



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO
MESTRADO EM GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Milena Alves Medrado

**GESTÃO DO CONHECIMENTO E ERGONOMIA:
Fatores Biomecânicos na Atividade de Soldagem de Peças**

FLORIANÓPOLIS

2007

Milena Alves Medrado

**GESTÃO DO CONHECIMENTO E ERGONOMIA:
Fatores Biomecânicos na Atividade de Soldagem de Peças**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho

FLORIANÓPOLIS

2007

FICHA CATALOGRÁFICA

M492g Medrado, Milena Alves
Gestão do conhecimento e ergonomia : fatores biomecânicos na atividade de soldagem de peças / Milena Alves Medrado; orientador Francisco Antonio Pereira Fialho. – Florianópolis, 2007.
60 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2007.

Inclui bibliografia.

1. Gestão do conhecimento. 2. Ergonomia. 3. Biomecânica. 4. Morbidade. 5. Trabalho. 6. Reestruturação produtiva. 7. Adequação. I. Fialho, Francisco Antonio Pereira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU: 659.2

Milena Alves Medrado

**GESTÃO DO CONHECIMENTO E ERGONOMIA:
Fatores Biomecânicos na Atividade de Soldagem de Peças**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 18 de dezembro de 2007.

Prof. Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco
Coordenador do Programa - UFSC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho,
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Sônia Fialho
Avaliadora Externa

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

Aos meus pais, Isidro e Célia Medrado, que me deram as ferramentas iniciais para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Meus mais sinceros agradecimentos:

À Deus, pelo dom da minha existência, e por ser a minha maior fonte de luz e fé.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Francisco Fialho, por ter me feito acreditar em mim mesma neste momento tão difícil, e por ter me dado forças para seguir em frente, inclusive pela paciência e toda a sua sabedoria compartilhada em todos os momentos.

Aos Mestres do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, em especial, ao Prof. Dr. João Bosco e à Profa. Dra. Christianne Coelho.

Aos Membros da Banca, pela preciosa colaboração, que ampliarão os meus conhecimentos.

Aos meus Pais, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando em todas as minhas buscas e comemorando comigo cada conquista.

Ao meu esposo, Kessler pela “cobrança”, pelo carinho e entendimento em determinadas situações, pelo amor e apoio incondicionais.

À minha Filha, Maria Fernanda, que nasceu junto com este projeto, por quem sinto um amor inexplicável que aumenta a cada dia e que enche o meu coração de alegria.

Aos meus amigos e companheiros de luta, Alexandre Matos, Cristiano Sena Conceição, Irlandia Ramos, Rosângela Gueudeville e Renata Jorge Vieira, pelo apoio constante, pelo carinho e suporte, e pela preocupação e atenção durante esta caminhada.

Ao casal de amigos Nelson e Ermelinda Silveira, pelo incentivo e por acreditarem sempre no meu potencial, não me permitindo desistir.

Aos Professores do Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento, pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

Aos gestores e colegas de trabalho, pelo apoio no desenvolvimento e continuidade deste projeto.

À Empresa e ao funcionário que participaram deste trabalho ativamente.

A todas as pessoas, que mesmo indiretamente, colaboraram para esta caminhada.

“É devido à ignorância do indivíduo que a sociedade moderna atrofia os adultos. O homem não suporta impunemente a forma de existência e o trabalho uniforme e estúpido imposto aos operários das fábricas, aos empregados de escritórios, a todos aqueles que têm de assegurar a produção em massa. O indivíduo encontra-se isolado e perdido na imensidão das cidades modernas. É uma abstração econômica, uma cabeça de gado num rebanho. Perde a sua qualidade de indivíduo, deixa de ter responsabilidade e dignidade”.(CORRELL, 1936).

MEDRADO, Milena Alves. **GESTÃO DO CONHECIMENTO E ERGONOMIA: Fatores Biomecânicos na Atividade de Soldagem de Peças**. Florianópolis, 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. UFSC, Florianópolis.

RESUMO: *É válido ressaltar que as patologias biomecânicas têm aumentado as estatísticas de morbidade nas grandes empresas. Tendo como objetivo conduzir a uma reflexão na perspectiva da ergonomia sobre a questão da variabilidade dos homens, dos equipamentos e da matéria prima inserida no contexto de trabalho da atividade de soldador. Considerando-se o setor de soldagem como um setor de uma Organização mais complexa.*

A ergonomia e a gestão do conhecimento têm sido solicitadas, cada vez mais a atuarem na análise de processos de reestruturação produtiva, sobretudo, no que se refere às questões relacionadas à caracterização da atividade e à adequação dos postos de trabalho à biomecânica do trabalhador.

No trabalho apresentado a seguir será feita uma análise ergonômica associada ao conhecimento humano no setor de soldagem de peças enfatizando o mau uso da biomecânica humana e as complicações patológicas futuras.

As contribuições da ergonomia, na introdução de melhorias nas situações de trabalho, se dão por uma via de ação que busca compreender as atividades dos indivíduos em diferentes situações de trabalho com vistas à sua transformação. Assim, o foco de ação é a situação de trabalho inserida em um contexto.

PALAVRAS – CHAVES: *Biomecânica; morbidade; ergonomia; gestão do conhecimento; trabalho; reestruturação produtiva; adequação.*

MEDRADO, Milena Alves. **KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ERGONOMY : Factors on the Activity of Welding Pieces.** Florianópolis, 2007. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. UFSC, Florianópolis.

ABSTRACT: *It is valid to emphasize that biomechanics pathologies have increased the statistics of morbidity in big companies. Aiming to conduct a reflexion on ergonomic perspective, regarding the variability of men, equipments and the raw material used by welder's activities, considering the sector of welding in a complex organization.*

Ergonomy and knowledge management have been requested more and more to act on the analysis of productive restructure processes, mainly, regarding to question related to characterization of activity and adaptation to the biomechanics of the worker.

On the present proposal will be realized an ergonomic analysis associated to human knowledge on welding sector of pieces emphasizing the bad use of human biomechanics and future pathological complications.

The contribution of ergonomy, introducing improvements on work activities, arises in an attempt to understand the activity of workers in different situations at work, searching for a transformation.

KEY WORDS: *Biomechanics; morbidity; ergonomy; knowledge management; labor; productive restructive; adequation.*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DORT	Doença ósteo muscular relacionada ao trabalho;
EPI	Equipamento de Proteção Individual;
L5	5ª. Vértebra da coluna lombar;
LER	Lesão por esforço repetitivo;
MMII	Membros Inferiores;
MMSS	Membros Superiores;
MSE	Membro Superior Esquerdo;
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i> (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	Objetivo Geral	16
1.3.2	Objetivo Específico	16
1.4	PERTINÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO	16
1.5	DELIMITAÇÃO DO TEMA	17
1.6	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	19
CAPÍTULO 2	GESTÃO DO CONHECIMENTO	20
2.1	CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES	20
2.2	CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO	21
2.3	TRANSFORMANDO O CONHECIMENTO TÁCITO EM CONHECIMENTO EXPLÍCITO	22
CAPÍTULO 3	SISTEMA MUSCULAR E BIOMECÂNICA	23
3.1	ESTRUTURA DOS MÚSCULOS	23
3.2	A CONTRAÇÃO MUSCULAR	24
3.3	ESFORÇO MUSCULAR	24
3.4	FADIGA MUSCULAR	24
3.5	MEMBROS SUPERIORES	25
3.6	COLUNA LOMBAR	26
3.6.1	Biomecânica Básica da Coluna Vertebral do Ser Humano	26
CAPÍTULO 4	INSTRUMENTOS E MÉTODOS	28
4.1	OBSERVAÇÃO DIRETA DA TAREFA	28
4.2	ANÁLISE BIOMECÂNICA DA MÁQUINA HUMANA	28
4.3	CRONOANÁLISE	28
4.4	ENTREVISTA NÃO ESTRUTURADA COM A CHEFIA	28
4.5	ANÁLISE DO AMBIENTE DE TRABALHO	29
4.6	DIFICULDADES ENCONTRADAS PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO	29
4.7	BREVE DEMONSTRAÇÃO DO INÍCIO DO TRABALHO DE SOLDAGEM	30

CAPÍTULO 5	PATOLOGIAS DO TRABALHO DO SOLDADOR DE PEÇAS: RESULTADOS MAIS FREQUENTES, PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES	32
5.1	O MANUSEIO DE CARGAS	32
5.2	INCOVENIENTES PARA A POSIÇÃO DE PÉ, PARADO, ENQUANTO POSIÇÃO DE TRABALHO	33
5.3	A POSTURA DE CÓCORAS	33
5.4	TENDINITE DO SUPRA ESPINHOSO	35
5.5	BURSITES	37
5.6	SÍNDROME DE COMPRESSÃO DO DESFILADEIRO CÉRVICO TÓRACO BRAQUIAL	40
5.7	EPICONDILITE	41
5.8	TENDINITE DE DE QUERVAIN	42
5.9	LER/DORT	44
5.10	LOMBALGIAS	44
5.11	HÉRNIA DE DISCO INTERVERTEBRAL	48
5.12	PRIORIDADES QUE DEVEM SER CONSIDERADAS EM UMA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA	50
5.13	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA MÁQUINA HUMANA SOB O PONTO DE VISTA BIOMECÂNICO	52
5.13.1	Características Gerais	53
CAPÍTULO 6	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	55

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

Quando o funcionário de uma empresa começa a sentir dores que são provocadas e/ou agravadas por sua atividade laborativa e por seu desconhecimento de princípios de boa postura corporal, ocorre redução de sua produtividade. (PEREIRA, 2001).

