

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Deivis Hamilton D'Ambros dos Santos

**ANÁLISE DE RISCO ERGONÔMICO EM
POSTOS DE TORNEARIA DE UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA**

Taubaté – SP

2011

Deivis Hamilton D'Ambros dos Santos

**ANÁLISE DE RISCO ERGONÔMICO EM
POSTOS DE TORNEARIA DE UMA INDÚSTRIA
METALÚRGICA**

Dissertação apresentada para obtenção do Certificado de Especialização Título de Mestre pelo Curso Engenharia Mecânica do Departamento de Produção da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Antonio Faria Neto

Taubaté – SP

2011

Deivis Hamilton D'Ambros dos Santos

ANÁLISE DE RISCO ERGONÔMICO EM POSTOS DE TORNEARIA DE UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Dissertação apresentada para obtenção do Certificado de Especialização Título de Mestre pelo Curso Engenharia Mecânica do Departamento de Produção da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção Mecânica
Orientador: Prof. Dr. Antonio Faria Neto

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof .Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof .Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof .Dr. _____

Assinatura _____

Dedico este trabalho a Meus Pais e minha esposa, pelo empenho e ajuda.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter iluminado o meu caminho nesta etapa da minha vida.

Ao Prof. Orientador Dr. Antonio Faria Neto, pela orientação deste trabalho e respeito às minhas ideias e opiniões.

Ao Prof. Jorge Muniz por sua confiança e valiosas contribuições.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a comparação entre o protocolo de Couto e o protocolo *Strain Index*, de Moore e Garg, para Análise Ergonômica do Trabalho, em dois postos de tornearia do setor de usinagem de uma indústria de médio porte, do setor metalúrgico. Para tanto, realizou-se uma fundamentação teórica, para apresentação dos métodos, cujos protocolos não são equivalentes (embora sejam aplicados como tal). Foi uma pesquisa aplicada, cujos resultados foram submetidos à análise quantitativa, buscando verificar os mecanismos de lesão a que estão sujeitos os operadores de tornos, neste caso específico, de uma indústria metalúrgica que possui dois postos de tornearia, sendo um para peças maiores que necessitam do uso de dispositivos de içamento e o outro posto dedicado a peças menores, capazes de serem manuseadas pelo operador.

Concluiu-se que a relação entre o trabalho e a saúde requer a implantação e implementação, por parte das organizações e de políticas de prevenção, construindo uma cultura organizacional, em que seja propícia a realização da missão da organização com a garantia da qualidade de vida e realização das pessoas.

Palavras-chave: Risco ergonômico, Tornearia, Metalúrgica, Protocolo de Couto, Protocolo de *Strain Index*.

ABSTRACT

This study aimed to study the comparison between the protocol and the protocol Couto Strain Index, Moore and Garg, for ergonomic work analysis in two positions in the industry turning the machining of a medium-sized industry, metallurgical industry. To this end, we carried out a theoretical basis for presentation of methods, protocols are not equivalent (although they are applied as such). It was an applied research, whose results were submitted to quantitative analysis, in order to understand the mechanisms of injury that are subject to the operators of lathes in this particular case, a metal industry, which has two turning stations, one for larger parts that need the use of lifting devices and other station dedicated to smaller parts, capable of being handled by the operator.

It was concluded that the relationship between work and health requires the establishment and implementation by organizations and prevention policies, building an organizational culture that is conducive to achieving the mission of the organization with the guarantee of quality of life and fulfillment of people

Keywords: Ergonomic Risk, Lathes, Metallurgical Engineering, Couto's checklist, Strain Index checklist.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AET	Análise Ergonômica do Trabalho
DORT	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
LER	Lesões por Esforços Repetitivos
OMS	Organização Mundial da Saúde
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
RULA	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>
SELF	<i>Société d'Ergonomie de Langue Française</i>
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Os esforços musculares em cada parte do corpo	21
Quadro2. Localização das dores no corpo, provocadas por posturas inadequadas	23
Quadro 3 Fatores de avaliação	40
Quadro 4 Confrontação dos métodos	42
Quadro 5 Principais movimentos da rotina dos postos de tornearia leve	49
Quadro 6 Principais movimentos da rotina laboral dos postos de tornearia pesada.	51
Quadro 7 Resumo da avaliação dos postos de tornearia segundo os dois protocolos	59
Figura 1 Mapa de conforto Corporal	38
Figura 2 Ilustração de movimento segundo o Protocolo de Rula	39
Figura 3 Fluxo de Processo de produção	44
Figura 4 Fluxo do Processo de pesquisa.....	45
Figura 5 (a) Ajuste da peça ao torno; (b) fixação da peça ao torno; (c) processo de usinagem	50
Figura 6 Principais movimentos apresentados no quadro 5	50
Figura 7 (a) Remoção da peça do solo; (b) aproximação da peça ao torno; (c) remoção da peça pronta para o solo; (d) fixação da peça no torno com uso de uma alavanca	52
Figura 8 Resultado da aplicação do protocolo Strain Index aos postos de tornearia pesada	59
Tabela 1 Classificação dos Riscos ergonômicos segundo Couto	39
Tabela 2 Classificação dos riscos ergonômicos Strain Index	41
Tabela 3 Resultados da aplicação do Mapa de Conforto Corporal	48
Tabela 4 Resultados da apuração dos protocolos de Couto para o posto de tornearia leve	53
Tabela 5 Avaliação individual dos critérios que compõem o resultado da avaliação de tornearia leve segundo o protocolo de Couto	53
Tabela 6 Resultados da aplicação do protocolo couto para o posto de peças pesadas	54
Tabela 7 Avaliação individual dos critérios que compõem o resultado da avaliação do posto de tornearia leve segundo o protocolo de Couto.....	55
Tabela 8 Resultado do protocolo Strain Index Mão Esquerda para o posto tornearia leve	57
Tabela 9 Resultado da aplicação do protocolo Strain Index para a mão direita para o posto de peças pesadas.....	57
Tabela 10 Resultado da aplicação do protocolo Strain Index para a mão direita para o posto de peças leve.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1,1 Apresentações do Problema da Pesquisa.....	13
1,2 JUSTIFICATIVA.....	13
1.3 OBJETIVO DA PESQUISA.....	14
1.3.1 Objetivo.....	14
1.3.2 Objetivo específico	14
1.4 Delimitações do trabalho.....	14
1.5 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO	15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 TRABALHO: CONSIDERAÇÕES GERAIS	16
2.2 A SAÚDE	19
2.2.1 As alavancas e posturas de nosso corpo	20
2.3 Ergonomia	23
2.3.1 Conceitos	23
2.3.2 Objetivo de estudo e área de atuação	25
2.3.3 Histórico e evolução	29
2.3.4 O Taylor e a ergonomia	31
2.3.5 Ação Ergonômica	32
2.3.6 Análise Ergonômica do Trabalho (AET).....	35
2.4 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO	38
2.4.1 Mapa de Conforto Corporal	38
2.4.2 Método Rula	39
2.4.3 O Protocolo de Couto	39
2.4.4 O Protocolo Strain Index	40
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	44
3.2 OBJETO DE ESTUDO.....	45
3.3 Etapas do processo de pesquisa	45

3.3.1	Elaboração do mapa de conforto dos trabalhadores	46
3.3.2	Avaliação antropométrica dos postos de trabalho	46
3.3.4	Aplicação dos protocolos Couto e Strain Index	47
4	Resultados	48
4.1	Resultados da aplicação do mapa de conforto	48
4.2	Resultado da avaliação antropométrica	49
4.2.1	Resultado da avaliação antropométrica dos postos de tornearia leve	49
4.2.2	Resultado da avaliação antropométrica dos postos de tornearia pesado	51
4.3	Escolha dos protocolos a serem empregados	52
4.4	Resultado da aplicação dos protocolos de Couto	53
4.4.1	Resultado para avaliação dos postos de tornearia leve	53
4.4.2	Resultado para avaliação dos postos de tornearia pesada	54
4.4.3	Comparação dos resultados do protocolo de couto para os dois postos de tornearia	55
4.5	Resultado da aplicação do protocolo Strain Index	56
4.5.1	Resultado para avaliação dos postos de tornearia leve	56
4.5.2	Resultado para avaliação dos postos de tornearia pesado.....	57
4.5.3	Comparação dos resultados da aplicação do protocolo de Strain Index para os dois postos de tornearia	58
4.6	Comparação dos resultados obtidos em função dos protocolos utilizados	59
5	Conclusão	61
6	Referencias	63
7	Apêndices	65

1 INTRODUÇÃO

Diante de um mercado cada vez mais exigente e que apresenta, dia após dia, novas tecnologias, alterações na estrutura e organização do trabalho, profissão e descrições de cargos nunca antes vistas, é preciso atentar para as condições de trabalho que estão sendo oferecidas aos trabalhadores, e se estas têm gerado, de alguma forma, algum tipo de desconforto, físico e/ou mental, levando, com isso, ao aumento das mais diversas doenças ocupacionais, que atualmente também estão ligadas a tal modernização.

Couto (2002) explica que a significativa incidência de casos de lesões por esforços repetitivos (LER) nos membros superiores, atualmente conhecidas como Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), tem originado preocupações para as empresas, tais como: redução da produtividade; aumento dos custos e no absenteísmo médico; comprometimento da produção nas áreas operacionais; baixa qualidade de vida do trabalhador; aposentadorias antecipadas e consequentes indenizações.

A LER/DORT é reconhecida a partir das inflamações dos músculos, tendões, nervos ou fáscias, que geralmente estão expostos a fatores biomecânicos e organizacionais inadequados, consequência da realização de algumas atividades.

Ressalta-se que diagnosticar as LER/DORT nem sempre é fácil, exatamente porque o primeiro sintoma a ser evidenciado é a dor, a qual, geralmente, costuma ser subjetiva. Também, durante as fases iniciais das LER/DORT, não há sinais físicos, achados laboratoriais ou exames de imagem. Tais lesões são, quando num estágio inicial, recuperáveis com certa facilidade pela própria medicina do trabalho. Cabe esclarecer, no entanto, que nos estágios mais avançados, pode haver a perda da capacidade de trabalho parcial ou total.

Frente a esta realidade, entende-se que o procedimento mais viável seria aquele referente às ações preventivas, a fim de evitar que as lesões se tornem críticas.

É evidente que as LER/DORT refletem prejuízos ao empregador e ao empregado, não se podendo definir quem sofre o maior prejuízo, uma vez que as consequências são agravantes para ambos.

Para a empresa, o problema é tido de forma direta, a partir do afastamento do empregado do seu posto de trabalho, reduzindo a produtividade, elevando o absenteísmo e o custo final do produto, produzindo uma imagem negativa da empresa diante da sociedade, podendo chegar ao atraso na entrega prevista do produto.

Para o empregado acometido pela lesão, há o sofrimento físico e/ou mental, além do desequilíbrio profissional e familiar. O afastamento do emprego acaba, por vezes, impossibilitando o empregado de uma promoção, reduzindo, assim, as suas perspectivas de crescimento profissional na empresa.

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA DA PESQUISA

Qual(is) é(são) a(s) contribuição(ões) efetiva(s) do *protocolo* de Couto e o Protocolo *Strain Index*? Suspeita-se que ambos os protocolos têm sido utilizados alternativamente, no âmbito da Justiça Trabalhista, para a avaliação de riscos ergonômicos, mesmo tendo indicações distintas.

1.2 JUSTIFICATIVA

O interesse pelo presente tema surgiu devido ao crescimento das doenças do trabalho que tem estimulado o uso de instrumentos de avaliação ergonômica para diagnóstico de riscos, problemas e patologias ocupacionais.

Neste caso, propõe-se comparar o *protocolo* de Couto e o protocolo *Strain Index*, de Moore e Garg, na Análise Ergonômica do Trabalho (AET) em dois postos de tornearia do setor de usinagem de uma indústria de médio porte, do setor metalúrgico, dedicada à fabricação de conexões em aço para o setor petrolífero, localizada no município de Guarulhos, em São Paulo.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 OBJETIVO

Realizar um estudo de comparação entre o *protocolo* de Couto e o protocolo *Strain Index*, de Moore e Garg, na Análise Ergonômica do Trabalho, em dois postos de tornearia do setor de usinagem de uma indústria de médio porte, do setor metalúrgico situada em Guarulhos com atividade de fabricação de curvas e conexões para indústria petrolífera.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Aplicar a Análise Ergonômica do Trabalho e os métodos de Couto e Moore e Garg em dois postos de tornearia do setor de usinagem de uma indústria de médio porte, do setor metalúrgico;

b) Compara-se, nos métodos de Couto e Moore e Garg, as contribuições e limitações na identificação dos fatores causadores de lesões nos membros superiores;

c) Identificar, a partir dos diagnósticos dos métodos aplicados, os principais fatores causadores de lesões nos membros superiores, elencando os pontos em comum e as deficiências no levantamento dos fatores causais, a partir da aplicação dos dois métodos.

1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A presente pesquisa delimita-se ao estudo a dois postos de tornearia do setor de usinagem de uma indústria de médio porte, do setor metalúrgico que fabrica flanges e conexões para indústria petrolífera

Serão aplicados os protocolos de Couto e de Moore e Garg, na Análise Ergonômica do Trabalho, cujo objetivo é realizar um estudo ergonômico, identificando os fatores de risco de LER/DORT.

Ressalta-se que os resultados apresentados no estudo de caso não podem ser generalizados, porém, os métodos podem ser reaplicados.

1.5 CONTRIBUIÇÃO DO TRABALHO

Esta pesquisa é relevante na medida em que oferece conhecimento para as empresas sobre os métodos a serem aplicados, a fim de diagnosticar os principais fatores causadores das LER/DORT, visando, com isso, melhorar as possíveis condições inadequadas de trabalho, tornando os locais mais confortáveis e mais produtivos.

Permitirá, ainda, refletir, criticamente, sobre os resultados da aplicação das ferramentas de avaliação dos riscos de LER/DORT nos membros superiores, buscando melhorar os diagnósticos ergonômicos.

Espera-se que os resultados desta pesquisa apresentem, para as organizações ferramentas de diagnóstico confiável, a fim de que se possa planejar as devidas ações.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira:

Introdução: apresenta o problema da pesquisa; a justificativa para a escolha do tema; os objetivos da pesquisa; as limitações e a contribuição do presente trabalho, além desta própria estrutura de itens.

Fundamentação Teórica: fundamenta, a partir de autores pesquisados na literatura, sobre o tema “Trabalho”, “Saúde” e “Ergonomia”. Relata as características do *protocolo* de Couto e o *protocolo Strain Index*, de Moore e Garg.

Metodologia: comenta sobre o tipo e local do estudo; seleção da amostra e procedimento de coleta de dados.

Resultados e Discussão: apresenta os resultados da pesquisa realizada, discutindo os seus resultados.

Conclusão: conclui o presente trabalho.

Referências: relaciona os autores pesquisados na literatura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TRABALHO: CONSIDERAÇÕES GERAIS

O vocábulo trabalho provém de uma raiz que indica algo penoso ao homem, lembrando, na sua rotina, algo como dor, sofrimento, ou simplesmente uma operação humana de transformação da matéria (SANTOS; FIALHO, 1997).

