



ASPECTOS ERGONÔMICOS NA UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO ENXUTA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A MELHORIA GLOBAL DO SISTEMA PRODUTIVO

Sérgio José Barbosa Elias (UFC)
serglia@secrel.com.br
Eugenio Merino (UFSC)
merino@cce.ufsc.br

Este artigo faz uma análise e propõe uma reflexão acerca dos aspectos ergonômicos envolvidos na aplicação das técnicas de produção enxuta. A produção enxuta é considerada um modelo de produção que possibilita elevados níveis de qualidade e produtividade, por meio da eliminação dos desperdícios do processo produtivo. A ergonomia objetiva melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema, fazendo uso de teorias, princípios e métodos. A produção enxuta representa uma mudança do sistema tradicional de produção, que é baseado do taylorismo/fordismo, para o toyotismo, numa referência ao Sistema Toyota de Produção. Para que esse sistema seja efetivado são utilizadas técnicas, tais como kanban, layout celular e setup rápido. Este trabalho analisa como essas técnicas podem ser potencializadas a partir dos conhecimentos advindos da ergonomia. Além disso, busca-se que sejam evitados danos à saúde e segurança dos operadores, contribuindo assim com a melhoria do desempenho do processo de uma forma global. Inicialmente é feita uma revisão bibliográfica sobre produção enxuta e ergonomia, e, ne seqüência, são apresentadas as técnicas de produção enxuta e os aspectos ergonômicos envolvidos.

Palavras-chaves: Ergonomia, Produção Enxuta, Produtividade

1. Introdução

A produção enxuta, ou *lean production*, representa um novo paradigma em termos de sistema produtivo capaz de proporcionar elevados níveis de produtividade e qualidade. Ela está baseada na eliminação dos desperdícios que ocorrem no processo produtivo (LIKER, 2005).

A ergonomia é uma disciplina científica que estuda as interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações de teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (IEA, 2007). De uma forma mais livre, pode-se dizer que ergonomia é a adequação do ambiente de trabalho ao homem. Nesse sentido, possui um campo de abrangência bastante amplo, que inclui diversas situações da atividade humana, tais como: posturas, movimentos, fluxo de informações, postos de trabalho, cognição, controles, formas de organização do trabalho, fatores humanos, entre outros (IIDA, 2005).

Para que a produção enxuta possa ser efetivada é necessário que sejam utilizadas técnicas, ou ferramentas, tais com *kanban*, célula de manufatura, dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*), *setup* rápido, entre outras (CORRÊA & CORRÊA, 2004).

Este artigo tem como objetivo geral mostrar quais preocupações ergonômicas podem estar presentes quando da utilização das técnicas de produção de enxuta, de tal forma a, com o uso adequado da ergonomia, potencializar os resultados de sua aplicação e evitar possíveis danos à saúde dos seus executores. Nesse sentido, este artigo propõe uma reflexão sobre essa situação.

Sob o aspecto de seus objetivos, este artigo se caracteriza como uma pesquisa descritiva, e sob o ponto de vista dos critérios técnicos, como uma pesquisa bibliográfica (GIL, 1991). Nesse sentido, foram pesquisadas publicações nas áreas de ergonomia e produção enxuta, bem como identificadas e explicadas as ferramentas de produção enxuta e, para cada uma delas, foram destacados os aspectos ergonômicos mais relevantes pertinentes, além de como o aprimoramento ergonômico poderá contribuir para sua implantação bem sucedida.

2. Abordagem Teórica

2.1. Produção Enxuta

A Produção Enxuta objetiva combater os desperdícios (ou *muda*, em japonês) que, segundo Ohno, caracterizavam o sistema de produção preconizado por Henry Ford. Ford foi o criador, em 1914, da linha de montagem móvel e mecanizada, que passou a ser o modelo de produção de referência até então, em razão da drástica melhoria de produtividade que proporcionava. Estava então instituído o modelo Fordista de produção, que passou a se chamar de produção em massa.

Ohno (1997) estabelece como passo preliminar para a aplicação do Sistema Toyota de Produção a identificação e eliminação dos desperdícios (ou perdas): de superprodução de mercadorias desnecessárias; de espera, dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior; em transporte desnecessário de mercadorias; do processamento desnecessário, devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos; de estoque à espera de processamento ou consumo; de movimento desnecessário de pessoas; de produzir produtos defeituosos. Hoje em dia fala-se também que um dos maiores desperdícios é não utilizar a criatividade das pessoas que trabalham na organização (LIKER, 2005).

Desperdício significa qualquer atividade que absorve recursos mas que não cria valor. Valor significa a capacidade de oferecer um produto/serviço no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. A base da produção enxuta é, uma vez eliminados os desperdícios, reduzir os custos de produção e maximizar a satisfação do cliente, ou seja, do valor agregado (WOMACK & JONES, 2004).

