A autora observou que foi possível identificar uma seqüência de montagem particular, onde os trabalhadores não realizavam o trabalho na seqüência de montagem prescrita pela empresa.

Nesta dissertação, são apresentadas orientações na realização de movimentos de retirada e colocação de peças no dispositivo que vai para o banho de cromo, executadas por cada trabalhador, que não eram prescritas pela empresa. Dentro destas orientações, existem variações de realização de movimentos, quanto à direção e sentido, realizadas por um mesmo indivíduo, como em Pastre (2001).

2.6 Cinesiologia do punho e da mão

A articulação do punho é composta por várias estruturas ósseas, que conectam a mão ao antebraço por meio de tendões, músculos e ligamentos. É esta articulação que permite as mudanças de orientação da mão em relação ao antebraço e transmite as forças da mão ao antebraço e vice-versa (KAPANDJI, 2000).

De acordo com Nordin e Frankel (2003), a mão é um órgão extremamente móvel, que pode coordenar uma variedade infinita de movimentos. A mistura dos movimentos da mão e do punho possibilita que a mão se amolde ao formato de um objeto que esteja sendo segurado, devido à ação de um intrincado sistema de músculos extrínsecos (originados no braço e no antebraço) e intrínsecos (confinados à mão). O funcionamento coordenado deste sistema muscular é essencial para o desempenho satisfatório da mão.

Calais-Germain (1992) afirma que apesar de não haver rotação da articulação do punho, esta é adequada para permitir uma grande mobilidade. Os dois grupos musculares da articulação do punho são os flexores do punho, cuja massa muscular está localizada na face ântero-medial do antebraço, e os extensores do punho, localizados na face pósterio-lateral do antebraço.

Teixeira (2003) divide a função da mão em preênsil e não-preênsil. Os movimentos não preênsais incluem, por exemplo, empurrar um objeto sobre uma superfície, dedilhar um instrumento musical de cordas ou tapar uma superfície de um instrumento de sopro. Os movimentos preênsais são aqueles em que um objeto fixo ou solto, é apreendido por uma ação de apertar ou pinçar entre os dedos e a palma da mão.

Para Fess (1992), a função normal da mão reflete integridade e continuidade de todos os sistemas. Basicamente, a função da mão pode ser mensurada quanto à resistência voluntária de preensão e pinça.

Durward, Baer e Rowe (2001) afirmam que apesar da grande variedade de tarefas que executamos com nossas mãos, a maioria delas envolve apenas dois padrões básicos de preensão. Napier¹² (1956 *apud* DURWARD, BAER e ROWE 2001) identificou, em 1956, os padrões de preensão como preensão de força e preensão de precisão.

A definição de força muscular de um indivíduo, para Chaffin (2001), envolve o pico de força (ou força média durante alguns segundos) que é a força máxima que um grupo muscular consegue desenvolver por um curto período de tempo. Não se mede a força de um músculo específico, mas sim, a capacidade dos grupos musculares realizarem uma ação específica, por exemplo, a flexão do cotovelo, a preensão ou levantamento de um objeto. O autor cita que a capacidade máxima para se produzir força varia consideravelmente entre pessoas e entre tarefas.

¹² NAPIER, J. The prehensile movements of human hand. J Bone Joint Surg. 1956; 38: 902-913.

A preensão de força envolve segurar um objeto entre os dedos parcialmente flexionados, em oposição à contrapressão gerada pela palma da mão (a eminência tenar e o segmento mão propriamente dito).

Pardini (2000) refere que preensão de força (Figura 4), se realiza com os quatro últimos dedos, com o dedo polegar sobreposto a estes, para reforçá-los, como segurando o cabo de um martelo.



Figura 4: Preensão de força (PARDINI, 2000)

Smith, Weiss e Lehmkuhl (1997) subdividem ainda mais a preensão de força em compreensão cilíndrica, em gancho e esférica: a primeira é observada quando a superfície palmar da mão inteira envolve um objeto cilíndrico, a segunda, onde os dedos dois a cinco são usados como gancho e o polegar geralmente permanece inativo, e a terceira, para prender um objeto redondo, quando todos os dedos aderem à superfície do objeto que está sendo segurado.

Grandjean (1998) revela que os trabalhos de precisão são atividades que requerem grandes exigências de contração rápida e comedida dos músculos, coordenação de movimentos isolados de músculos, precisão dos movimentos, concentração e controle visual.

Durward, Baer e Rowe (2001) definem que, quando uma preensão mais precisa ou delicada é necessária, a preensão de precisão é utilizada. Esta refere-se a segurar o objeto entre a face palmar ou lateral dos dedos e o polegar oposto. A empunhadura de precisão de ponta ocorre quando a extremidade do polegar é usada contra um dos outros dedos para levantar um objeto pequeno. A empunhadura de preensão lateral pode ser usada pra segurar um objeto fino, como uma chave ou um pedaço de papel, quando o objeto é segurado entre o polegar e a face lateral do dedo indicador. Para pegar objetos pequenos, a empunhadura de preensão palmar ocorre quando o polegar se opõe a um ou mais dos outros dedos e o objeto é segurado pelas superfícies palmares das falanges distais dos dedos envolvidos na preensão.

Conforme Pardini (2000), a preensão palmar pode ser frágil e precisa (Figura 5), onde o dedo polegar apresenta-se completamente abduzido e quase em extensão, nas articulações metacarpofalangeana e interfalangeana, como para segurar um copo ou uma garrafa.



Figura 5: Preensão palmar (PARDINI, 2000)

O grande problema dos movimentos em pinça (precisão) é que são realizados por grupos musculares pequenos e fracos, se formos comparar com outros grupos musculares. O que faz um movimento ser considerado lesivo é a repetitividade desse movimento principalmente em grupos musculares pequenos, a associação

desse movimento a outros, o emprego de força, realização de movimento fora de padrões funcionais e movimentos com grande contração muscular (PASTRE, 2001). Padrões funcionais são aqueles padrões de movimentos permitidos pela anatomia da mão, com menor probabilidade de gerar estresse para a articulação, como por exemplo: extensão do punho com flexão de dedos, flexão de punho com extensão de dedos, extensão de punho com desvio radial, flexão de punho com desvio ulnar. A autora refere diferenças na realização dos movimentos, principalmente quanto ao uso de força e amplitude dos mesmos. Os desvios radial e ulnar de punho, bem como as pinças de precisão e de preensão, estão relacionados com o produto manuseado e o posto de trabalho.

2.6.1 Características dos movimentos

Segundo Lida (1998), são características dos movimentos, a velocidade, a força, a precisão e a duração de execução dos mesmos. Seguindo nesta linha, a duração dos movimentos das mãos é referida na escala de Latko (1999), que apresenta três níveis de atividade das mãos (baixo, médio, alto), subdivididos conforme a tabela abaixo:

Tabela 4: Escala de Latko referente ao nível de atividade das mãos

| Baixo | | Médio | | Alto | |
|--|--|--|--|---|--|
| 0 mãos paradas/inertes a maior parte do tempo; sem esforço regular | 2 consistente, pausas longas visíveis; movimentos muito lentos | 4 movimento lento constante; pausas pequenas freqüentes | 6 movimento/es- forço constante; pausas não freqüentes | 8 movimento rápido constante ou esforço contínuo; pausas não freqüentes | 10 movimento rápido constante ou esforço contínuo dificuldade em manter/conser- var |

De acordo com Latko *et al.* (1997), dentre vários fatores estressores que podem levar a desordens musculoesqueléticas, como estresse físico, posturas inadequadas, tensão mecânica localizada, exposições a temperaturas baixas, vibração, etc, os esforços repetitivos estiveram entre os mais estudados. Entretanto, não há uma única medida para avaliar a exposição à repetitividade. A observação das características do trabalho manual, utilizando uma série de

escalas análogo-visuais de 10 cm, reflete o aspecto dinâmico de movimentos de mão e o tempo de pausa da mão.

Entende-se por velocidade o quão rápido é um indivíduo ao realizar determinado movimento, que neste trabalho foi avaliado como o número de retiradas ou de colocações de cilindros no dispositivo de cromagem dividido pelo tempo médio de ciclo de cada trabalhador.

Do ponto de vista ergonômico e funcional, vários fatores associados ao trabalho concorrem para a ocorrência de DORT como a repetitividade de movimentos, a manutenção de posturas inadequadas, o esforço físico, a invariabilidade de tarefas, a pressão mecânica sobre determinado segmento do corpo, o trabalho muscular estático, os impactos e as vibrações. A intensificação do ritmo, da jornada e da pressão por produção e a perda acentuada do controle sobre o processo de trabalho por parte dos trabalhadores, têm sido apontados como os principais determinantes para a disseminação da doença (ASSUNÇÃO e ROCHA, 1994).

2.7 Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT)

As questões relacionadas à saúde do trabalhador vêm gradualmente ocupando um espaço crescente, uma vez que a presença de uma doença e/ou a vivência de um acidente repercutem na vida familiar, laboral e social do trabalhador (MERLO; JAQUES; HOEFEL, 2001).

Algumas definições encontradas sobre DORT simplificam sua origem multifatorial fazendo associação a um fator de risco, em especial a repetitividade de movimentos. A definição presente na Norma Técnica (ordem de serviço 606 de 05/08/98) do INSS (1998), conceitua como uma “síndrome clínica caracterizada por dor crônica, acompanhada ou não de alterações objetivas e que se manifesta principalmente no pescoço, cintura escapular e/ou membros superiores em decorrência do trabalho, podendo afetar tendões, músculos e nervos periféricos” (LONGEN, 2003).

Segundo Merlo, Jaques e Hoefel (2001), agrupam-se como DORT afecções que podem acometer tendões, sinóvias, músculos, nervos, fáscias, ligamentos, de forma isolada ou associada, com ou sem degeneração de tecidos, atingindo, principalmente, mas não somente, os membros superiores, região escapular e pescoço, com origem ocupacional.

Codo e Almeida (1995) assegura que os movimentos simples são realizados muitas vezes por dia, além disso, na maioria das situações, há pouco tempo para pequenas pausas ou descanso. Em geral, a mecanização e automatização do trabalho o tornam mais leve, mas em compensação aumentam o ritmo e a concentração das forças aplicadas em algumas partes do corpo, tais como, punho e mão.

Os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho vêm ocorrendo mesmo com as inovações mecânicas e o desenvolvimento tecnológico, pois o uso das mãos na realização do trabalho ainda é de primária importância (NUGUYEN, 2000).

Couto (1996) afirma que do ponto de vista cinesiológico, os distúrbios osteomusculares têm sua etiologia relacionada ao desequilíbrio entre a quantidade de trabalho gestual e a qualidade das estruturas envolvidas no movimento.

Em geral, a biomecânica determina o que a pessoa pode fazer fisicamente. Chaffin (2001) relaciona biomecânica com questões de aplicação de força e de posturas. Os modelos biomecânicos estabelecem os estresses físicos impostos ao sistema músculo-esquelético.

As más posturas das extremidades superiores também se constituem em fatores de risco, tais como desvios dos punhos, pegas em pinça realizadas com as mãos, elevação dos ombros, braços torcionados e outros (GRANDJEAN, 1998).

A melhor posição, do ponto de vista biomecânico, é quando os músculos do antebraço, como muitos outros, estão na posição intermediária do seu movimento. Do contrário, estes músculos, que fornecem a maior parte da força das mãos, não estão na sua posição mais favorável. Desta forma, quando ocorre uma operação que demanda a ação muscular nessa postura, a capacidade muscular pode ser excedida. Tanto na pega de força, onde o polegar faz oposição aos outros dedos e o punho assume um ligeiro desvio ulnar, como na pega em pinça, a repetitividade pode ser um outro determinante de LER. O poder de pega da mão é maior quando está em uma posição neutra ou normal (CODO e ALMEIDA, 1995).

Todos esses desvios de posturas são influenciados pela interação de uma série de fatores ocupacionais e individuais, incluindo características do posto de trabalho, tais como altura da mesa ou bancada, altura e formato da cadeira e seu encosto, distâncias de alcance em relação aos equipamentos que devem ser utilizados, formato e tamanho de dispositivos em uso e as características antropométricas do trabalhador (CODO e ALMEIDA, 1995).

2.8 Antropometria

Um dos grandes desafios da ergonomia aplicada ao trabalho é conceber ou adaptar postos de trabalho e ferramentas à grande diversidade morfológica das populações. Desta forma, o estudo das medidas físicas do corpo humano, a antropometria, torna-se fundamental para projetos de postos de trabalho, proporcionando uma boa postura, conforto, segurança e eficiência aos trabalhadores (OLIVEIRA, 1998).

O interesse pela antropometria acentuou-se após a Segunda Guerra Mundial, quando se evidenciaram inúmeros problemas que envolvem o homem, a máquina e o meio ambiente (IIDA, 1995). Existem inúmeros dados antropométricos que podem ser utilizados na concepção dos espaços de trabalho, da mobília, das ferramentas e dos produtos de forma geral (SANTOS, 1998).

A antropometria pode ser dividida em estática, dinâmica e funcional. A estática é aquela em que as medidas se referem ao corpo parado ou com poucos movimentos e sua aplicação se destina ao projeto de objetos sem partes móveis ou com pouca mobilidade, como no caso do mobiliário em geral. A antropometria dinâmica mede os alcances dos movimentos de partes do corpo, mantendo-se o restante do corpo estático. As medidas antropométricas relacionadas com a execução de tarefas específicas são chamadas de antropometria funcional, e geralmente são representadas pela sua média e desvio padrão. A aplicação dos dados antropométricos irá depender do tipo de projeto que se pretende (IIDA, 1995). Um primeiro projeto pode ser considerado como sendo para o tipo médio. Nesse caso, a adaptação não será ótima para todas as pessoas, mas causará menos inconvenientes do que se fosse feita para pessoas maiores ou menores em relação à média. Nos casos de projetos para indivíduos extremos, maior ou menor, deve-se levar em conta o fator limitativo do equipamento, tentando acomodar pelo menos 95% dos casos. Os projetos podem ser desenvolvidos para faixas da população, buscando abranger de 5 a 95% da mesma. No meio industrial, são raros os projetos desenvolvidos especialmente para um indivíduo. Esse tipo de produto proporciona melhor adaptação entre o produto e o usuário, mas aumenta muito o custo (PANERO e ZELNICK, 1991).

Dul e Weerdmeester (1998), citam que os projetistas de postos de trabalho, de máquinas e de móveis, devem lembrar-se sempre que existem diferenças individuais entre os seus potenciais usuários.

Homens e mulheres apresentam diferenças antropométricas significativas, não apenas em dimensões absolutas, mas também nas proporções dos diversos segmentos corporais (IIDA, 1995).

Para o Grandjean (1998), a tomada das medidas das mãos dos sujeitos é muito importante para a configuração de controles em máquinas e produtos de consumo.

Este estudo pretende avaliar os movimentos de punho e de mão, dos funcionários da célula de cromagem da Empresa Stihl, na atividade de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo de cromagem com o intuito de identificar os possíveis fatores contributivos para DORTs no setor, além de subsidiar o projeto de um dispositivo de cromagem. É uma pesquisa de caráter observacional descritivo, fundamentada na revisão da literatura, anteriormente descrita.

3. MÉTODO

Esta pesquisa caracteriza-se como estudo de caso (LAKATOS e MARCONI, 2001), com o objetivo de avaliar os movimentos de punho e de mão, dos funcionários da célula de cromagem da Empresa Stihl, na atividade de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo de cromagem com o intuito de identificar os possíveis fatores contributivos para DORTs no setor, além de subsidiar o projeto de um dispositivo de cromagem. Optou-se por realizar a pesquisa neste posto de trabalho, pela variedade de movimentos dos punhos e das mãos dos trabalhadores.