Os gregos usam a palavra *ergon*, que designa a criação, *ponos*, que representa o esforço, e *kopos*, que representa o esforço corporal extenuante. Já os franceses, utilizam *travail*, que em sua origem representa tudo que faz sofrer, e diferenciam *ouvrer* (trabalhar) de *tache* (tarefa). Os italianos distinguem *lavorare* (trabalhar) e *operare* (operar, no sentido de fazer funcionar máquinas). Os espanhóis também distinguem *trabajar* e *obrar*. Os ingleses, por sua vez, usam *labour* e *work*; os alemães, *arbeit*, que também significa moléstia, e *werk*. No latim, *laboraru*, a ação de *labor*, e *operare*, a obra; e em português, temos labor e trabalho.

Na nossa língua portuguesa, o termo trabalho origina-se do latim *tripalium*, instrumento de tortura dos escravos e réus de determinados crimes, embora existam hipóteses de que se associe a *trabaculum*.

Tripalium também era um instrumento feito de paus afiados, alguns com pontos de ferro, que os trabalhadores rurais usavam para bater o trigo, milho e linho. No dicionário da língua portuguesa, a palavra trabalho aparece como: 1. Aplicação das forças e faculdades humanas para alcançar um determinado fim. 2. Atividade coordenada, de caráter físico e/ou intelectual, necessária à realização de qualquer tarefa, serviço ou empreendimento (PAVANI, 2007, p. 29; FERREIRA, 1975, p. 1393).

Percebe-se que o termo trabalho possui vários significados, dependendo, inclusive, da ciência que o estuda. O trabalho pode ser essencial na construção da identidade de um indivíduo, assim como nas suas relações sociais, e por isso, ele possui características e potencialidades ambivalentes, tendo em vista que pode ser uma fonte de satisfação, a partir da participação da obra produtiva geral, e fonte de verdadeiro prazer, pois pode possibilitar a realização de objetos ou tarefas úteis para a sociedade.

Oliveira (2006) descreve que a história do trabalho começou quando o homem procurou meios de satisfazer suas necessidades, e na medida em que a satisfação era atingida, ampliavam-se as necessidades em relação a outros homens, criando as relações sociais (escravismo, feudalismo e capitalismo), determinando a condição histórica do trabalho (processo de trabalho). Assim, o trabalho fica subordinado a certas fontes sociais historicamente limitadas e a organizações técnicas, caracterizando o chamado “modo de produção”.

Santos e Fialho (1997) comentam que as condições de trabalho existentes na sociedade e as atividades exigidas para a sua realização dificultam a realização do homem no trabalho, pois a concepção do trabalho pode ser contraditória e seu significado pode ser percebido de diversas formas, dependendo da cultura, das características individuais e dos meios sociais.

Wisner (1987) destaca que o trabalho é uma atividade organizada que leva o indivíduo, muitas vezes, ao seu extremo, cujos contratos de trabalho, geralmente, impõem todo o rigor. Horas de chegada e saída, pausas, cadências e procedimentos de trabalho, atitudes diante da chefia e da clientela, tudo é regulamentado e prescrito. Na maioria das vezes, essas atividades do trabalho são estabelecidas para o trabalhador em geral, e não levam em consideração a especialidade de cada um e as condições de sua possibilidade.

Na opinião de Guérin et al. (2001, p. 26):

A atividade de trabalho é o elemento principal que organiza e estrutura os componentes de determinada situação de trabalho. Trata-se de “uma resposta aos constrangimentos determinados exteriormente ao trabalhador, e ao mesmo tempo é capaz de transformá-los”. Ou seja, a partir da sua própria realização, cria-se uma interdependência e uma interação estreita entre esses componentes.

Segundo estes mesmos autores, o trabalho, na visão dos ergonomistas, é um meio de sobrevivência, independente de estar relacionado com satisfação ou insatisfação, mas que pode ser modificado quando oferecidas ao ser humano condições satisfatórias e adequadas para que possa realizar suas competências, individual ou coletivamente, valorizando as suas capacidades.

Entre os determinantes da atividade de trabalho, pode-se elencar os seguintes:

- de um lado, o trabalhador com suas características específicas;
- do outro, a empresa, suas regras de funcionamento, o contexto de realização do trabalho;
- no centro, o que contribui para a organização desses dois conjuntos: o estatuto do trabalhador e o salário, objetos de negociação; a tarefa, conjunto de objetivos e prescrições definidos exteriormente ao trabalhador; a atividade de trabalho, ou seja, a maneira como um trabalhador alcança os objetivos que lhe foram designados (GUÉRIN, 2001, p. 26).

Historicamente, o trabalho passou por diversas fases. Dentre elas:

Fase artesanal – Da Antiguidade ao início da Revolução Industrial (1780): nesta fase, o regime de produção, até então baseado na agrícola, fundamenta-se no artesanato rudimentar, nas pequenas oficinas, na mão-de-obra intensiva e não-qualificada que utiliza ferramentas igualmente rudimentares, além do trabalho escravo ou da relação feudal. O comércio é realizado a partir das trocas locais, conforme Botelho (1999).

Fase da Revolução Industrial – Da transição do artesanato à industrialização (1780-1860): a partir do uso de fontes de energia, como o carvão, e o emprego de novas matérias-primas, como o ferro, tornou-se possível a mecanização das oficinas e da agricultura, alterando, substancialmente, os preços do artesanato, fazendo surgir as empresas modernas (CHIAVENATO, 2000). Gradativamente, as oficinas foram equipadas com grandes máquinas, as quais foram substituindo o esforço muscular do homem.

Fase da Segunda Revolução Industrial – O desenvolvimento industrial (1860-1914): desenvolve-se um novo material no processo de fabricação: o aço. A eletricidade e os derivados do petróleo surgiram como novas fontes de energia, permitindo um crescente domínio da indústria pela ciência e pelo avanço tecnológico. Chiavenato (2000) explica, neste sentido, que tal domínio necessitou de mais recursos e, conseqüentemente, mais meios financeiros, impondo o surgimento dos grandes bancos e instituições financeiras.

Fase do Gigantismo Industrial – Entre as duas Grandes Guerras (1914-1945): nesta fase, as empresas assumem enormes proporções, atuando em operações internacionais e multinacionais. Compreende a grande depressão econômica, de 1929, e a crise mundial de 1941. Esta fase também é marcada pela transição da era da produção artesanal para a era da produção em massa (WOMACK et al., 1992).

Fase Moderna – Do Pós-Guerra aos Choques Petrolíferos (1946-1980): esta fase mantém o predomínio do petróleo e da eletricidade como principais fontes energéticas, porém, desenvolvem-se as energias alternativas (nuclear, solar etc.). Também recorre-se aos materiais básicos (plásticos, alumínio, fibras têxteis sintéticas etc.) e às novas tecnologias (circuito integrado, transistor e silicone), nos processos produtivos de forma acelerada (WOMACK et al., 1992).

Neste caso, a não adesão às novas tecnologias significa distanciar-se, sobremaneira, daquelas maiores empresas que as utilizam. “O ritmo da mudança e a complexidade crescente trazem consigo uma novidade: a incerteza e a imprevisibilidade do que vai acontecer” (PAVANI, 2007, p. 36).

Fase da Incerteza – Da Década de 80 aos dias de hoje: esta fase é caracterizada pelas incertezas que as organizações enfrentam, diante à nova realidade. Os recursos da digitalização, *Internet*, multimídias, comunicação (celulares) são apenas alguns dos exemplos de como o ciclo de vida dos produtos tende a ser cada vez mais curto, passando num ápice de “ser novidade” a “estar banalizado” e “tornar-se obsoleto”, cita Pavani (2007).

Em seu estado atual, o trabalho pode ser descrito a partir de dimensões distintas, a partir das quais é possível perceber as relações entre trabalho e saúde, esta última entendida, aqui, no seu sentido global, ou seja, incluindo os componentes físico, cognitivo, psíquico e social.

As relações trabalho-saúde evocam o aspecto histórico, já que o que se pode chamar, atualmente, de “vida ativa”, passou por grandes mudanças nas últimas três décadas, como por exemplo: a contratação tardia dos jovens; os períodos de desemprego; o fim antecipado da atividade, enfim, mudanças estas que induziram a profundas modificações do valor “trabalho”, conforme cita Falzon (2007).

Em se tratando da relação trabalho e saúde, o item a seguir trata da ergonomia e suas especificidades.

2.2 A SAÚDE

Durante muito tempo, a saúde foi considerada como um conceito vazio, definido por ausências, sem patologias, sem deficiências, sem restrições à vida social, sem miséria econômica. A saúde não era definida por um conceito específico.

Porém, a saúde no trabalho é um conceito que está em contínua evolução (FALZON, 2007).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), apresenta a seguinte definição:

(...) a saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas numa ausência de doença ou enfermidade. Essa definição, embora vá além da noção de ausência, guarda um caráter estático com frequência criticado. A saúde jamais foi um dado, ela sempre foi uma conquista difícil, superando ou enganando, suprimindo ou coabitando com as doenças. De fato, a saúde é cada vez mais considerada, numa visão positiva e dinâmica, como o resultado de um processo de construção, processo no qual o trabalho ocupa um lugar privilegiado (FALZON, 2007, p. 52).

Com o passar do tempo, as novas formas de trabalho vêm induzindo novos agravos à saúde do homem. Ainda assim, em algumas circunstâncias e sob certas condições, o trabalho pode contribuir para a realização do homem e tornar-se um promotor de saúde. Diante dessa evolução, a saúde no trabalho deve ser concebida no âmbito de uma multidisciplinaridade organizada, ainda mais que a importância maior da confiabilidade humana dá um lugar de destaque à saúde enquanto componente fundamental (FALZON, 2007).

2.2.1 As alavancas e posturas do nosso corpo

lida (2002) explica que um músculo possui dois estados possíveis: desenvolver tensão dentro de si mesmo ou relaxar-se. Quando a tensão do músculo é suficiente para superar uma resistência, há um encurtamento, que é chamado de contração concêntrica. O caso inverso, em que a resistência supera a tensão, é chamado de contração excêntrica e, mesmo tenso, pode haver um alongamento do músculo. Quando um músculo desenvolve uma tensão sem provocar movimentos do corpo, chama-se contração estática ou isométrica.

Os músculos, ossos e juntas formam diversas alavancas no corpo, à semelhança das alavancas mecânicas. Para cada movimento, há pelo menos dois músculos que trabalham antagonicamente: quando um contrai-se, outro distende-se. Por exemplo, ao dobrar o braço sobre o cotovelo, há contração do bíceps e distensão do tríceps. Para esticar o braço, há inversão, com contração do tríceps e distensão do bíceps. Para evitar movimentos bruscos, a contração e o relaxamento do par de músculos antagonísticos devem ser coordenados entre si, de modo que um deles vá se contraindo e o outro distendendo-se. Os músculos também podem funcionar de

forma mais complexa, fazendo parte de um conjunto maior, permitindo várias combinações de movimentos, como as contrações associadas a movimentos rotacionais (IIDA, 2002, p. 64).

Assim como ocorre com as alavancas mecânicas, o corpo também trabalha com três tipos de alavancas, descritos por Iida (2002):

Alavanca interfixa: o apoio situa-se entre a força e a resistência. Um exemplo típico é o tríceps. Esse tipo de alavanca é o mais adequado para transmitir velocidade e pouca força.

Alavanca interpotente: a força é aplicada entre o ponto de apoio e a resistência. É o caso do bíceps. Esse tipo de alavanca é um dos mais comuns no corpo. Os músculos se inserem próximos à articulação e facilitam a realização de movimentos rápidos e amplos, embora com sacrifício da força.

Alavanca inter-resistente: a resistência situa-se entre o ponto de apoio e a força. É o caso dos músculos da face posterior da perna, que se ligam ao calcânhar e permitem suspender o corpo na ponta dos pés. Esse tipo de alavanca sacrifica a velocidade para ganhar força.

No que se refere às posturas do corpo, sabe-se que, trabalhando ou repousando, ele assume três posturas básicas: as posições deitada, sentada e de pé.

Em cada uma dessas posturas estão envolvidos esforços musculares para manter a posição relativa de partes do corpo, que se distribuem da seguinte forma, conforme expõe Iida (2002), no Quadro 1:

Quadro 1. Os esforços musculares em cada parte do corpo.

Parte do corpo	% do peso total
Cabeça	6 a 8%
Tronco	40 a 46%
Membros superiores	11 a 14%
Membros inferiores	33 a 40%

Fonte: IIDA, 2002, p. 84.

Essas faixas de variação justificam-se pelas diferenças do tipo físico e do sexo, conforme explica Iida (2002):

Posição deitada: não existe concentração de tensão em nenhuma parte do corpo. O sangue flui livremente para todas as partes do corpo, contribuindo para eliminar os resíduos do metabolismo e as toxinas dos músculos, provocadores da

fadiga. O consumo energético assume o valor mínimo, aproximando-se do metabolismo basal.

Esta é, portanto, a postura mais recomendada pra repouso e recuperação da fadiga. Em alguns casos, a posição horizontal é assumida para realizar algum trabalho, como o de manutenção de automóveis. Nesse caso, como a cabeça (4 a 5kg) geralmente fica sem apoio, a posição pode se tornar extremamente fatigante, sobretudo para a musculatura do pescoço.

Posição sentada: exige atividade muscular do dorso e do ventre para manter esta posição. Praticamente todo o peso do corpo é suportado pela pele que cobre o osso ísquio, nas nádegas. O consumo de energia é de 3 a 10% maior em relação à posição horizontal. A postura ligeiramente inclinada para frente é mais natural e menos fatigante que aquela ereta. O assento deve permitir mudanças frequentes de postura, para retardar o aparecimento da fadiga.

Posição de pé: esta posição é bastante fatigante, porque exige muito trabalho estático da musculatura envolvida para manter essa posição. O coração encontra maiores resistências para bombear sangue pra os extremos do corpo. As pessoas que executam trabalhos dinâmicos em pé, geralmente apresentam menos fadiga que aquelas que permanecem estáticas ou com pouca movimentação.

A posição sentada, em relação à posição de pé, apresenta ainda a vantagem de liberar os braços e pés para tarefas produtivas, permitindo grande mobilidade desses membros e, além disso, tem um ponto de referência relativamente fixo no assento. Na posição em pé, além da dificuldade de usar os próprios pés para o trabalho, frequentemente necessita-se também do apoio das mãos e braços para manter a postura e fica mais difícil manter um ponto de referência.

Destaca-se que projetos inadequados de máquinas, assentos ou bancadas de trabalho obrigam o empregado a utilizar posturas inadequadas. Se estas forem mantidas por um longo tempo, podem provocar fortes dores localizadas naquele conjunto de músculos solicitados na conservação dessas posturas, conforme observa-se no Quadro 2 (IIDA, 2002).

Quadro 2. Localização das dores no corpo, provocadas por posturas inadequadas.

Postura	Risco de dores
Em pé	Pés e pernas (varizes)
Sentado sem encosto	Músculos extensores do dorso
Assento muito alto	Parte inferior das pernas, joelhos e pés
Assento muito baixo	Dorso e pescoço
Braços esticados	Ombros e braços
Pegas inadequadas em ferramentas	Antebraços

Fonte: IIDA, 2002, p. 85.

2.3 ERGONOMIA

2.3.1 Conceito

A *Société d’Ergonomie de Langue Française* (SELF) propôs, na década de 1970, a seguinte definição de ergonomia:

A ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao homem ou, mais precisamente, como a aplicação de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia (FALZON, 2007, p. 3).

