

Avaliação ergonômica de máquina de costura

Patricia Steinner Estivalet (Feevale) patriciae@feevale.br

Everton Amaral da Silva (Feevale) evertonamaral@feevale.br

Júlio Carlos de Souza van der Linden (Feevale) jlinden@feevale.br

Simone de Paula (Feevale)

Felipe Giovane Borelli (Feevale)

Carolina Fontoura (Feevale) carolfontoura@feevale.br

Resumo

Este artigo apresenta resultados da avaliação ergonômica de um modelo de máquina de costura utilizada para confecção de calçados. O procedimento metodológico adotado para esta avaliação consistiu em Análise da Tarefa e em Análise Cinesiológica. Foram identificados fatores críticos relacionados à postura do operador decorrentes do design da máquina de costura e das exigências da tarefa. A partir dos resultados da avaliação ergonômica foram geradas recomendações que contribuirão para o estabelecimento de parâmetros para projeto de máquina de costura para uso na indústria calçadista.

Palavras chave: Ergonomia de produto, Máquina de costura, Análise Cinesiológica.

1. Introdução

O projeto de equipamento para uso industrial deve considerar, além requisitos de desempenho técnico, parâmetros relativos à segurança e saúde de seu operador, que devem ser definidos por meio da avaliação ergonômica. Contudo, de maneira geral, a concepção dos postos de trabalho não tem se pautado em atender às demandas de conforto do trabalhador no seu trabalho, mas às necessidades da produção.

Especificamente no caso do trabalho com máquinas de costura, estudos demonstraram que inadequações no seu design de expõem os seus operadores a diversos constrangimentos, como posturas inadequadas e movimentos repetitivos de membros superiores (LI *et al*, 1995; DELLERMAN & DUL, 2002). É reconhecida a necessidade de realizar mudanças no design das máquinas de costura de modo a minimizar os efeitos nocivos da inclinação da região cervical, durante a operação das mesmas (LI *et al*, 1995). Diversos fatores, como as tomadas de informação por conta dos acionamentos necessários para a realização das atividades de costura, levam a severos constrangimentos posturais. Os aspectos manuais da tarefa afetam a postura do tronco, que poderia ser melhorada. As exigências visuais da tarefa, como a visão da tarefa e da agulha influenciam posturas da cabeça (LI *et al*, 1995). Tanto as posturas de flexão de tronco como flexão de cabeça/pescoço poderiam ser melhoradas significativamente por alterações de parâmetros projetuais de uma máquina de costura, como a inclinação da mesa e visão da agulha, Li *et al*. (1995).

Este artigo apresenta resultados iniciais de uma pesquisa em desenvolvimento com vistas a melhorar a concepção das máquinas de costura utilizadas para a fabricação de calçados. Essa pesquisa visa o estabelecimento de parâmetros ergonômicos de projetos com base na avaliação de um modelo industrial básico que é fornecido às indústrias de calçados em diversas versões. Para tanto, estão sendo investigados parâmetros ergonômicos disponíveis na literatura, bem como identificadas as demandas dos usuários e realizadas análises da tarefa e

análises posturais. Conta com o apoio da empresa fabricante da máquina de costura e também de uma empresa fabricante de calçados.

2. Procedimento metodológico

A avaliação ergonômica consistiu na realização de Análise da Tarefa e de Análise Cinesiológica. A Análise da Tarefa foi realizada com base em entrevistas, para definir o trabalho prescrito, e em observações com visitas ao local e análise de registros em vídeo. A Análise Cinesiológica foi realizada a partir de registros em vídeo.

Com base nessas análises, foram identificados constrangimentos ergonômicos e riscos decorrentes das posturas adotadas para acionamentos e controle visual.

3. Interação entre posturas e postos de trabalho

O bom desempenho de um posto de trabalho depende da correta avaliação de uma série de fatores interrelacionados (Kroemer, 1993). As condições do posto de trabalho, incluindo mobiliário, equipamentos e ambiente afetam a interação entre a tarefa, a postura adotada e as atividades realizadas (Figura 1).