Desde há muito tempo sabe-se que os tecidos do corpo humano, quando submetidos a atritos, estiramentos ou pressões indevidas, isto é, a estímulos físicos que excedam a sua capacidade de adaptação, se inflamam, provocando dores e sintomas característicos, e localizados nas estruturas agredidas. Até o osso pode sofrer fraturas se for submetido a determinados esforços repetitivos ("fraturas de estresse"). (RIOS, 1998). Promovendo fadiga muscular, dormência, formigamento, diminuição da sensibilidade, diminuição da força e diminuição da produtividade. (PEREIRA, 2001).

As dores na coluna vertebral acometem a maioria das pessoas em algum momento de sua vida, representando um alto custo social e financeiro para a sociedade. De seu lado, o indivíduo acometido sofre com a incerteza do diagnóstico e do tratamento, além das perdas profissionais e de qualidade de vida. (NATOUR, 2004).

O conceito de produtividade é cada vez mais intenso nas organizações, gerando um esforço extra do trabalhador, em ambientes nem sempre adequados ao desenvolvimento de suas tarefas. Estão formando assim, o ambiente ideal para a instalação e evolução de doenças das mais diversas origens, LER, DORT e outras. (BELLUSCI, 2007).

“A saúde e a doença do trabalhador são determinadas pelos processos de trabalho que envolvem complexas relações econômicas, sociais e tecnológicas, que determinam a exposição a fatores de risco físicos, químicos, biológicos, mecânicos e aqueles decorrentes da organização laboral.” (BELLUSCI, 2007, p. 10).

A prática da promoção da saúde e a prevenção de doenças vêm ganhando grande popularidade pelo interesse na qualidade de vida das pessoas com o intuito de minimizar o sofrimento e morbidade provocados por doenças e acidentes. Pensando-se assim, foi feita uma análise de movimentos realizados na atividade de soldagem de peças tentando-se descobrir os efeitos do mau uso da biomecânica humana. (PEREIRA, 2001).

“As doenças da coluna vertebral constituem uma das maiores causas de consultas médicas e de afastamento definitivo do trabalho no mundo. Na maioria dos pacientes, ainda hoje, encontra-se muita dificuldade em localizar as causas da dor”. (NATOUR, 2004, p. 17).

O tratamento do paciente envolve, além do tratamento específico da doença de base, quando for o caso, educação ao paciente, objetivando conscientização e conhecimento sobre a ergonomia e a biomecânica humana. (NATOUR, 2004).

1.1 JUSTIFICATIVA

Uma visita prévia a uma empresa de grande porte, de fabricação de meio de transporte de carga pesada demonstrou que a postura adotada pelo operário no setor de soldagem de peças pode gerar sobrecarga nos segmentos da coluna e nos membros. O manuseio de cargas pode levar ao surgimento de complicações patológicas futuras.

1.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Tendo em vista a problemática descrita acima, a questão de pesquisa deste projeto é: de que forma o estudo da biomecânica e o conhecimento de um soldador de peças podem contribuir para a redução das patologias inerentes a esta atividade laboral?

“(…) o trabalho não deve exigir mais que 30% da capacidade de força de um determinado grupamento muscular de forma prolongada ou repetitiva, deve-se evitar qualquer contração muscular envolvendo um esforço maior que 50% do máximo de força do músculo. A maneira que o trabalhador utiliza a sua biomecânica contribui para o aparecimento ou não de patologias”.(COUTO, 1995)

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral:

Fazer uma análise no setor de soldagem de peças numa empresa de fabricação de meio de transporte de carga, levando-se em consideração a biomecânica do ser humano e o conhecimento do trabalhador em como utilizá-la. E, através destas identificar principais patologias que possam ser provocadas pelas atividades laborais.

1.3.2 Objetivos específicos:

- a) analisar biomecanicamente a sobrecarga que a tarefa poderá trazer para cada articulação envolvida;
- b) analisar a postura de um operário no setor de soldagem a partir dos princípios da biomecânica corporal;
- c) recomendações ao funcionário.

1.4 PERTINÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO.

A humanidade passou por evoluções e manifestações que variam de acordo com o momento histórico e os locais habitados por cada sociedade, considerando-se as especificidades de cada uma. (FIALHO, 2006).

Para este estudo nos baseamos nas conversões de conhecimento. Durante a análise da atividade do soldador foi possível perceber que ele utiliza o conhecimento formal, explícito, tendo sido treinado para tal tarefa. Porém observamos também que pelo tempo de experiência do indivíduo na mesma tarefa, ele já criou adaptações próprias.

Sabe-se que em uma análise biomecânica, toda e qualquer forma de conhecimento demonstrada pelo trabalhador deve ser considerada, objetivando a melhoria da performance na execução das tarefas.

“Embora os gerentes ocidentais estejam mais acostumados a lidar com o conhecimento explícito, o reconhecimento do conhecimento tácito e sua importância tem diversas implicações de suma relevância. Primeiro dá origem a uma perspectiva totalmente diferente da organização - não a de uma máquina de processamento de informações, mas a de um organismo vivo”. (NONAKA E TAKEUCHI, 1997, p. 8).

Consideremos a evolução das organizações juntamente com os processos de criação e disseminação de conhecimento, de aprendizagem contínua e evolução dos meios de produção. Desde a pré-história, os seres humanos já produziam os seus próprios utensílios visando atender às suas necessidades. Ainda segundo FIALHO em 2006, p 09:

“[...] o homem passou a produzir também instrumentos rudimentares, com lascas de pedras e ossos, e já aproveitava os recursos que a natureza lhe oferecia para garantir seu sustento através de atividades em grupos, que permitiam a cooperação e, principalmente o aprendizado social”.

Através da observação e da aprendizagem, o homem foi capaz de criar, desenvolver e disseminar seus conhecimentos. Ele coletava diretamente do meio ambiente todas as informações necessárias à sua subsistência. (FIALHO 2005 e 2006).

“[...] a necessidade de enfrentar as condicionantes e adversidades do mundo exigiu que o mesmo desenvolvesse instrumentos que lhe permitisse ampliar as suas capacidades sensorio-motoras [...]. (FIALHO, 2005, p. 23)”.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Segundo Wisner (1987) a Ergonomia é o conjunto de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia, constituindo parte importante na melhoria das condições de trabalho.

“A ergonomia é uma disciplina científica formada pelas interações do homem com o ambiente de trabalho, também aplica teorias, dados, métodos e princípios a projetos a fim de otimizar sempre o bem estar humano e o desempenho global do sistema”. (ABERGO, 2007).

Até a segunda guerra mundial, as ciências do homem estavam orientadas para a observação dos efeitos danosos do trabalho sobre o mesmo, e para o estabelecimento de regras de proteção à saúde. Conforme Bellusci (2007), alguns setores de trabalho sofreram, nas últimas décadas, forte influência do uso da tecnologia para o controle de maquinários.

Esse processo, quando utilizado num ambiente de trabalho sem planejamento adequado, força o uso de equipamentos em condições que agridem o ser humano e podem provocar doenças.

A manutenção de uma postura adequada é de suma importância para qualquer ser humano. As patologias provocadas pela má postura aumentam os índices de afastamento e de incapacitação do funcionário.

“A coluna vertebral é uma série de ossos individuais – as vértebras – que ao serem articulados constituem o eixo central esquelético do corpo. A coluna vertebral é flexível porque as vértebras são móveis, mas a sua estabilidade depende principalmente dos músculos e ligamentos. Embora seja uma entidade puramente esquelética, do ponto de vista prático, quando nos referimos à “coluna vertebral”, na verdade estamos também nos referindo a seus anexos, que são os músculos, nervos e vasos com ela relacionados. Seu comprimento é de aproximadamente dois quintos da altura total do corpo.” (NATOUR, 2004).