Spear & Bowen (1999) relatam que o desempenho industrial observado com a utilização do Sistema Toyota de Produção, tem merecido o esforço de grandes empresas do mundo, no sentido de alcançar resultados semelhantes. Segundo esses autores, o Sistema Toyota de Produção se baseia em quatro regras: 1 – todo o trabalho deve ser altamente especificado em relação ao conteúdo, seqüência, tempo e resultado desejado; 2 – toda relação cliente-fornecedor deve ser direta, inequívoca no envio de solicitações e recebimento de respostas; 3 – o caminho percorrido por cada produto deve ser simples e direto; 4 – qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com uma metodologia “científica” e com orientação de um especialista na metodologia.

Para que a produção enxuta possa ser implantada, a fábrica deve adotar algumas técnicas, que juntas, a tornam possível. Essas técnicas são: *kanban*, manufatura celular, 5 Ss, *setup* rápido, inspeção autônoma, manutenção produtiva total, dispositivos a prova de erros (*poka-yoke*), entre outras. Essas técnicas buscam eliminar atividades que não agregam valor. É necessário também o envolvimento total das pessoas, uma vez que os empregados são treinados e motivados para assumir total responsabilidade pelo trabalho que realizam. (SLACK et. al., 2002).

2.2 Ergonomia

2.2.a Considerações gerais

Os domínios de especialização da ergonomia são assim classificados (IEA, 2007): Ergonomia física - se refere às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica e sua relação com a atividade física. Envolve aspectos tais como a postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, DORT etc; Ergonomia Cognitiva - se refere aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora. Envolve aspectos tais como carga mental de trabalho, tomada de decisão, performance especializada, interação homem-computador, estresse, entre outros; Ergonomia organizacional - se refere à otimização de sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos. Envolve aspectos como comunicações, projeto de trabalho, trabalho em grupo, gestão participativa, entre outros.

A ergonomia abrange vários aspectos do trabalho. Assim sendo há elementos importantes que merecem ser analisados para a melhoria das condições de trabalho (IIDA, 2005): O homem: características físicas, fisiológicas, psicológicas e sociais; aspectos ligados ao sexo, idade, motivação e treinamento; A máquina: equipamentos, ferramentas, mobiliário e instalações; O ambiente físico: temperatura, ruído, vibrações, luz, cores, gases etc; Informação: comunicação entre os elementos do sistema; Organização: horários, turnos, formação de equipes; Conseqüências do trabalho: erros, acidentes, gastos energéticos, fadiga, estresse, entre outros.

A ergonomia tem como foco de estudo o sistema homem – máquina. O homem interage com o sistema de trabalho, uma máquina por exemplo, e a partir das informações recebidas toma as decisões para que a máquina obtenha o resultado desejado (DUL & WEERDMEESTER, 2004). A partir dos anos 80, entretanto, passou-se a utilizar uma nova tecnologia da ergonomia – a macroergonomia, que se refere à pesquisa, desenvolvimento e aplicação de

uma tecnologia da interface humano-organização. Aspectos como a abordagem sociotécnica da organização e a participação dos trabalhadores fazem parte da abordagem macroergonômica (HENDRICK & KLEINER, 2001 *apud* GUIMARÃES, 2004a).

2.2.b Algumas Áreas de Estudo da Ergonomia

Objetivando atingir seus objetivos a ergonomia tem uma ampla área de atuação, que envolve várias áreas do conhecimento e que passam a fazer parte das preocupações da ergonomia, tais como: biomecânica, antropometria, posto de trabalho, manejos e controles, dispositivos de informação (percepção da informação), mostradores, memória humana, ambiente (temperatura, ruídos, vibrações, iluminação, cores), fatores humanos (monotonia, fadiga, motivação), organização do trabalho (humanização, estresse, seleção e treinamento, alocação das equipes, trabalho noturno), segurança do trabalho (incluindo o erro humano) (IIDA, 2005).

3. Aspectos Ergonômicos na Utilização das Técnicas de Produção Enxuta

Considerando que a ergonomia tem uma vasta aplicabilidade nas diversas atividades realizadas pelo ser humano para a realização do seu trabalho, a aplicação das técnicas de produção enxuta devem ser utilizadas levando-se em consideração os aspectos ergonômicos, a fim de que seus resultados possam ser potencializados e, ao mesmo tempo, não causem problemas para os seres humanos, o que acabará por comprometer o nível de qualidade e produtividade que essas técnicas buscam alcançar.

Kmita et. al. (2003) abordaram por meio de um estudo de caso em uma fundição, o relacionamento entre as sete perdas que embasam a filosofia do Sistema Toyota de Produção e a ergonomia, identificando que essas perdas significam também perdas ergonômicas.