Na análise de resultados, foi aplicado Teste Qui-Quadrado, para verificar a associação entre variáveis, ao nível de significância 5% ($p= 0,05$) e Correlação de Spearman, com o propósito de constatar o comportamento entre todas as variáveis estudadas neste trabalho.

3.1 Caracterização da empresa

A empresa onde foi realizado o estudo é do ramo metalúrgico, do Grupo Stihl, que está no Brasil há 27 anos, produzindo moto-serras, roçadeiras, bombas d'água e derriçadores de café. A empresa matriz encontra-se na Alemanha, onde são projetados os produtos, sendo que as unidades produtivas espalham-se em unidades fabris pelo Brasil, Estados Unidos, Suíça, Alemanha e China.

A fábrica Stihl Brasil (Figura 6) localiza-se no Vale do Rio dos Sinos, na cidade de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, produzindo cilindros de alumínio cromado para motores 02 tempos (óleo e gasolina). Em 1996, a produção anual era de 33.000 cilindros. Em 1998, 330.000 cilindros produzidos. Em 2000, a produção foi de 1.300.000 peças/ano, sendo que 60% destina-se a Stihl Inc. (USA), 35% a Stihl GmbH (Alemanha) e 5% a Stihl (Brasil).

É responsável pela fabricação de aproximadamente 200.000 motores por ano, com um faturamento bruto anual de US\$ 110 milhões.

O setor de fabricação está dividido em sete diferentes unidades, denominadas mini- fábricas. Cada uma dessas mini- fábricas, possui recursos de manutenção, ferramentaria, projetos, planejamento de produção, análise de métodos e processos, suporte de qualidade e capacitação individualizados. Destas, a mini-fábrica cilindros- fundição e usinagem de peças de alumínio – foi escolhida para ser objeto deste estudo, por oferecer maiores possibilidades de visualização dos movimentos de punho e mão, em função de ocorrerem diversas características que operacionalizam a ciência ergonômica, como a multifuncionalidade, a produção em turnos, as linhas de preparação, dentre outras.



Figura 6: Vista aérea da empresa

3.1.2 Descrição do setor pesquisado

Os cilindros são produzidos na usinagem e encaminhados à cromagem, setor onde esta pesquisa foi desenvolvida. Durante a coleta de dados, estavam sendo cromados os modelos de cilindros 2 – 4140 e 2 – 4137 (tabela 5), conforme a demanda do momento e o produto final a que se destinam, com diâmetros diferentes para moto -serras e roçadeiras.

Tabela 5: Modelos de cilindros cromados durante a coleta de dados da pesquisa

| Cilindro | Largura x profundidade x altura (cm) |
|----------------|--------------------------------------|
| Modelo 2 –4140 | 6,7 x 6,3 x 8,2 |
| Modelo 2 –4137 | 6,6 x 6,2 x 8,2 |

Os dados quanto às dimensões e o peso de cada cilindro (aproximadamente 350 gramas) foram fornecidos pela empresa. Para a tomada das dimensões das peças, a empresa utilizou um paquímetro digital.

Setor de cromagem de cilindros

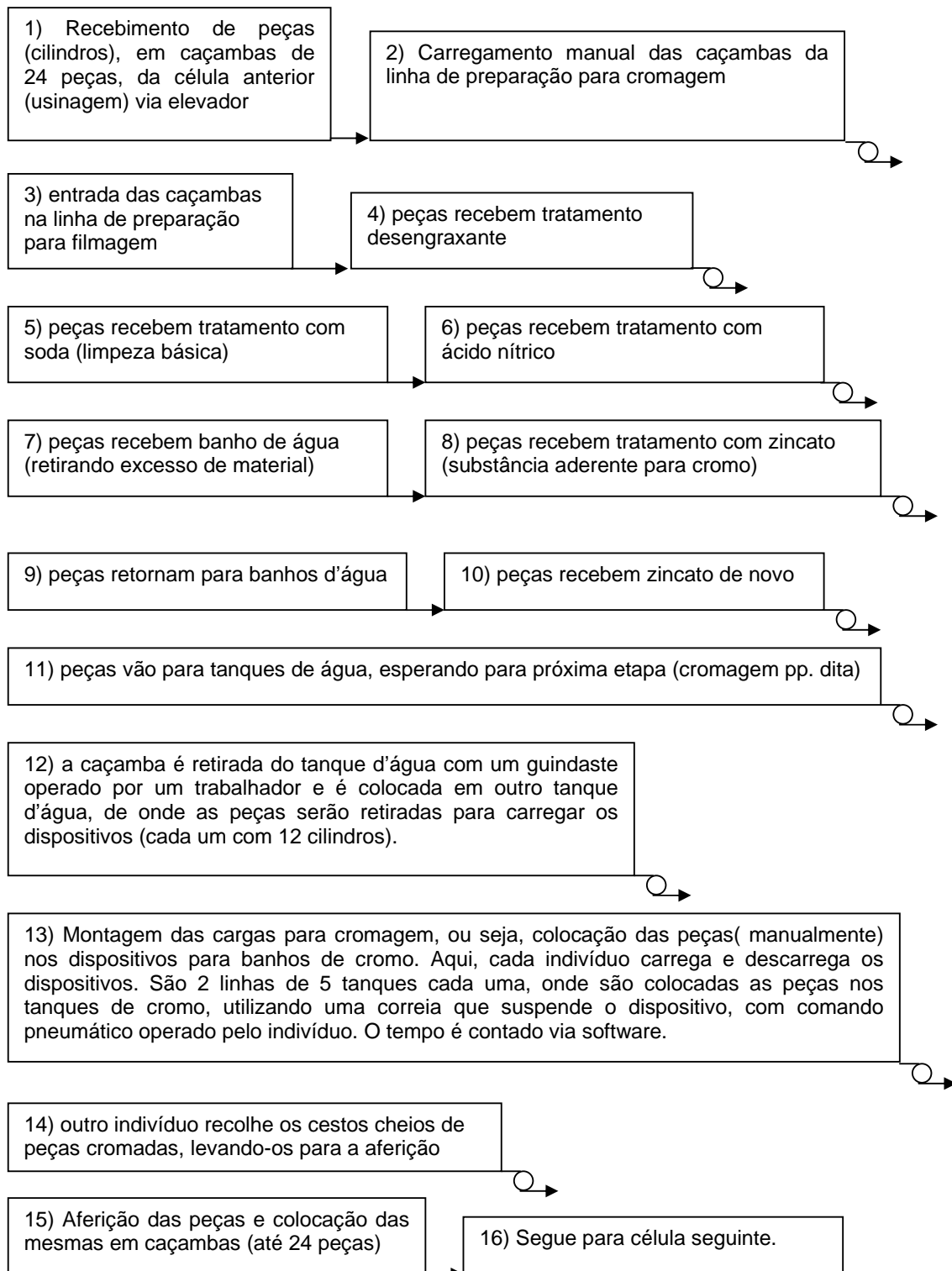
O setor de cromagem de cilindros tem sua jornada de trabalho organizada em três turnos, com oito trabalhadores em cada um deles. O primeiro turno trabalha seis dias da semana, sendo que o segundo e terceiro turnos, cinco dias por semana (Tabela 6).

Tabela 6: Dados referentes à jornada de trabalho

| Turnos de trabalho | Horário de funcionamento | Número de funcionários por turno |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Turno 1 | 02:25 às 07:35h | 08 |
| Turno 2 | 07:35 às 17:18h | 08 |
| Turno 3 | 17:18 às 02:25 | 08 |

A seguir, apresenta-se o processo de cromagem de cilindros, representado em operações elementares, por meio de um fluxograma.

Fluxograma do processo de cromagem de cilindros



No posto de trabalho destinado à aferição das peças já cromadas, há uma mesa com uma inclinação de aproximadamente 45 graus, para a colocação de cestos aramados, que recebem os cilindros aferidos. Então, os cestos são colocados, uns sobre os outros, em carrinhos com rodas, facilitando o manuseio e o transporte pelos trabalhadores.

Conforme a necessidade e a entrada das peças na linha de preparação para cromagem, ocorre a troca de dispositivos que recebem os cilindros para serem cromados.

A linha de preparação para cromagem de cilindros foi registrada em três fotografias para melhor visualização do ambiente (Figuras 7 a 9).



Figura 7: Célula de cromagem de cilindros, ilustrando as etapas 1 a 11 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros. No destaque, o elevador por onde chegam as peças que devem receber o tratamento aderente ao cromo



Figura 8: Célula de cromagem de cilindros, ilustrando a etapa 13 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros. Destaque à direita, para os tanques de banho de cromo



Figura 9: Célula de cromagem de cilindros, que ilustra a finalização da etapa 13 do fluxograma do processo de cromagem de cilindros. Destaque, para o dispositivo de cromagem

As demais etapas do fluxograma, não comentadas, embora façam parte do processo, não foram consideradas relevantes para o desenvolvimento deste

trabalho, pois a diversidade de movimentos de punhos e de mãos dos trabalhadores ocorre durante a retirada e a colocação de cilindros no dispositivo, destinados a cromagem.

3.2. Etapas da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada em duas etapas, o estudo piloto e o estudo principal. O primeiro, realizado na própria empresa, para a familiarização da pesquisadora ao contexto do estudo, a aprendizagem, o treinamento das técnicas de investigação e a verificação da adequação dos instrumentos, seguida do estudo principal, transcorrendo do período de maio a dezembro de 2002.

Os trabalhadores assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, segundo a Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice 2), participando voluntariamente da pesquisa. Também houve uma autorização formal da empresa (Apêndice 1), consentindo a realização deste trabalho.

3.2.1. Estudo piloto

Participaram do estudo piloto cinco funcionários, do setor de cromagem de cilindros da Empresa Stihl, caracterizados da seguinte forma: idade entre 21 e 34 anos; tempo na função e tempo na empresa entre três e 72 meses; medida de pega da mão dominante entre 17 e 19,5 cm; estatura entre 1,68 e 1,75 m; massa entre 69 e 75 Kg e força de preensão entre 32 e 53 Kgf. Nesta etapa, os instrumentos utilizados na pesquisa para a coleta de dados foram o dinamômetro, o cilindro de mensuração da pega da mão dominante dos trabalhadores, a balança antropométrica e a aplicação de um questionário fechado, para avaliar os parâmetros de individualidade dos sujeitos.

Parecer do estudo piloto

Os instrumentos utilizados no estudo piloto não foram considerados suficientes para atender os objetivos propostos, especificamente quanto à identificação do tempo de retirada e de colocação de peças e de outras características individuais durante o processo de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo de cromagem. Portanto, para a realização do estudo principal, foi acrescentado mais um instrumento, ou seja, a filmagem dos trabalhadores realizando a retirada e a colocação de cilindros nos dispositivos de cromagem.

3.2.2 Estudo principal

Participaram do estudo principal 18 trabalhadores, caracterizados da seguinte maneira: idade entre 18 e 41 anos; tempo na função e na empresa entre três e 156 meses; medida da pega da mão dominante entre 17 e 19,5 cm; estatura entre 1,65 e 1,95 m; massa entre 69 e 98 Kg e força de preensão entre 32 e 54,56 KgF. As etapas da pesquisa foram realizadas na mesma ordem do estudo piloto, incluindo a filmagem dos trabalhadores realizando a retirada e a colocação de cilindros nos dispositivos de cromagem.

Nesta pesquisa, buscando caracterizar os indivíduos na execução de movimentos de punho e de mão, fez-se necessário coletar os seguintes dados: força de preensão, medida da pega da mão dominante, estatura, massa, idade, tempo na função, tempo de ciclo de retiradas e colocações, sendo que, a partir destas, resultaram as frequências (número de retiradas e de colocações em relação ao tempo total no posto de trabalho) de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem de cilindros, as tendências de tempos de retirada, de resfriamento, de colocação de peças e de pausa, orientação na realização de movimentos e velocidade de execução de retiradas e colocações de peças no dispositivo de cromagem de cilindros.

3.2.3 Ferramentas utilizadas nas etapas da pesquisa

3.2.3.1 Balança antropométrica

Os dados referentes à massa corporal e à estatura dos trabalhadores foram verificados por meio de uma balança antropométrica.

3.2.3.2. Dinamometria

A força de preensão foi mensurada por meio da dinamometria manual. Basicamente, a função da mão pode ser mensurada quanto à resistência voluntária de preensão e pinça (FESS, 1992). O dinamômetro Jamar é o instrumento mais comumente usado para avaliar a força de preensão, que mensura a quantidade de força muscular estática aplicada pela mão durante a preensão (TAYLOR, 2000). Portanto, optou-se pelo dinamômetro Jamar como um dos instrumentos desta pesquisa (Figura 10).

Segundo Fess (1992), para proceder à dinamometria, conforme recomendado pela American Society of Hand Therapists, o sujeito deve estar confortavelmente sentado, com o ombro aduzido, cotovelo fletido a 90° e antebraço e punho em posição neutra (posição intermediária entre pronação e supinação e flexão e extensão de punho). O examinador coloca o dinamômetro (Jamar) na mão do paciente, enquanto sustenta a base do instrumento e realiza a instrução verbal. A força de preensão deve ser aplicada suavemente sem movimentos bruscos (sem puxar ou empurrar rapidamente). Quando o máximo de preensão for encontrado, é permitido até 30° de extensão do punho. Qualquer outra posição do punho que não seja a extensão ou que exceda 30° de extensão, deverá ser registrada. Este procedimento, de acordo com as recomendações da American Society of Surgery Hand e da American Society of Hand Therapists, deverá ser realizado três vezes, sendo feita uma média das três tentativas, registradas em quilogramas-força. (Apêndice 3).



Figura 10: Dinamômetro Jamar

3.2.3.3. Cilindro de mensuração de pega

A tomada das medidas das mãos dos sujeitos é muito importante para a configuração de controles em máquinas e produtos de consumo (GRANDJEAN, 1998). Segundo Jürgens¹³ (1973 *apud* GRANDJEAN, 1998), as medidas antropométricas das mãos, em centímetros, são obtidas da seguinte forma (Figura 11):

- 1) medida do perímetro da mão;
- 2) medida da largura da mão;
- 3) medida do perímetro do punho;
- 4) medida do perímetro de “pega” (anel formado entre polegar e indicador)

Optou-se em realizar a medida da pega da mão dominante (Apêndice 4), neste caso, da mão direita pois todos são destros, procurando uma característica diferencial de força entre os indivíduos.

¹³ Jürgens, H.W.: Körpermaße in Ergonomie, 1 von H. Schidtke, Carl Hanser verlag, München (1973).