A máquina ao se inserir no mundo dos homens, define novos modos de ser em grupo, arrastando a imaginação, que se assusta ante a perplexidade das promessas e ameaças que rondam nosso futuro comum. (FIALHO, 2006). As pessoas tendem a se diferenciar pelo que sabem e pela forma como conseguem usar esse conhecimento. Nos dias atuais o conhecimento se torna a maior vantagem competitiva de uma organização. Os funcionários têm um nível de conhecimento sobre a estratégia, a gestão e os desafios que antigamente eram impensáveis. (TAPSCOTT, 2007).

“O conjunto de conhecimento é resultante de processos de aprendizagem que ocorrem através do tempo, modificando-se permanentemente ao longo do tempo, gerando mudanças no comportamento do indivíduo”. (FIALHO, 2006, p. 33).

A ergonomia se desmaterializa, deixa de ser físico, passando a investigar a mente, o funcionamento cognitivo, adaptando o trabalho, não apenas enquanto um processo de transformação, onde trabalho e trabalhador constantemente se criam e se recriam. (FIALHO, 2005). Como define Iida (2005), p 1. “Antes, o trabalho exigia esforço físico repetitivo. Hoje, depende principalmente dos aspectos cognitivos, ou seja, da aquisição e processamento de informações”.

Os transtornos da coluna se constituem numa das maiores causas de afastamento prolongado do trabalho e de sofrimento humano em todos os países. (COUTO, 1995; PEREIRA, 2001).

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO (ESTRUTURA PROVÁVEL DA DISSERTAÇÃO)

O presente trabalho foi realizado através de um estudo de caso de caráter qualitativo. A primeira etapa deste estudo será baseada em uma pesquisa na literatura científica, da qual será realizada uma análise do conteúdo encontrado. Este será selecionado em revistas, artigos científicos, pesquisas na Internet, teses, dissertações e em Bancos de dados e livros entre os anos de 1995 e 2007.

No primeiro capítulo será feita a apresentação do trabalho, observando a falta de conhecimento do soldador de peças no manuseio de cargas e as complicações para a biomecânica humana. Para tal foram utilizadas bases de dados como Couto (1995), Couto (1996), Natour (2004), Nonaka e Takeuchi (1997), Pereira (2001), Fialho (2005) e Fialho (2006), Tapscott (2007), entre outros.

O segundo capítulo aborda a Gestão do Conhecimento, enfocando a sua criação e a transformação do conhecimento tácito em explícito, objetivando criar um “*LINK*” entre a Ergonomia e a Gestão do Conhecimento, baseando-se nos autores: Nonaka e Takeuchi (1997), Choo (2006) e Tapscott (2007), entre outros.

O terceiro capítulo trata o sistema muscular e a biomecânica, já antecipando o esforço realizado na atividade de soldagem de peças. Para tanto foram utilizados autores como: Couto (1995), Grandjean (1998), Freire; Natour (1999) e (2004), entre outros.

O quarto capítulo refere-se à pesquisa realizada com o funcionário do setor de soldagem de peças. Foi realizada uma análise do ambiente de trabalho através da observação direta da tarefa, cronoanálise e uma entrevista não estruturada coma chefia. Foram feitas algumas fotos do setor e das posturas assumidas durante a realização de algumas etapas da atividade do soldador.

Após esta coleta, como mostra o quinto capítulo, foram detectados os fatores de risco para o manuseio de cargas, e seguindo, das patologias mais freqüentes para quem realiza este tipo de atividade laboral.

Dessa forma foram sugeridas medidas ideais de trabalho, minimizando e/ou evitando os riscos das doenças prováveis deste setor.

CAPÍTULO 2

2 GESTÃO DO CONHECIMENTO

Segundo Tapscott, 2007, os sentimentos reacionários não são uma surpresa diante das circunstâncias. A produção do conhecimento, bens e serviços estão se tornando uma atividade colaborativa da qual um número cada vez maior de pessoas pode participar. Conforme Iida, 2005, no mundo moderno o conhecimento tornou-se mais precioso que os próprios materiais, sendo a gestão do conhecimento uma das principais preocupações.

“O conhecimento representa aquilo que os empreendedores sabem, percebem ou discernem a respeito de si mesmos e sobre o ambiente que os rodeia. O conhecimento é profundamente influenciado pelo ambiente ao qual o indivíduo faz parte, pela estrutura psicológica, social, política, ambiental, processos fisiológicos e pelas necessidades e experiências anteriores de cada pessoa”.(FIALHO, 2006, p. 32).

2.1 CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES

Segundo Nonaka e Takeuchi, 1997, entende-se por criação de conhecimento organizacional a capacidade de se criar, adquirir, o novo conhecimento, armazená-lo e difundí-lo na organização como um todo e, incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas. (TAPSCOTT, 2007; IIDA, 2005).

“[...] acreditamos que a nova era prenuncia mais oportunidades econômicas para indivíduos e empresas, assim como maior eficácia, criatividade e inovação na economia como um todo”.(TAPSCOTT, 2007, p. 28).

Épocas de incerteza freqüentemente forçam as empresas a buscarem o conhecimento dos indivíduos fora da organização, nesses períodos as empresas acumulam conhecimento externo quase que desesperadamente. Havendo um comportamento amplo deste conhecimento dentro da organização, armazenado como parte da base de conhecimentos da empresa e utilizado pelos envolvidos no desenvolvimento de novas tecnologias e produtos.

Para Nonaka e Takeuchi, 1997, p. 04, ocorre algum tipo de conversão.

“[...] e este processo de conversão - de fora para dentro e para fora novamente, sob a forma de novos produtos, serviços ou sistemas - é a chave para entender os motivos do sucesso... É exatamente esta dupla atividade, interna e externa, que abastece a inovação contínua..., por sua vez, leva a vantagens competitivas”.

2.2 CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Diversos autores anunciam a chegada da sociedade do conhecimento, que se distingue, na nova economia, por ter no conhecimento um recurso mais significativo. Observaram que o conhecimento passou de auxiliar do poder monetário e da força física a sua própria essência, podendo ser o substituto definitivo de outros recursos.

“[...] exploraremos a capacidade, a engenhosidade e a inteligência humana com mais eficiência e eficácia do que qualquer outra coisa que já presenciamos. Parece uma tarefa muito difícil, mas o conhecimento, a competência e os recursos coletivos reunidos em amplas redes horizontais de participantes podem ser mobilizados para realizarem muito mais que uma única empresa agindo sozinha seria capaz.” (TAPSCOTT, 2007, p. 30).

A criação do conhecimento é conseguida quando se reconhece a interação entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito, e quando são elaborados processos sociais capazes de criar novos conhecimentos por meio da conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito (CHOO, 2006; NONAKA E TAKEUCHI 1997).

Partindo-se da visão da organização como uma máquina, teremos uma visão do conhecimento como sendo explícito - algo formal e sistemático, fácil de ser transmitido entre indivíduos e grupos. Podendo ser expresso em palavras e números.

Já o conhecimento tácito, para Nonaka e Takeuchi, 1997, em concordância com Choo, 2006, é algo dificilmente visível e exprimível. Sendo altamente pessoal e difícil de formalizar e comunicar a outros, dificultando o compartilhamento. É constituído do *know-how* subjetivo, dos *insights*, palpite subjetivos, intuições e conclusões que uma pessoa passa a adquirir estando numa atividade por um longo período. Além de estar profundamente enraizado nas ações e experiências de um indivíduo.

2.3 TRANSFORMANDO O CONHECIMENTO TÁCITO EM CONHECIMENTO EXPLÍCITO

Existem algumas maneiras de transformar o conhecimento: a conversão do conhecimento em conhecimento tácito, por meio da socialização; pela exteriorização, que converte conhecimento tácito em conhecimento explícito; a transformação do conhecimento explícito em conhecimento explícito, por meio da combinação; e pela internalização, que converte conhecimento explícito em conhecimento tácito.

Segundo Choo, 2006, a socialização é o compartilhamento de experiências, utilizando-se da observação e do treinamento, além da prática, para a aprendizagem de novas capacidades.

A exteriorização (Choo, 2006) é a tradução do conhecimento tácito em conhecimento explícito, utilizando-se metáforas, analogias e modelos. É a atividade fundamental para a construção do conhecimento e ocorre principalmente durante a fase de criação de conceito no desenvolvimento de um novo produto. Sendo provocada pelo diálogo ou pela reflexão coletiva.

Combinações, como o próprio nome diz, é a continuação de conhecimento explícito, combinando conhecimentos explícitos decorrentes de várias fontes.