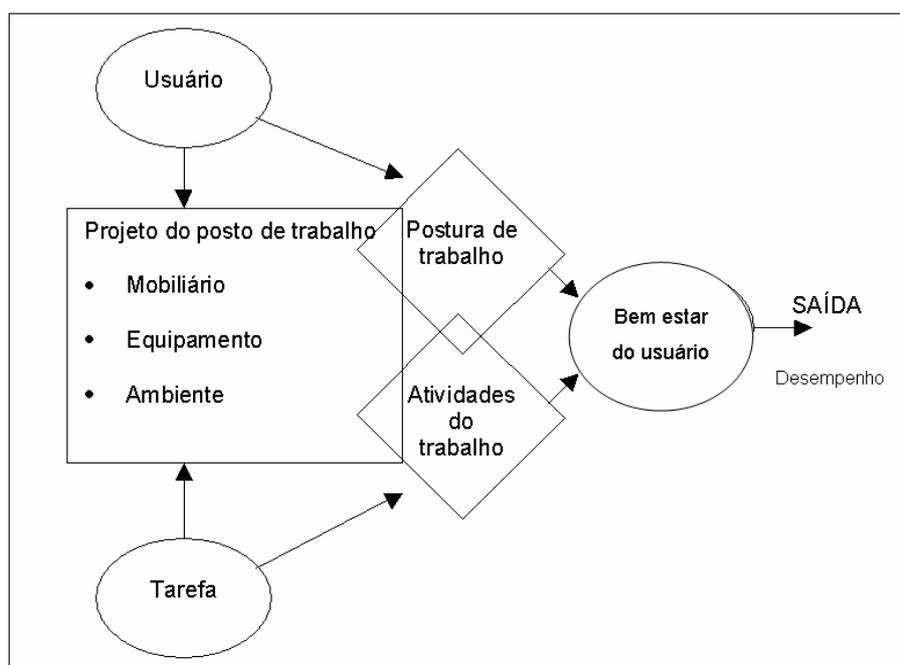


Figura 1 - Aspectos interrelacionados do posto de trabalho (fonte Kroemer,1993)

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

A coluna vertebral normal apresenta três regiões flexíveis – cervical, torácica e lombar – e uma região rígida, o sacro e cóccix. O formato normal do esqueleto axial apresenta quatro curvaturas fisiológicas no plano mediano, mas é reta no plano frontal. Tal como a região lombar, a região cervical é convexa anteriormente e côncava posteriormente, denominando-se assim, lordose. Ao contrário dos ângulos cervical e lombar, o ângulo torácico é côncavo anteriormente e convexo posteriormente. A curvatura torácica é referida como cifose (WATKINS, 2001). Durante a inclinação do tronco para frente, as vértebras movem-se

anteriormente, forçando o disco intervertebral posteriormente. Posições de flexão contínua do tronco são a causa de lesões na coluna cervical e lombar no local de trabalho. Também tem se observado que a torção e a rotação do tronco podem romper o disco intervertebral. Essas posturas podem ser eliminadas levantando a altura da estação de trabalho de modo que não haja mais de 20° de inclinação anterior do tronco (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

A coluna cervical é a região da coluna vertebral com maior mobilidade. As vértebras cervicais são suscetíveis a lesão em certas atividades que sujeitam a região a forças repetidas. As íntimas associações dos músculos cervicais superiores com as funções de equilíbrio e coordenação, conjugadas com respostas nos músculos ao estresse fazem com que a coluna cervical seja vulnerável a problemas que se instalam, aparentemente, de forma espontânea, tais como a cervicálgia e a cervicobraquialgia (PERES, 2002; HAMILL e KNUTZEN, 1999). A postura de inclinação da cabeça para frente provoca fadiga rápida nos músculos do pescoço e ombro, devido, principalmente ao peso da cabeça. As dores no pescoço começam a aparecer quando a inclinação da cabeça, em relação à vertical, for maior que 30° (IIDA, 2000). De acordo com Kisner e Colby (1998), as causas mais comuns de dores na região cervical são as posturas ocupacionais que requerem inclinação para frente por períodos longos, posturas relaxadas ou o resultado final de uma postura inadequada de pelve e coluna lombar. Essa postura produz fontes potenciais de dor no pescoço por sobrecarga nos ligamentos da coluna cervical, fadiga ou tensão muscular, irritação das articulações da coluna cervical e/ou compressão de raízes nervosas e vasos sanguíneos, levando a dores de cabeça por tensão e dor na articulação temporomandibular.