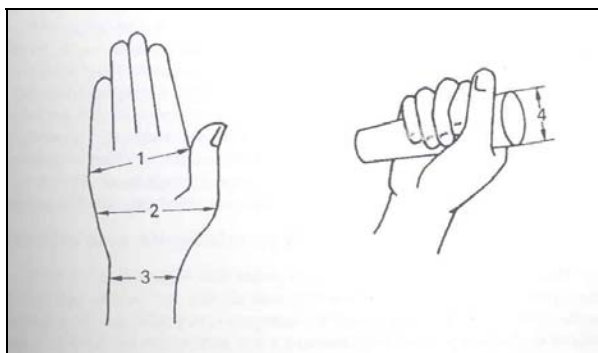


Figura 11: Medida da mão (GRANDJEAN, 1998)

Baseando-se em Jürgens¹⁴ (1973 *apud* GRANDJEAN, 1998), que se refere a perímetro de “pega”, elaborou-se um instrumento modificado para mensurar a medida de pega da mão dominante, que consiste em um cilindro de PVC, de 8 cm de diâmetro por 33 cm de altura, que foi denominado cilindro de mensuração de pega. A 16 cm da base, inseriu-se uma escala, também em cm (Figura 12a). Para obter a medida de pega, o trabalhador coloca a extremidade digital do polegar da mão dominante no início da escala (zero), até a extremidade digital do terceiro dedo, observando-se a medida correspondente (Figura 12b). No transcorrer do estudo piloto, verificou-se a adequação deste instrumento pelos participantes desta pesquisa, com base nos seguintes critérios: o cilindro de medida de pega abrangeu as dimensões mínima e máxima dos cilindros cromados pelos trabalhadores, sua aplicação foi efetuada no ambiente de trabalho e o movimento de pega foi realizado pelo trabalhador.

¹⁴ Jürgens, H.W.: Körpermaße in Ergonomie, 1 von H. Schidtke, Carl Hanser verlag, München (1973).



Figura 12a: Cilindro de mensuração de pega



Figura 12b: Aplicação do cilindro de mensuração de pega

3.2.3.4 Questionário

Foi aplicado um questionário fechado (Apêndice 5), com 11 perguntas, que versavam sobre a percepção dos sujeitos a respeito do manuseio das peças, a interação dos trabalhadores com o processo de aprendizagem da tarefa e quanto à prática de atividade física. Em relação à percepção, a complexidade dos movimentos do homem são resultados de tomadas de consciência ao longo da evolução da espécie, originadas tanto da experiência coletiva, quanto da

individual e começa a partir da construção dos movimentos por meio do tensionamento dos músculos (BOHER, 2003). A percepção, juntamente com a tomada de decisão e o controle motor, são elementos relevantes no processo de aprendizagem da tarefa (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia, a ergonomia física relaciona as características da anatomia humana, da antropometria, da fisiologia e da biomecânica com a atividade física humana (ABERGO, 2004), as quais são abordadas neste trabalho. A atividade física, inerente ao homem, manifesta-se em todos os setores de sua vida de relação com o meio, estando presente em todas as formas de educação, sendo os exercícios físicos, atividades motoras que têm, como objetivo, a adaptação morfofuncional no organismo (DIAS, 2000; PEREIRA, 1991 e ZÍLIO, 1994). Complementando, de acordo com Watkins (2001), para crescer e desenvolver-se naturalmente, o sistema musculoesquelético precisa do estímulo mecânico fornecido pelo padrão normal de desenvolvimento das habilidades motoras. Após a maturidade, a manutenção do sistema musculoesquelético ainda depende do estímulo mecânico provido pelo exercício regular.

Este questionário foi testado no estudo piloto, tornando possível o estudo principal.

3.2.3.5 Filmagem

Utilizou-se a filmagem para obter registros do manuseio dos cilindros pelos trabalhadores, com a finalidade de identificar as características de movimento de punho e de mão dos indivíduos.

O processo de filmagem ocorreu no período das 11:50 horas às 21:18 horas, reiniciando às 02:45 horas até as 07:00 horas do dia seguinte. Realizou-se nestes horários, pois os turnos de trabalho são fixos e a maioria dos participantes pôde ser filmada desempenhando sua função. O número total de participantes do estudo principal foi de dezoito pessoas. No momento da realização da filmagem,

atuavam no posto de trabalho onze indivíduos, sendo que sete não compareceram.

As três câmeras foram dispostas da seguinte forma, em função da disponibilidade espacial do ambiente, a partir do trabalhador (figura 13):

Câmera 1 – A lente foi posicionada a 2,13 m de altura da superfície de apoio e aproximadamente 45° .à direita a partir da posição do trabalhador.

Câmera 2 - A lente foi posicionada a 1,98 m de altura da superfície de apoio e aproximadamente 15° .à esquerda a partir da posição do trabalhador

Câmera 3 - A lente foi posicionada a 2,33m de altura da superfície de apoio e aproximadamente 90° .à esquerda a partir da posição do trabalhador.

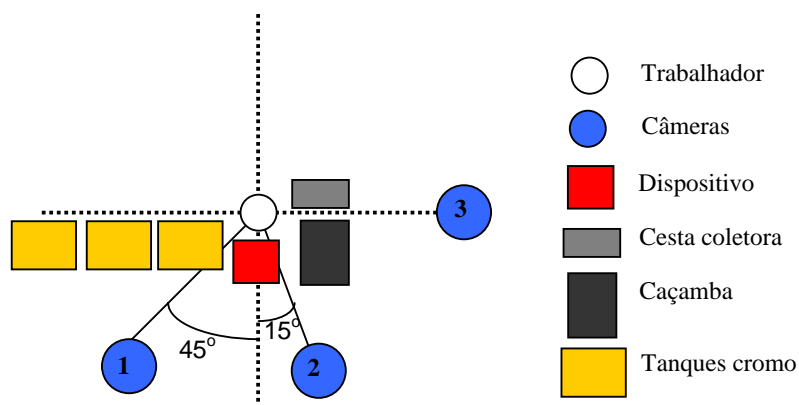


Figura 13: Disposição das câmeras durante a filmagem, em relação ao trabalhador, no posto de trabalho

O campo de filmagem foi o posto de retirada e de colocação de cilindros no dispositivo, no processo de cromagem. Neste posto de trabalho, foram observadas quatro etapas relevantes para esta pesquisa: retirada, resfriamento e colocação de peças e pausa.

Observando a filmagem, realizou-se a contagem manual dos tempos, por meio de um cronômetro, gerando os tempos de retirada, de resfriamento, de colocação de peças no dispositivo de cromagem e de pausa dos trabalhadores.

Na posição em pé, no momento de retirar os cilindros do dispositivo, o trabalhador pega as peças do mesmo, que está a sua frente, levando-as para a esquerda, onde está a cesta coletora. Iniciou-se a contagem do tempo de retirada de peças quando o trabalhador começa a retirar a primeira peça até o momento em que coloca a última peça retirada na cesta coletora. Em seguida, o trabalhador resfria as peças da cesta coletora, jogando água (contida em uma caçamba que está a sua esquerda) nas mesmas, com um recipiente plástico. Neste momento, foi medido o tempo de resfriamento de peças, enquanto o trabalhador estava utilizando o recipiente de água, o que ocorria entre as retiradas e as colocações. Logo após, o trabalhador pega as peças da caçamba (anteriormente citada), colocando-as nos pinos do dispositivo, onde foi mensurado o tempo de colocação, a partir da primeira até a última peça colocada no dispositivo. Ainda a sua frente, encontra-se o monta-carga, equipamento que “ajusta” automaticamente os cilindros ao dispositivo, “parafusando-os” após a colocação e “desparafusando-os” após o banho de cromo, para que sejam retirados do dispositivo. Então, ocorre um período de pausa, enquanto o trabalhador espera o dispositivo, carregado de peças, ir para os tanques de cromo e voltar com peças cromadas, para serem retiradas. Assim, o tempo de pausa foi contado a partir do final da colocação, quando o dispositivo completo era levado para a cromagem, até começar a retirada de peças, já cromadas, de outro dispositivo que chega dos tanques de cromagem.

No capítulo seguinte, serão apresentados os resultados, a análise dos dados bem como a discussão dos mesmos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Participantes da Pesquisa

Participaram desta pesquisa, vinte e três pessoas, do sexo masculino, do setor de cromagem de cilindros da empresa Stihl. A tabela 7 apresenta as características dos trabalhadores.

Tabela 7: Características dos trabalhadores participantes da pesquisa

| Trabalhadores | Idade (anos) | Tempo na função (meses) | Tempo na empresa (meses) | Medida da Pega (cm) | Estatura (m) | Massa (kg) | Força de preensão (kgf) |
|---------------|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|--------------|------------|-------------------------|
| A | 22 | 7 | 7 | 17 | 1,73 | 75 | 34,66 |
| B (E.P.) | 21 | 3 | 3 | 17 | 1,70 | 72 | 39,33 |
| C (E.P.) | 28 | 12 | 12 | 17,5 | 1,75 | 75 | 32 |
| D | 19 | 12 | 12 | 18 | 1,65 | 75 | 40 |
| E | 19 | 12 | 12 | 18 | 1,70 | 73 | 44 |
| F | 21 | 24 | 24 | 19 | 1,85 | 80 | 50,66 |
| G | 41 | 3 | 3 | 19 | 1,78 | 75 | 41,33 |
| H (E.P.) | 34 | 72 | 72 | 19,5 | 1,80 | 78 | 53 |
| I | 32 | 54 | 54 | 17 | 1,75 | 73 | 32,66 |
| J | 35 | 156 | 156 | 17 | 1,95 | 98 | 54,56 |
| K | 18 | 3 | 3 | 17 | 1,70 | 71 | 44,66 |
| L | 19 | 9 | 9 | 17 | 1,75 | 72 | 34,66 |
| M (E.P.) | 32 | 70 | 70 | 18 | 1,68 | 71 | 41,33 |
| N | 21 | 24 | 24 | 18 | 1,75 | 73 | 39,33 |
| O | 34 | 120 | 120 | 18 | 1,78 | 84 | 46 |
| P | 29 | 36 | 36 | 19 | 1,76 | 78 | 40,66 |
| Q | 25 | 7 | 7 | 17 | 1,75 | 78 | 34,66 |
| R (E.P.) | 27 | 48 | 72 | 17 | 1,73 | 69 | 40 |
| S | 40 | 24 | 144 | 17 | 1,72 | 76 | 40,66 |
| T | 32 | 3 | 96 | 18,5 | 1,76 | 75 | 46 |
| U | 32 | 60 | 60 | 18,5 | 1,75 | 75 | 42 |
| V | 29 | 60 | 72 | 19 | 1,75 | 80 | 51,66 |
| X | 34 | 72 | 72 | 19 | 1,80 | 90 | 40 |

Observação: (E.P.) refere-se aos participantes do Estudo Piloto.

4.2 Dinamometria, medida de pega da mão dominante e questionário

Foi aplicado Teste Qui-Quadrado para verificar associação entre as variáveis força de preensão, força no manuseio de peças e prática de atividade física, ao nível de significância 5% ($p = 0,05$).

Do questionário aplicado, as questões fazer muita força no manuseio (Questão 7) e prática de atividade física (Questão 11), são as que se relacionam com medidas de força de preensão (obtidas por meio da dinamometria, em quilograma-Força (kgF) e movimento de punho e mão durante o manuseio das peças. Os valores de força de preensão foram categorizados, conforme a tabela 8, pelo programa Sphynx:

Tabela 8: Categorias de Força de preensão (kgF), relacionadas a fazer ou não muita força no manuseio das peças (questão 7)

| Força Q7 | Menos de 35,76 | De 35,76 a 39,51 | De 39,52 a 43,27 | De 43,28 a 47,03 | De 47,04 a 50,79 | De 50,80 acima | Total |
|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------------|
| Sim | 25,00% (1) | 0,00% (0) | 50,00% (2) | 25,00% (1) | 0,00%(0) | 0,00%(0) | 100% (4) |
| Não | 28,57% (4) | 7,14%(1) | 28,57%(4) | 21,43%(3) | 7,14%(1) | 7,14%(1) | 100% (14) |
| Total | 27,78%(5) | 5,56%(1) | 33,33%(6) | 22,22%(4) | 5,56%(1) | 5,56%(1) | 100% (18) |

Qui = 1,32 e $p = 0,93$, como $p > 0,05$, não é significativo para a associação entre as variáveis Força de preensão e manuseio de peças.

Na tabela 8, observa-se que 14 trabalhadores responderam não fazer muita força e quatro trabalhadores responderam realizar muita força no manuseio das peças.

Dos quatro trabalhadores que responderam realizar muita força no manuseio das peças, três encontram-se nas três primeiras categorias de força de preensão, ou seja, abaixo da média de força de preensão apresentada pelo grupo, que foi de 41,027 kgF. Estes três indivíduos são os trabalhadores I, J e K, com tempo na função 54, 156 e 3 meses, respectivamente, e têm na sua percepção, a realização de muita força no manuseio das peças. Porém, com base nos resultados obtidos na dinamometria, observa-se que eles não desempenham muita força na realização da tarefa.

Considerando que o peso dos cilindros que passavam pelo processo de cromagem durante esta pesquisa era de aproximadamente 350 gramas, observou-se que não foi necessário que os trabalhadores empregassem muita força de preensão para a realização da tarefa. Em conformidade com a tabela 8, a maioria dos trabalhadores refere não fazer muita força no manuseio das peças, não sendo necessário empregar valores próximos à média de Força de preensão, que foi de 41,027 kgF.

Tabela 9: Categorias de Força de preensão (kgF) relacionadas à prática de atividade física (questão 11)

| Força Q11 | Menos de 35,76 | De 35,76 a 39,51 | De 39,52 a 43,27 | De 43,28 a 47,03 | De 47,04 a 50,79 | De 50,80 acima | Total |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Sim | 20,00% (3) | 0,00% (0) | 40,00% (6) | 26,67% (4) | 6,67%(1) | 6,67%(1) | 100% (15) |
| Não | 66,67% (2) | 33,33%(1) | 0,00%(0) | 0,00%(0) | 0,00%(0) | 0,00%(0) | 100% (3) |
| Total | 27,78%(5) | 5,56%(1) | 33,33%(6) | 22,22%(4) | 5,56%(1) | 5,56%(1) | 100% (18) |

Qui = 9,36 e $p = 0,095$, como $p > 0,05$, não apresenta dependência significativa para associação entre as variáveis Força de preensão e prática de atividade física.

Na tabela 9, dos 15 trabalhadores que afirmaram praticar atividade física, nove encontram-se nas três primeiras categorias de força de preensão, sendo que destes nove, os três que afirmaram não praticar atividade física, encontram-se na categoria mais inferior de força de preensão (menos de 35,76 KgF). A dependência entre prática de atividade física e força de preensão não foi significativa. Considerando que a média de força de preensão encontrada foi de 41,027 kgF, observa-se que a maioria dos trabalhadores praticantes de atividade física está abaixo da média de força referida por Mathiowetz (1985), que é de 54,800 KgF. A questão 11 não especifica o tipo de atividade física desempenhada pelos sujeitos nem a frequência da mesma.

Relacionou-se a força de preensão com a medida de pega da mão dominante do trabalhador, resultando em correlação não significativa entre ambas. Para Freund, Toivonen e Takala (2001) e Vaz (2003), há independência entre a força de preensão e o diâmetro de pega. Medidas de momento de força realizadas

adequadamente são precisas, reprodutíveis e diretamente comparadas de articulação para articulação e de indivíduo para indivíduo, independente do comprimento dos membros ou tamanhos corporais

Tabela 10: Adaptação do trabalhador à realização da tarefa (questão 2)

| Q2 | No. Citações | Freq. |
|------------------|--------------|--------|
| Sim | 17 | 94,44% |
| Não | 1 | 5,55% |
| Total OBS | 18 | 100% |

Na tabela 10, observa-se que 17 trabalhadores adaptaram-se à realização da tarefa e um referiu não ter se adaptado (sujeito T), com o passar do tempo (este trabalhador tinha 96 meses de empresa e 3 meses na função, não tendo participado da filmagem). Os mesmos dezessete referiram que, com a repetição das atividades, aprenderam a tarefa, tornando o movimento mais fácil de ser realizado. Para Chamberlin e Lee¹⁵ (1993 *apud* HARRIS e HOFFMAN, 2002), os procedimentos práticos mais fáceis tendem a produzir ganhos mais rápidos na aquisição de habilidades.