CAPÍTULO 3

3 SISTEMA MUSCULAR E BIOMECÂNICA

O aparelho de movimentação das pessoas é o sistema osteomioarticular distribuído em todo o corpo. (GRANDJEAN, 1998).

A fisiologia do trabalho distinguiu duas formas de esforço muscular (COUTO, 1995; GRANDJEAN, 1998). O trabalho muscular dinâmico (trabalho rítmico): caracteriza-se por uma seqüência rítmica de contração e extensão da musculatura em trabalho; e o trabalho muscular estático (trabalho postural): caracteriza-se por um estado de contração prolongada da musculatura, o que geralmente implica em trabalho de manutenção de postura.

Graças a esta capacidade estática podemos manter partes do corpo em uma posição desejada. (COUTO, 1995; GRANDJEAN; 1998).

Para realizar uma postura ou um movimento, são acionados diversos constituintes como: músculos, ligamentos e articulações do corpo.

Os músculos são responsáveis por fornecer a força necessária para o corpo para adotar uma postura ou realizar um movimento, os ligamentos executam uma função auxiliar, enquanto as articulações permitem um deslocamento de partes do corpo em relação às outras. As posturas e os movimentos inadequados produzem tensão mecânica no sistema músculo esquelético, predispondo às DORT's. (DULL, WEERDMESTER, 2004)

Os músculos se nutrem durante o período de relaxamento, daí a importância da contração muscular ser predominantemente isotônica, devendo-se evitar contração muscular isométrica (ou estática). (COUTO, 1996).

“Funciona como uma estrutura que permite ao ser humano ter ao mesmo tempo uma estrutura física para sustentação do corpo e uma estrutura móvel, que o possibilita mover a parte superior do corpo”.(GRANDJEAN, 1998).

3.1 ESTRUTURA DOS MÚSCULOS

Cada músculo compõe-se de um grande número de fibras, que nas duas pontas unem-se às fibras dos tendões. Em músculos longos encontram-se ocasionalmente fibras musculares encadeadas em séries.

Este sistema representa cerca de 40% do peso corporal. (GRANDJEAN, 1998).

3.2 A CONTRAÇÃO MUSCULAR

A mais importante característica dos músculos é a sua capacidade de contrair-se. Um músculo pode contrair-se até a metade de seu comprimento normal. Em uma contração total, o trabalho do músculo será tanto maior quanto maior o seu comprimento. (GRANDJEAN, 1998).

3.3 ESFORÇO MUSCULAR

Na vida diária, o nosso corpo precisa realizar bastante trabalho estático. Assim, estando de pé, uma série de grupos musculares das pernas, quadris, costas e da nuca estão continuamente tencionados; graças a esta capacidade estática podemos manter partes do corpo em uma posição desejada. (COUTO, 1995; GRANDJEAN; 1998).

Exemplos de esforço estático: (COUTO, 1995).

- a) Trabalho com o corpo fora do eixo vertical natural;
- b) Sustentar cargas pesadas com os MMSS (membros superiores);
- c) Trabalhar rotineiramente equilibrando o corpo sobre um dos pés; enquanto o outro aperta o pedal;
- d) Trabalhar com os braços acima do nível dos ombros;
- e) Trabalhar com os braços abduzidos de forma sustentada;
- f) Manter esforços estáticos de pequena intensidade, porém durante um grande período de tempo, podendo chegar à fadiga muscular;
- g) Trabalho sem apoio para os antebraços, e tendo que sustentá-los pela ação dos músculos dos braços.

3.4. FADIGA MUSCULAR

O corpo humano, assim como uma máquina, possui uma determinada capacidade funcional que, se ultrapassada, seja em frequência, seja em intensidade, dá sinais de sobrecarga e diminuição do seu ritmo funcional. (COUTO, 1995; RIOS, 1998).

Segundo Iida, 2005, a fadiga é o efeito de um trabalho continuado, que provoca uma redução reversível da capacidade do organismo e uma degradação qualitativa deste trabalho.

No estado de fadiga, a situação presente é de uma diminuição, e não de uma exaustão da capacidade funcional, se isso ocorrer vem acompanhado de um quadro clínico de extrema debilidade física, dores generalizadas, sem lesões de estruturas músculo esqueléticas e, em algumas situações, de aumento significativo dos níveis de ácido láctico. (COUTO, 1995; RIOS, 1998).

“Os músculos se nutrem durante o período de relaxamento, daí a importância da contração muscular ser predominantemente isotônica, devendo-se evitar contração muscular isométrica (ou estática) e, recomenda-se que sempre que houver a contração muscular estática ela deve ser acompanhada de um período de pausas, para que ocorra a nutrição muscular”. (COUTO, 1996).

A manutenção de uma postura adequada é de suma importância para qualquer ser humano. As patologias provocadas pela má postura aumentam os índices de afastamento e de incapacitação do funcionário. Uma visita prévia a uma empresa de grande porte de Fabricação de meio de transporte de carga pesada demonstrou que a postura adotada pelo operário no setor de soldagem de peças pode gerar sobrecarga na coluna cervico-dorso-lombar; ombros; e membros inferiores. (BUSTAMENTE, monografia, 2002).

3.5 MEMBROS SUPERIORES

Os membros superiores, na evolução da espécie humana, deixaram de ser elementos de sustentação do corpo e passaram a elementos de realização de atividade útil, principalmente através da utilização das mãos. Ao nível da atividade laborativa, é extremamente difícil imaginar qualquer uma delas que não exija as mãos. (COUTO, 1996).

A mão representa o ponto distal de um sistema de extrema complexibilidade, no qual estão envolvidos centenas de músculos, tendões e de ramificações nervosas, cujo resultado final é a conjugação perfeita e harmônica de movimentos. (COUTO, 1996).

“Para a realização de tanto potencial, uma estrutura super complexa de nervos, tendões, ossos e articulações interagem numa área pequena, passando os tendões por roldanas naturais, numa relação de tal proximidade e tal complexidade que, se por um lado permite tanto movimento, por outro lado confere ao membro superior do ser humano uma grande vulnerabilidade às lesões”. (COUTO, 1996).

O ombro é uma articulação de grande mobilidade, e o seu ponto de maior vulnerabilidade é o tendão do músculo supraespinhoso, responsável pelo movimento de abdução do braço até 90°C; as bolsas sinoviais representam o segundo ponto de fraqueza (situações em que o braço é elevado acima do nível dos ombros). (COUTO, 1996). O movimento de rotação é quase um puro movimento gleno umeral até o movimento final. (DELFT, BREMEN, 1990).

3.6. COLUNA LOMBAR

A coluna vertebral é parte subcranial do esqueleto axial. De forma muito simplificada, é uma haste firme e flexível, constituída de elementos individuais unidos entre si por articulações, conectados por fortes ligamentos e suportados dinamicamente por uma poderosa massa musculotendinosa. (NATOUR, 2004).

O primeiro registro de dor lombar na história, relatado por Inhotep, ocorreu em um trabalhador que construía uma pirâmide no Sahara, antigo Egito, em 2748 AC (HAGBERG, 1993) e, desde então se tem integrado-o à história da Medicina.

A dor é forte, de início súbito e incapacitante, piora com os mínimos movimentos executados pela pessoa, podendo irradiar-se para os membros inferiores e limitar movimentos. (COUTO, 1995; PEREIRA, 2001).

3.6.1. Biomecânica básica e a coluna vertebral do ser humano

A coluna vertebral dá a característica ereta ao ser humano. Esta estrutura tem características espetaculares de rigidez e de mobilidade ao mesmo tempo; as suas curvaturas garantem um equilíbrio ao ser humano, sendo também o amortecedor de cargas. Além disso, serve também como proteção à medula espinhal. (COUTO, 1995; GRANDJEAN, 1998).

Segundo NATOUR, 2004, a função primária da coluna vertebral é dotar o corpo de rigidez longitudinal, permitindo movimentos entre suas partes. Secundariamente, constitui uma base firme para sustentação de estruturas anatômicas. Sua função primária é musculoesquelética e mecânica, constituindo-se apenas como uma rota fortuita e conveniente para a medula espinhal ganhar acesso a partes distantes do tronco e dos membros.

Todas as estruturas do segmento motor podem causar dor. Porém, o ponto central seria o disco intervertebral (85% dos casos), que, com a degeneração, aumentaria o peso sobre as facetas articulares. (FREIRE; NATOUR, 1999).

“Funciona como uma estrutura que permite ao ser humano ter ao mesmo tempo uma estrutura física para sustentação do corpo e uma estrutura móvel, que o possibilita mover a parte superior do corpo. A carga sobre a coluna vertebral aumenta de cima para baixo e é maior nas cinco últimas vértebras da coluna lombar”.(GRANDJEAN, 1998).