Nesta definição, a terminologia “adaptação do trabalho ao homem” significa uma fórmula clássica em ergonomia. Nela, a ergonomia é apresentada como prática de transformação, ou adaptação, das situações e dos dispositivos. A definição da SELF especifica, ainda, que tais transformações são efetivadas com base em “conhecimentos científicos relativos ao homem”.

Uma referência aos conhecimentos necessários para a ação ergonômica aparece também na primeira definição proposta pela IEA (*International Ergonomics Association*). Essa primeira definição indicava:

A ergonomia é o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e ambientes de trabalho. Seu objetivo é elaborar, com a colaboração das diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, numa perspectiva de aplicação, deve ter como finalidade uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos de produção e dos ambientes de trabalho e de vida (FALZON, 2007, p. 4).

Em 2000, após uma discussão internacional que levou dois anos, a IEA passou a adotar uma outra definição, abaixo citada por Falzon (2007), revelando o desenvolvimento da ergonomia e marcando uma mudança na visão que a disciplina tem de si mesma.

A ergonomia (ou *Human Factors*) é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e os outros componentes de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas e o desempenho global dos sistemas. Os profissionais que praticam a ergonomia, os ergonomistas, contribuem para a planificação, concepção e avaliação das tarefas, empregos, produtos, organizações, meios ambientes e sistemas, tendo em vista torná-los compatíveis com as necessidades, capacidades e limites das pessoas (FALZON, 2007, p. 5).

É importante ressaltar que a adaptação sempre ocorre do trabalho para o homem e que a recíproca nem sempre é verdadeira. Isto porque, na opinião de Lida (2002, p. 1), “é muito mais difícil adaptar o homem ao trabalho. Isso significa que a ergonomia parte do conhecimento do homem para fazer o projeto do trabalho, ajustando-o às capacidades e limitações humanas”.

Conforme cita Lida (2002), a ergonomia refere-se ao estudo da adaptação do trabalho ao homem. Este autor destaca que o trabalho não se limita apenas às máquinas e equipamentos, mas também ao relacionamento entre o homem e seu trabalho.

Couto (1995) define a ergonomia como sendo um conjunto de ciências e tecnologias que procura a adaptação confortável e produtiva entre ser humano e seu trabalho, basicamente procurando adaptar as condições de trabalho às características do ser humano.

Para Wisner (1987, p. 12):

(...) a ergonomia é o conjunto dos conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquina e dispositivos que possam ser utilizados como máximo conforto, segurança e eficácia.

Em síntese, a ergonomia pode ser compreendida como uma disciplina que tem como objetivo transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano. Nesse sentido, Abrahão et al. (2009) comentam que a ergonomia supera a concepção taylorista de *homo*

economicus, mostrando os limites do ponto de vista reducionista em que apenas o “trabalho físico” é considerado, revelando a complexidade do trabalhar e a multiplicidade de fatores que o compõem.

Em seguida, são descritos os objetos de estudo e as áreas de atuação da ergonomia.

2.3.2 Objetos de estudo e áreas de atuação

A ergonomia tem por objeto o trabalho, porém, é preciso observar, conforme citado anteriormente, que a palavra trabalho abrange diversas realidades, como mostra seu uso corrente. Ela pode ser utilizada para designar as condições de trabalho (trabalho penoso, trabalho pesado...); o resultado do trabalho (um trabalho malfeito, um trabalho de primeira...) ou a própria atividade de trabalho (fazer seu trabalho, um trabalho metucioso, estar sobrecarregado de trabalho...), explicam Guérin et al. (2001).

Analisar o trabalho significa analisar todo o sistema e o seu funcionamento. “Seria preciso se recusar a separar as diferentes realidades que o compõem e exigir do analista do trabalho que tenha a competência necessária para abordá-las todas” (GUÉRIN et al., 2001, p. 11).

lida (2002) acrescenta que a ergonomia estuda vários aspectos do comportamento humano no trabalho e outros fatores importantes para o projeto de sistemas de trabalho, descrevendo os mesmos da seguinte forma:

- o homem: características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais do trabalhador; influência do sexo, treinamento e motivação.
- máquina: entende-se por máquina todas as ajudas materiais que o homem utiliza no seu trabalho, englobando os equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações.
- ambiente: estuda as características do ambiente físico que envolve o homem durante o trabalho, como a temperatura, ruídos, vibrações, luz, cores, gases e outros.
- informação: refere-se às comunicações existentes entre os elementos de um sistema, a transmissão de informações, o processamento e a tomada de decisões.
- organização: é a conjugação dos elementos acima citados no sistema produtivo, estudando aspectos como horários, turnos de trabalho e formação de equipes.

- consequências do trabalho: aqui entram mais as questões de controles como tarefas de inspeções, estudos dos erros e acidentes, além dos estudos sobre gastos energéticos, fadiga e estresse (IIDA, 2002, p. 2).

Compreende-se que a ergonomia é uma disciplina orientada para uma abordagem sistêmica dos aspectos da atividade realizada pelo homem. E, para intervir nas atividades do trabalho, os ergonomistas necessitam abordar os aspectos físicos, cognitivos, sociais, organizacionais, do ambiente de trabalho e outros.

É comum que as ações ergonômicas estejam voltadas aos setores de aplicação específicos, e neste caso, vale dizer que estes passam por constantes mutações, a partir da criação de novos setores de aplicação ou do aperfeiçoamento de outros mais antigos (ABRAHÃO et al., 2009).

Na prática, o que interessa ao ergonomista não é a atividade de trabalho por si só, mas permitir a transformação do trabalho, por meio de uma leitura crítica do funcionamento da empresa. Essa leitura tem como princípio o modo pelo qual os operadores efetivamente realizam o trabalho que lhes foi confiado. “Essa leitura específica interroga as que são realizadas a partir dos outros pontos de vista presentes na empresa” (GUÉRIN, 2001, p. 37).

Rocha (2008) acrescenta que uma das funções da ergonomia é prevenir a insalubridade, a periculosidade e o trabalho penoso.

A insalubridade está vinculada a agentes físicos, químicos e biológicos, enquanto a periculosidade se refere a atividades e operações perigosas com explosivos, inflamáveis, eletricidade e radiações ionizantes ou substâncias radioativas; já o trabalho penoso baseia-se nas inadequações das condições físicas e psicofisiológicas dos trabalhadores, de seu ambiente de trabalho (mobiliários, organização, equipamentos, entre outros) (ROCHA, 2008, p. 34).

Como objetivos práticos, a ergonomia tem a segurança, a satisfação e o bem-estar dos trabalhadores no seu relacionamento com os sistemas produtivos. A eficiência surge, então, como resultado. A eficiência, neste caso, não é citada como objetivo principal da ergonomia, justamente porque ela, isoladamente, poderia significar sacrifício e sofrimento dos trabalhadores, o que é inaceitável, visto que a ergonomia visa, em primeiro lugar, o bem-estar do trabalhador, explica lida (2002).

Ou seja, a ergonomia tem como especificidade uma certa tensão entre dois objetivos: de um lado, um objetivo centrado nas organizações e no seu desempenho (eficiência, produtividade, confiabilidade, qualidade, durabilidade etc.), de outro, um

objetivo centrado nas pessoas (segurança, saúde, conforto, facilidade de uso, satisfação, interesse do trabalho, prazer etc.).

Falzon (2007) comenta que nenhuma outra disciplina declara, de forma tão explícita, esse duplo objetivo. Os ergonomistas, conforme a sua sensibilidade, a forma de sua prática ou sua área de exercício profissional, podem ser “seduzidos” para um ou outro desses objetivos, porém, ninguém pode pretender ser ergonomista ignorando um ou outro desses objetivos.

A maneira pela qual esses objetivos se expressam passou por uma evolução ao longo do tempo. Por exemplo, a saúde física passou de uma visão paliativa ou preventiva para uma visão construtiva, buscando as condições que não apenas evitam a degradação da saúde, mas que também favoreçam sua construção.

Observa-se, porém, que esses objetivos nem sempre convivem em perfeita harmonia. “A ergonomia usou por muito tempo a expressão “fico melhor quando estou bem”, justamente para tentar articulá-los. E é fato que, em inúmeras situações, esses objetivos podem ser articulados” (FALZON, 2007, p. 8).

A ergonomia possui cinco grandes áreas de atuação aplicadas ao trabalho, conforme expõe Couto (1995):

A primeira área da ergonomia preocupa-se com o planejamento dos sistemas de trabalho de atividades fisicamente pesadas, com altos gastos energéticos e acúmulo de ácido láctico no sangue do trabalhador, com a possibilidade de acidose metabólica. Nesta área também estudam-se ambientes com altas temperaturas.

A segunda área é a da biomecânica, que preocupa-se com os movimentos e posturas de trabalho, estudando a anatomia corporal relacionada à posição ocupacional do empregado. Nesta área, também estuda-se o que decorre de uma jornada de um trabalhador na posição sentada.

Na terceira grande área utiliza-se a antropometria para medir as dimensões humanas e seus ângulos de conforto e desconforto, e, com base nestes dados, planejam-se postos de trabalho confortáveis e ergonomicamente adequados aos empregados. A ergonomia tenta planejar postos que atendam a 90% da população, sendo muito importante para isso o conhecimento do padrão antropométrico populacional.

A quinta grande área de atuação da ergonomia ocupa-se em prevenir o erro humano, já que condições ergonomicamente adversas estão frequentemente

relacionadas a este. Esta área é particularmente importante quando envolve postos de trabalho em que um erro por parte do trabalhador pode desencadear grandes riscos a outrem, como, por exemplo, no posto de condutor de meios de transporte.

Ainda segundo Couto (1995), não existe uma categoria profissional que seja capaz de dar uma solução às situações do trabalho ergonomicamente completa. É necessário, para tanto, que a ergonomia seja praticada por uma equipe multiprofissional.

Partindo de uma visão biomecânica, avaliando estados ergonômicos que podem causar déficits na saúde do trabalhador, está o Médico do Trabalho. Sob outras óticas da prática ergonômica, as quais complementam-se entre si, atuam os profissionais da engenharia, da Segurança do Trabalho e do desenho industrial, além de profissionais da área biológica, como enfermeiros, fisioterapeutas. Além destes, há os psicólogos e outros mais. Todos esses profissionais trabalham de forma cooperativa, cujo objetivo é estabelecer uma análise ergonômica completa, comenta Couto (1995).

A intervenção ergonômica está organizada em cinco passos, a saber:

1) Transformação de condições primitivas de trabalho, sem qualquer conforto, em postos de trabalho.

2) Melhoria das condições de conforto relacionadas ao ambiente de trabalho, tais como o conforto térmico, auditivo e luminoso.

3) Melhoria dos métodos de trabalho. Cabe fazer a análise biomecânica do posto do trabalhador e tentar solucionar os problemas relacionados à biomecânica.

4) Melhor organização do sistema de trabalho, fazendo a análise de situações anti-ergonômicas dentro de setores organizacionais e hierárquicos da empresa.

5) Adequação das situações de impactos ergonômicos sobre o trabalhador, visando uma adequação do posto de trabalho ao trabalhador (ROCHA, 2008).

Acrescenta-se, diante destes cinco passos, que na intervenção ergonômica, cabe ao ergonomista, ao diagnosticar a condição inadequada, visar também propostas de correção, observar parâmetros técnicos e científicos que não se restrinjam apenas à automatização do equipamento. Este profissional deve ter em mente também a adaptação das condições de trabalho às características do ser humano, visando assim um ambiente

confortável, agradável, possibilitando produção com qualidade e garantia da saúde do trabalhador (ROCHA, 2008).

Os conhecimentos aos quais o ergonomista pode recorrer em situação de ação se dividem em quatro categorias:

- conhecimentos gerais sobre o ser humano em ação: esses conhecimentos podem ser emprestados de outras disciplinas (fisiologia, psicologia, sociologia, em particular). Podem também ser construídos pela própria pesquisa em ergonomia. Esses conhecimentos gerais são adquiridos através da formação.
- conhecimentos metodológicos: métodos gerais de ação ergonômica, de análise, condução de projeto, coleta e tratamento de dados, experimentação, técnicas de entrevista, de observação etc. Esses métodos são adquiridos inicialmente pela formação, mas se desenvolvem, ganham em complexidade e precisão através também da experiência. O profissional experiente que pratica a ergonomia constrói para si regras de ação.
- conhecimentos eventuais que têm como base a experiência das situações já encontradas: o enfrentamento de situações permite ao ergonomista enriquecer sua biblioteca mental de situações. Essa biblioteca poderá ser reutilizada pelo ergonomista ao se confrontar com situações novas, seja para compreendê-las, seja para reutilizar o que havia sido feito anteriormente. Essa biblioteca tem um segundo uso: pode ser utilizada para enriquecer as representações dos interlocutores do ergonomista, através de exemplos de outras situações possíveis. Cabe notar que esses conhecimentos eventuais podem ser adquiridos por outros meios: pela leitura da literatura da área e pela participação em congressos. Pode-se mesmo ver essas práticas como fontes da experiência eventual (FALZON, 2007, p. 7).

A essas categorias de conhecimentos acrescentam-se, ainda, os conhecimentos adicionais, quando a contribuição do ergonomista se exerce mais na direção do processo de concepção propriamente dito do que na direção da atividade futura (FALZON, 2007).

Mas, desde quando a ergonomia existe? A partir de quando surge a figura do ergonomista? O histórico e a evolução da ergonomia são tratados a seguir.

2.3.3 Histórico e evolução

A ergonomia nasceu oficialmente, em 12 de julho de 1949, data em que se reuniu, pela primeira vez, um grupo de cientistas e pesquisadores interessados em discutir e formalizar a existência desse novo ramo de aplicação interdisciplinar da ciência. Na segunda reunião desse mesmo grupo, ocorrida em 16 de fevereiro de

1950, foi proposto o neologismo ergonomia, formado dos termos gregos *ergon*, que significa trabalho e *nomos*, que significa regras, leis naturais (IIDA, 2002).

Ainda que o nascimento “oficial” da ergonomia possa ser definido com precisão, o período de sua gestação foi muito longo. Começou provavelmente com o primeiro homem pré-histórico que escolheu uma pedra de formato que melhor se adaptasse à forma e movimentos de sua mão, para usá-la como arma. A preocupação de adaptar os objetos artificiais e o ambiente natural ao homem sempre esteve presente desde os tempos da produção artesanal, não-mecanizada (IIDA, 2002, p. 2-3).

Com a Revolução Industrial, a partir do século XVIII, esta adaptação tornou-se um problema ainda mais dramático. As primeiras fábricas eram sujas, barulhentas, perigosas e escuras, e as jornadas de trabalho chegavam a até 16 horas diárias, sem férias, em regime de semi-escravidão, imposto por empresários autoritários (IIDA, 2002).

Estudos mais sistemáticos surgiram a partir do final do século passado, onde, nos Estados Unidos, deu-se início o movimento da administração científica, que ficou conhecido como taylorismo.

Como “sub-produto” desse esforço de guerra surgiram as reuniões na Inglaterra, e que marcaram o início da ergonomia, agora em tempo de paz, para aplicar os seus conhecimentos na produção “civil” e melhorar a produtividade e as condições de vida da população, em geral, e dos trabalhadores, em particular (IIDA, 2002, p. 4).

Atualmente, a ergonomia está difundida em praticamente todos os países do mundo. Diversas instituições de ensino e pesquisa atuam nesta área e, anualmente, vários eventos de caráter nacional ou internacional são realizados para a apresentação e a discussão dos resultados das pesquisas.