A etiologia da dor lombar não está claramente definida devido aos múltiplos fatores de risco associados com o distúrbio. Alguns desses fatores são o trabalho repetitivo, curvamento e torção, ações de empurrar e puxar, escorregões ou quedas e posturas de trabalho estáticas ou sentadas (HAMILL e KNUTZEN, 1999). Segundo Wanddell e Burton (2001), 60 a 80% dos indivíduos adultos experimentam dor lombar alguma vez e isto frequentemente persiste ou recorre. A lombalgia é uma das maiores razões de busca por atendimento em serviços de saúde. A dor miofascial é comum na região lombar e envolve bainhas musculares e tendões que foram distendidos como resultado de algum trauma mecânico ou espasmo reflexo no músculo. Espasmos musculares que persistem por tempo prolongado irão resultar em dores difusas na região lombar. Do mesmo modo, essas dores difusas podem ser causadas por posturas distorcidas mantidas por longos períodos de tempo. Os músculos fadigam-se, os ligamentos são sobrecarregados, e o tecido conectivo pode inflamar como resultado de um mau posicionamento postural (HAMILL e KNUTZEN, 1999).

A articulação do ombro proporciona maior mobilidade que qualquer outra região do corpo, porém é uma área instável sujeita a numerosas lesões. As lesões de tecidos moles ao redor da articulação do ombro são numerosas e estão associadas mais frequentemente com movimentos do braço acima da cabeça. Os músculos da bainha rotadora, ativos no controle da cabeça umeral e movimentos durante o padrão de braços elevados, são muito suscetíveis à lesão (HAMILL e KNUTZEN, 1999). Segundo Grandjean (1998) ângulos laterais do braço de 45° exigem posturas de correção pelos ombros, que por sua vez levam a manifestações de fadiga na musculatura sobrecarregada. Já o estudo de Li *et al.* (1995) considerou os ângulos de abdução e flexão do ombro em três categorias: neutra, de 0 a 20°; média, de 31 a 60°; e severa, acima de 60°.

A exposição diária a vibrações no local de trabalho pode levar a modificações doentias das partes do corpo atingidas (GRANDJEAN, 1998). Problemas gastrointestinais, tais como, supressão da motilidade gástrica, têm sido reportados como resultado da ressonância da frequência da vibração. A exposição à vibração a longo prazo pode contribuir para a patogênese de desordens dos órgãos reprodutivos femininos (TORVINEN, 2003).

4. A máquina de costura e a tarefa da costura

A máquina de costura focalizada neste estudo é um modelo básico que é fornecido às indústrias de calçados em diversas versões, de modo a atender a uma gama de atividades necessárias à costura de calçados e artefatos. Além disso, esse modelo pode ser apresentado em duas versões: para o trabalho em pé e para o trabalho sentado (Figura 2).



Figura 2 –Fotos de modelos da máquina de costura para o trabalho em pé e para o trabalho sentado

A análise das funções da máquina foi realizada com o acompanhamento do corpo técnico da empresa fabricante, contemplando a montagem, a regulagem e o uso da máquina. Dentre os dispositivos que se relacionam com as principais operações do modelo de máquina analisado, este artigo destaca aqueles cujas tarefas se relacionam com as mais importantes e complexas ações humanas, apresentados a seguir:

- a regulagem de ponto ajusta a sua largura de acordo com o modelo ou com a preferência da costureira (existem pontos espaçados e pontos curtos, p.ex.);
- o “corta-fio” tem a função de aparar a linha quando o usuário deseja finalizar uma costura;
- o “queima-fio” tem a mesma função do corta-fio, porém, este tem uma vantagem, que por meio de um sistema de aquecimento elétrico, o fio é queimado, deixando um corte mais preciso;
- o “levanta fio” ou “puxa-fio” é um sistema fundamental para a realização da costura, funciona como um anzol, puxando a linha que vem do carretel para cima (para dar a folga necessária para a agulha movimentar a costura) e para baixo, esticando após o ponto (ele precisa estar bem regulado para que o ponto saia corretamente);
- a bobina é um mini-carretel que contém pequena quantidade de linha, é responsável pelo enlace e nó que se dá no material no momento da costura.;
- o enrolador de bobina está localizado na parte frontal da máquina, apresentando fácil acesso e tem a sua função é abastecer a bobina, por meio de um fio que vem de um carretel (cone) fornecido pelo fabricante de linhas;

- o porta carretéis está localizado atrás do cabeçote da máquina de costura e tem a função de acomodar os carretéis (cones) fornecidos pelos fabricantes de linhas;
- a regulagem da altura do tampo da mesa é feita por meio de um mecanismo manual, situado na lateral inferior direita da máquina;
- o acionamento da máquina é feito por meio de um pedal (tradicional na postura de trabalho sentado e pedal bolha na postura de trabalho em pé).