A capacidade do ser humano de desenvolver atividades fisicamente pesadas é baixa. O sistema osteomuscular do ser humano o habilita a desenvolver movimentos de grande amplitude contra pequenas resistências. (COUTO, 1995).

A coluna cervical tem como importante função os movimentos de flexão, extensão e de rotação lateral do pescoço; a coluna lombar tem como função permitir a aproximação do tronco ao chão; a coluna torácica possui pouca mobilidade.

As funções do sistema osteomuscular do ser humano podem ser vista como um sistema de alavancas: o segmento rígido é o osso; o ponto de apoio ou fulcro é a articulação; a potência é exercida pelos músculos e a resistência é o peso do segmento corpóreo, ou mesmo um peso que esteja sendo levantado. (COUTO, 1995).

Existem 3 tipos de alavancas:

- a) Alavanca de 1^o grau ou interfixa: Na qual o ponto de apoio encontra-se entre a potência e a resistência, quanto maior for a distância da potência ao ponto de apoio, menor terá que ser a potência necessária para vencer determinada resistência. No ser humano as alavancas interfijas estão relacionadas ao equilíbrio do corpo: pescoço, lombossacra, joelhos e tornozelos. (COUTO, 1995).
- b) Alavanca de 2^o grau ou inter resistente: Aqui a intensidade da força necessária para vencer determinada resistência é sempre menor do que o valor nominal da resistência. Quase não é encontrada no corpo humano. (COUTO, 1995).
- c) Alavanca de 3^o grau ou inter potente: Neste caso, para que seja possível vencer uma resistência há necessidade de se desenvolver um valor muito maior do que o valor nominal da resistência a ser vencida. É o sistema de alavanca predominante no corpo humano. Porém apresenta uma desvantagem mecânica quando se trata de vencer a resistência, mas por outro lado apresenta uma vantagem relacionada à velocidade e amplitude dos movimentos. (Couto, 1995).

CAPÍTULO 4

4 INSTRUMENTOS E MÉTODOS

4.1 OBSERVAÇÃO DIRETA DA TAREFA

Esta observação foi realizada através de visitas técnicas à área de produção, no setor de soldagem. Foi realizada uma análise ergonômica do setor, identificando as etapas de trabalho, bem como posturas utilizadas pelos trabalhadores durante execução das tarefas.

São realizados serviços de soldagem e montagem de componentes e suportes menores; são feitas a soldagem e montagem dos conjuntos principais, e união dos subconjuntos; por fim é feita a complementação de solda em pontos intercalados.

4.2 ANÁLISE BIOMECÂNICA DA MÁQUINA HUMANA

Com registros fotográficos, a realização da tarefa foi analisada em diversas posições e ângulos para observações posteriores, com ênfase em todos os segmentos corporais envolvidos.

Baseado nas posturas incorretas e na sobrecarga articular será feito uma análise sobre cada patologia a que este operário está predisposto.

4.3 CRONOANÁLISE

O tempo de permanência do funcionário em cada posição foi cronometrado com o intuito de se fazer uma avaliação da predisposição a determinadas patologias

4.4 ENTREVISTA NÃO ESTRUTURADA COM A CHEFIA

O chefe da Segurança do Trabalho detalhou todo o processo de soldagem, explicando cada procedimento, e dirigindo a visita pelos demais setores.

4.5 ANÁLISE DO AMBIENTE DE TRABALHO

A empresa é muito bem estruturada, grande, possui restaurante, jardins. O ambiente de produção situa-se em um galpão, com aproveitamento da luz do dia, com entradas de ar para ventilação.

Os setores de produção seguem uma ordem lógica de acordo com cada tarefa seguinte. A intensidade de ruído é alta, justificando a utilização dos equipamentos de proteção individuais (EPI's), em todos os setores: como protetores auriculares, máscaras e óculos. No setor de soldagem, além dos equipamentos de proteção básicos, o operário usa uma capa de proteção fabricada com raspa de couro, capacete, luvas, além da bota de uso obrigatório da empresa, todos também produzidos com raspa de couro; assim como o uso indispensável de óculos de proteção.

A necessidade do material de proteção ser quase que toda fabricada em couro se dá devido ao fato da atividade ser realizada todo o tempo com o uso de um soldador, podendo queimar o operador com faíscas de fogo.

4.6 DIFICULDADES ENCONTRADAS PARA A REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Para a realização desta pesquisa foram necessárias algumas visitas à empresa. Em cada uma delas, a “rotina” foi direcionada pelo Chefe da Segurança do Trabalho, que fez a seleção prévia das fotos tiradas por ele mesmo, quando solicitado, com a câmera fotográfica da própria Empresa. Foi o chefe quem direcionou a visita por todas as áreas da Empresa, e o mesmo se incumbiu de responder aos questionamentos sobre a tarefa de soldagem, não tendo sido permitido o questionamento direto ao funcionário, o qual estava desempenhando a tarefa. Apesar de a Empresa ter autorizado às solicitações feitas e terem dado acesso para a pesquisa, os pontos descritos acima foram considerados dificultadores para a realização da mesma.

4.7 BREVE DEMONSTRAÇÃO DO INÍCIO DO TRABALHO DE SOLDAGEM

Nesta área existe um local de estoques de peças, que são utilizadas gradativamente até formar o produto de objetivo final desta etapa, foto 1, mostra o estoque local de peças; foto 2, já visualiza como elas são pré-montadas e, na foto 3, elas estão prontas para serem soldadas; na foto 4 é possível visualizar uma peça já soldada sendo retirada com o auxílio de uma talha mecânica.



Foto 1: Rack de estoque de peças



Foto 2: Pré montagem de longarina. Cada peça é colocada no seu devido lugar, para depois dar início ao serviço de soldagem.



Foto 3: Pré montagem longarina. Peças prontas para serem soldadas.



Foto 4: Retirada da peça já soldada para retoques finais. Movimento realizado com o uso de talha mecânica.

CAPÍTULO 5

5 PATOLOGIAS DO TRABALHO DO SOLDADOR DE PEÇAS: RESULTADOS MAIS FREQUENTES, PROCEDIMENTOS E RECOMENDAÇÕES

Como resultado da observação direta da tarefa e, com informações colhidas com a chefia percebe-se que o vestuário de trabalho, o fardamento esquentam muito, fazendo com que o operador de soldagem pare com frequência para retirar o capacete e as luvas, e secar o suor.

5.1 O MANUSEIO DE CARGAS

O National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) baseou-se nos trabalhos de Chaffin para estabelecer valores limites para a força de compressão dos discos intervertebrais entre L5 e o sacro. O limite de ação abrange cargas de 40 a 50 kg., conforme a distância das mãos para o corpo. (GRANDJEAN, 1998), bem como o manuseio em determinadas posições, particularmente tendo que pegar a carga no chão aumenta substancialmente a incidência de lombalgia (FILHO E JUNIOR; LABORE, Saúde Ocupacional).

O manuseio de cargas, em especial o levantamento de cargas, deve ser considerado como trabalho pesado, mesmo que geralmente o consumo de energia e a frequência de pulso não estejam aumentados significativamente, a carga nas costas é frequentemente tão elevada que podem surgir complicações patológicas futuras. O seu problema principal não é tanto a exigência dos músculos, mas sim o desgaste dos discos intervertebrais.

5.2 INCONVENIENTES PARA A POSIÇÃO DE PÉ, PARADA, ENQUANTO POSIÇÃO DE TRABALHO

Segundo Couto, 1995, existem alguns inconvenientes para a posição de pé, parada:

- a) Fadiga dos músculos da panturrilha;
- b) Aparecimento de varizes;
- c) Agravamento de lesões preexistentes nos tecidos moles dos membros inferiores.
- d) Trabalhar de pé se constitui na melhor alternativa quando:
- e) Há necessidade de manusear objeto de peso maior que 3,0 Kg;
- f) Há necessidade de se deslocar para frente ou para os lados para pegar componentes, ferramentas, dispositivos;
- g) Quando se tem que fazer esforço para baixo;
- h) Quando as operações são distintas e requerem movimentos frequentes as estações de trabalho.

5.3 A POSTURA DE CÓCORAS

Posição que proporciona um bom equilíbrio para as pessoas acostumadas; sendo também uma posição que favorece um alongamento dos músculos do dorso, diminuindo a incidência de dores lombares e dorsais.

Está contra-indicado movimentar-se nesta postura, tendo como resultado a possibilidade de ruptura dos ligamentos colaterais do joelho, como pode ser visualizado na foto 5.