Estas pesquisas estudam vários aspectos, como: a postura e os movimentos corporais (sentados, em pé, empurrando, puxando e levantando cargas); fatores ambientais (ruídos, vibrações, iluminação, clima, agentes químicos); informação, (informações captadas pela visão, audição e outros sentidos); relações entre mostradores e controles, bem como cargos e tarefas (tarefas adequadas, interessantes).

“A conjugação adequada desses fatores permite projetar ambientes seguros, saudáveis, confortáveis e eficientes, tanto no trabalho quanto na vida cotidiana” (DUL, 2004, p. 2).

Dul (2004) acrescenta que a ergonomia tomou como base, também, conhecimentos de outras áreas científicas, como a antropometria, biomecânica, fisiologia, psicologia, toxicologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, informática e gerência industrial, reunindo, selecionando e integrando os conhecimentos relevantes dessas áreas.

No Brasil, a ergonomia surgiu vinculada às áreas de Engenharia de Produção e Desenho Industrial, e o seu âmbito de atuação foi voltado à aplicação dos conhecimentos produzidos sobre as medidas humanas e a produção de normas e padrões para a população brasileira. O segundo momento da ergonomia no país se iniciou com os estudos na área de Psicologia da USP (Universidade de São Paulo), com pesquisas experimentais sobre o comportamento de motoristas e estudos sociotécnicos realizados pela Fundação Getúlio Vargas, no Rio de Janeiro, citam Abrahão et al. (2009).

2.3.4 O taylorismo e a ergonomia

O termo taylorismo deriva de Frederick Winslow Taylor (1856-1915), um engenheiro americano que iniciou, no final do século passado, o movimento de “administração científica” do trabalho e se notabilizou pela sua obra *Princípios de Administração Científica*, publicada originalmente em 1912 (IIDA, 2002).

Taylor defendia que cada tarefa deveria ser executada pelo método correto, com um determinado tempo, utilizando as ferramentas corretas. Para tanto, haveria uma divisão de responsabilidades entre os trabalhadores e a gerência da fábrica, cabendo a esta determinar os métodos e os tempos, de modo que o trabalhador pudesse se concentrar unicamente na sua tarefa produtiva.

As ideias de Taylor difundiram-se rapidamente nos Estados Unidos. Em praticamente todas as fábricas foram criados departamentos de análise do trabalho, e isso provavelmente contribuiu para a grande hegemonia mundial da indústria norte-americana na produção massificada de bens (IIDA, 2002).

“Decorrido quase um século a partir das ideias iniciais do taylorismo, muita coisa modificou-se. Os trabalhadores hoje são mais instruídos, mais bem informados e mais organizados e não aceitam tão passivamente as determinações da gerência” (IIDA, 2002, p. 5).

Nos dias atuais, na medida do possível, busca-se envolver os próprios trabalhadores nas decisões sobre o seu trabalho.

Uma das consequências dessa nova postura gerencial foi a gradativa eliminação das linhas de montagem, onde cada trabalhador deveria realizar tarefas simples e altamente repetitivas, definidas pela gerência. Essas linhas, consideradas, até pouco tempo atrás, como o supro-sumo do taylorismo, parece que estão condenadas a serem substituídas por equipes menores, mais flexíveis, chamadas de células de produção (IIDA, 2002, p. 6).

Existe, de certa forma, uma liberdade maior para cada um escolher as suas tarefas, podendo acontecer rodízios periódicos dentro da equipe para combater e a fadiga. A própria equipe regula o ritmo do trabalho.

Para Lida (2002) os controles continuam existindo, porém, ao invés de se controlar individualmente, cada trabalhador, eles foram direcionados para os aspectos mais globais da produção e de qualidade. Essa mudança trouxe mais liberdade e responsabilidade aos trabalhadores, dando maiores oportunidades às manifestações dos talentos pessoais de cada um. Assim, os resultados globais podem ser melhores do que no caso anterior, onde todos os detalhes eram rigorosamente controlados.

A seguir, considera-se a importância de detalhar o modo como se dá a ação ergonômica.

2.3.5 Ação ergonômica

Desde o primeiro contato com a empresa, o ergonomista tem condições de definir o objeto da sua ação, analisando e reformulando os problemas apresentados, quaisquer que sejam eles, por meio da atividade efetiva entre o trabalho prescrito e a atividade real. Ou seja, o duo homem – tarefa é base principal dessa instrução (GUÉRIN et al., 2001).

A ação ergonômica se posiciona em relação ao que provavelmente está em jogo (saúde, segurança, conforto dos trabalhadores, por um lado; flexibilidade, eficácia, produtividade, por outro lado) nos problemas que são o objeto da demanda (diversidade dos pontos de vista) (GUÉRIN et al., 2001, p. 42).

O ergonomista tem como objetivo principal resolver os problemas que suscitaram a ação ergonômica, apresentando um enriquecimento a partir das transformações efetuadas nas situações de trabalho e um melhor conhecimento da atividade de trabalho dos operadores. Potencialmente, este objetivo refere-se a todos os domínios que determinam a atividade em si: concepção e adaptação do dispositivo técnico, formação do pessoal, organização do trabalho (GUÉRIN et al., 2001).

Enfim, a ação ergonômica deve possibilitar a elaboração das soluções dos problemas que a justificaram, envolvendo a empresa e os seus integrantes.

Observa-se que as ações ergonômicas diferem em sua natureza e em seus efeitos, de acordo com o tipo de empresa em que ocorrem; o estatuto dos ergonomistas; a natureza das demandas; as prováveis transformações da situação de trabalho (GUÉRIN et al., 2001). Portanto, não existe um único modelo de ação ergonômica – cada empresa assume a sua abordagem de modo particular.

É bastante importante que a ação ergonômica esteja “sintonizada” com a vida da empresa. Para isso, ela deve ser construída de forma a se inserir na sua dinâmica, para que o nível da sua ação seja sempre ajustado, em todos os seus estágios.

Geralmente, a ação ergonômica decorre de uma demanda, que pode surgir de diferentes interlocutores, e sua formulação inicial pode ser ou não aceitável para o ergonomista. A análise e reformulação da demanda é um aspecto importante na condução do processo (GUÉRIN et al., 2001).

Ao identificar o que está por trás da demanda inicial, o ergonomista propõe a ação, a qual definirá os resultados que são esperados, os meios necessários e os prazos. A proposta é submetida a discussões e resulta num contrato entre o ergonomista e os responsáveis pela demanda.

Neste momento, o ergonomista deve procurar entender como funciona a empresa, a partir do seu processo técnico e das tarefas confiadas aos operadores.

As condições necessárias ao êxito da ação ergonômica diferem conforme a natureza do estudo:

- elaboração de um programa de rearranjo do espaço, validação da escolha de programas de computador etc.;
- análise de uma situação tendo em vista alcançar a compreensão de um certo número de disfunções;
- participação na concepção de uma fábrica (GUÉRIN et al., 2001, p. 96-97).

Os prazos de realização, por sua vez, variam e devem levar em conta o tempo empregado na realização do estudo; o prazo entre o início do estudo e a entrega das conclusões; e o tempo empregado na avaliação da transformação e o momento oportuno para sua realização (GUÉRIN et al., 2001).

São condições indispensáveis para o sucesso da ação ergonômica:

- a possibilidade de acesso às situações de trabalho;
- as regras de ação ergonômica;
- a possibilidade de realizar entrevistas com o conjunto dos trabalhadores envolvidos no estudo;
- os meios técnicos usados para a ação ergonômica;
- o acesso aos documentos e informações relativos ao processo técnico, aos resultados de produção, à qualidade;
- o acesso a dados econômicos ou sobre a população;
- as modalidades de acompanhamento do estudo e as diferentes instâncias que estão sendo estudadas, a frequência das reuniões dessas diferentes instâncias;
- a posição que nelas ocupam os parceiros sociais;
- a amplitude dos meios necessários ao desenvolvimento do estudo; o tempo disponível do gerente do projeto, representando da direção;
- as diferentes fases do estudo e a entrega de documentos intermediários;
- as modalidades de difusão dos resultados na empresa; a informação ao conjunto dos trabalhadores;
- as modalidades de difusão dos resultados para fora da empresa, levando-se em conta o respeito ao segredo industrial, ou aos dados gerais sobre a atividade da empresa (GUÉRIN et al., 2001, p. 97).

Na maioria dos casos, a pilotagem dos projetos é composta por estruturas já existentes na empresa e pela implantação de estruturas *ad hoc*.

No que diz respeito aos três objetos da análise do trabalho (a atividade, as condições nas quais é realizada e suas consequências), a verbalização do operador é essencial, pelas seguintes razões:

- a atividade não ser reduzida ao que é manifesto e, portanto, observável. Os raciocínios, o tratamento das informações, o planejamento das ações só podem ser realmente apreendidos por meio das explicações dos operadores;
- as observações e medidas são sempre limitadas em sua duração. Assim, o operador pode ajudar a ressituar essas observações num quadro temporal mais geral;
- nem todas as consequências do trabalho são aparentes. A fadiga, eventuais distúrbios sofridos não têm tradução manifesta; o operador pode expressá-las e relacioná-las com características da atividade (GUÉRIN et al., 2001, p. 165).

2.3.6 Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

Considerando a AET como um método, a mesma refere-se a um conjunto de etapas e ações que mantém uma coerência interna, especialmente quanto à possibilidade de se questionar os resultados obtidos durante a coleta de dados, validando-os ao longo do processo e aproximando-os mais da realidade pesquisada, afirmam Abrahão et al. (2009).

Portanto, diferentemente dos métodos científicos tradicionais, em que as hipóteses são previamente elaboradas e explicitadas, na AET elas são construídas, validadas e/ou refutadas ao longo do processo.

“A abordagem metodologia em ergonomia possui duas características essenciais: a) sentido ascendente de investigação; b) flexibilidade do delineamento” (ABRAHÃO et al., 2009, p. 180). Tais características permitem investigar o trabalho real do sujeito, respeitando a sua variabilidade, assim como da situação de trabalho e dos instrumentos.

Para Couto (1996), a AET, prevista na legislação brasileira desde 1990, na Portaria 3214/78, em sua Norma Regulamentadora N. 17, se propõe a analisar as atividades de uma organização, tendo como pressuposto o que o trabalhador faz em todo o processo produtivo, identificando os riscos ergonômicos a que o mesmo está exposto.

A partir desta identificação, a análise busca ações de melhoria, cujo objetivo é alcançar uma melhor adaptação homem *versus* trabalho, de modo que os fatores físicos e organizacionais do trabalho não sejam agressivos à saúde e segurança dos

funcionários, assegurando, assim, formas produtivas com o mínimo de erros e danos à organização. Na prática, esta abordagem permite reavaliar a complexidade do trabalho, pois é durante o processo de intervenção/construção do conhecimento, que ocorre a transformação das representações sobre a atividade das pessoas, do ergonomista, do pesquisador, dos outros atores sociais envolvendo e, também, dos próprios trabalhadores (ABRAHÃO et al., 2009).

Constrói-se, assim um “espaço” na empresa para transformações efetivas no conteúdo das tarefas e na organização do trabalho.

A identificação dos riscos ergonômicos pode ser feita por meio de diversas ferramentas, as quais variam conforme o tipo de atividade, tipo de risco e realidade observada na organização. É a partir da aplicação de ferramentas que se torna possível classificar as situações de risco de baixo a alto risco, ou então classificar o posto ou a função numa excelente a péssima condição ergonômica.

Dentre as diversas ferramentas existentes, como Latere, Niosh, Rula, Colombini e Borg, Suzzane Rodgers, Owas, dentre outras, o presente trabalho selecionou o protocolo de Couto e Strain-Index g, para mostrar, de modo mais específico, as suas características.

No dia-a-dia, a AET auxilia, conforme expõem Abrahão et al. (2009), a compreender as estratégias utilizadas pelos trabalhadores diante da operação do seu trabalho, buscando minimizar ou limitar as suas condições patogênicas. Hoje, diante de toda a tecnologia existente, muitos benefícios são vistos, porém, junto com eles, novas restrições e imposições ao modo de funcionamento dos indivíduos.

A finalidade principal da AET é transformar o trabalho. Para o ergonomista, essa transformação deve ser realizada de modo que contribua para:

- a concepção de situações de trabalho que não alterem a saúde dos operadores, e nas quais estes possam exercer suas competências ao mesmo tempo num plano individual e coletivo e encontrar possibilidades de valorização de suas capacidades.
- alcançar os objetivos econômicos determinados pela empresa, em função dos investimentos realizados ou futuros (GUÉRIN et al., 2001, p. 1).

Desta maneira, entende-se que a AET está atenta ao trabalho e ao modo como este trabalho existe no contexto de funcionamento da empresa, e portanto, confronta-se com os diferentes pontos de vista. Por isso, a ação ergonômica não consiste apenas em aplicar métodos, realizar medidas, fazer observações, conduzir

entrevistas com os trabalhadores. Ela deve, segundo Guérin et al. (2001), ajustar seus métodos e as condições de sua aplicação ao contexto, às questões e ao que foi identificado como estando em jogo, e inscrever as possibilidades de transformações do trabalho que disso decorre num processo de elaboração do qual participem os diferentes atores envolvidos, com seus pontos de vista e interesses próprios.

Uma ação ergonômica comporta, segundo Abrahão et al. (2009), as seguintes fases:

- a) Análise da demanda;
- b) Coleta de informações sobre a empresa;
- c) Levantamento das características da população;
- d) Escolha das situações de análise;
- e) Análise do processo técnico e da tarefa;
- f) Observações globais e abertas da atividade;
- g) Elaboração de um pré-diagnóstico;
- h) Observações sistemáticas;
- i) Validação;
- j) Diagnóstico; e
- k) Recomendações e transformação.

Cada uma dessas fases deve integrar as bases da abordagem ergonômica que pressupõe:

- a) Estudo centrado na atividade real de trabalho;
- b) Globalidade da situação de trabalho; e
- c) Consideração da variabilidade, tanto a decorrente da tecnologia e da produção quanto a dos trabalhadores (ABRAHÃO et al., 2009).

A fim de complementar o que foi exposto, o próximo item descreve o *protocolo* de Couto e o *protocolo Strain Index*, de Moore e Garg.

2.4 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO

2.4 Mapa de Conforto Corporal

Trata-se de uma figura do corpo humano dividido em partes conforme ilustrado na figura 1. Deve ser realizada uma pesquisa entre os operários para que estes apontem o nível de desconforto ou, dor percebida, para cada uma delas durante a sua jornada de. O indivíduo pode considerar três respostas, confortável, leve desconforto ou desconfortável. Desta forma é possível mapear as áreas de maior desconforto para que possam ser investigadas mais detalhadamente.

Aplicação desta ferramenta é fundamental para que se possa identificar os protocolos específicos a serem aplicados. Maiores detalhes sobre esta ferramenta podem ser encontrados no Apêndice A – Aplicação do Mapa de Conforto.