O uso de uma nova linha (seja pela espessura ou pela cor) envolve a sua instalação por um os percurso ao longo do cabeçote da máquina, passando por diversos dispositivos, desde o carretel de linha até a agulha. Para a reposição da linha a tarefa torna-se mais simples, bastando amarrar a linha do novo carretel com a linha a ser trocada, que serve como guia e facilita a condução (Figura 3). Operadores com experiência realizam a troca completa em menos de 1 minuto, ao passo em que operadores com pouca experiência levam entre 1 minuto e meio e 2 minutos. Essa tarefa pode ser considerada como de média complexidade passando por cerca de 8 a 10 etapas, conforme o modelo da máquina.



Figura 3 –Tarefa de troca da linha na máquina de costura para o trabalho sentado

A tarefa de troca ou manutenção da bobina encaixada na lançadeira, assim como a troca da agulha no cabeçote, é dificultada pelo acesso a bobina e pelo princípio de junção da agulha (parafuso com fenda). Essa tarefa exige o uso de chave de fenda, que é por vezes substituída por uma tesoura, por conta de desvios efetuados pelas operadoras. Essa tarefa pode ser considerado lesivo caso implique em repetitividade, devido à combinação de movimentos, ao emprego de força e à realização de movimentos fora de padrões funcionais principalmente em grupos musculares pequenos, como os das mãos (PASTRE, 2001).

5. Resultados da análise cinesiológica

A análise cinesiológica aqui apresentada foi realizada para a versão da máquina de costura para o trabalho em pé. Foram analisados registros em vídeo do trabalho realizado na empresa fabricante de calçados. A seguir, são apresentados aspectos positivos e aspectos negativos da máquina de costura atual.

Aspectos positivos da máquina de costura atual

- o pedal bolha é suficientemente sensível e possibilita a operação com mínimos

movimentos do pé em sua postura normal (ereta) (mesmo assim, a queixa de alguns usuários pode estar relacionada com a repetitividade de movimentos e a permanência prolongada na posição em pé, apoiando o peso corporal sobre os calcanhares);

- a altura de trabalho da agulha, fica em um espaço intermediário entre os olhos do operador e a superfície da bancada, o que acarreta em uma regular distribuição dos esforços de braços e pescoço/cabeça;
- a elevação da bancada é realizada facilmente pelas operadoras com o uso de uma manivela incorporada ao sistema dos pés da mesa (no entanto, esta manivela poderia estar localizada mais acima, para evitar que a operadora incline-se excessivamente para frente).

Aspectos negativos da máquina de costura atual:

- a maioria das operadoras encosta o abdômen na parte frontal do tampo da máquina (desta forma, a usuária estaria absorvendo a vibração produzida pelo funcionamento da máquina, além de desalinhar as curvaturas normais da coluna vertebral);
- a maioria das operadoras aproxima demasiadamente a testa do puxa-fio do cabeçote durante o processo de costura (as que usam cabelo com franja, proporcionam riscos acidentais, além de desalinhar a curvatura normal do pescoço);
- a regulagem do ponto da máquina de costura implica em movimentos inadequados, caracterizando postura desconfortável aos operadores, prejudicando principalmente a região lombar;
- o acionamento do pedal bolha implica em um movimento cíclico e constante de elevação dos dedos dos pés em cerca de 2 a 3 cm;
- na troca de linha o operador eleva os membros superiores acima da articulação do ombro;
- os dedos das operadoras ficam muito próximos da agulha durante o processo de operação, o que significa riscos acidentais, que pode acarretar lesões incapacitantes;
- as operadoras redirecionam a luminária para o lado visando não atrapalhar o movimento das mãos durante o manuseio das peças.