Tabela 11: Ter jeito para realização da tarefa, ao ingressar na função (questão 5)

| Q5 | No. Citações | Freq. |
|------------------|--------------|--------|
| Sim | 13 | 72,22% |
| Não | 5 | 27,77% |
| Total OBS | 18 | 100% |

Tabela 12: Realização da carga e da descarga de cilindros do dispositivo da mesma maneira (questão 6)

| Q6 | No. Citações | Freq. |
|------------------|--------------|--------|
| Sim | 6 | 33,33% |
| Não | 12 | 66,66% |
| Total OBS | 18 | 100% |

¹⁵ Chamberlin, C. & Lee, T. (1993) Arranging practice conditions and designing instruction, In R.N. Singer, M. Murphey, & L.K. Tennant (Eds.), Handbook of research on sport psychology (p. 213-241). New York: Macmillan.

Quando questionados, na questão 5, se ao ingressarem na função, tinham jeito para a realização da tarefa (tabela 11), 13 funcionários do total responderam positivamente, ou seja, perceberam estar capacitados em desempenhar a função. Isto é ratificado pelas respostas à questão 6, onde foi perguntado se todos os trabalhadores realizavam a retirada e a colocação de cilindros do dispositivo da mesma maneira (tabela 12): 12 trabalhadores responderam não realizar o movimento da mesma maneira, ou seja, na sua percepção, o gesto é realizado de diferentes maneiras. Para Harris e Hoffman (2002), a performance motora, que varia muito para cada pessoa, resulta de uma complexa relação entre diferenças individuais. A interação dos sistemas cognitivo/neurológico melhora com a experimentação, a qual produz a aprendizagem.

Tabela 13: Modo de manuseio das peças, realizado pelos trabalhadores (questão 10)

| Q10 | No. Citações | Freq. |
|-------------------|---------------------|--------------|
| Aprendi assim | 2 | 11,11% |
| Adaptei-me melhor | 13 | 72,22% |
| Outros | 3 | 16,66% |
| Total OBS | 18 | 100% |

Conforme a tabela 13, quando questionados porque manuseavam as peças de uma dada maneira, 13 trabalhadores responderam adaptar-se melhor, dois referiram ter aprendido assim e três responderam outros.

Tabela 14: Instrução da operação (questão 9)

| Q9 | No. Citações | Freq. |
|------------------|---------------------|--------------|
| Outro operador | 17 | 94,44% |
| Outros | 1 | 5,55% |
| Total OBS | 18 | 100% |

Segundo a questão 9, quanto à instrução da operação (tabela 14), 17 trabalhadores foram ensinados por outro operador e um respondeu outros. Embora a maioria dos trabalhadores tenha sido ensinada a realizar a tarefa por outra pessoa, segundo a tabela 12, dos 18 trabalhadores, 13 responderam que adaptaram-se melhor ao manuseio das peças.

Em relação ao tempo função (TF), referido na tabela 6, o coeficiente de variação é 127,32%, ou seja, existe uma variabilidade muito grande (maior que 50%) entre os indivíduos quanto ao tempo na função. Isto significa que o valor do desvio padrão é superior ao valor da média, pois há valores extremos no conjunto (1 a 12 anos na função). Benchekroun¹⁶ (2000 apud PASTRE, 2001), em sua pesquisa, em uma padaria, verificou que os funcionários mais antigos tinham um modo operante que garantia maior produção, menor custo ao trabalhador e menor ritmo de trabalho na hora de separar os pães. Provavelmente, quanto mais tempo na função tenha o indivíduo, ocorrerá aumento na sua resistência muscular ao realizar a tarefa. Segundo Hall (1993), resistência muscular é a habilidade do músculo de exercer tensão durante um período de tempo.

4.3 Cinemetria

A análise da filmagem e os dados fornecidos pela empresa deram origem às variáveis dependentes e independentes, discutidas a seguir (tempos, tendências de tempos e velocidades de retiradas e de colocações), juntamente com os valores de massa, de estatura, de idade e de tempo na função.

4.3.1 Movimentos de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem

Analisando a filmagem, constatou-se que os trabalhadores realizam movimentos para retirar e colocar as peças no dispositivo de cromagem, que consistem em realizar a preensão palmar cilíndrica da peça, ou seja, ao redor do cilindro, ocorrendo uma separação entre o polegar e os demais dedos (KAPANDJI, 2000). Na retirada de peças, ocorre flexão dos dedos e do punho. Na colocação, o movimento parte da preensão da peça, colocando-a em um dos pinos do dispositivo, realizando extensão dos dedos e do punho.

No estudo realizado por Pastre (2001), em montagem de precisão, durante as análises das filmagens, a autora observou que a maioria dos trabalhadores

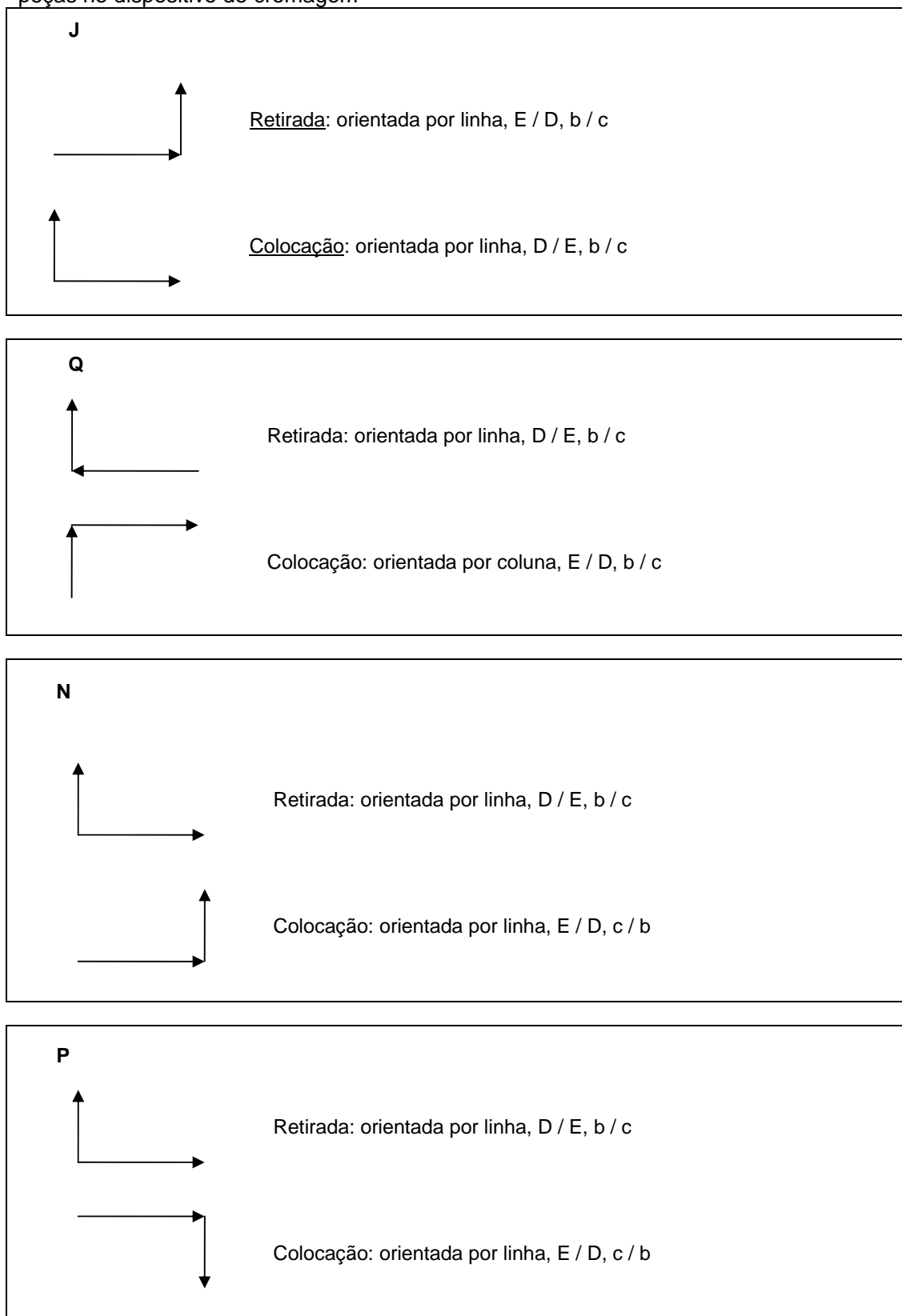
¹⁶ Benchekroun, T. H.: Caso de uma Indústria Alimentar. In Fórum Brasileiro de Ergonomia. Porto Alegre: 2000.

seguiram uma seqüência de montagem particular, não realizando o trabalho na seqüência de montagem prescrita pela empresa.

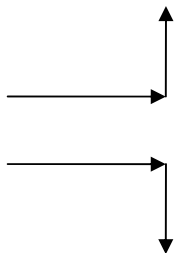
Neste trabalho, também observou-se que os trabalhadores apresentam uma orientação de movimento para retirar e colocar as peças nos doze pinos do dispositivo de cromagem, característica de cada um.

Segue a representação esquemática das seqüências de retirada e de colocação de peças no dispositivo, realizadas por cada trabalhador:

Figura 14: Representação esquemática das seqüências de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem



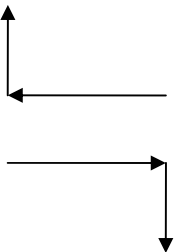
I



Retirada: orientada por linha, E / D, b / c

Colocação: orientada por linha, E / D, c / b

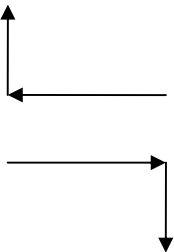
O



Retirada: orientada por linha, D / E, b / c

Colocação: orientada por linha, E / D, c / b

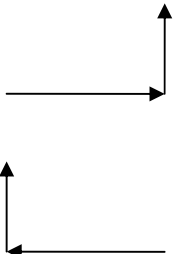
X



Retirada: orientada por linha, D / E, b / c

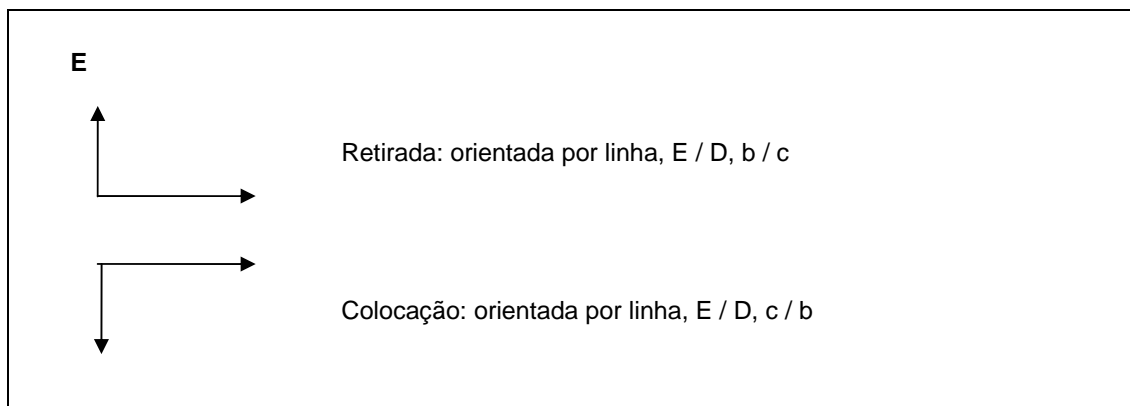
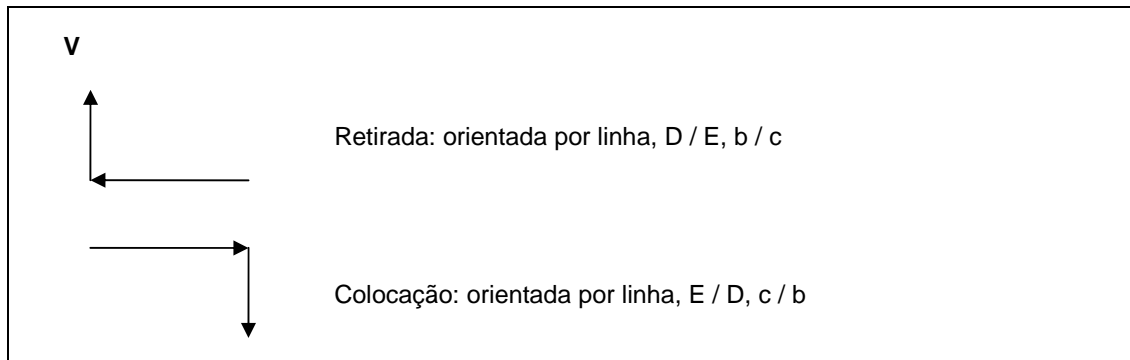
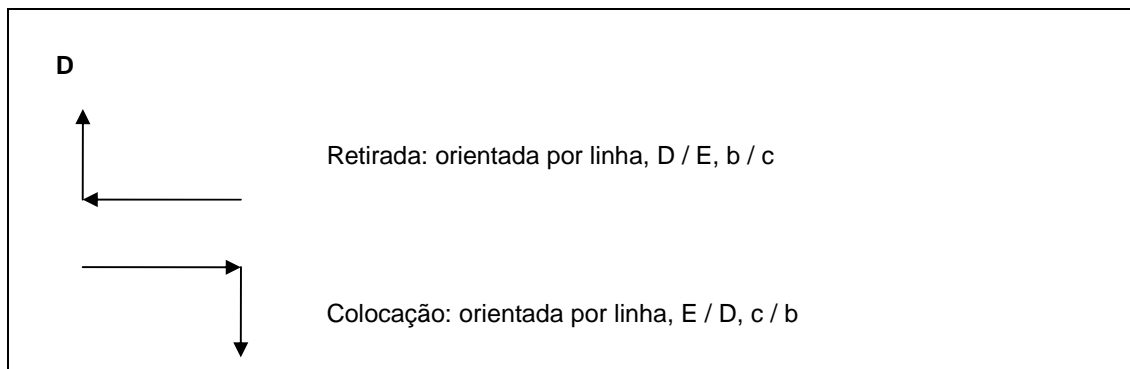
Colocação: orientada por coluna, E / D, c / b

F



Retirada: orientada por linha, E / D, b / c

Colocação: orientada por linha, D / E, b / c



Conforme os esquemas apresentados acima, existem quatro possibilidades de realização dos movimentos de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem:

Tipo 1: da direita para a esquerda; de baixo para cima (D/E; b/c)

Tipo 2: da direita para a esquerda; de cima para baixo D/E; c/b

Tipo 3: da esquerda para a direita; de baixo para cima E/D; b/c

Tipo 4: da esquerda para a direita ; de cima para baixo E/D; c/b

Os sujeitos foram classificados de acordo com os tipos de movimentos realizados para retirada e colocação referidos nos esquemas (Tabela 15).