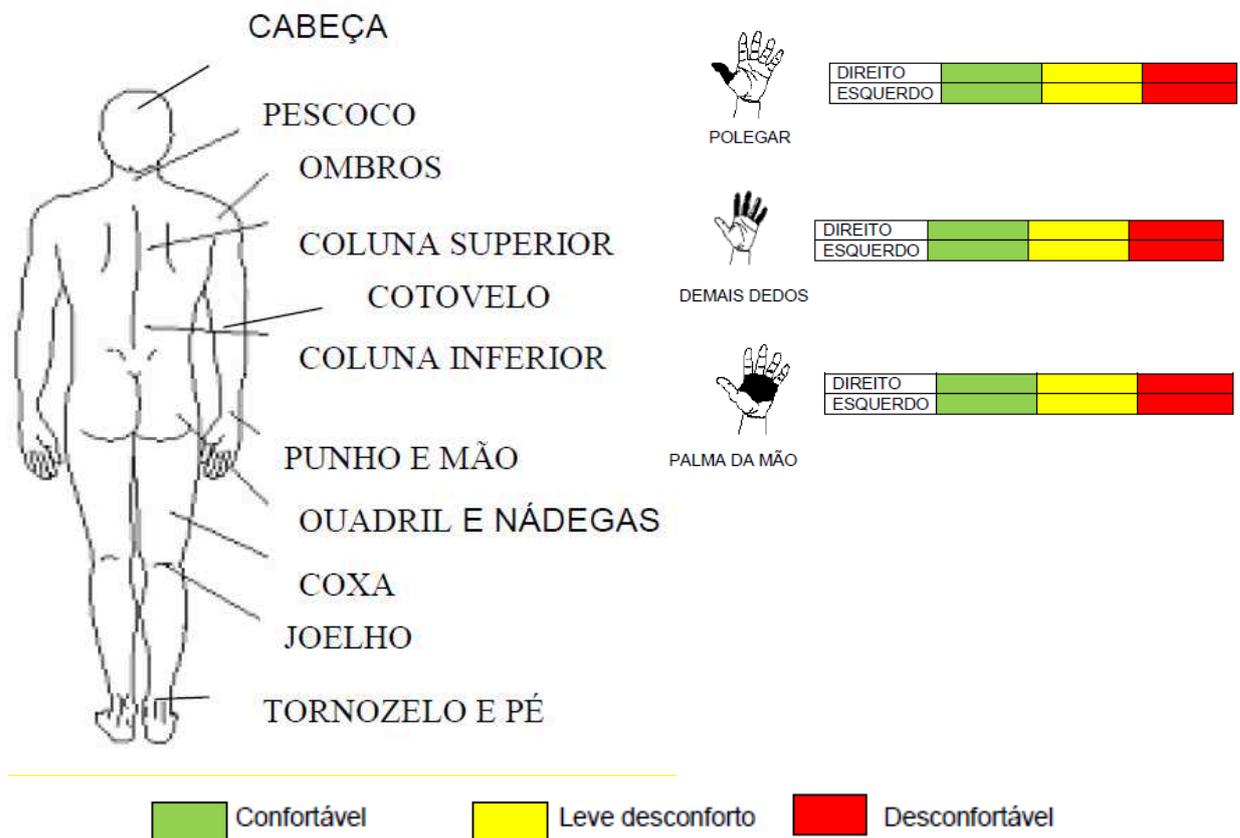


Figura 1- Mapa de conforto corporal

2.4.1 Método Rula

O método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) foi desenvolvido por Mc Atamney e Corlett, em 1993, e proporciona uma rápida avaliação e descrição ilustrativa dos constrangimentos a que estão submetidos os membros superiores.

Embora esse método possa ser aplicado para fazer as avaliações em questão, nesse trabalho ele foi aplicado somente para o registro ilustrativo dos movimentos dos operários dos postos de tornearia.

A figura 2 mostra o tipo de ilustração de movimentos registrados pelo protocolo Rula.



Figura 2 – Ilustração de movimentos segundo o protocolo Rula

2.4.2 O Protocolo de Couto

Este método consiste em um questionário onde existem as pontuações de zero e um. Couto (2002) avalia o risco profissional de desenvolver DORT, sendo zero correspondente a um alto risco e o valor um a um baixo risco. O *protocolo* é dividido nos seguintes itens: (1) sobrecarga física, (2) força com as mãos, (3) postura de trabalho, (4) posto de trabalho, (5) repetitividade e organização do trabalho e (6) ferramenta de trabalho.

No final da aplicação, é realizado o somatório total das respostas, que fornece a pontuação de classificação dos riscos, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos riscos ergonômicos segundo Couto

Pontuação (P)	Classificação do Risco
$P > 22$	Baixíssimo Risco
$19 < P \leq 22$	Baixo Risco
$15 < P \leq 19$	Risco Moderado
$11 < P \leq 15$	Alto Risco
$P \leq 11$	Altíssimo Risco

Fonte: Couto (2002)

No protocolo de Couto (2002), foram adicionados alguns critérios relacionados à organização do trabalho e sua implicação para os membros superiores. Estas análises são imprecisas e pouco objetivas, pois não determinam a intensidade dos fatores, apenas identificam a presença ou não do mesmo.

De uma maneira geral, este protocolo não pode ser usado como ferramenta única na Análise Ergonômica do Trabalho, sendo necessária a utilização de ferramentas complementares.

Explica-se que o *protocolo* de Couto vem sendo desenvolvido há mais de 15 anos e permite uma análise bastante confiável do risco de lesões em membros superiores. Sugere que seja feito por dois analistas, de forma que possam discutir bem o resultado encontrado, chegando-se a um consenso quanto à resposta a ser dada em cada item (COUTO, 2002, p. 178). O Apêndice B – O Protocolo de Couto, apresenta uma descrição completa do questionário fechado utilizado pelo protocolo de Couto.

2.4.3 O Protocolo *Strain Index*

Em 1995, Moore e Garg propuseram um método semi-quantitativo, denominado *Strain Index* (ou Índice de Esforço), para a avaliação dos riscos de lesões nas extremidades distais dos membros superiores, que consiste na avaliação de seis fatores, que estão sintetizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Fatores de avaliação.

FATOR SOB AVALIAÇÃO
Intensidade do Esforço
Duração do Esforço
Frequência do Esforço
Postura das Mãos e Punhos
Ritmo de Trabalho
Duração do Trabalho

Fonte: Moore; Garg, 1995.

Cada um desses fatores possui uma classificação qualitativa específica, dividida em cinco níveis, aos quais estão associados um peso, que é denominado fator multiplicador (MOORE; GARG, 1995).

Este protocolo deve ser aplicado, separadamente, para as mãos direita e esquerda. Convém reforçar que sua aplicação é apropriada apenas para este segmento corporal específico (SIGNORI, 2004).

A exemplo do protocolo de Couto, o Strain Index também faz uso de um questionário fechado que avalia todos os seis fatores mencionados no Quadro 3. Tal questionário é formado por seis questões, uma para cada fator. Cada resposta é associada a um nível qualitativo, e portanto, a um valor numérico, conforme mencionado acima. O produto do valor numérico de todas as respostas fornece um índice que integra todos os fatores.

Conhecido esse valor, pode-se classificar o risco de lesão das extremidades distais dos membros superiores de acordo com a Tabela 2. O Apêndice C – O Protocolo Strain Index, fornece uma descrição detalhada deste protocolo.

Tabela 2 - Classificação dos riscos ergonômicos Strain Index

Pontuação (P)	Classificação do Risco
$P \leq 3$	Provavelmente Seguro
$3 < P \leq 5$	Risco Duvidoso ou Questionável
$5 < P \leq 7$	Risco Moderado
$P > 7$	Alto Risco

Fonte: Moore, Garg (2005)

A lógica deste protocolo é bastante inteligente e bem adequada na análise do risco ergonômico, pois considera não apenas a força que o trabalhador tem que fazer, mas também a duração da mesma durante o ciclo de trabalho, o número de esforços por minuto, o número de horas trabalhadas naquela tarefa, o ritmo de trabalho e a existência de posturas inadequadas (COUTO, 2002).

A grande vantagem deste protocolo é a sua simplicidade, sobretudo quando aplicado a trabalhos que seguem uma rotina. Como desvantagens pode-se citar que este método não pode ser aplicado a mais de um grupo muscular de uma só vez. Além do fato de não apresentar resultados satisfatórios a atividades rotineiras, como, por exemplo, de manutenção (COUTO, 2002, p. 179).

Tanto o protocolo de Couto (2002), como o Strain Index, não são possíveis generalizações, como por exemplo aquelas feitas para contemplar condições ambientais diferentes (COUTO, 2002).

O Quadro 4 apresenta uma síntese dos prós e contras dos protocolos de Couto e de Strain Index.

Quadro 4. Confrontação dos métodos.

	Couto	Moore-Garg
PRÓS	Ferramenta de fácil interpretação.	Específico para membros superiores.
CONTRAS	Não se aplica em todos os postos de trabalho.	O funcionário pode se confundir nas respostas.

Fonte: (MOORE; GARG, 1995), (COUTO, 2002)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Do ponto de vista da natureza, esta pesquisa é classificada como pesquisa aplicada, pois tem o objetivo de gerar conhecimentos direcionados para a solução de um problema específico, ou seja, possui uma aplicação prática.

Considerando Gil (2002) a forma de abordagem do problema, esta pesquisa tem o objetivo de coletar dados sobre a intensidade e repetitividade dos esforços físicos desenvolvidos por trabalhadores e quantificar estas informações para que estes dados sejam analisados posteriormente. Desta forma, esta pesquisa é classificada como quantitativa, pois traduz em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

Considerando que o objetivo geral desta pesquisa é analisar os mecanismos de lesão a que estão sujeitos os operadores de tornos, esta pesquisa é classificada como descritiva, pois, segundo Gil (2002), este tipo de pesquisa tem como objetivo principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno.

Para Gil (2002), “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, e também de material disponibilizado na *Internet*. Esta pesquisa, também classificada como pesquisa bibliográfica, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, fez uso deste tipo de pesquisa principalmente em duas oportunidades: para o levantamento dos fatores que afetam o processo de auditoria de SGQ (Sistema de Gestão de Qualidade) e para o delineamento dos procedimentos metodológicos utilizados neste trabalho.

Ainda sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como levantamento, pois este tipo de pesquisa é caracterizado “pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer” Gil (2002), onde solicita-se informações à uma quantidade significativa de pessoas sobre o problema em estudo, para mediante pesquisas quantitativas, obter-se as conclusões pertinentes.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

Foi realizada a seleção de uma indústria metalúrgica que possuísse dois postos de tornearia, sendo um para peças maiores que necessitam do uso de dispositivos de içamento e o outro posto dedicado a peças menores, capazes de serem manuseadas pelo operador. Este último posto, com alta demanda de produção. A figura 3 ilustra o processo de fabricação no qual foram aplicados os protocolos.

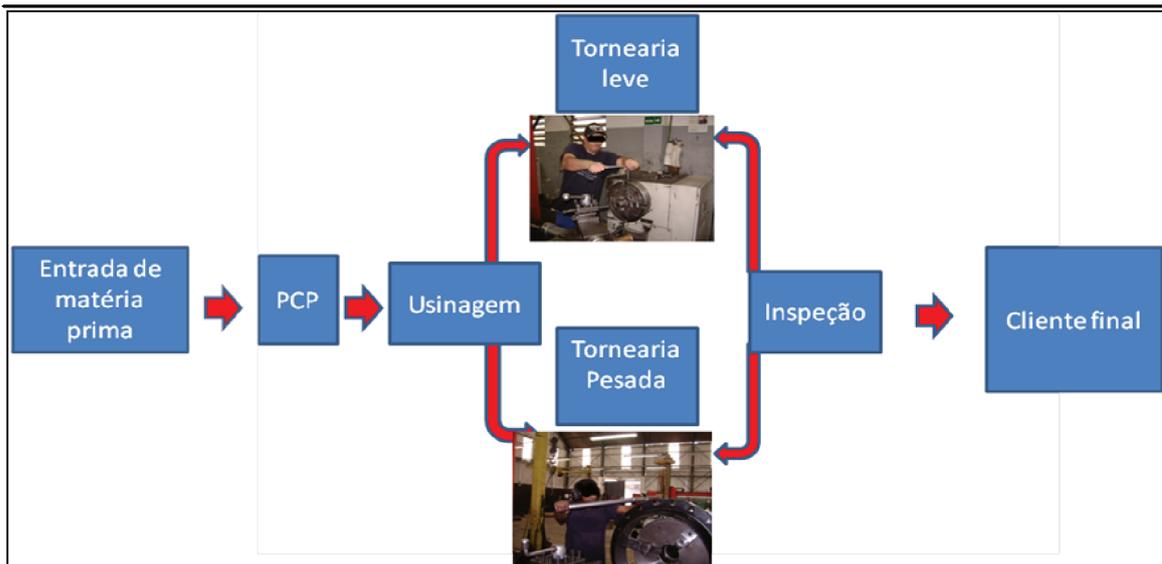


Figura 3: Fluxo de processo de produção

Embora pudessem ter sido escolhidas duas empresas diferentes para a realização da pesquisa, optou-se por uma única empresa com dois postos de tornearia com atividades distintas, a fim de que as condições ambientais se mantivessem inalteradas. Para isso, foi selecionada uma empresa de fabricação de conexões hidráulicas feitas em aço e ligas especiais para aplicação no setor petroquímico.

Na época da coleta de dados, essa empresa contava com 150 funcionários. O setor de usinagem contava com um efetivo de 70 pessoas. Deste efetivo, a tornearia possuía 20 funcionários, sendo 10 destinados ao trabalho de peças pesadas, ou seja, peças acima de 100kg, e dez dedicados a peças leves, isto é, peças abaixo de 3kg. No dia da coleta somente estavam em atividade 7 pessoas para trabalho pesado e 7 pessoas para trabalho leve. Foram encontrados todos os funcionários, alguns se encontravam de férias ou afastado.

Logo, após a seleção da empresa, foi feita uma visita aos postos de trabalho selecionados, para observar, estudar e registrar o gestual dos indivíduos, de modo a identificar os grupos musculares empregados no desenvolvimento das tarefas.

3.3 ETAPAS DO PROCESSO DA PESQUISA

A figura 4, apresenta a seqüência na qual esta pesquisa foi conduzida.