Foto 5: Solda final 1: Operador finalizando a solda de uma peça. Está na posição semi-agachado. Nessas condições deve haver maior disponibilidade de dispositivos giratórios acionados por comandos eletromecânicos, de tal forma a girar a peça e posicioná-la em condições de maior conforto para a execução da tarefa.

Nessas condições deve haver uma maior disponibilidade de dispositivos: como dispositivos giratórios para facilitar o posicionamento das peças (JUNIOR; FILHO. *Labore Saúde Ocupacional*, Belo Horizonte), p.ex. fotos 5 e 6.



Foto 6: Solda final 2: Operador com joelhos em semi-flexão; flexão de cotovelos e ligeira inclinação de cervical. Neste caso a mesa poderia ter dispositivo de regulagem de altura.

Essa postura somente seria recomendada para quem trabalha com pouquíssima movimentação, ficando alerta ao mudar de posição, como demonstra a foto 7, pois para isto devem levantar-se. (COUTO, 1995).



Foto 7: Solda final 3: Inclinação com torção de tronco simultâneas; semi-flexão de joelhos. Propensão à hérnia lombar.

5.4 TENDINITE DO SUPRA ESPINHOSO

As lesões mais frequentes da articulação do ombro são as afecções do tendão do músculo supra espinhoso. Sendo este o principal abductor do ombro juntamente com o deltóide, a foto 8 mostra exemplo de probabilidade de lesão do supra espinhoso.



Foto 8: Acaba Furo: O operário finaliza o encaixe do parafuso com o uso do martelo pneumático. Permanece durante todo em semiflexão e tensão de cervical; cotovelo em semiflexão; mão em flexão radial do carpo; flexão de tronco. Predisposição LER/DORT, tendinite do supra espinhoso.

A Abdução solicitada exageradamente provoca reação inflamatória. (DELFT; BREMEN, 1990).

Movimentos vigorosos e repetitivos dos MMSS, com os braços acima do nível dos ombros (e ainda mais crítico, acima do nível da cabeça), acarretam o pinçamento do tendão do músculo supra espinhoso entre a cabeça do úmero e o ligamento córaco acromial, resultando em isquemia, inflamação e dor na zona de inserção do músculo deltóide irradiando para a face radial do antebraço. (DELFT, 1990; RIOS, 1998); a repetitividade pode levar a calcificação que perpetua a inflamação, foto 9.



Foto 9: Fixa chapa superior – enroscar o parafuso. Movimento de mão e ombro; cotovelo em semi-flexão. Predisposição: cervicobraquialgia, epicondilite, tendinite do supra-espínho, LER/DORT.

5.5 BURSITES

Manter os braços acima do nível dos ombros, independente de movimentos vigorosos gera principalmente bursite de ombro, que está associada a tendinite, pois nesta posição as bolsas sinoviais estão muito comprometidas devido à instabilidade da cavidade glenóide, ver foto 10.



Foto 10: Iça longarina: operário acompanha com o braço o movimento da talha, sem utilização de esforço.

A inflamação inicial, se repetitiva, pode resultar em rupturas mínimas crônicas, rupturas agudas ou em calcificações, que perpetua a inflamação. (COUTO, 1996; DELFT, 1990). Essas alterações nos tendões manifestam-se por dor devido à compressão do arco doloroso durante o movimento de elevação do braço. (DEFLT, BREMEN, 1990). Ver foto 11.



Foto 11: Posiciona Peça Empilhadeira: Operário guiando a talha mecânica. Joelhos semiflexionados, sem utilização de esforço.

Com o tempo e devido à instabilidade natural dessa articulação, o ombro tende a cair, com tendência à compressão do plexo braquial. Esta tendência é associada ou pela elevação excessiva dos MMSS ou por movimentos que acentuam a queda dos ombros. (COUTO, 1996).

Cargas pesadas dependuradas nas mãos funcionam como peso crônico tracionando o osso úmero para fora da cavidade glenóide, com tendência a lesões crônicas de ligamentos articulares, foto12 (somente pela altura do membro superior). (COUTO, 1996). E a foto 13, na qual o braço encontra-se quase na mesma altura do ombro, promovendo desgaste e inflamação pelo tempo de permanência nesta posição e pela repetitividade do ato.



Foto 12: Transporte de chapas laterais. Movimento realizado pela talha mecânica juntamente com o ímã.



Foto 13: Fixa Chapa Superior.

5.6 SÍNDROME DE COMPRESSÃO DO DESFILADEIRO CÉRVICO-TÓRACO – BRAQUIAL

Surge devido à compressão de vasos e feixes nervosos nos pontos mais estreitos do desfiladeiro torácico. (COUTO, 1996; DELFT, 1990; RIOS, 1998). Exemplo: foto 13.

O paciente queixa-se principalmente de formigamentos nas mãos e de dores vagas nos MMSS; nas mãos, na nuca e na região occipital é comum também à sensação de parestesia ou de fraqueza após esforços. (RIOS, 1998). Ver fotos 12, 14 e 15.



Foto 14: Atividade realizada com o ombro em rotação interna, cotovelo semiflexionado e mão com desvio radial. Podendo ocasionar síndrome do desfiladeiro; tendinite do supra-espino; epicondilite e síndrome de De Quervain.



Foto 15: Solda Final: Apoio quase que exclusivamente sobre uma perna, MMII com semiflexão de joelhos; MSE mais elevado do que o nível do ombro, podendo levar à Síndrome do Desfiladeiro;

5.7 EPICONDILITE

É o exemplo clássico de tendinite do membro superior. Aparece como consequência da sobrecarga funcional do músculo extensor radial do carpo. (COUTO, 1996; DELFT, 1996; RIOS, 1998). Exemplo: foto 13.

O paciente apresenta-se com queixa de dor bem localizada, exacerbada com movimentos de prensão, mesmo com utilização de força mínima. A dor mais intensa e freqüente é com a extensão de punho. (RIOS, 1998). Ver fotos 9, 12, 15, 16.



Foto 16: Solda da longarina: Tensão cervical, flexão de tronco, cotovelo flexionado; postura de pé. Tendência: bursite, LER/DORT, epicondilite, cervico-dorso-lombalgia.

5.8 TENDINITE DE DE QUERVAIN

Inflamação e dor principalmente ao se tentar fazer o movimento de desvio ulnar do punho. (COUTO, 1996).

Os fatores pré-disponentes são as alterações ou variações anatômicas cognitivas, como a duplicação ou triplicação do tendão abductor longo do polegar. (RIOS, 1998).

Dentre os principais movimentos que ocasionam a tenossinovite estão: torcer a mão mantendo-a presa com força; desvio ulnar repetitivo e prolongado; além da compressão nervo mediano na base da mão por ferramentas e por vibração.

As causas mais freqüentes da tenossinovite são: o uso freqüente de alta intensidade de força (torcer porca usando força, chave de fenda inadequada); vibração. Ver fotos 8, 9, 16, 17 e 18.



Foto 17: Solda longarina: Operário realizando acabamento das soldas por meio de raspagem de respingos e retirada de rebarbas, com o uso de uma lixa. Apresentando tensão cervical, flexão de tronco, trabalho excessivo de punho, utilizando um pouco de força, podendo ocasionar De Quervain ou túnel do carpo.



Foto 18: Solda longarina: Complementação das soldas em pontos intercalados.

5.9 LER/DORT (LESÕES POR ESFORÇOS REPETITIVOS/DISTÚRBIOS ÓSTEO MUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO)

São acometimentos em tendões, músculos, nervos, fâscias, ligamentos isolados ou associados, com ou sem degeneração de tecidos, atingindo principalmente os membros superiores, região escapular, pescoço e coluna vertebral. Promovem fadiga muscular, dormência, formigamento, diminuição da sensibilidade, diminuição da força e diminuição da produtividade. (PEREIRA, 2001). Ver fotos 6, 7, 9, 13, 14, 16, 19.



Foto 19: Transporte do ímã para a chapa superior. O único auxílio manual utilizado é o controle do ímã, o que não promove carga, somente contração isométrica.

Causando afastamentos temporários, repetitivos e definitivos. Atingem o trabalhador no auge de sua produtividade e experiência profissional. (PEREIRA, 2001).

5.10 LOMBALGIAS

A fadiga muscular associa-se à maior parte dos processos que originam dor local. Os mecanismos que produzem fadiga muscular são complexos, podem ocorrer por diferentes traumas (TICHAUER, 1971); e ainda não estavam completamente elucidados até os anos 70. (Merton, 1956; Scherrer e Monad, 1960; Basmajian, 1974). Entretanto, nessa mesma época, os trabalhos de Merton (1954, 1956), Myer e Sullivan (1968), Kuroda e cols (1970), Edholm

(1960), Christensen (1962) já reconheciam que os músculos com solicitações excessivas apresentavam atividades metabólicas normais, caracterizadas por fluxo sanguíneo diminuído e alterações químicas do líquido intersticial (aumento de ácido láctico e concentração de potássio).