Tabela 15: Tipos de orientação utilizados para retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem

| Orientação | Movimento de retirada | Movimento de colocação |
|------------|-----------------------|------------------------|
| Tipo 1 | Q, N, P, O, X, D, V | J, F |
| Tipo 2 | | |
| Tipo 3 | | Q |
| Tipo 4 | | N, P, I, O, X, D, V, E |

Embora foi observado a ocorrência de quatro tipos de orientação, tanto para o movimento de retirada das peças do dispositivo, quanto para colocação, foi possível identificar uma orientação coletiva entre os trabalhadores, ou seja, tipo 1 na retirada e tipo 4, na colocação de peças. A aprendizagem motora é uma das principais vias para o entendimento da aquisição da habilidade motora e ocorre por meio de armazenamento de grupos de movimentos com características similares, chamados de esquemas motores (HARRIS e HOFFMAN, 2002 ; MAGILL, 2000; SCHMIDT, 1993).

4.3.2 Tempos nas fases de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem

A figura 15 representa uma escala análogo-visual dos dados referentes aos tempos dos trabalhadores para retirada, para resfriamento, para colocação de peças no dispositivo de cromagem e para pausa, no posto de trabalho.

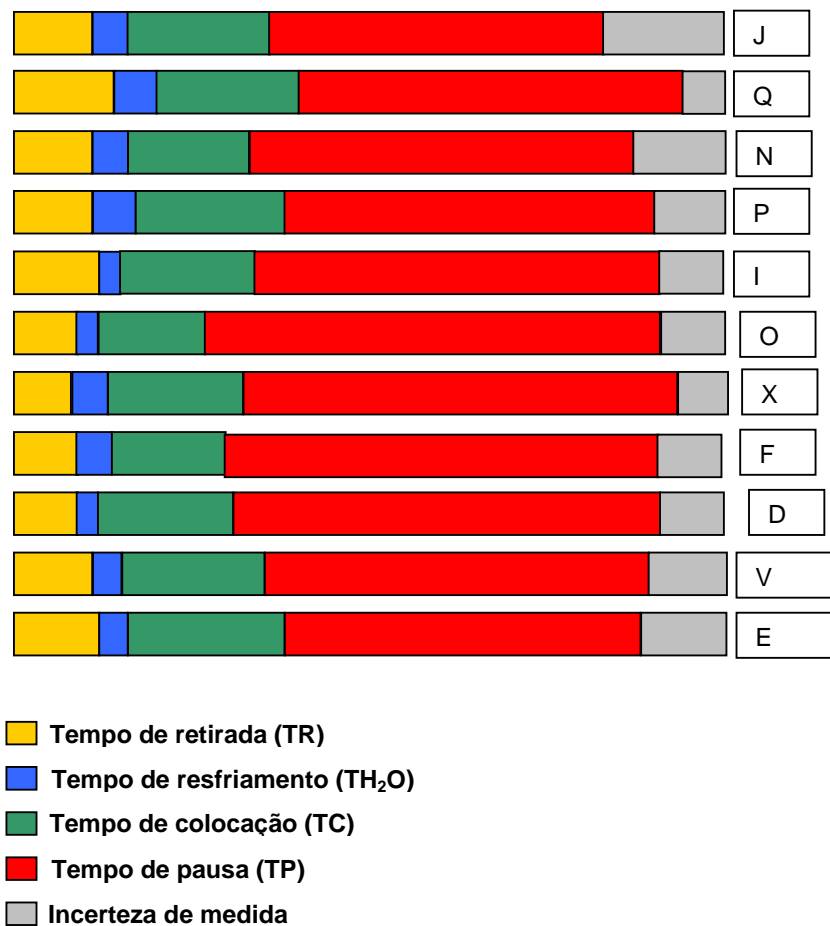


Figura 15: Representação esquemática dos tempos de posto de trabalho de cada sujeito

A figura 15 foi construída a partir da ordem de tarefas seguidas pelos trabalhadores, ou seja, retirada, resfriamento, colocação de peças e pausa. As barras representam o tempo total no posto de trabalho, de cada sujeito filmado, divididas em tempos para retirada, resfriamento, colocação de peças e pausa.

Por meio de um cronômetro e observação da filmagem, realizou-se a contagem manual dos tempos, incorrendo uma diferença entre o tempo total medido no posto e a soma dos tempos medidos (retirada, resfriamento, colocação de peças e pausa). Esta diferença foi denominada incerteza de medida. Além destes tempos, foram medidos os tempos de ciclo para retirada e colocação para cada trabalhador.

Inicialmente, analisou-se os tempos de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem, relacionando-os com o número de retiradas e de colocações, conforme as figuras 16 e 17.

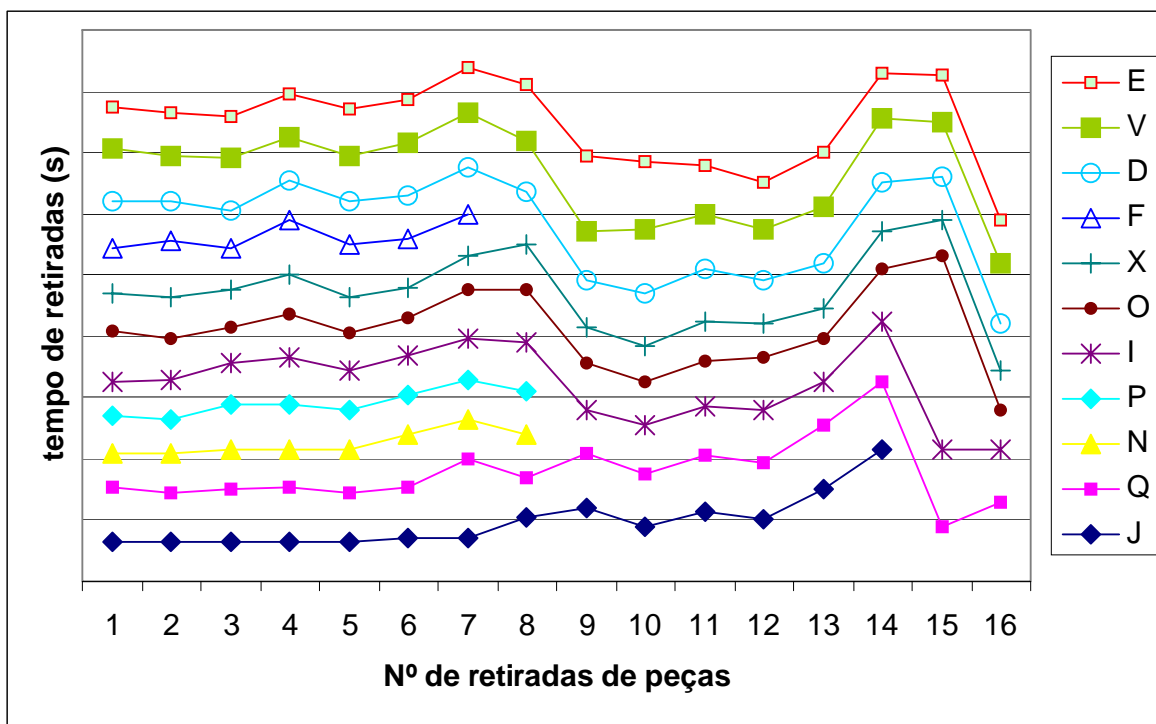


Figura 16: Representação dos tempos de retirada de peças do dispositivo de cromagem de cilindros, em relação ao número de vezes que os trabalhadores retiraram as peças do dispositivo

No gráfico da figura 16, a pequena variação de tempo observada na primeira metade das retiradas, aliada a alta repetitividade (tempo médio de ciclo de 15,7 s para retirada), causaria cansaço muscular e conseqüentemente levaria os indivíduos a variar mais o tempo na segunda metade das retiradas na tentativa de driblar o cansaço, pois precisam continuar retirando as peças. A repetição de movimentos é um dos fatores de risco para DORT, pois engloba contrações contínuas e aumento de pressão intramuscular, interrupção do aporte sanguíneo e compressões de feixes nervosos, levando a sofrimento muscular crônico (BUCKLE, 1997). Segundo Silverstein, Fine e Arrmstrong (1986), tarefas repetitivas são aquelas cujo ciclo é inferior a 30 segundos. Além disto, o trabalho analisado nesta pesquisa estaria classificado no nível 8 da escala de Latko (1999), que significa movimento rápido, constante ou esforço contínuo e pausas não freqüentes, impactando em relação a DORT. A motricidade automática dos

movimentos repetitivos ocorre pela ação do sistema extrapiramidal (JACOB, FRANCONI, LOSSOW, 1984).

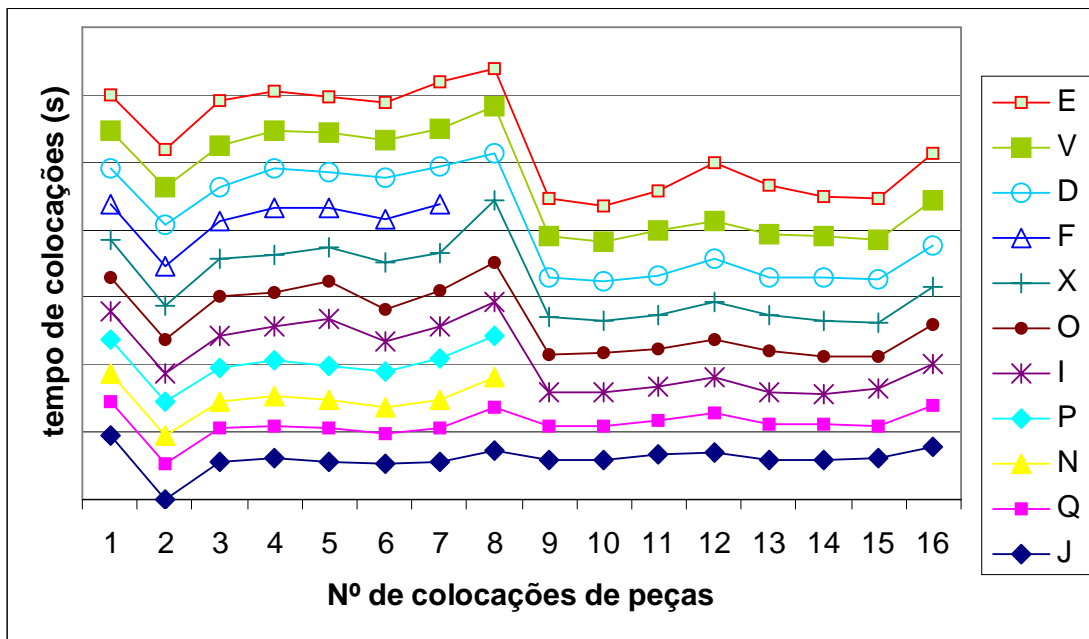


Figura 17: Representação dos tempos de colocação de peças no dispositivo, em relação ao número de vezes que os trabalhadores colocaram peças

No gráfico da figura 17, ocorre uma variação maior de tempo na primeira metade da fase de colocação de peças realizada pelos trabalhadores. Nesta fase, o tempo médio de ciclo é 28,06s (quase o dobro do tempo médio de ciclo para retirada), provavelmente por que este movimento envolve precisão, ou seja o trabalhador precisa encaixar o cilindro no pino do dispositivo. Então, a variação do tempo na segunda metade da fase de colocação de peças é menor pois o indivíduo automatizou este movimento. A fase de colocação de peças no dispositivo pode ser considerada mais complexa, pois exige precisão de movimento e maior controle motor, além da aprendizagem de movimento, o que torna maior o tempo de reação do indivíduo (FOSS e KETEVIAN, 2000). Ratifica-se, neste momento, a atuação do sistema piramidal, nas atividades que necessitam um processo de aprendizagem (MACHADO, 2000).

Na fase de colocação de peças, ocorre trabalho muscular excêntrico (alongamento das fibras musculares), ou seja, ao mesmo tempo em que há contração muscular intrínseca pela necessidade de segurar e colocar

precisamente o cilindro no dispositivo, ocorre alongamento dos músculos extrínsecos, pois o movimento dá-se no sentido do dispositivo e a favor da gravidade. Já na fase de retirada de peças, ocorre trabalho muscular concêntrico (encurtamento de fibras musculares), ou seja, há contração muscular intrínseca e extrínseca contra a gravidade, resultando em um movimento menos preciso. (HAMILL, KNUTZEN, RIBEIRO, 1999)

A seguir, relacionou-se o tempo total no posto de trabalho com os números de retiradas e de colocações, para cada trabalhador, resultando em uma frequência de retiradas e/ou colocações de peças. Observou-se que a mesma varia de 0,60 a 0,94 retiradas e/ou colocações por minuto, entre os indivíduos. Correlacionando ambas as frequências, observa-se que os trabalhadores ocupam o mesmo tempo, tanto para retirar quanto para colocar peças, pois a correlação é direta e próxima de 1. Além disto, há dois tipos predominantes de orientação na realização de movimentos de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem: o tipo 1 para a retirada e o tipo 4, para a colocação de peças, realizados pelos trabalhadores. A automatização ocorre sob uma condição de mapeamento estímulo-resposta consistente, que é uma condição de performance, na qual um dado padrão de estímulo sempre requer a mesma resposta (SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

Considerando que a frequência tem o mesmo significado físico que a velocidade (NUSSEINZVEIG, 2002), para os propósitos deste trabalho optou-se trabalhar com os valores de velocidade. Portanto, a velocidade de retirada ou de colocação é expressa pelo número de peças manuseadas (12 por dispositivo) em relação ao tempo médio de ciclo de cada trabalhador para retirada e/ou colocação de peças, por dispositivo (figura 18).

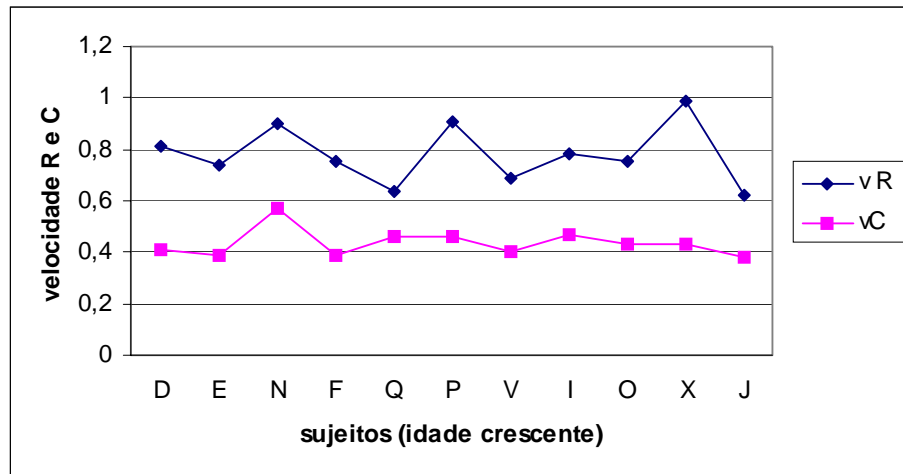


Figura 18: Relação entre as velocidades de retirada e colocação de peças no dispositivo de cromagem de cilindros, com os trabalhadores em ordem crescente de idade

Observa-se na figura 18 que, inicialmente, ambas as velocidades, de retirada e de colocação, apresentam comportamento similar. A velocidade de retirada é maior do que a velocidade de colocação de peças. A primeira varia mais e o tempo médio de ciclo é menor, resultando em alta repetitividade. Entretanto, a segunda apresenta uma menor variação, por necessidade de precisão. Segundo Teixeira (1997), na produção de movimentos orientados, velocidade e precisão são duas variáveis inversamente proporcionais, conhecidas no controle de habilidades motoras.