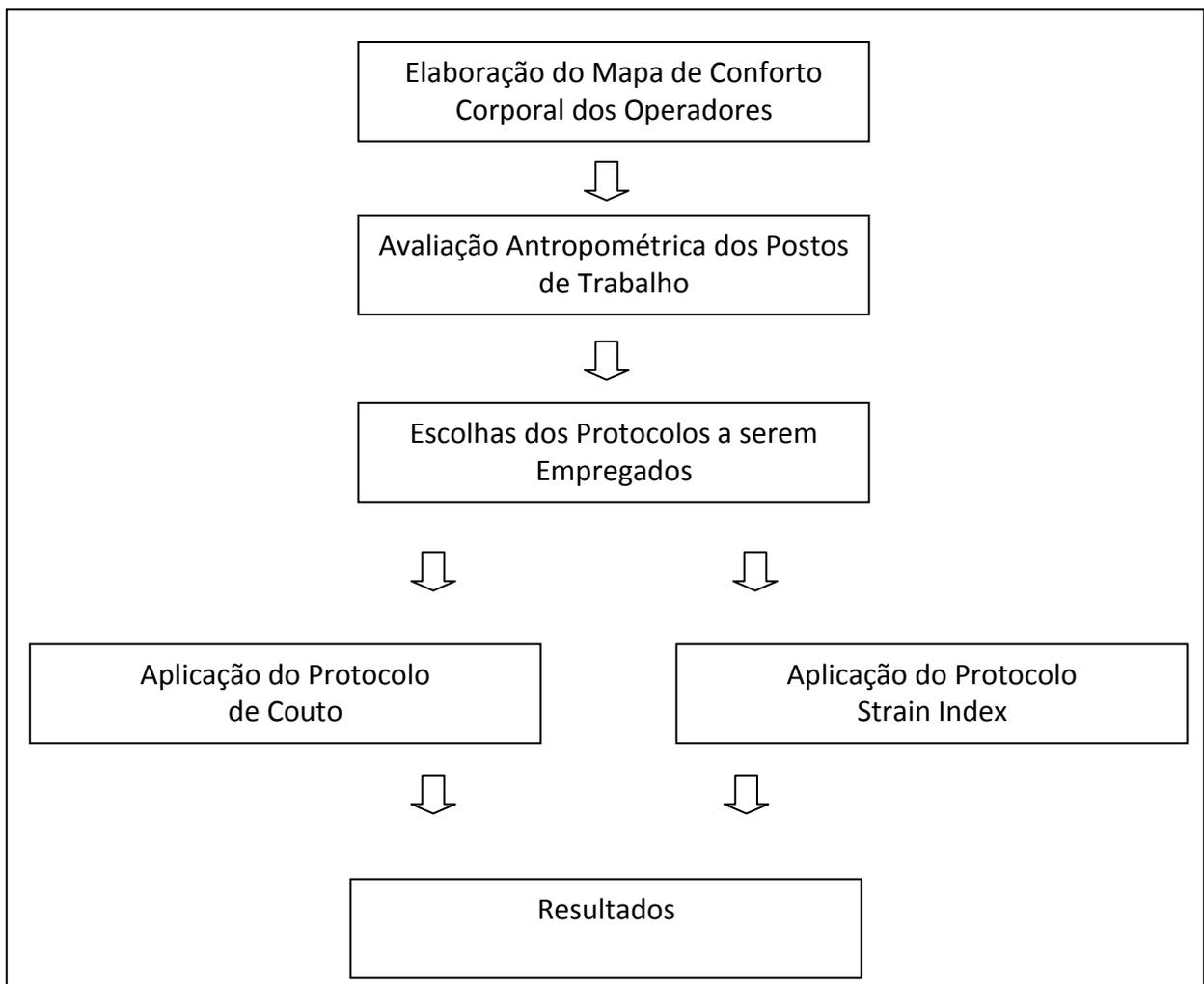


Figura 4 – Fluxograma do processo de pesquisa

A seguir será feita uma descrição das etapas apresentadas na figura 4.

3.3.1 Elaboração do Mapa de Conforto Corporal dos Operadores

Uma vez definidos os postos de trabalho que serão avaliados a primeira providência tomada foi a avaliação de queixas dos operadores desses postos. Essa avaliação foi realizada mediante aplicação do mapa de conforto corporal. Cada um dos operadores passou por uma entrevista onde um especialista questionou sobre o nível de desconforto em cada parte do corpo segundo a figura 1.

3.3.2 Avaliação Antropométrica dos Postos de Trabalho

Construído o mapa de conforto corporal, Avaliou-se quais partes do corpo eram mais afetadas em decorrência da atividade de trabalho. Deve-se ter cuidado para identificar nexos causais das queixas com a atividade estritamente profissional. Para fins de documentação e avaliação mais segura das evidências deve-se registrar todo o gestual dos trabalhadores com o uso de foto ou filmagem e para estudo pormenorizado desse gestual, este deve ser registrado. Para tanto fez-se uso da representação gráfica empregada pelo protocolo de Rula.

Os postos de tornearia leve foram observados e fotografados durante dez ciclos de produção, o que equivaleu a vinte e três horas distribuídas ao longo de três dias, sendo que em cinco ciclos a atenção se voltou para a mão direita e nos outros cinco ciclos para a mão esquerda. Foram feitas observações laterais esquerda e direita; anterior e posterior.

Já os postos de tornearia pesada foram monitorados durante dois ciclos o que equivaleu cinquenta e seis horas distribuídas ao longo de sete dias. Durante um ciclo observou-se a mão direita e durante o outro ciclo a mão esquerda.

3.3.3 Escolhas dos Protocolos a serem Empregados

Os riscos ergonômicos devem ser estudados mais detalhadamente aplicando-se protocolos mais específicos que devem ser escolhidos em função do resultado do mapa de conforto, da análise antropométrica e também das necessidades específicas do estudo, razão pela qual optou-se pelos protocolos de Couto e Strain Index.

3.3.4 Aplicação dos Protocolo de Couto e Strain Index

O questionário fechado padrão desses protocolos foram preenchidos por um especialista à medida que este observava o desenrolar das atividades dos operadores dos postos de trabalho. Eventualmente, dúvidas eram sanadas por meio de consultas com os operadores e posteriormente pela observação das fotos e dos vídeos.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MAPA DE CONFORTO

Após a aplicação do Mapa de Conforto, figura 4, ficou evidenciando que 71% dos trabalhadores apresentam desconforto ou desconforto leve nos membros superiores, sendo que 30% dos trabalhadores têm ou já tiveram algum tipo de lesão nos membros superiores.

	Cabeça	Pescoço	Ombro	Coluna	MMSS	MMII
1	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Amarelo	Verde
2	Verde	Amarelo	Verde	Vermelho	Vermelho	Amarelo
3	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Amarelo
4	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Amarelo
5	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Vermelho	Verde
6	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde
7	Verde	Verde	Vermelho	Verde	Vermelho	Verde
8	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde
9	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde
10	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde
11	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
12	Verde	Verde	Amarelo	Verde	Verde	Verde
13	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Verde
14	Verde	Verde	Verde	Verde	Vermelho	Verde

Tabela 3 – Resultado da aplicação do mapa de conforto corporal

O nexos causal com a atividade deverá ser melhor estabelecido com os resultados da avaliação antropométrica dos postos de tornearia.

4.2 RESULTADO DAS AVALIAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS

4.2.1 Resultados da Avaliação Antropométrica dos Postos de Tornearia Leve

A rotina laboral dos postos de tornearia leve consiste nas seguintes etapas:

- a) Transporte manual da peça da bancada para o torno;
- b) Ajuste da peça ao torno;
- c) Fixação da peça ao torno com uso de ferramenta;
- d) Usinagem;
- e) Desprendimento da peça do torno com uso de ferramenta;
- f) Transporte manual da peça do torno para bancada.

O quadro 5 apresenta os principais movimentos para cada uma das etapas acima.

Quadro 5 – Principais movimentos da rotina laboral dos postos de tornearia leve

Etapas	Movimentos
a	Rotação e flexão de tronco; extensão e flexão de antebraços; flexão de punhos; movimento de pinças dos dedos
b	Flexão de tronco; flexão de antebraço; movimento de pinça dos dedos
c	Flexão de tronco; flexão de antebraço; movimento de pinça dos dedos
d	Flexão de tronco; flexão de antebraço; movimento de pinça dos dedos
e	Flexão de tronco; flexão de antebraço; movimento de pinça dos dedos
f	Rotação e flexão de tronco; extensão e flexão de antebraço; flexão de punho; movimento de pinças dos dedos

As etapas b, c e d da rotina laboral dos postos de tornearia leve estão ilustradas na figura 5 e os principais movimentos citados no quadro 5, encontram-se ilustrados na figura 6.

A avaliação do gestual deste posto revela intensa utilização dos membros superiores e de suas extremidades distais, além de flexões e rotações de tronco. Verifica-se a aplicação de maior força dos membros superiores nas etapas (d) e (e).



(a)



(b)



Figura 5 - (a) Ajuste da peça ao torno; **(b)** fixação da peça ao torno; **(c)** processo de usinagem **Fonte:** Braga, 2007.

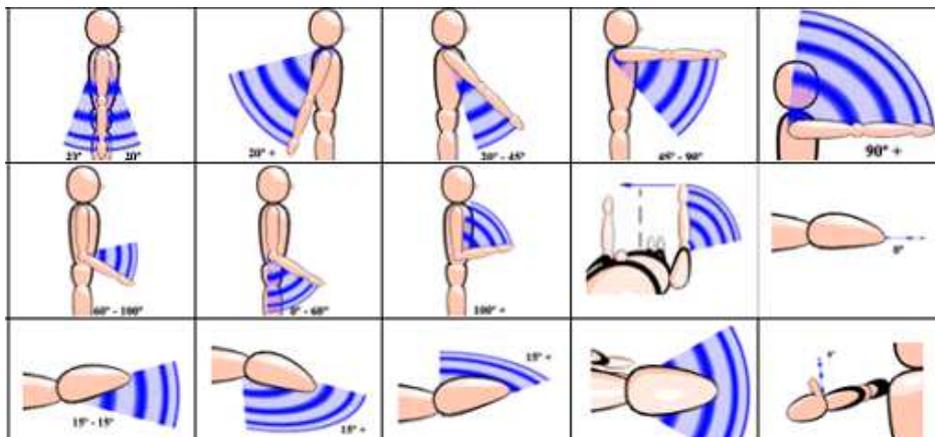


Figura 6 – Principais movimentos apresentados no quadro 5

Fonte: Grandjean; 1995.

4.2.2 Resultados da Avaliação Antropométrica dos Postos de Tornearia Pesada

A rotina laboral deste posto consiste nas seguintes etapas:

- a) Transporte da peça do solo para o torno com uso da ponte rolante
- b) Ajuste da peça ao torno;
- c) Fixação da peça ao torno com uso de ferramenta;
- d) Usinagem;
- e) Desprendimento da peça do torno com uso de ferramenta;
- f) Transporte da peça do torno para o solo com uso da ponte rolante.

O quadro 6 apresenta os principais movimentos para cada uma das etapas acima.

Quadro 6 – Principais movimentos da rotina laboral dos postos de tornearia pesada

Etapas	Movimentos
a	Flexão de tronco; extensão e flexão de antebraços; flexão de punhos; movimento de pinças dos dedos
b	Flexão de tronco; flexão de antebraços; movimento de pinça dos dedos
c	Extensão e flexão de antebraços; extensão e flexão de braços
d	Flexão de tronco; flexão de antebraços; movimento de pinça dos dedos
e	Extensão e flexão de antebraços; extensão e flexão de braços
f	Flexão de tronco; extensão e flexão de antebraços; flexão de punhos; movimento de pinças dos dedos

As etapas a, b, c e f da rotina laboral dos postos de tornearia pesada estão ilustradas na figura 7.

De forma análoga ao posto anterior, a avaliação do gestual também revela intensa utilização dos membros superiores e de suas extremidades distais. Verifica-se a aplicação de maior força dos membros superiores nas etapas (d) e (e). Também, nesta atividade, identificou-se a existência de flexões e rotações de tronco.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 7. (a) Remoção da peça do solo; (b) aproximação da peça ao torno; (c) remoção da peça pronta para o solo; (d) fixação da peça no torno com uso de uma alavanca.

Fonte: Braga, 2007.

4.3 ESCOLHA DOS PROTOCOLOS A SEREM EMPREGADOS

A análise antropométrica dos postos de tornearia associada aos resultados do mapa de conforto corporal justifica a seleção dos protocolos de Couto e Strain Index para uma investigação mais detalhada das condições de risco a que estão submetidos os trabalhadores.

Embora tenha sido observada a existência de flexões e rotações de tronco, nenhum dos dois protocolos avalia os riscos ergonômicos associados a esses movimentos, o que recomendaria numa outra etapa o uso de protocolos mais específicos.

4.4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE COUTO

A tabulação dos resultados relativos à aplicação do protocolo de Couto aos dois postos de tornearia da empresa estudada é apresentada no Apêndice D. A seguir serão apresentados os resultados da avaliação para os dois postos de tornearia.

4.4.1 Resultados para a Avaliação dos Postos de Tornearia Leve

A Tabela (4) apresenta os resultados da avaliação deste posto de trabalho para os sete indivíduos.

Tabela 4. Resultado da aplicação do protocolo Couto para o posto de peças leves.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Sobrecarga física	5	2	2	3	2	3	1
Força com as mãos	1	3	2	3	2	0	1
Postura no trabalho	5	4	5	4	3	4	2
Posto de trabalho	1	1	0	2	2	1	1
Repetitividade	0	2	2	2	1	4	2
Ferramentas de trabalho	2	1	1	2	0	2	2
RESULTADO	14	13	12	16	10	14	9

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se que o resultado da avaliação variou de 9 a 16, indicando uma situação de alto para altíssimo risco ergonômico dos membros superiores, de acordo com a tabela 1. A tabela 5 apresenta uma avaliação individual dos critérios que compõem o resultado da avaliação segundo o protocolo de Couto

Tabela 5. Avaliação individual dos critérios que compõem o resultado da avaliação do posto de tornearia leve segundo o protocolo de Couto.

	Pior situação	Melhor situação	Mediana resultados	Moda resultados	Posição Relativa		
Sobrecarga física	0	5	2	2	0 1 2 3 4 5		
Força com as mãos	0	4	2	1, 2, 3	0 1 2 3 4		
Postura no trabalho	0	7	4	4	0 1 2 3 4 5 6 7		
Posto de trabalho	0	2	1	1	0 1 2		
Repetitividade	0	5	2	2	0 1 2 3 4 5		
Ferramentas de trabalho	0	4	2	2	0 1 2 3 4		

Fonte: Autor da pesquisa.

A tabela 5, apresenta a melhor e a pior situação para cada um dos critérios utilizados para compor o resultado da avaliação segundo o protocolo de Couto, seguidos da mediana e da moda dos resultados apurados para cada um dos indivíduos observados, bem como a posição relativa da mediana dentro da escala de variação de cada critério.

Observa-se que os critérios sobrecarga física e repetitividade foram qualificados mais próximos da pior situação do que da melhor, já que há contato da mão e punhos com quinas vivas das peças e ferramentas, além do fato de que não há possibilidade de pequenas pausas entre um ciclo e outro. A qualificação dos critérios força com as mãos, posto de trabalho e ferramentas de trabalho foi central. Já o critério postura de trabalho foi qualificado mais para a melhor situação do que para a pior situação.

4.4.2 Resultados para a Avaliação dos Postos de Tornearia Pesada

A tabela 6 apresenta os resultados da avaliação deste posto de trabalho para os sete indivíduos.

Observa-se que a avaliação deste posto de trabalho feita para os sete indivíduos variou de 20 a 21, que de acordo com a Tabela (1), indica baixo risco de lesão dos membros superiores uma vez que a despeito do peso das peças, sua manipulação é feita por intermédio de dispositivos de vantagem mecânica e com baixa frequência na sua manipulação.

Tabela 6. Resultado da aplicação do protocolo Couto para o posto de peças pesadas.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Sobrecarga física	4	2	3	3	5	5	3
Força com as mãos	3	4	4	4	4	3	3
Postura no trabalho	7	6	5	5	6	6	7
Posto de trabalho	2	2	1	1	2	2	2
Repetitividade	3	4	5	5	2	3	4
Ferramenta de trabalho	2	2	2	2	1	1	2
RESULTADO	21	20	20	20	20	20	21

Fonte: Autor da pesquisa.

A tabela 7 é análoga à tabela 4 do item 4.4.1.

Tabela 7. Avaliação individual dos critérios que compõem o resultado da avaliação do posto de tornearia leve segundo o protocolo de Couto.