De Glaudemaris e cols (1986) consideram a fadiga muscular como principal fator ocupacional preponderante na dor lombar.

No trabalho aparece quando:

- a) O indivíduo de pé tem que encurvar o tronco para que as mãos atinjam os controles das máquinas; (p.e. foto 8);
- b) O indivíduo tem que aliar a posição de pé com torção de tronco ao carregamento ou sustentação de um peso sem que seja permitido aproximar totalmente o corpo da máquina; (p. e. foto 5);
- c) O indivíduo tem que trabalhar de pé ou sentado, e a mesa de trabalho é excessivamente alta; nesta situação, a coluna fica retificada, originando esforço estático da musculatura do dorso para ser mantida nesta situação.

Toda vez que o organismo sai de uma posição normal de equilíbrio e a parte superior do tronco se curva para frente ou para os lados excessivamente a musculatura do dorso passa a atuar no sentido de contrabalançar a ação da gravidade sobre a parte que se desequilibra, ver fotos 7, (onde o tronco do operário aparece em flexão lateral e torção simultaneamente) e 15.

Se a modificação postural permanecer por mais tempo, a musculatura do dorso sentirá a hipóxia (baixa oxigenação) de uma contração estática prolongada, com dor localizada que cede quando o indivíduo volta à posição de repouso. (Couto, 1995). Ver fotos 20, 21 e 22.



Foto 20: Fixa Longarina: tronco excessivamente curvado, posição estática. Corpo fora do eixo natural podendo ocasionar problemas em coluna.



Foto 21: Montagem lateral: Carga sobre região cervical; ombro em tensão e contração; cotovelos fletidos; postura de pé com ausência de semi-flexão de joelhos. Propensão: LER/DORT; síndrome do desfiladeiro; lombociatalgia, levando à síndrome do piriforme.



Foto 22: Iça Longarina: Movimentos de peças feitos por meio de talha mecânica giratória; evitando-se riscos maiores para a coluna e MMSS. Mesmo assim podendo causar lombociatalgia pelo tempo prolongado que permanece de pé.

Geralmente o esforço que a causa está relacionado com o pegar ou manusear uma carga pesada aproximando o tronco do chão (flexão de coluna), sem flexionar os joelhos. Neste caso, o núcleo pulposo é arremessado para trás; abrindo caminho entre as fibras, podendo chegar até as porções mais periféricas do disco. (Couto, 1995; Silva, 1995). Ver fotos 12, 21, 23, 24.



Foto 23: Montagem lateral. Postura de tronco em flexão, devendo-se mantê-la o menor tempo possível. Propensão à hérnia discal; tendinite de supra-espinhoso e epicondilite.



Foto 24: Posiciona peça na empilhadeira. Demonstração do encaixe. Flexão da coluna lombar com discreta flexão de joelho, por curto período de tempo.

5.11 HÉRNIA DE DISCO INTERVERTEBRAL

O disco intervertebral humano tem uma resistência considerada alta para tecidos orgânicos; a resistência é aumentada pela presença dos ligamentos longitudinais anterior e posterior. (COUTO, 1995).

O disco intervertebral separa os corpos vertebrais, permitindo às vértebras dobrar-se umas sobre as outras. Cabe ao disco o importante papel de dissipação da energia mecânica, através de deformações que estes sofrem ao receber as forças solicitantes. Essa função é exercida pela combinação das propriedades de líquido do núcleo pulposo e das características elásticas do ânulo fibroso, funcionando de forma ambivalente para a dissipação e transmissão de forças.

Um dos aspectos mais relevantes da biomecânica do disco intervertebral é a variação de pressão que ocorre em sua estrutura nas diversas variações posturais. (NATOUR, 2004).

Os esforços em geral tendem a fazer com que o núcleo pulposo corra para a porção posterior do disco. (COUTO, 1995; SILVA, 1995). No movimento de flexão lateral tem-se aumento de compressão na área do disco. (SILVA, 1995). (p. e. foto 7).

Pode ocorrer quando o trabalhador vai pegar uma carga e flete o tronco assimetricamente. Ver fotos 17 e 20. Nesta situação, o núcleo pulposo pode se herniar nas laterais, onde não há proteção do ligamento longitudinal posterior, atingindo o forame intervertebral.

Quando os discos deixam de cumprir sua função de amortecedor, as compressões entre as vértebras aumentam. Em função deste aumento de compressão, surge uma reação da vértebra, que acaba por formar uma pequena espícula óssea (osteófito). (SILVA, 1995). Ver fotos 23 e 24.

Tendo como objetivo uma análise postural dos funcionários desse setor, levando-se em consideração o conhecimento sobre a biomecânica do ser humano: movimentos de torção de coluna; elevação do braço acima da altura do ombro; e flexão de joelhos (posição de cócoras), mostrar como determinados movimentos podem ser prejudiciais e trazer graves conseqüências para o corpo humano. (Grandjean, 1998; Pereira, 2001; Rios, 1998).

Quando o funcionário de uma empresa começa a sentir dores que são provocadas e/ou agravadas por sua atividade laborativa e por seu desconhecimento de princípios de boa postura corporal, ocorre redução de sua produtividade. Estas dores aparecem de forma sutil, inicialmente incomodam um pouco, porém a freqüência do incômodo aumenta. (Pereira, 2001).

Stogaard comenta que o bom funcionamento do corpo depende de uma certa quantidade de atividade física. Com a inatividade, os processos degenerativos assumiram o comando e os vários tecidos do sistema locomotor atrofiarão. Deve, portanto ser concedida atenção à otimização da atividade física individual no trabalho mais do que à sua simples minimização.

"Quando o trabalho é otimizado de acordo com princípios ergonômicos é possível manter a função muscular e, ainda criar efeitos de condicionamento nas pessoas". Para Stogaard, assim como para Ranney, otimizar a carga de atividade física significa mantê-la dentro de níveis ótimos, abaixo dos quais os músculos são subutilizados, e acima dos quais eles podem sofrer danos por uso excessivo. (Rios, 1998).

5.12 PRIORIDADES QUE DEVEM SER CONSIDERADAS EM UMA INTERVENÇÃO ERGONÔMICA

Vale dizer que, primeiramente deve-se tentar eliminar os movimentos danosos à saúde do trabalhador associados aos conhecimentos deste e, em segundo lugar, tentar pequenas melhorias, só então, pensar em projetos de concepção ergonômica dos postos de trabalho. As soluções ergonômicas devem ser capazes de reduzir a incidência do acometimento, devem permitir que o ser humano use a biomecânica correta para que o organismo sofra menos fadiga e, por último, favorecer o aumento da produtividade. (Pereira, 2001).

Também são importantes os treinamentos com orientação e ginástica laboral para aquecimento, relaxamento e alongamento dos principais grupamentos musculares envolvidos. (Pereira, 2001).

Reduzindo-se a intensidade de uma força para 10% da força máxima daquele grupamento muscular tem-se como consequência o fato de o trabalho ser desenvolvido por um período de 5 a 6 vezes maior que a sua duração original. (Couto, 1996).

A área de soldagem deve contar com uma boa distribuição de talhas mecânicas giratórias, como podem ser vistas nas fotos 12, 22; assim como ponte rolante e o ímã, visualizados nas fotos 25 e 26, abaixo; permitindo que grande parte da movimentação de peças seja feita por meio de auxílios mecânicos. (Filho e Junior; Labore Saúde Ocupacional). Ver foto 27.



Foto 25: Ímã pega Chapa



Foto 26: Montagem da Chapa Superior. O operário levanta a chapa através do ímã e da talha mecânica. Porém o controle dos equipamentos é manual.



Figura 27: Transporte de Chapas Laterais. Também realizado pela talha mecânica e o ímã. O operador guia o movimento e a localização com o controle manual.

5.13 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA MÁQUINA HUMANA SOB O PONTO DE VISTA BIOMECÂNICO

O desenvolvimento de programas de prevenção surgidos na década de 1970 têm sido considerados como alternativos para combater a dor ou complementar a reabilitação de pacientes com lombalgia (Mattmiller, 1980; Zachrisson-Corssell, 1981; Hall e Icton, 1983).