Dentro do tempo total no posto de trabalho (TT), ocorre a retirada, o resfriamento, a colocação de peças no dispositivo de cromagem e a pausa, que inclui a ação automática do monta-cargas e a condução do dispositivo, indo ou vindo dos tanques de cromo. Obteve-se a tendência dos tempos, isto é, a tendência dos tempos de retirada (TendR), de resfriamento (TH₂O), de colocação (TendC) e de pausa (TendPausa).

Quanto às tendências de tempo de resfriamento de peças (TendH₂O) e de pausa (TendPausa), observa-se que comportam-se de maneira distinta. Os trabalhadores mantiveram constante a tendência de tempo de pausa ao contrário da tendência de tempo de resfriamento, onde cada trabalhador realiza do jeito que quer. Isto ocorre porque que as pausas são impostas pelo equipamento e o

ato de resfriar as peças depende de características individuais do trabalhador (figura 19).

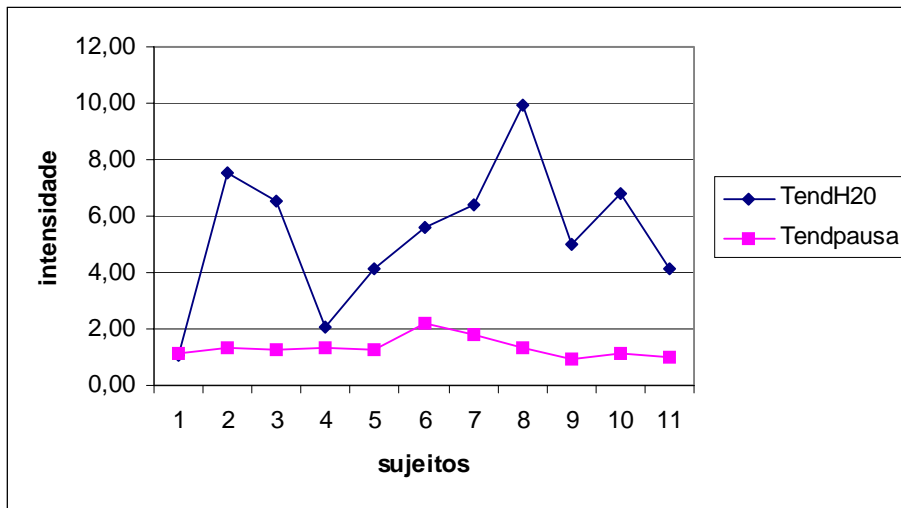


Figura 19: Tendências dos tempos de resfriamento de peças manuseadas e de pausa

4.3.3. Avaliação da relação entre as variáveis independentes e as variáveis dependentes

Nas figuras 20 a 25, é apresentada a relação entre medida da pega, força de preensão, idade, tempo na função, estatura e massa, que são as variáveis independentes, com velocidades de retirada e de colocação de peças, tendências de retirada, de colocação, de resfriamento e de pausa, que são as variáveis dependentes.

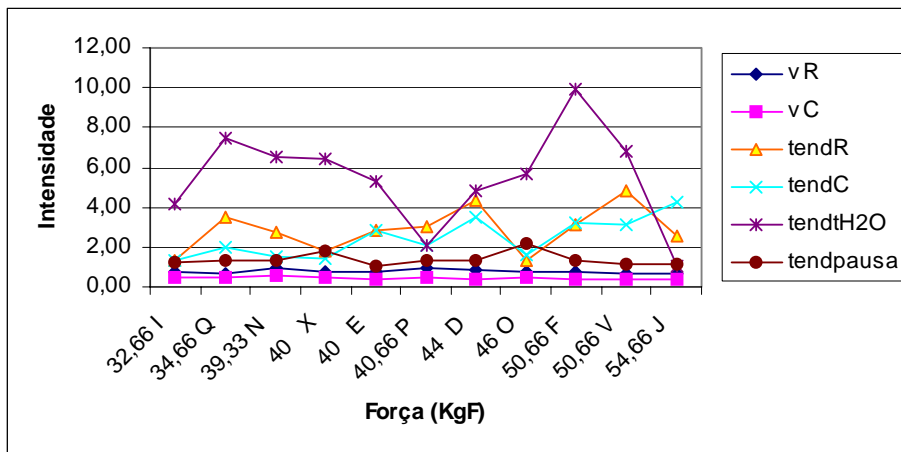


Figura 20: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a força de prensão

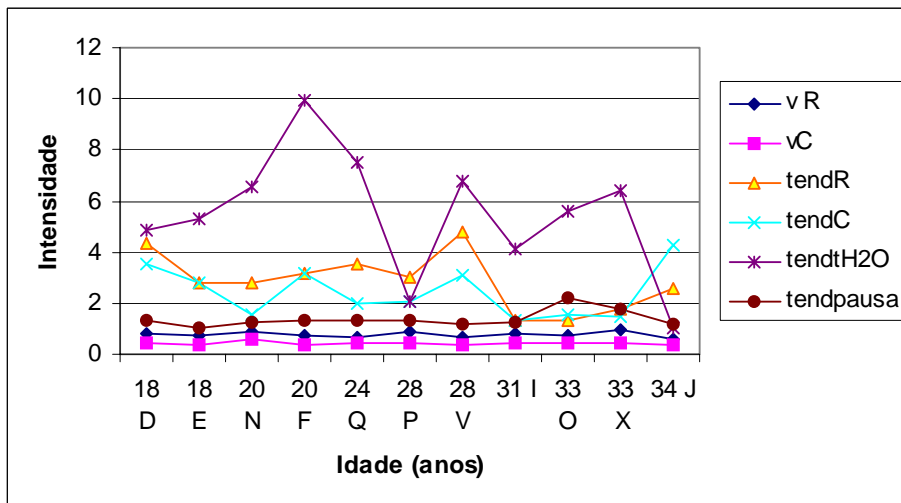


Figura 21: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a idade

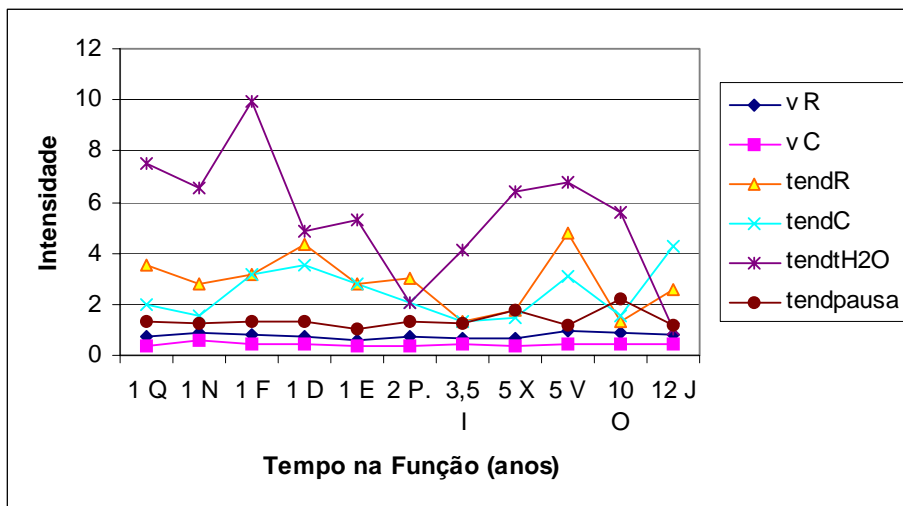


Figura 22: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com o tempo na função

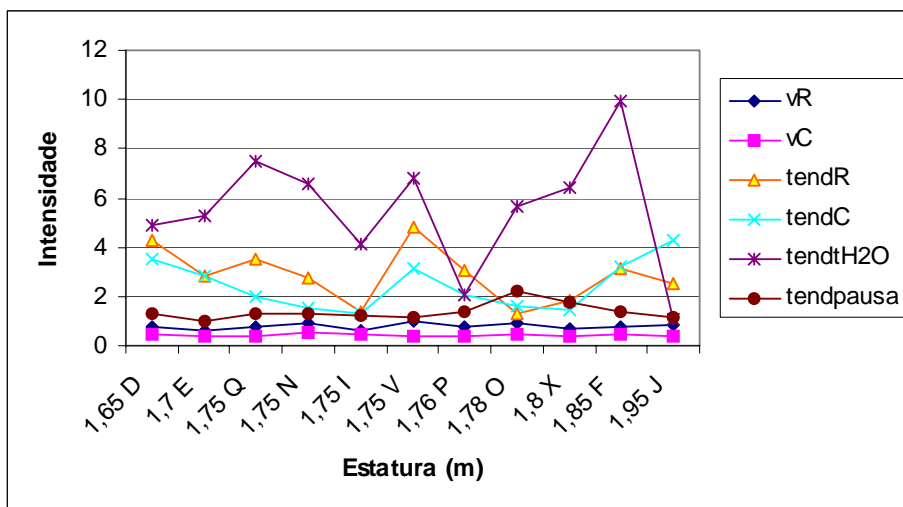


Figura 23: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a estatura

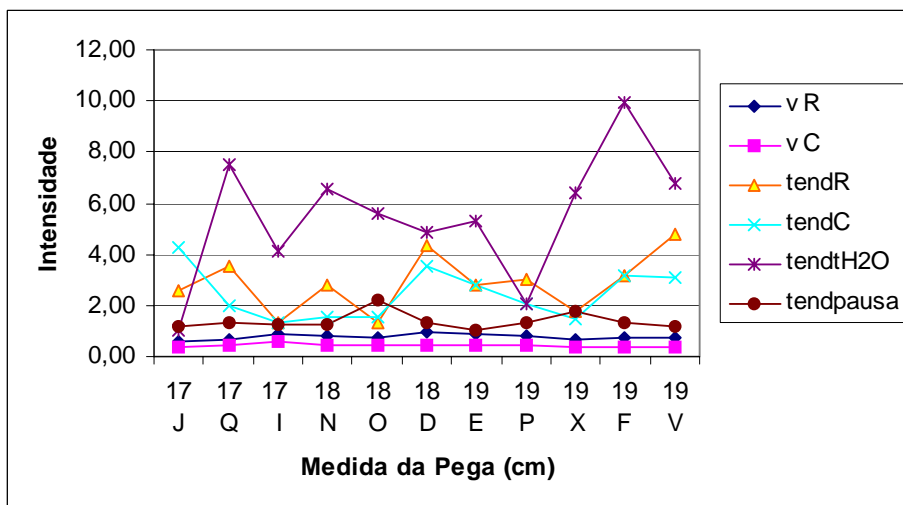


Figura 24: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a medida de pega

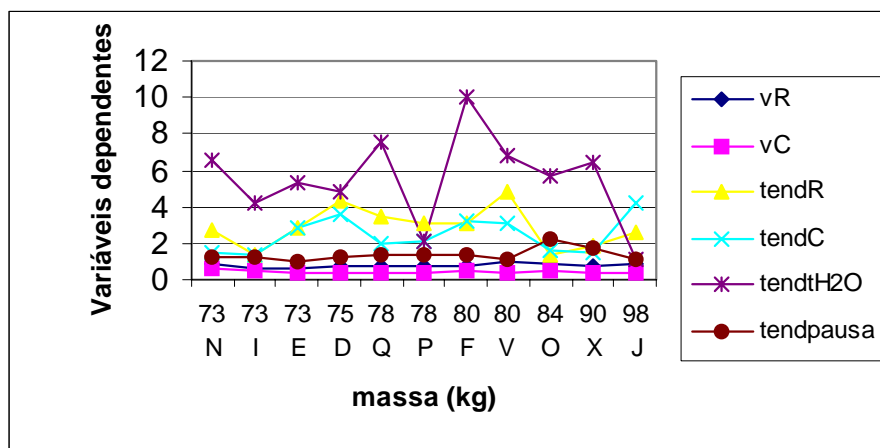


Figura 25: Relação entre as variáveis dependentes (Velocidades de Retirada e de Colocação de peças, Tendências de Retirada, de Colocação, de Resfriamento e de Pausa) com a massa

Observa-se que o momento do resfriamento de peças reflete uma maior variação do que os demais representados nas figuras 20 a 25. Possivelmente isto ocorre por não necessitar precisão, nem atenção por parte dos trabalhadores. Grandjean (1998) afirma que, durante a fase de aprendizagem, automatiza-se gradualmente a descartar todos os movimentos desnecessários de grupos de músculos que não são imprescindíveis para a atividade em questão.

Este sistema, predominantemente, demanda força de preensão e não de precisão, exceto no início da colocação (figura 16). Entretanto, este momento pode ser complicado ou difícil para indivíduos que apresentam valor elevado de força de preensão (o que corresponde a demanda de força), pois podem encontrar dificuldade para o momento inicial da colocação que requer precisão e aproximação com motricidade mais fina. Trabalhos de precisão são aqueles que requerem grandes exigências de contração rápida e comedida dos músculos, além de coordenação e movimentos isolados e precisos (GRANDJEAN, 1998). Para Foss e Keteyian (2000), sempre que se necessita de um padrão específico de movimento, o estímulo a esta necessidade induz o centro armazenador da memória a “reproduzir” a habilidade particular aprendida. Além desta especificidade, a qual pressupõe que o aprendizado das habilidades é específico e não geral, sugere-se que a ocorrência do mesmo faz-se de maneira individualizada.

4.3.4 Análise estatística das variáveis independentes e dependentes

Para verificar o comportamento entre todas as variáveis estudadas neste trabalho, ou seja, massa (m), medida de pega (MP), força de pega (F), idade (I), tempo na função (TF), estatura (E), frequência na retirada (FreqR) e na colocação (FreqC) de peças, tendência de tempo para retirada (TendR) e para colocação (TendC) de peças, tendência de tempo para resfriamento das peças (TendH20), tendência de tempo de pausa (TendPausa), tipo de orientação na retirada (OR) e na colocação (OC) de peças, foi aplicada a correlação de Spearman. O coeficiente varia de -1 a + 1, sendo mais forte a correlação quanto mais próximo de 1 estiver o resultado. Se for positiva a correlação é direta, se for negativa a correlação é inversa (Apêndice 7). A Tabela 16 apresenta os resultados, bem como a análise do teste de correlação de Spearman.

Tabela 16: Resultados significativos do teste de correlação de Spearman

| | Variáveis | Correlação |
|----------|---|------------|
| 1 | Frequência de colocação x Força de preensão | -0,74 |
| 2 | Frequência de colocação x Frequência de retirada | 0,96 |
| 3 | Força de preensão x Frequência de retirada | -0,81 |
| 4 | Força de preensão x tendência de tempo para colocação | 0,77 |
| 5 | Massa x força de preensão | 0,68 |
| 6 | Massa x Frequência de retirada | -0,67 |

Nos itens **1** e **3** (tabela 16), a frequência de colocação é maior quanto menor for a força de pega. Para Rocha (2004), um movimento necessita, em geral, de imobilização dos segmentos corporais que não participam do movimento. A definição de força muscular de um indivíduo, para Chaffin (2001), envolve o pico de força (ou força média durante alguns segundos) que é a força máxima que um grupo muscular consegue desenvolver por um curto período de tempo. Portanto, não é necessário exercer força de pega para realizar a retirada e a colocação de peças e sim, estabilização de segmentos corporais proximais com força de pega somente para segurar a peça.

O item **2** (tabela 16) evidencia uma relação direta entre as frequências de retirada e de colocação de peças. O trabalhador tende a ocupar o mesmo tempo, tanto para retirar quanto para colocar peças. Há um tipo de orientação predominante, utilizado para retirada e colocação de peças, pelos trabalhadores, possivelmente no sentido de otimizar o tempo no posto de trabalho, gerando frequência alta tanto na retirada quanto na colocação.