	Pior	Melhor	Mediana	Moda	Posição							
	situação	situação	resultados	resultados	Relativa							
Sobrecarga física	0	5	3	3	0	1	2	3	4	5		
Força com as mãos	0	4	4	4	0	1	2	3	4			
Postura no trabalho	0	7	6	6	0	1	2	3	4	5	6	7
Posto de trabalho	0	2	2	2	0	1	2					
Repetitividade	0	5	4	3, 4, 5	0	1	2	3	4	5		
Ferramentas de trabalho	0	4	2	2	0	1	2	3	4			

Fonte: Autor da pesquisa

Observa-se que os critérios Sobrecarga física, Força com as mãos, Postura no trabalho, Posto de trabalho e Repetitividade foram qualificados mais próximos da melhor situação, não evidenciando situações desconfortáveis e/ou com risco de lesões. Já o critério Ferramentas de trabalho foi o pior qualificado, tendo em vista que os operários relataram que a chave da placa é pesada e o seu cabo não favorece uma boa condição biomecânica de alavanca.

4.4.3 Comparação dos Resultados da Aplicação do Protocolo de Couto para os dois Postos de Tornearia

A Figura 8 apresenta um gráfico *Box Plot* comparando os resultados da aplicação do protocolo de Couto para os dois postos de Tornearia. Para o posto de tornearia leve, observa-se que os índices de risco estão concentrados entre 9 e 14, o que revela um alto risco de lesão. Não se observa a ocorrência de valores discrepantes.

Já para a tornearia pesada, observa-se que os índices de risco estão concentrados entre 20 e 21, significando baixo risco de lesão. Também não foram observados valores discrepantes.

Portanto, segundo este protocolo, o posto de tornearia leve oferece maior risco de lesão do que o posto de tornearia pesada.

RESULTADOS DO PROTOCOLO DE COUTO

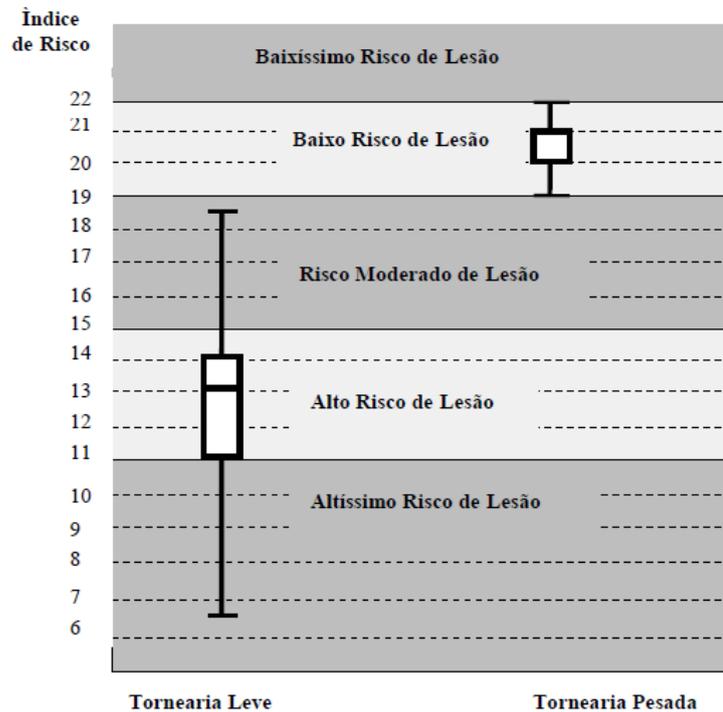


Figura 8. Resultados da aplicação do prot. de Couto aos postos de tornearia leve e pesado

4.5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO STRAIN INDEX

A seguir serão apresentados os resultados da avaliação para os dois postos de tornearia.

4.5.1 Resultados para a Avaliação dos Postos de Tornearia Leve

As Tabelas (8) e (9) apresentam os resultados da avaliação ergonômica do posto de usinagem de peças pesadas segundo os protocolos *strain index* (para mão direita e mão esquerda, respectivamente).

Tabela 8. Resultado do protocolo *strain index* (mão direita), para o posto de peças leves.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Intensidade	3	3	3	3	3	3	3
Duração do esforço	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1
Frequência do esforço	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Postura de mão e punho	1	1,5	1	1	1,5	1,5	1,5
Ritmo de trabalho	1	1	1	1,5	1,5	1	1
Duração do trabalho	0,25	0,25	1	0,75	0,75	1,5	1
RESULTADO	0,56	1,12	1,50	0,84	1,27	1,69	4,50

Fonte: Autor da pesquisa.

Tabela 9. Resultado do protocolo *strain index* (mão esquerda), para o posto de peças leves.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Intensidade	3	3	3	3	3	3	3
Duração do esforço	1,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1
Frequência do esforço	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1
Postura de mão e punho	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5
Ritmo de trabalho	1	1,5	1	1,5	1,5	1	1
Duração do trabalho	0,25	0,75	1	0,75	0,75	1,5	1
RESULTADO	0,56	0,84	1,50	0,84	1,27	1,69	4,50

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se que a avaliação deste posto de trabalho feita para os sete indivíduos variou de 0,56 a 4,50. O resultado de 4,50 é um valor discrepante dos demais, merecendo uma análise mais detalhada, para verificar se não houve erros grosseiros no preenchimento do questionário que conduzissem a ele. É importante notar que 85,7% dos indivíduos pesquisados apontaram a inexistência de risco de lesões nas extremidades distais do membro superior direito de ambas as mãos.

4.5.2 Resultados para a Avaliação dos Postos de Tornearia Pesada

As Tabelas (9) e (10) apresentam os resultados da avaliação ergonômica do posto de usinagem de peças pesadas segundo os protocolos *strain index* (para mão direita e mão esquerda, respectivamente).

Tabela 9. Resultado da aplicação do protocolo *strain index* para a mão direita para o posto de peças pesadas.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Intensidade	1	1	1	1	1	1	1
Duração do esforço	1	1,5	1	1	1	0,5	0,5
Frequência do esforço	1,5	1	1	1,5	1	1,5	0,5
Postura de mão e punho	1	1	1	1	1,5	1	1
Ritmo de trabalho	1	1	1	1	1	1	1
Duração do trabalho	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	0,5	1,5
RESULTADO	0,38	0,38	0,75	0,38	0,38	0,38	0,38

Fonte: Autor da pesquisa.

Tabela 10. Resultado da aplicação do protocolo *strain index* para a mão esquerda para o posto de peças pesadas.

FATOR	INDIVÍDUO						
	1	2	3	4	5	6	7
Intensidade	1	1	1	1	1	1	1
Duração do esforço	1	1,5	1	1	1	0,5	0,5
Frequência do esforço	1,5	1	1,5	1,5	1	1,5	0,5
Postura de mão e punho	1	1	1	1	1,5	1	1
Ritmo de trabalho	1	1	1	1	1	1	1
Duração do trabalho	0,25	0,25	0,38	0,25	0,25	0,5	1,5
RESULTADO	0,38						

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se que a avaliação deste posto de trabalho para os sete indivíduos variou de 0,38 a 0,75, de acordo com a tabela 2 indicando que o risco de lesão das extremidades distais do membro superior direito é inexistente, o que já era esperado, uma vez que o nível de esforço exercido pelo operário é pequeno e a frequência das atividades é baixa.

4.5.3 Comparação dos Resultados da Aplicação do Protocolo Strain Index para os dois Postos de Tornearia

A Figura 9 apresenta um gráfico *Box Plot* comparativo dos resultados da aplicação do protocolo *Strain Index* para os dois postos de Tornearia. Para o posto de tornearia leve, observa-se que os índices de avaliação de risco estão concentrados entre 1,0 e 1,6, significando a inexistência de risco de lesão. Não se observa a ocorrência de valores discrepantes.

Para a tornearia pesada, todos os índices de risco apurados são iguais a 0,38 a exceção de um valor 4,5, que claramente se trata de um valor discrepante, que está representado na figura por um asterisco.

Observando-se o gráfico, pode-se concluir que, segundo esse protocolo, a atividade de tornearia de peças leves ou pesadas não oferece risco de lesão às extremidades distais dos membros superiores.

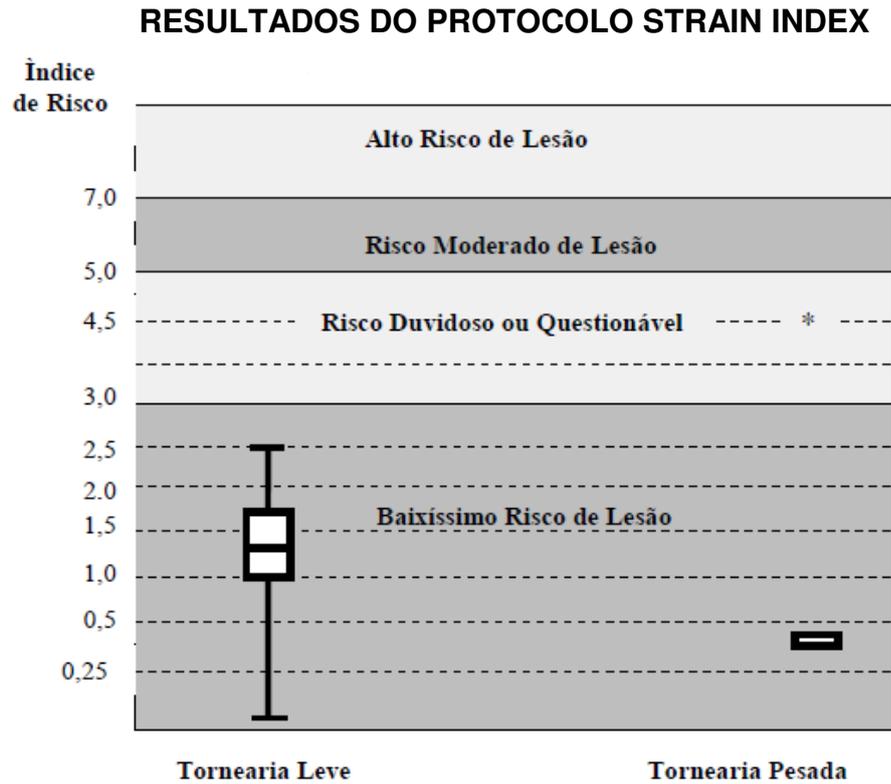


Figura 8. Resultados da aplicação do protocolo Strain Index aos postos de tornearia leve e pesado

4.6 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS EM FUNÇÃO DO PROTOCOLO UTILIZADO

Com base nos resultados apresentados, é possível estabelecer uma comparação entre o grau de risco apontado pelos métodos, individualmente. O Quadro (7) apresenta um sumário dos resultados.

Quadro 7. Resumo da avaliação dos postos de tornearia segundo os dois protocolos.

Posto \ Protocolo	PROTOCOLO COUTO	PROTOCOLO STRAIN INDEX
TORNEARIA LEVE	Alto Risco	Seguro
TORNEARIA PESADA	Baixo Risco	Seguro

Fonte: Autor da pesquisa.

Observa-se que para o posto de tornearia pesada, ambos os métodos concluem que as atividades são seguras, resultado já esperado, uma vez que a

atividade utiliza-se de dispositivos de vantagem mecânica e as atividades são pouco repetitivas. Neste caso, os dois métodos apontam na mesma direção.

Já para o posto de tornearia leve, o protocolo Couto indica se tratar de uma atividade de alto risco de lesão, enquanto que o protocolo *strain index* sinaliza uma atividade segura. Embora, os dois métodos possuam enfoques diferentes, claramente definidos, eles têm sido usados alternativamente para a avaliação de riscos de lesão em membros superiores. Contudo, os resultados mostram que esta prática é inadequada, pelo menos quando se trata de atividades de tornearia. Esses métodos devem ser usados de forma complementar.

5 CONCLUSÕES

A seguir, serão explicitadas as considerações quanto aos objetivos traçados, assim como as perspectivas de continuidade, contribuições acadêmicas do estudo e as recomendações.

O referencial teórico e metodológico da presente dissertação foi norteado com base no questionamento inicial proposto, qual seja, a aplicação alternativa dos protocolos de Couto e Strain Index para a atividade de usinagem.

Para tanto este trabalho apresentou uma análise dos riscos de lesões a que estão sujeitos os membros superiores dos empregados do setor de usinagem de uma indústria metalúrgica de médio porte, fabricante de peças para o setor petrolífero, utilizando-se os dois métodos que se deseja comparar, o protocolo de Couto e Strain Index.

O primeiro deles analisa os riscos de lesões nos membros superiores de uma forma geral, ou seja, não faz distinção quanto ao risco de lesões em braços, antebraços, punhos e mãos. Já o segundo procedimento é específico para as extremidades distais dos membros superiores, e deve ser aplicado tanto para a mão esquerda, quanto para a mão direita, separadamente.

Para todas as análises feitas aplicando o protocolo strain index os resultados para ambas as mão foram muito próximos.

A análise do posto de tornearia pesada, feita por ambos os métodos, mostrou ser essa uma atividade de baixo risco de lesões em membros superiores e em suas extremidades distais, conforme os resultados apresentados nas tabelas (4), (7) e (8). Esse resultado já era esperado uma vez que a despeito do peso das peças, sua manipulação é feita por intermédio de dispositivos de vantagem mecânica e a frequência com que tais peças são manipuladas é baixa.

A análise do posto de tornearia leve, quando feita pelo protocolo strain index, mostrou que 85,7% dos indivíduos pesquisados não apontaram a existência de risco de lesões nas extremidades distais dos membros superiores.

Já a análise do mesmo posto de tornearia pelo protocolo de Couto, identificou uma situação de alto para altíssimo risco de lesões dos membros superiores. Tal

situação se caracteriza pelo fato do trabalhador exercer tarefas repetitivas sujeitas a um esforço físico maior do que aquele requerido nos postos de tornearia pesada.

Pelo exposto acima, constata-se que o posto de tornearia leve oferece maior risco de lesões em membros superiores do que o posto de tornearia pesada.

Portanto, recomenda-se que sejam tomadas medidas preventivas e corretivas para mitigar tal risco.

Observa-se no exercício das auditorias da segurança do trabalho que ambos os métodos utilizados nessa pesquisa têm sido empregados de forma concorrente. Trata-se de um erro conceitual, dado que cada método possui um enfoque particular. O correto é que ambos sejam utilizados de forma complementar, para que possam mapear, de forma mais precisa, as estruturas com maiores riscos de lesão. O que se justifica plenamente pela observação dos resultados apresentados no Quadro (7).

É importante ressaltar que a análise do gestual dos trabalhadores em ambos os postos identificou a utilização de outros grupamentos musculares, tais como aqueles responsáveis pela flexão e rotação de tronco. Sendo assim, para uma análise mais realista dos riscos de lesão envolvidos, torna-se interessante a utilização de outros protocolos que estendam a análise a outras estruturas musculoesqueléticas.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se que esta pesquisa seja repetida utilizando-se um número maior de protocolos, incluindo-se protocolos que avaliem os membros inferiores, coluna e pescoço, a fim de se caracterizar e quantificar os riscos a que estão submetidos os operadores de usinagem. Um outro trabalho, mais ambicioso, seria a criação de um protocolo que avalie simultaneamente um conjunto de grupamentos musculares maiores do que aqueles avaliados pelos protocolos de Couto e Strain Index.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Blucher, 2009.

BOTELHO, L. B. D. **Técnicas de gestão**: trabalho integrado na preparação da homepage da DGSJ. Lisboa: Ruvasa, 1999.

BRAGA, C. O. **Análise ergonômica do trabalho e exigências laborais em unidades de beneficiamento de tomate de mesa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**: edição compacta. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CORRÊA, F. **Carga mental e ergonomia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), 2003. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

COUTO, H. de A. **Como implantar ergonomia na empresa**: a prática dos comitês de ergonomia. Belo Horizonte: Ergo, 2002.