6. Recomendações

A análise dos aspectos positivos e negativos da máquina atual permitiu gerar uma lista de recomendações a serem consideradas no estabelecimento de parâmetros de projeto, relacionados a aspectos posturais do trabalho:

- o pedal-bolha deve ser mantido, pois é suficientemente sensível e possibilita a operação com mínimos movimentos do pé.
- o tampo da mesa deve permitir a aproximação das operadoras ao cabeçote da máquina, evitando a necessidade de apoio na bancada, eliminando a absorção de vibrações do motor;
- o acionamento de regulagem do ponto deve estar visivelmente posicionado na parte frontal esquerda do cabeçote, evitando sobrecarga funcional na região lombar;
- o carretel de linha deve ser posicionado no interior do cabeçote, evitando sobrecarga funcional na articulação do ombro do operador;
- o cabeçote pode ser produzido em material leve, resistente e de fácil limpeza, possibilitando acessos facilitados à manutenção interna e externa;
- peças reflexivas na parte externa devem ser evitadas, pois este efeito reflexivo proporciona desconforto durante a inspeção visual do trabalho, afetando a postura;

- a luminária deve estar incorporada ao cabeçote, de modo a não prejudicar a amplitude de movimentos de punho;
- a guia deve ser posicionada em local que não obstrua o campo de visão.

7. Considerações finais

Este estudo apontou aspectos positivos e negativos na máquina de costura, a partir da Análise da Tarefa e da Análise Cinesiológica. A associação desses resultados com a demanda dos usuários e as recomendações de literatura permitirá o estabelecimento de parâmetros de projeto para máquina de costura de uso na indústria calçadista. Esses parâmetros deverão ser validados por meio de testes com protótipos a serem realizados em condições reais de uso.

Com base nos parâmetros projetuais a serem estabelecidos nesta pesquisa a máquina será redesenhada. O processo de redesign da máquina será realizado conjuntamente pela equipe de pesquisadores e pela equipe de desenvolvimento da fábrica de máquinas, contando com a participação de usuários, costureiras e funcionários da manutenção da fábrica de calçados.

Referências

- BOVENZI, Massimo et al. Guidelines and Questionnaires for Whole-Body Vibration Health Surveillance. *Second International Conference on whole-body vibration injuries*, Italy, 2001. Disponível em <<http://www.humanvibration.com>> Acesso em: 24 abril 2004.
- DAVIES, K.G.; MARRAS, W.S. The effects of motion on trunk biomechanics. *Clinical Biomechanics*, v.15, p.703-717, 2000.
- DELLERMAN, Nico J., DUL, Jan. Sewing machine operation: workstation adjustment, working posture, and workers' perceptions. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 30, p. 341-353, 2002.
- GRANDJEAN, Etienne. *Manual de Ergonomia*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- HAMILL, Joseph e KNUTZEN, Kathleen M. *Bases biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole, 1999.
- IIDA, Itiro. *Ergonomia: Projeto e Produção*. 6.ed. São Paulo: ABDR, 2000.
- KISNER, C.; COLBY, L. A. *Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas*. 3.ed. São Paulo: Manole, 1998.
- KROEMER, K.H.E. Fitting the workplace to the human and not vice versa. *Industrial Engineering*, p.56-61 Mar 1993.
- LI, Guangyan; HALSLESGRAVE, Christine M.; CORLETT, E. Nigel. Factors affecting posture for machine sewing tasks: The need for changes in sewing machine design. *Applied Ergonomics*, v. 26, n. 1, p. 35-46, 1995.
- MACIEL, Regina Heloisa. In: CODO, Wanderley; ALMEIDA, Maria Celeste C. G. *Lesões por esforços repetitivos*. Petrópolis: Vozes, 1995.
- PARDINI, Arlindo G. *Traumatismos da mão*. Rio de Janeiro: Medsi, 2000.
- PASTRE, Tatiana M. Análise do estilo de trabalho em montagem de precisão. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Porto Alegre, 2001
- PERES, Celeide Pinto Aguiar. Estudo das sobrecargas posturais em fisioterapeutas: uma abordagem biomecânica ocupacional. Florianópolis, 2002. Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- TORVINEN, Saila. *Effect of whole-body-vibration on muscular performance, balance and bone*. Academic Dissertation, Medical School of the University of Tampere, Tampere, 2003.
- WANDELL, G.; BURTON, AK. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work. *Occupational Medicine*, v.51, n.2, p.124-135, 2001.
- WATKINS, James. *Estrutura e função do sistema musculoesquelético*. Porto Alegre: Armed, 2001.