Para o movimento de retirada, o tipo de orientação mais utilizado foi o tipo 1, isto é, da direita pra a esquerda e de baixo para cima. Do contrário, o tipo 4, da esquerda para a direita e de cima para baixo, foi o mais utilizado para o movimento de colocação de peças no dispositivo.

A automatização ocorre sob uma condição de mapeamento estímulo-resposta consistente que é uma condição de performance na qual um dado padrão de estímulo sempre requer a mesma resposta (SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

Do item 4 (tabela 16), que expressa uma relação direta entre a força de preensão e a tendência de tempo para colocação de peças, resulta que o movimento de colocação inclui precisão, necessitando maior tempo durante sua execução.

Talvez por este motivo necessite mais força de preensão para a colocação, isto é, envolve pico de força durante alguns segundos (CHAFFIN, 2001). É preciso força para manter somente a preensão da peça até o momento da colocação no pino do dispositivo de cromagem.

Durante o movimento de colocação de peças, ocorre trabalho muscular excêntrico, ou seja, ao mesmo tempo em que há contração muscular intrínseca pela necessidade de segurar e colocar o cilindro no pino do dispositivo, ocorre alongamento dos músculos extrínsecos, pois o movimento dá-se no sentido do dispositivo e a favor da gravidade.

No Item 5 (tabela 16), observa-se que quanto maior a massa do sujeito, maior a força de pega. Este resultado foi obtido a partir da massa corporal, que constitui-se em massa gorda e massa magra - líquidos, músculos e ossos (GOING e DAVIS, 2003). Considerando que o movimento humano é resultado da massa magra, existe uma dependência direta entre a área de seção transversal (corte perpendicular) de um músculo e a força máxima que o mesmo pode exercer (OKUNO, 2003).

O item 6 (tabela 16) apresenta como resultado uma relação inversa entre a massa e a frequência de retirada de peças. Quanto menor a massa corporal, mais rápido é o sujeito para retirada de peças. Esta relação pode ser explicada por meio da Física, especificamente pela quantidade de movimento (momento linear), que resulta do produto da massa pela velocidade, isto é, a massa e a velocidade são inversamente proporcionais (NUSSEINZVEIG, 2002).

5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou avaliar os movimentos de punhos e de mãos, de funcionários da célula de cromagem de cilindros, de uma empresa do Vale do Rio dos Sinos, isto é, durante a retirada e a colocação de cilindros do dispositivo que vai para o banho de cromo.

Procurou-se identificar a força de preensão e a medida de pega da mão dominante dos trabalhadores como uma medida de caracterização dos sujeitos. Constatou-se que, pelo teste de dinamometria, a maioria dos trabalhadores (12 do total de 18) encontra-se nas três categorias inferiores de força de preensão, ou seja, abaixo da média de força de preensão apresentada pelo grupo, que foi de 41,027 KgF. Isto foi ratificado pela análise do questionário, quanto à percepção de realização de força de preensão, pois a maioria dos trabalhadores respondeu não realizar muita força no manuseio das peças. Outro dado importante é que a maior parte do grupo de trabalhadores referiu praticar atividade física e, mesmo assim, encontra-se abaixo da média de força de preensão do grupo, o que significa dizer que não necessariamente quem faz atividade física tem mais força de preensão. A média de força de preensão encontrada está abaixo do valor que consta na tabela de Grip Force - Normal Values, de Mathiowetz *et al.* (1985), que refere os valores normativos de força de pega. Nesta, a média de força de pega é de 54,8 Kg para indivíduos do sexo masculino, considerando mão direita e faixa etária entre 25 e 29 anos, observando que o grupo pesquisado tem 27 anos, em média.

Nesta dissertação, foram observadas seqüências de retirada e de colocação de peças no dispositivo que vai para o banho de cromo, realizadas por cada trabalhador, que não eram prescritas pela empresa. Constatou-se que existe uma orientação na realização dos movimentos, incluindo variações dentro da seqüência realizada por um mesmo indivíduo. Isto deve à aprendizagem, ou estabelecimento de um esquema motor, que o indivíduo desenvolve a partir da repetição de movimentos, em uma mesma seqüência. Conclui-se que não é necessário o emprego de força de preensão na atividade de cromagem de

cilindros, exceto para segurar as peças que são retiradas e/ou colocadas no dispositivo. Identificou-se que a fase de colocação de peças é mais longa do que a de retirada, uma vez que inclui um momento inicial que requer precisão de movimento. Conseqüentemente, este momento demanda maior controle muscular. Do contrário, a fase de retirada de peças exige menor controle muscular, não por ser mais curta, mas por não necessitar precisão.

Em suma, é o tipo de trabalho que implica no tipo de movimento, não havendo espaço para pausa voluntária, uma vez que esta é imposta pelo sistema. O trabalhador tem espaço somente no momento de resfriamento de peças, que apresenta maior variação. Embora não haja levantamento de dados de DORTs neste trabalho, considera-se haver um indicativo para tal, pois neste processo produtivo, a fase de retirada, que apresentou um tempo de ciclo menor que a de colocação (praticamente a metade), combinada à repetitividade (caracterizada pelos ciclos), pode ser considerada prejudicial ao trabalhador.

Desta forma, fica claro neste estudo que as principais causas de DORTs no posto de cromagem de cilindros não é a força de preensão, mas a repetitividade de movimentos e a imposição do ritmo de trabalho que inibe a realização das pausas voluntárias. Tendo em vista que os tempos de trabalho e de pausa, e o tipo de movimento são praticamente os mesmos para todos os trabalhadores, havendo diferença, apenas, no resfriamento de peças, fica evidente que o problema do setor é a impossibilidade de ação espontânea pelos trabalhadores o que, geralmente, leva a DORT. A título de minimizar o problema, uma proposta é o alargamento do trabalho no setor, fazendo com que os trabalhadores possam atuar em outras atividades que não apenas a cromagem de cilindros.

Constatou-se um tempo de pausa elevado, durante o qual o trabalhador permanece sem atividade alguma. Mesmo imposta pelo equipamento, com a desvantagem de não ser um ritmo imposto pelo sujeito, esta pausa foi positiva para o descanso do trabalhador, considerando a presença de repetitividade de movimentos de punho e de mão. Assim, o processo produtivo pode ser

considerado menos intenso, em função destas pausas. Nota-se, no entanto, que estas propostas são apenas um preventivo para o problema, pois o principal mecanismo de enfrentamento de DORT envolve a atuação multidirecional que a problemática exige. “A questão da valorização do pensamento e atitudes preventivas em todas as esferas dos setores produtivos, envolvendo quem projeta, fiscaliza, gere e executa o trabalho, ganham significado, principalmente quando mergulhadas na cultura da valorização da doença” (LONGEN, 2003).

5.1 Sugestão de trabalhos futuros

Tendo em vista o acima exposto, sugere-se estudos futuros que incluam percepção corporal, educando o trabalhador no sentido de perceber momentos de tensão muscular elevada, identificando e buscando evitar sobrecargas e constrangimentos humanos.

Outra sugestão como sequência deste trabalho, seriam novas investigações:

- a) quanto ao impacto do mobiliário e leiaute na movimentação dos trabalhadores.
Por exemplo, a ação destes trabalhadores pode advir da relação entre a altura da bancada de trabalho, a estatura dos trabalhadores e a variação da amplitude de movimento articular.
- b) quanto as questões biomecânicas envolvidas no sistema (movimentos das articulações do cotovelo, do ombro e da posição do tronco) para embasar o redesenho do posto de trabalho de acordo com os alcances dos trabalhadores, o que teria um impacto positivo na prevenção de DORTs.
- c) propõe-se o alargamento do trabalho no setor, fazendo com que os trabalhadores possam atuar em outras atividades que não apenas a cromagem de cilindros.

REFERÊNCIAS

ABERGO, Associação Brasileira de Ergonomia. *O que é Ergonomia?* Disponível em <<http://www.abergo.org.br/oqueeergonomia.htm>>. Acesso em: novembro de 2004

ASSUNÇÃO A. A.; ROCHA L. E.. In: Buschinelli, J.T.P.; Rocha L.E.; Rigotto R.M. (org). *Isto é trabalho de gente? Vida, doença e trabalho no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 1994.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A.. *Neurociências – Desvendando o sistema nervoso*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BERTAZZO, I.. *Cidadão corpo: Identidade e Autonomia do Movimento*. São Paulo: Summus Editorial, 1998.

BOHER, C.. *As Concepções de Atletas Praticantes de Punhobol Sobre um Programa de Propriocepção, Coordenação Motora e Percepção Corporal*. Novo Hamburgo: Feevale, 2003.

BUCKLE, P.. *Work factors and upper limb disorders*. British Medical Journal, n. 315,1360-1363, 1997.

CALAIS-GERMAIN, B. *Anatomia para o movimento*. v. 1. São Paulo: Manole, 1992.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. *Bioestatística: Princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 2003

CAMBIER, J.; MASSON, M.; DEHEN, H.. *Manual de Neurologia*. 9. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1999.

CHAFFIN, Don. B. *Biomecânica Ocupacional*. Belo Horizonte: Ergo, 2001.

CODO, W.; ALMEIDA, M. C. C. G (Org.). *L.E.R. – Diagnóstico, Tratamento e Prevenção*. Petrópolis: Vozes, 1995.

COUTO, H. de A.. *Ergonomia Aplicada ao trabalho: o manual técnico da máquina humana*. Belo Horizonte: Ergo, 1996.

DE PAULA, K.; DE PAULA D. *Hidroginástica na terceira idade*. Revista Brasileira Medicina Esporte; v. 4, n. 1, jan/fev; 1998. p.24-27.

DIAS, J. *Idosos, atividades físicas*. CEFD/NIEATI/UFSM 15 anos. In: 7º Congresso de Educação Física e Ciências do Esporte dos Países de Língua Portuguesa., Florianópolis, Anais, 2000, p. 129-131.

DUL, I.; WEEDMEESTER, B. *Ergonomia Prática*. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

DURWARD, B. R.; BAER, G. D.; ROWE, P. J. *Movimento Funcional Humano: Mensuração e Análise*. São Paulo: Manole, 2001.

ESCOTT, C. M.; ARGENTI, P. W. *A Formação em Psicopedagogia nas Abordagens Clínica e Institucional: Uma Construção Teórico-Prática*. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2001.

FESS, E. E. Clinical Assessment Recommendations. American Society of Hand Therapists. *Grip Strength*. 2nd Edition. Chicago, IL – USA, 1992.

FEUERSTEIN, M.. *Workstyle Definition, Empirical Support and Implications for Prevention, Evaluation and Rehabilitation of Occupational Upper- Extremity Disorders*. In MOON, S. D.; SAUTER, S. L. *Beyond Biomechanics - Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office Work*. London, Ed. Taylor & Francis Ltda, p. 177 – 206, 1996.

FOSS, M. L.; KETHEYIAN, S. J. *Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000

FREUND, J.; TOIVONEN, R.; TAKALA, E.-P. Clinically Biomechanics. *Grip Forces of the Fingertips*, Finlândia, v.17, p.515, 2002. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/clinbiomech>>. Acesso em setembro de 2003.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. 2. ed. São Paulo: Phorte, 2003.

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

GUIMARÃES, L. B. M. (ed). *Ergonomia de Processo 1 e 2*. Porto Alegre: PPGE/ UFRGS, 1999 a (Série monográfica de ergonomia).

GUIMARÃES, L. B. M.; FISCHER, D.; PASTRE, T. *Relatório de Projeto no setor de cromagem da Stihl*. Parceria Andréas Stihl Motosserras Ltda e Fraunhofer-IPA & LOPP/PPGE/ UFRGS Porto Alegre, Fevereiro 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HALL, S.. *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.; RIBEIRO, L. B.. *Bases biomecânicas do movimento humano*. Rio de Janeiro: Manole, 1999.

HARRIS, J. C.; HOFFMAN, S. J. *Cinesiologia: o estudo da atividade física*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

IIDA I.. *Ergonomia : projeto e produção* . 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995

JACOB, S. W.; FRANCONI, C. A.; LOSSOW, W. J. *Anatomia e fisiologia humana*. 5. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.

KAPANDJI, A. I. *Fisiologia Articular: Membro Superior*. v. 1. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia do trabalho científico : procedimentos básicos : pesquisa bibliográfica, projeto e relatório : publicações e trabalhos científicos*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LATKO, W.; ARMSTRONG, T.; FOULKE, J.; HERRIN, G.; RABOURN, R.; ULIN, S.. *Development and evaluation of an observational method for assessing repetition* In: *Hand Tasks*. *Am Ind Hyg Assoc J*. 58(4):278-285, 1997.

LATKO, W. *Rating Hand Activity Level* 1999. Disponível em <<http://www-personal.engin.umich.edu/~tja/JobEval/analysis2.html>>. Acesso em: outubro de 2004.

SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L.D. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom* 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

LONGEN, W. C. *Ginástica Laboral na prevenção de LER/DORT? Um estudo reflexivo em uma linha de produção*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MACHADO, A.. *Neuroanatomia Funcional*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

MAGILL, R. A. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MATHIOWETZ, V. et al. *Grip and pinch strength: Normative data for adults*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, v. 66, p. 69-74 Feb. 1985.

MATSUDO, S., MATSUDO V.K.R. *Prescrição e benefícios da atividade física na terceira idade*. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, v. 5, n. 4, p.19-29, 1992.

MERLO. A.; JACQUES, M.G.; HOEFEL, M.G. *Trabalho em grupo com portadores de LER/DORT: relato de experiência*. Psicologia, reflexão e crítica, v. 14, n. 1, p. 253-258, 2001.

MORAES, A. de; MONT'ALVÃO, C.. *Ergonomia: conceito e aplicação*. Rio de Janeiro: 2AB, 2000.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. *Biomecânica básica do sistema musculoesquelético*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

NUGUYEN, P.T. et al. *Comparative analysis of functional wrist brace and wrist angle on maximal grasp strength*- Proceedings of the IEA2000/HFES congress. - 4-581- 4- 583. 2000.

NUSSEINZVEIG H. M, 2002 4. ed. Editora Edgard Blücher Ltda São Paulo.

OKUNO, E.; FRATIN, L.. *Desvendando a Física do corpo humano: Biomecânica*. Barueri, SP: Manole, 2003.

OLIVEIRA, P. *Fatores Humanos e organização do trabalho* – PPGEPP- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2001.

OLIVEIRA, C. R. de. *Manual prático de LER*. 1. ed. Belo Horizonte: Health, 1998.

PANERO, J.; ZELNIK, M. *Las Dimensiones Humanas em los Espacios Interiores*. 8. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1998.

PARDINI, A. G. Jr. *Traumatismos da Mão*. Rio de Janeiro: Medsi, 2000.

PASTRE, T.. *Análise do estilo de trabalho em montagem de precisão*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PEREIRA, F. *Movimento, atividade e exercício*. In: Kinesis,: Universidade Federal de Santa Maria: Centro de Educação Física e Desportos; n. 7; p.63-75, Santa Maria. 1991.

PORTICH, P.. *Análise Integrada da Carga Física de Trabalho para a Prevenção da Fadiga*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

RANNEY, Don. *Distúrbios Osteomusculares Crônicos Relacionados ao Trabalho*. São Paulo: Rocca, 2000.

ROCHA, M. *As Posturas de Trabalho*. Disponível em: <<http://www.ind.puc-rio.br/pessoal/marcus/texto7.doc>>. Acesso em setembro de 2004.