- Evitar esforços estáticos: as contrações isométricas e esforços estáticos promovem fadiga muscular. (Pereira, 2001).
- Exercer força com motores, ao invés da energia humana, a mecanização auxiliar: É necessária nas atividades de manuseio e transporte de cargas para redução da fadiga e acidentes. A mecanização é recomendada quando as cargas forem superiores a 30 kg.
- Sempre pegar a carga simetricamente, evitando ao máximo qualquer rotação da coluna lombar e, nunca realizar movimentos de rotação e inclinação simultaneamente;
- Aproximar a carga do corpo antes de ergue-la;
- Desenvolvimento de ferramentas ou métodos capazes de facilitar o trabalho: a adequação das ferramentas ou métodos (treinamento, encurtamento de distância, etc.) retarda a fadiga, diminuindo o risco de acidentes e, conseqüentemente aumentando a produtividade.
- Coletes abdominais têm a função de impedir mecanicamente esforços feitos de forma incorreta;
- No caso do trabalho em posição de pé, possibilitar a regulagem na altura da bancada;
- Repouso indicado quando ocorre utilização exagerada de segmentos corporais;
- Mudanças na organização do trabalho, com o estabelecimento de pausas, revezamento das funções nas tarefas percebidas, como de alta rotatividade;
- Pausas de 5 a 10 minutos; o sistema de pausa dos trabalhadores deve favorecer as pausas curtas ou curtíssimas, pois longos períodos de descanso promovem a perda do aquecimento necessário à atividade fisicamente pesada.
- Ginástica laboral: Aquecimento ao início da jornada e exercícios visando alongamento e discreto aumento do metabolismo são indicados para atividade pesada, como forma de colocar o organismo em condições mais propícias para a atividade.
- Dinâmica de grupo;
- Programas educacionais. (Couto, 1996; Pereira, 2001; Rios, 1998).

5.13.1 Características gerais

- Postura de trabalho ideal: aquela em que haja flexibilidade postural;
- Posturas adequadas: andando, e alternando, sentado e de pé;
- Para posturas excepcionais, exige-se pausas de recuperação;
- Bem adaptado para movimentos de alta velocidade, de grande amplitude, porém somente contra pequena resistência;
- Toleram bem esforços dinâmicos e, mal esforços musculares estáticos;
- Deve-se tentar reduzir os movimentos repetitivos; força excessiva com as mãos; compressão mecânica e posturas inadequadas.
- Também são importantes os treinamentos com orientação e ginástica laboral para aquecimento, relaxamento e alongamentos dos principais grupamentos musculares envolvidos.

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido com o objetivo de conhecer mais profundamente o setor de soldagem de uma empresa, observando as posturas que o operador assume para a realização de tal tarefa e o conhecimento que o mesmo tem sobre a biomecânica humana e as conseqüências que o seu mau uso pode provocar.

Muitos produtos e postos de trabalhos inadequados provocam estresses musculares, dores e fadiga que, às vezes, podem ser resolvidas com providências simples, incluindo o conhecimento sobre os prejuízos de tais trabalhos.

A organização do conhecimento possui informações e conhecimentos que a torna bem informada e capaz de percepção e discernimento, a esta organização é permitido agir com inteligência e criatividade. Por estar inserida num determinado ambiente, é capaz de senti-lo e entendê-lo, se preparando para uma suposta adaptação. Contando com a competência e a experiência, torna-se capazes de aprendizado e inovação.

Investigar as conseqüências do mau uso da biomecânica humana é muito significativo, pois desta forma torna-se possível o aprendizado e a conscientização dos trabalhadores para a realização das tarefas, reduzindo-se fatores de riscos que possam comprometer a saúde, a segurança e a qualidade de vida dos operadores.

Dentre os fatores de riscos encontrados na investigação deste posto de trabalho, pôde-se perceber que as posturas inadequadas e a falta de orientação e conhecimento sobre a biomecânica humana e ergonomia são fatores que podem levar a patologias, comprometendo a qualidade de vida do funcionário.

Além da pesquisa de campo foram necessárias várias pesquisas bibliográficas com o intuito de buscar consistência para integrar Ergonomia e Gestão do Conhecimento.

Destarte, este estudo poderá servir de embasamento para investigação de outros setores de soldagem, para que novas pesquisas possam vir à frente, não somente no que diz respeito ao aspecto ergonômica, como também na abordagem da ampla gama de vantagens preventivas que podem ser promovidas, unindo-se à busca constante pelo conhecimento.

REFERÊNCIAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. PERNAMBUCO, 11 abril 2007. Disponível em < <http://www.abergo.org.br>>. Acesso em 11 de abril de 2007.
- 2 ABRAHÃO, Julia Issy. **Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: uma abordagem da Ergonomia**. Psicologia: teoria e pesquisa. Brasília. Jan/abril 2000. E-mail: abrahão@unb.br.
- 3 BREMEN, Peter Hirschfeld; DELFT, Dos Winkel. **Medicina Ortopédica pelo Método Cyriax – Diagnóstico Funcional e Terapia Causal**. Volume I – Ombro. Livraria Editora Santos, 1990.
- 4 BELLUSCI, Sílvia Meireles. **Doenças Profissionais ou do Trabalho**. 8ª. Edição. São Paulo. Editora SENAC São Paulo, 2007.
- 5 BUSTAMANTE, Glayco Oliveira. **Análise Ergonômica da Tarefa do Esmerilador de Fundição para Redução dos Casos de Lombalgia**. Belo Horizonte. 2002. Monografia - curso de Ergonomia Aplicada à Saúde do trabalhador. IEC – PUC – Minas.
- 6 CHOO, Chun Wei. **A Organização do Conhecimento: Como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimentos e tomar decisões**; tradução Eliana Rocha. 2ª. Edição. São Paulo. Editora SENAC São Paulo, 2006.
- 7 COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho – O Manual Técnico da Máquina Humana**. Volume I. Belo Horizonte. Ergo Editora Ltda. 1995.
- 8 COUTO, Hudson de Araújo. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho – O Manual Técnico da Máquina Humana**. Volume II. Belo Horizonte. Ergo Editora Ltda. 1996.
- 9 DULL, J; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2ª. Edição. São Paulo. Editora Edgard Blucher. 2004.

- 10 FIALHO, Francisco Antonio Pereira; MONTIBELLER, Gilberto Filho; MACEDO, Marcelo; MITIDIERI, Tibério da Costa. **Empreendedorismo na Era do Conhecimento**. Florianópolis. Editora Visual Books Ltda, 2006.
- 11 FIALHO, Francisco Antonio Pereira; BRAVIANO, Gilson; SANTOS, Neri. **Métodos e Técnicas em Ergonomia**. Florianópolis, 2005.
- 12 FREIRE, Marlene; NATOUR, Jamil. **Exercícios na Dor lombar Crônica. Uma Abordagem Terapêutica**. Artigo da Revista Sinopse. São Paulo, 1999.
<http://www.moreirajr.com.br/sinopse/reumato199/sinlombar.htm>
- 13 GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia - Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4º. Edição. Porto Alegre. Editora Artes Médicas Sul Ltda. 1998.
- 14 IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2ª. Edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2005.
- 15 JUNIOR, Sérgio C. Bogado; FILHO, Sinval Alves da Silva. **Descrição dos Processos de Trabalho - Setor: Soldagem**. Belo Horizonte. Labore –Saúde Ocupacional.
- 16 L.E.R. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. No. 76. Vol. 20. Julho/Dezembro, 1992.
- 17 NATOUR, Jamil. **Coluna Vertebral – Conhecimentos Básicos**. 2ª. Edição. São Paulo. ETCetera – Editora de livros e revistas, 2004.
- 18 NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação do Conhecimento na Empresa: Como as Empresas Japonesas Geram a Dinâmica da Inovação**. Tradução: Ana Beatriz Rodrigues, Priscila Martins Celeste. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 18ª. Edição, 1997.
- 19 PEREIRA, Erimilson Roberto. **Fundamentos da Ergonomia e Fisioterapia do Trabalho**. Rio de Janeiro. Taba Cultural Editora. 2001.

- 20 RIOS, Rodrigo Pires do e Cols. **LER/DORT – Ciência e Leis – Novos Horizontes da Saúde e do Trabalho.** Belo Horizonte. Livraria e Editora Health. 1998.
- 21 SILVA, Marco A. Guimarães. Med. Sci. c. **Prevenção e Tratamento da Dor Lombar.** Editoração Eletrônica. 1995.
- 22 TAPSCOTT, Don; WILLIAMS, Anthony D. **Wikinomics: como a colaboração em massa pode mudar o seu negócio.** Tradução: Marcello Lino. Rio de Janeiro. Editora Nova Fronteira S.A., 2007.
23. TICHAUER, E. R.; et al. **A Pilot Study of the Biomechanics of Lifting in Simulated Industrial Work Situations.** Journal of Safety Research. 1998.
- 24 WISNER, Alain. **Por Dentro do Trabalho – Ergonomia: Método e Técnica.** São Paulo. Editora FDT/OBORE SA. 1997.