_____. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: o manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo, 1995.

_____. **Ergonomia aplicada ao trabalho**, v. II. Belo Horizonte: Ergo, 1996.

DINIZ, R. **Avaliação das demandas física e mental no trabalho do cirurgião em procedimentos eletivos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), 2003. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

DUL, J. **Ergonomia prática**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Blucher, 2004.

FALZON, P. **Ergonomia**. Trad. Giliane M. J. Ingrassia e outros. São Paulo: Blucher, 2007.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

64

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: adaptando o trabalho ao homem. 4. ed. Trad. Joao Pedro Stein. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo**: a prática da ergonomia. Trad. Giliane M. J. Ingrassia; Marcos Maffei. São Paulo: Blucher, 2001.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 8ª reimpressão. São Paulo: Blucher, 2002.

MOORE, J. S.; GARG, A. **The strain index**: a proposed method to analyse jobs for risk of distal upper extremity disorders. **Am. Ind. Hyg. Association Journal**, v. 56, p. 443-458, 1995.

OLIVEIRA, C. R. **História do trabalho**. São Paulo: Ática, 2006.

PAVANI, R. A. **Estudo ergonômico aplicando o método Occupational Repetitive Actions (OCRA)**: uma contribuição para a gestão da saúde no trabalho. Dissertação de Mestrado (Centro Universitário SENAC). Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. São Paulo, 2007.

ROCHA, G. C. **Trabalho, saúde e ergonomia**: relação entre aspectos legais e médicos. 4ª tiragem. Curitiba: Juruá, 2008.

SANTOS, N.; FIALHO, F. A. P. **Manual de análise ergonômica no trabalho**. 2. ed. Curitiba: Gênese, 1997.

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

WOMACK, P. J.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

APÊNDICES

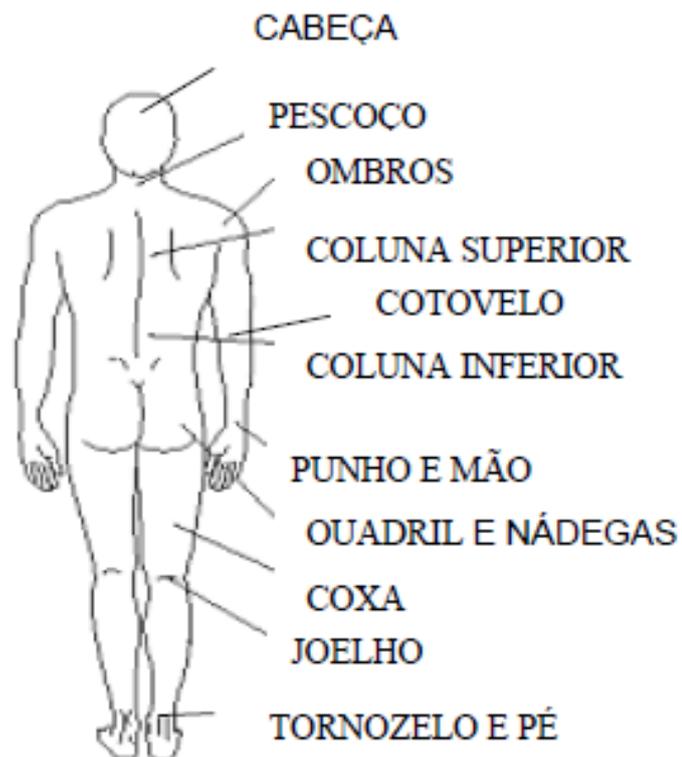
APENDICE A

Mapa de Conforto Corporal

Este apêndice mostra o questionário aplicado para a construção do mapa de conforto corporal.

A figura a seguir mostra o corpo humano dividido em partes. Responda, por favor, as questões correspondentes a cada área de acordo com o grau desconforto ou dor percebida durante a sua jornada de trabalho. Marque assim, as áreas que você refere dor e a intensidade da mesma.

 Confortável  Leve desconforto  Desconfortável



LOCAL	CONFORTAVEL	LEVE DESCONFORTO	DESCONFORTAVEL
CABEÇA			
PESCOÇO			
OMBRO D			
OMBRO E			
COTOVELO D			
COTOVELO E			
PUNHO D			
PUNHO E			
MAOE E DEDOS			

LOCAL	CONFORTAVEL	LEVE DESCONFORTO	DESCONFORTAVEL
COLUNA SUPERIOR			
COLUNA INFERIOR			
QUADRIL E/OU NÁDEGAS			
COXA DIREITA			
COXA ESQUERDA			
JOELHO DIREITO			
JOELHO ESQUERDO			
TORNOZELO E/OU PÉ (D)			
TORNOZELO E/OU PÉ (E)			



POLEGAR

DIREITO			
ESQUERDO			



DEMAIS DEDOS

DIREITO			
ESQUERDO			



PALMA DA MÃO

DIREITO			
ESQUERDO			

APENDICE B

Modelo protocolo de Couto

Este Apêndice apresenta uma versão completa do protocolo de Couto (2002).

PROTOCOLO DE COUTO – VERSÃO OUTUBRO/2002
AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DO FATOR BIOMECÂNICO NO RISCO PARA DISTÚRBIOS
MUSCULOESQUELÉTICOS DE MEMBROS SUPERIORES RELACIONADOS AO TRABALHO

1. Sobrecarga Física

- | | | |
|--|---------|---------|
| 1.1- Há contato da mão ou punho ou tecidos moles com alguma quina viva de objetos ou ferramentas? | Sim (0) | Não (1) |
| 1.2- O trabalho exige o uso de ferramentas vibratórias? | Sim (0) | Não (1) |
| 1.3- O trabalho é feito em condições ambientais de frio excessivo? | Sim (0) | Não (1) |
| 1.4- Há necessidade do uso de luvas? | Sim (0) | Não (1) |
| 1.5- Entre um ciclo e outro há a possibilidade de um pequeno descanso? Ou há pausa bem definida de cerca de 5 a 10 minutos por hora? | Não (0) | Sim (1) |

2. Força com as Mãos

- | | | |
|---|---------|--------------------------|
| 2.1- Aparentemente as mãos têm que fazer muita força? | Sim (0) | Não (1) |
| 2.2- A posição de pinça (pulpar, lateral ou palmar) é utilizada para fazer força? | Sim (0) | Não (1) |
| 2.3- Quando usados para apertar botões, teclas ou componentes, para montar ou inserir, ou para exercer compressão digital, a força de compressão exercida pelos dedos ou pela mão é grande? | Sim (0) | Não ou não se aplica (1) |
| 2.4- O esforço manual detectado é feito durante mais que 10% do ciclo ou é repetido mais que 8 vezes por minuto? | Sim (0) | Não (1) |

3. Postura no Trabalho

3.1-Há algum esforço estático da mão ou do antebraço como rotina na realização do trabalho?

Sim (0) Não (1)

3.2-Há algum esforço estático do braço ou do pescoço como rotina na realização do trabalho?

Sim (0) Não (1)

3.3-O trabalho pode ser feito sem extensão ou flexão forçadas do punho?

Não (0) Sim (1)

3.4-O trabalho pode ser feito sem desvio lateral forçado do punho?

Não (0) Sim (1)

3.5-Há abdução do braço acima de 45 graus ou elevação dos braços acima do nível dos ombros como rotina na execução da tarefa?

Sim (0) Não (1)

3.6-Existem outras posturas forçadas dos membros superiores?

Sim (0) Não (1)

3.7- O trabalhador tem flexibilidade na sua postura durante a jornada?

Não (0) Sim (1)

4. Posto de Trabalho

4.1- O posto de trabalho permite flexibilidade no posicionamento das ferramentas, dispositivos e componentes, incluindo inclinação dos objetos quando isto for necessário?

Não (0) Sim (1)

Desnecessária a flexibilidade de que trata este item (1)

4.2- A altura do posto de trabalho é regulável?

Não (0) Sim (1)

Desnecessária a regulagem (1)

5. Repetitividade e Organização do Trabalho

5.1- O ciclo de trabalho é maior que 30 segundos?

Não (0) Sim (1)

Não há ciclos (1)

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

Não (0) Sim (1)

Ciclo <30 segundos (0) Não há ciclos (1)

5.3- Há rodízio (revezamento) nas tarefas?

Não (0) Sim (1)

5.4- Percebe-se sinais de estar o trabalhador com o tempo apertado para realizar sua tarefa?

Sim (0) Não (1)

5.5- A mesma tarefa é feita por um mesmo trabalhador durante mais que 4 horas por dia?

Sim (0)

Não (1)

6. Ferramenta de Trabalho

6.1- Para esforços em prensão:

- O diâmetro da manopla da ferramenta tem entre 20 e 25 mm (mulheres) ou entre 25 e 35 mm (homens)?

Para esforços em pinça:

O cabo não é muito fino nem muito grosso e permite boa estabilidade da pega?

Não (0) Sim (1)

Não há ferramenta (1)

6.2- A ferramenta pesa menos de 1 kg ou, no caso de pesar mais de 1 kg, encontra-se suspensa por dispositivo capaz de reduzir o esforço humano?

Não (0) Sim (1)

Não há ferramenta (1)

Orientação quanto a alguns itens específicos:

- **Necessidade do uso de luvas**- Toda tarefa que exige prensão manual ou pulpar é dificultada pelo uso de luvas, obrigando o trabalhador a exercer uma força bem maior; naturalmente, se o trabalhador usa luvas, mas estas luvas deixam a ponta dos dedos livres, não se deve penalizar a condição de trabalho neste item; assim também, se a pessoa usa luvas cirúrgicas, não se deve penalizar, pois as mesmas não exigem maior força de compressão.
- **Esforços estáticos dos membros superiores** - os mais comuns são: (a) braços suspensos, sem apoio; (b) antebraços suspensos, sem apoio; (c) usar a mão como morsa; (d) esforço estático do pescoço para sustentar a cabeça em posição forçada, como mirar um objeto acima da horizontal dos olhos, olhar um documento sobre a mesa com o pescoço torcido ou olhar um monitor de vídeo colocado no lado da mesa ou firmar o telefone ao pescoço enquanto anota com a outra mão.
- **Posturas forçadas dos membros superiores** - Considera-se posturas forçadas:
 - Braço fletido ou abduzido durante um tempo significativo - contribui para o aparecimento de tendinite de ombro.
 - Antebraço fletido sobre o braço, associado a supinação - gera sobrecarga tensional sobre o bíceps, com possibilidade de tendinite do mesmo.
 - Membro superior elevado como um todo, e sem apoio- leva a contração estática de todo o membro superior, podendo resultar em fadiga; favorece as tendinites do ombro.
 - Movimentação freqüente de supinação e pronação- pode levar a hipertrofia/inflamação do músculo pronador redondo.

- Flexão freqüente do punho- pode ocasionar tenossinovite dos flexores, compressão do nervo mediano no túnel do carpo, e, quando associada a força, a epicondilite medial.
 - Extensão freqüente do punho – pode ocasionar tenossinovite dos extensores, compressão do nervo mediano no túnel do carpo, e, quando associada a força, pode contribuir para epicondilite lateral.
 - Desvio ulnar freqüente, principalmente quando associado a força- pode ocasionar Tendinite de DeQuervain;
 - Pinça pulpar associada a força – pode ocasionar Tendinite de DeQuervain e miosite dos músculos do polegar;
 - Compressão digital fazendo força - pode ocasionar Tendinite de DeQuervain;
 - Cabeça excessivamente estendida – pode ocasionar mialgia do trapézio e esternocleidomastóideo;
 - Cabeça excessivamente fletida – pode ocasionara cervicobraquialgia.
-
- **Regulagem da altura do posto de trabalho-** no caso de trabalho sentado, quando a cadeira tiver regulagem fácil de altura considera-se posto de trabalho de altura regulável, desde que haja apoio adequado para os pés.

Critério de Interpretação:

- Somar o total dos pontos
- Acima de 22 pontos: ausência de fatores biomecânicos
- Entre 19 e 22 pontos: fator biomecânico pouco significativo
- Entre 15 e 18 pontos: fator biomecânico de moderada importância
- Entre 11 e 14 pontos: fator biomecânico significativo

Abaixo de 11 pontos: fator biomecânico muito significativo

APÊNDICE C

Protocolo de Strain Index

Este apêndice apresenta uma descrição detalhada do protocolo Strain Index

Protocolo de Strain Index

Classificação	Caracterização	Mult.	Encontr.	Observações
Intensidade do esforço (FIT)				
Leve	Tranquilo	1.0		
Médio	Percebe-se algum esforço	3.0		
Pesado	Esforço nítido; sem expressão facial	6.0		
Muito Pesado	Esforço nítido; muda a expressão facial	9.0		
Próx. Máximo	Usa tronco e membros	13.0		
Duração do Esforço (FDE)				
< 10% do ciclo		0.5	X	
10-29% do ciclo		1.0		
30-49% do ciclo		1.5		
50-79% do ciclo		2.0		
> 80% do ciclo		3.0		
Frequencia do Esforço (FFE)				
< 4 por minuto		0.5	X	
4 - 8 por minuto		1.0		
9 - 14 por minuto		1.5		
15-19 por minuto		2.0		
> 20 por minuto		3.0		
Postura da Mão-Punho (FPMP)				
Muito boa	Neutro	1.0	X	
Boa	Próxima do neutro	1.0		
Razoável	Não neutro	1.5		
Ruim	Desvio nítido	2.0		
Muito ruim	Desvio próximo do máximo	3.0		
Ritmo do trabalho (FRT)				
Muito lento	=< 80%	1.0	X	
Lento	81-90%	1.0		
Razoável	91-100%	1.0		
Rápido	100-115% (apertado porém acompanha)	1.5		
Muito rápido	> 115% (apertado, não acompanha)	2.0		

Duração do trabalho (FDT)

- =< 1 hora por dia
- 1-2 horas por dia
- 2-4 horas por dia
- 4-8 horas por dia
- > 8 horas por dia

	X	
0.25		_____
0.50		_____
0.75		_____
1.0		_____
1.5		_____

ÍNDICE (FITx FDEx FFEx FPMPx FRTx FDT)

=

Interpretação

- < 3.0 **Baixo Risco**
- 3.0 - 7.0 **Duvidoso**
- > 7.0 **Risco**

APÊNDICE D

Tabulação dos resultados relativos à aplicação do protocolo de Couto aos dois postos de tornearia da empresa estuda.

	TORNEARIA LEVE							TORNEARIA PESADA						
	INDIVÍDUOS							INDIVÍDUOS						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Sobrecarga física														
1.2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.5	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
1.6	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	4	2	3	3	5	5	3	5	2	2	3	2	3	1
Força da Mão														
2.2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
2.3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0
2.4	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
2.4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0
	3	4	4	4	4	3	3	1	3	2	3	2	0	1
Postura no trabalho														
3.1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
3.2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
3.3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
3.4	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
3.5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
3.6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
3.7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	7	6	5	5	6	6	7	5	4	5	4	3	4	2
Posto de trabalho														
4.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
4.2	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
	2	2	1	1	2	2	2	1	1	0	2	2	1	1
Repetitividade do trabalho														
5.1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0
5.2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
5.3	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
5.4	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
5.5	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4	5	5	2	3	4	0	2	2	2	1	4	2
Ferramentas de trabalho														
6.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
6.2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	0	2	2
Resultado Geral	21	20	20	20	20	20	21	14	13	12	16	10	14	9