SANTOS, N. et al *O futuro da ergonomia: preocupações com a taxionomia e com os problemas globais do próximo século*. Revista Produto & Produção, v. 1, n.2, p.31-38, 1998.

SCHMIDT, R.. *Aprendizagem motora e performance motora: dos princípios à prática*. São Paulo: Movimento, 1993.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. *Aprendizagem e performance motora*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SCOTT G.; REBECCA D. *Composição Corporal* . In: *Manual de Pesquisa das Diretrizes ACSM para os testes de Esforço e sua prescrição*. American College of Sports Medicine, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

SILVERSTEIN, B. A.; FINE, L. J.; ARMSTRONG, T..J. *Hand wrist cumulative trauma disorders in industry*. British Journal Industry Medical, 43, 1986.

SUNDSTEN, J. W.; MULLIGAN, K. A. *Interactive Atlases*. Digital Anatomist Project. Disponível em: <<http://www9.biostr.washington.edu/cgi-bin/DA/imageform>>. Acesso em: agosto de 2003.

TAYLOR, C et. al. *The Use of the Rapid Exchange Grip Test in Detecting Sincerity of Effort, Part I: Administration of the Test*. Journal of Hand Therapy, New York, v. 13, n. 3, julho/ setembro 2000.

TEIXEIRA L. A. *Coordenação intersegmentar em arremessos com diferentes demandas de precisão* Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, v. 11 n.1, p.5-14, jan./jun. 1997.

TEIXEIRA, E. et al. *Terapia Ocupacional na Reabilitação Física*. São Paulo: Roca, 2003.

VAZ, M. A . *O Uso da Dinamometria na Avaliação e Reabilitação do Sistema Músculoesquelético*. LAPEX-ESEF-UFRGS. 2003.

WATKINS, J.. *Estrutura e Função do Sistema Músculoesquelético*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

WISNER, A.. *A inteligência no trabalho*. São Paulo: Fundacentro, 1994.

WISNER, A.. *Atividades humanas previstas, atividades humanas reais nos sistemas automatizados*. Qualidade da produção, Produção dos homens – Universidade Federal de Minas Gerais/ Departamento de Engenharia de Produção – Belo Horizonte 1996.

ZÍLIO, A. *Treinamento físico: terminologia*. Canoas: Ulbra, série Alfa; 1994.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Termo de Aceitação e Autorização da Empresa

A empresa Stihl – fábrica de cilindros, do Grupo Stihl Brasil, após ter conhecimento sobre o presente estudo, através de esclarecimento verbal pela autora desta pesquisa, colocou-se a disposição para a realização deste trabalho, intitulada, em princípio, “Estilo de trabalho – evidência de modo operatório individualizado”. Compreendendo o propósito, autoriza a participação de funcionários do setor de cromagem de cilindros a comporem o grupo amostral, a realização de fotografias e filmagem deste setor, bem como os direitos de publicação e divulgação do trabalho, pela autora, onde consta o nome da empresa.

A identidade dos trabalhadores será preservada.

APÊNDICE 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Ao assinar este documento, estou consentindo formalmente, em participar do trabalho de pesquisa de Patrícia Steinner Estivalet, aluna do curso de mestrado em Engenharia de Produção – Ênfase em Ergonomia, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O estudo da pesquisadora Patrícia Estivalet tem por objetivo identificar as características individuais na execução de movimentos de punhos e de mãos, de funcionários da célula de cromagem de cilindros, da Empresa Stihl, durante uma mesma atividade (carga e descarga de cilindros do dispositivo que vai para o banho de cromo), conforme um trabalho prescrito, que poderia evidenciar um modo operatório individualizado.

Recebi da pesquisadora as seguintes orientações:

- 1- A coleta de dados será feita pela pesquisadora no próprio ambiente de trabalho.
- 2- Terei garantido a confiabilidade e sigilo referentes a minha pessoa, vinculados à coleta de dados.
- 3- A minha participação na pesquisa será voluntária. Concordando ou recusando em participar, não obterei vantagens ou serei prejudicado no decorrer da pesquisa. Não haverá ônus financeiro para nenhuma das partes.
- 4- Necessitando de outros esclarecimentos sobre a minha participação na pesquisa, ou querendo esclarecer a mesma, entrarei em contato pessoal com a pesquisadora.

Nome e assinatura do trabalhador:

-----/-----

Data:-----

APÊNDICE 3: Avaliação Dinamométrica

| | Dinamometria (kgForça) | | | |
|-------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Trabalhador | 1ª. preensão | 2ª. preensão | 3ª. preensão | Média de preensão |
| A | | | | |
| B | | | | |
| C | | | | |
| D | | | | |
| E | | | | |
| F | | | | |
| G | | | | |
| H | | | | |
| I | | | | |
| J | | | | |
| K | | | | |
| L | | | | |
| M | | | | |
| N | | | | |
| O | | | | |
| P | | | | |
| Q | | | | |
| R | | | | |
| S | | | | |
| T | | | | |
| U | | | | |
| V | | | | |
| X | | | | |



Figura 26: Realização da dinamometria

APÊNDICE 4: Medida de pega da mão dominante

| Trabalhadores | Medida da pega da mão dominante (cm) |
|---------------|--------------------------------------|
| A | |
| B | |
| C | |
| D | |
| E | |
| F | |
| G | |
| H | |
| I | |
| J | |
| K | |
| L | |
| M | |
| N | |
| O | |
| P | |
| Q | |
| R | |
| S | |
| T | |
| U | |
| V | |
| X | |



Figura 27: Realização da medida de pega da mão dominante

APÊNDICE 5: Questionário

1) Você tem dificuldade para realizar a tarefa?

☐ sim ☐ não

2) Você acha que com o tempo adaptou-se na realização da tarefa?

☐ sim ☐ não

3) Com a repetição das atividades, você acha que aprendeu o movimento?

☐ sim ☐ não

4) Uma vez aprendida a tarefa, você acha que o movimento fica mais fácil de ser realizado?

☐ sim ☐ não

5) Quando iniciou na atividade, você achava que tinha jeito para realização da tarefa?

☐ sim ☐ não

6) Você acha que todos realizam a carga e a descarga de cilindros do dispositivo da mesma maneira?

☐ sim ☐ não

7) Você faz muita força no manuseio das peças?

☐ sim ☐ não

8) Alguém ensinou a você as atividades desta maneira?

☐ sim ☐ não

9) Quem ensinou você a operar:

☐ outro operador

☐ aprendeu sozinho

☐ outros

10) Porque você manuseia as peças desta maneira?

☐ aprendi assim

☐ Adaptei-me melhor

☐ outros

11) Pratica atividade física?

☐ sim ☐ não

APÊNDICE 6: Variáveis tempo total no posto de trabalho, frequências de retirada e de colocação de peças no dispositivo de cromagem, tendências de tempo para retiradas, colocações, resfriamento de peças e de pausa, dos trabalhadores participantes da filmagem

| Trabalhadores | TT (min) | FreqR (nº retiradas/min) | FreqC (nº colocações/min) | TendR (s) | TendC (s) | TendH2O (s) | Tendpausa (s) |
|---------------|----------|-----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|----------------|------------------|
| J | 42,16 | 13/42,16=0,31 | 16/42,16=0,38 | 3,43 | 4,26 | 1,06 | 1,16 |
| Q | 36,72 | 16/36,72=0,43 | 16/36,72=0,43 | 3,52 | 1,97 | 7,51 | 1,33 |
| N | 16,83 | 8/16,83=0,47 | 8/16,83=0,47 | 2,77 | 1,54 | 6,56 | 1,28 |
| P | 17,30 | 8/17,3=0,46 | 8/17,3=0,46 | 3,05 | 2,05 | 2,05 | 8,07 |
| I | 36,00 | 16/36=0,44 | 16/36=0,44 | 1,36 | 1,30 | 4,16 | 1,25 |
| O | 94,00 | 31/94=0,33 | 31/94=0,33 | 1,31 | 1,58 | 5,63 | 2,19 |
| X | 41,23 | 16/41,23=0,39 | 16/41,23=0,39 | 1,80 | 1,44 | 6,43 | 1,80 |
| F | 22,91 | 7/22,91=0,30 | 7/22,91=0,30 | 3,13 | 3,19 | 9,96 | 1,36 |
| D | 42,62 | 16/42,62=0,37 | 16/42,62=0,37 | 4,31 | 3,54 | 4,99 | 0,93 |
| V | 42,00 | 16/42=0,38 | 16/42=0,38 | 4,79 | 3,12 | 6,78 | 1,15 |
| E | 38,88 | 16/38,88=0,41 | 16/38,88=0,41 | 2,83 | 2,81 | 4,14 | 1,01 |

TT = Tempo total no posto de trabalho, contado a partir do momento em que o trabalhador começa a ação de retirada de peças, até quando termina a colocação de peças.

FreqR = Frequência de ocupação do tempo no posto de trabalho, para retiradas de cilindros do dispositivo de cromagem (nº de retiradas/ tempo total no posto de trabalho).

FreqC = Frequência de ocupação do tempo no posto de trabalho, para colocação de cilindros do dispositivo de cromagem (n^o de colocações/ tempo total no posto de trabalho).

TendR = tendência do tempo de retirada de peças do dispositivo de cromagem.

TendC = tendência do tempo de colocação de peças no dispositivo de cromagem.

TendH2O = tendência do tempo de resfriamento de peças.

Tendpausa = tendência do tempo de pausa imposta pelo sistema.

APÊNDICE 7: Resultados do teste de correlação de Spearman

| | | | M | PEG A | F | IDADE | TFUNCA O | ESTAT | FREQ R | FREQ C | Tend_ R | Tend_ C | Tend H2O | Tend Paus a | O_R | O_C |
|----------------|---------------------|-----------------|----------|----------|---------|----------|-------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|-------------------|-------|-------|
| Spearman's rho | MASSA | Correlation | 1,000 | ,237 | ,681(*) | ,705(*) | ,715(*) | ,802(**) | -,673(*) | -,575 | -,152 | ,286 | ,028 | ,323 | -,091 | -,432 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | | ,483 | ,021 | ,015 | ,013 | ,003 | ,023 | ,064 | ,655 | ,394 | ,936 | ,333 | ,790 | ,184 |
| | MP | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | Correlation | ,237 | 1,000 | ,348 | -,126 | -,025 | ,187 | -,111 | -,215 | ,294 | ,072 | ,327 | ,366 | -,317 | ,258 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | ,483 | | ,294 | ,711 | ,941 | ,581 | ,746 | ,526 | ,381 | ,833 | ,326 | ,268 | ,343 | ,443 |
| | FORÇA DE PRENSÃO | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | Correlation | ,681(*) | ,348 | 1,000 | ,217 | ,432 | ,488 | ,808(**) | ,739(**) | ,219 | ,776(**) | -,055 | -,018 | ,120 | -,385 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | ,021 | ,294 | | ,522 | ,184 | ,127 | ,003 | ,009 | ,517 | ,005 | ,873 | ,957 | ,725 | ,243 |
| | IDADE | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | Correlation | ,705(*) | -,126 | ,217 | 1,000 | ,926(**) | ,704(*) | -,188 | -,067 | -,610(*) | -,243 | -,330 | ,229 | ,000 | -,123 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | ,015 | ,711 | ,522 | | ,000 | ,016 | ,580 | ,846 | ,046 | ,471 | ,321 | ,497 | 1,000 | ,719 |
| | TFUNCAO | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | Correlation | ,715(*) | -,025 | ,432 | ,926(**) | 1,000 | ,580 | -,330 | -,232 | -,507 | -,048 | -,401 | ,053 | ,000 | ,018 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | ,013 | ,941 | ,184 | ,000 | | ,062 | ,322 | ,492 | ,112 | ,889 | ,221 | ,878 | 1,000 | ,957 |
| | ESTATURA | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | Correlation | ,802(**) | ,187 | ,488 | ,704(*) | ,580 | 1,000 | -,461 | -,310 | -,414 | ,070 | -,009 | ,409 | ,214 | -,561 |
| | | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sig. (2-tailed) | ,003 | ,581 | ,127 | ,016 | ,062 | | ,154 | ,353 | ,205 | ,838 | ,978 | ,211 | ,527 | ,072 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|----------|-------|-----------|----------|-------|-------|-----------|-----------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| FREQR | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | -.673(*) | -,111 | -,808(**) | -,188 | -,330 | -,461 | 1,000 | -,961(**) | -,064 | -,636(*) | -,109 | ,000 | -,299 | -,522 |
| | Sig. (2-tailed) | ,023 | ,746 | ,003 | ,580 | ,322 | ,154 | , | ,000 | ,853 | ,035 | ,750 | 1,000 | ,372 | ,099 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| FREQC | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | -,575 | -,215 | -,739(**) | -,067 | -,232 | -,310 | -,961(**) | 1,000 | -,123 | -,551 | -,219 | -,087 | -,150 | -,349 |
| | Sig. (2-tailed) | ,064 | ,526 | ,009 | ,846 | ,492 | ,353 | ,000 | , | ,719 | ,079 | ,518 | ,800 | ,660 | ,293 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| TENDR | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | -,152 | ,294 | ,219 | -,610(*) | -,507 | -,414 | -,064 | -,123 | 1,000 | -,582 | ,382 | -,200 | -,239 | -,157 |
| | Sig. (2-tailed) | ,655 | ,381 | ,517 | ,046 | ,112 | ,205 | ,853 | ,719 | , | ,060 | ,247 | ,555 | ,479 | ,645 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| TENDC | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | ,286 | ,072 | -,776(**) | -,243 | -,048 | ,070 | -,636(*) | -,551 | -,582 | 1,000 | -,109 | -,273 | ,239 | -,505 |
| | Sig. (2-tailed) | ,394 | ,833 | ,005 | ,471 | ,889 | ,838 | ,035 | ,079 | ,060 | , | ,750 | ,417 | ,479 | ,113 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| TENDTH2O | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | ,028 | ,327 | -,055 | -,330 | -,401 | -,009 | -,109 | -,219 | ,382 | -,109 | 1,000 | ,082 | -,239 | -,209 |
| | Sig. (2-tailed) | ,936 | ,326 | ,873 | ,321 | ,221 | ,978 | ,750 | ,518 | ,247 | ,750 | , | ,811 | ,479 | ,538 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| TENDPARA | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | ,323 | ,366 | -,018 | ,229 | ,053 | ,409 | ,000 | -,087 | -,200 | -,273 | ,082 | 1,000 | -,478 | ,017 |
| | Sig. (2-tailed) | ,333 | ,268 | ,957 | ,497 | ,878 | ,211 | 1,000 | ,800 | ,555 | ,417 | ,811 | , | ,137 | ,959 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| ORIENTR | Correlation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Coefficient | -,091 | -,317 | ,120 | ,000 | ,000 | ,214 | -,299 | -,150 | -,239 | ,239 | -,239 | -,478 | 1,000 | -,458 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| ORIENTC | Sig. (2-tailed) | ,790 | ,343 | ,725 | 1,000 | 1,000 | ,527 | ,372 | ,660 | ,479 | ,479 | ,479 | ,137 | , | ,157 |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | Correlation | -,432 | ,258 | -,385 | -,123 | ,018 | -,561 | ,522 | ,349 | -,157 | -,505 | -,209 | ,017 | -,458 | 1,000 |
| | Coefficient | | | | | | | | | | | | | | |
| ORIENTC | Sig. (2-tailed) | ,184 | ,443 | ,243 | ,719 | ,957 | ,072 | ,099 | ,293 | ,645 | ,113 | ,538 | ,959 | ,157 | , |
| | N | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |

* Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