São relacionadas a seguir as técnicas de produção enxuta e feitas reflexões sobre as preocupações ergonômicas que estão presentes em cada caso:

3.1 Kanban

O sistema *kanban* envolve algumas práticas para o seu funcionamento. Uma delas, quando empregado o tipo padrão, é a utilização do painel porta *kanbans*. Esses painéis utilizam cores, normalmente o vermelho, amarelo e verde, para indicar aos operadores o que deve ser produzido no momento (*just in time*), sendo o vermelho a prioridade 1, o amarelo a 2 e o verde a 3. Caso não seja produzido o item que está na situação vermelha pode haver falta de peças e todo o fluxo poderá parar, não só a célula que a produz. O *kanban* dá aos operadores a autonomia necessária para a tomada de decisão, o que tradicionalmente estaria nas mãos da gerência ou de um órgão de PCP (Planejamento e Controle da Produção). Essa situação caracteriza um enriquecimento do trabalho, o que influi na motivação dos funcionários pela maior sensação de importância que eles têm da tarefa que realizam, contribuindo também para a redução da monotonia (BELMONTE & GUIMARÃES, 2004). Como é uma técnica que utiliza cores, pessoas que têm problemas com sua identificação (daltônicos, por exemplo) terão dificuldades em realizar a tarefa (BATISTELA, 2003). Além disso, há que se refletir se a carga de responsabilidade que pesa nesse sistema sobre os operadores, embora positiva sob o ponto de vista do desafio, não poderá se tornar um componente que poderá contribuir com o estresse dos mesmos. Até que ponto esse nível de responsabilidade é suportável?

3.2 Manufatura Celular

O layout em célula possibilita a delegação da responsabilidade pelo resultado da produção para seus operadores, tanto em termos de qualidade como produtividade. Os operadores

devem atuar como um time que produz um produto ou uma peça completa, diferente das operações tradicionais nas quais os operadores fazem tarefas fragmentadas. Com as operações passam a ser não repetitivas, haverá uma diminuição na incidência de LER/DORT.

Com a célula, o grupo produz uma família de peças completa e, normalmente, a célula está em formato de U, para facilitar a integração entre as pessoas do grupo, aproximando-as, além da visualização por todos seus membros da forma como a matéria-prima ingressa na célula e como ela sai processada, dando mais significado ao trabalho que eles realizam. Isso caracteriza um enriquecimento do cargo, pois a responsabilidade pela qualidade e produtividade cabe ao grupo e cada operador deve possuir a competência para realizar operações diferentes e/ou operar mais de uma máquina ao mesmo tempo, racionalizando a mão-de-obra. Esse aspecto contribui para a motivação da equipe, uma vez que torna a tarefa desafiante. Além disso, os operadores discutem e procuram resolver por conta própria os problemas que acontecem no chão de fábrica de sua célula. O envolvimento das pessoas é fundamental com essa configuração.

Entretanto, como a estrutura da célula possibilita a operação das máquinas por mais de um operador, este precisa se deslocar de forma ágil entre postos para realizar as operações polivalentes, o que muitas vezes não permite que ele fique sentado, contrariando o que determina a NR 17 em seu item 17.3.1 – sempre que o trabalho puder ser executado na posição sentada, o posto de trabalho deve ser planejado ou adaptado para essa posição (Ministério do Trabalho e Emprego, 2002). Embora essa situação não se configure um esforço estático de pé, o que seria prejudicial, já que ele se movimenta entre os postos, nesse caso, uma possível recomendação é a utilização de um selim que possibilite a posição semi-sentada. Uma outra providência para atenuar o esforço do trabalho de pé é a utilização de tapetes “amortecedores”. Por outro lado, uma possível alternância de posturas, semi-sentado, de pé estático e de pé caminhando que a célula possibilita pode ser vantajosa para o operador.

Como vigora a polivalência e a flexibilidade da produção, uma máquina (ou outro posto de trabalho) pode estar sendo operada durante a produção de um produto por um operador e no ciclo seguinte por outro, há que se ter uma atenção com relação ao dimensionamento da altura do plano de trabalho, prevendo rápidas adequações ergonômicas que atenda operadores com medidas antropométricas diferentes (GRANDJEAN, 1998). Há que se questionar também com a célula, até que ponto o nível de alargamento e enriquecimento do trabalho trará benefícios ótimos e qual seu limite, para o caso de ser ultrapassado e gerar uma situação de estresse que comprometa a saúde do operador e o desempenho do trabalho. Fischer e Guimarães (2004) consideram como uma questão central a definição de quantas operações o ser humano tem condições de memorizar, automatizar e desempenhar no trabalho sem que haja uma subcarga, que levará à monotonia, ou sobrecarga, que conduzirá ao estresse.

Olorunniwo & Udo (2002) consideram que há mudanças fundamentais quando é feita a mudança do arranjo físico funcional para o celular e que essas mudanças necessitam de atenção pois, entre outros aspectos, mudam as relações entre supervisores e funcionários. Na célula clássica, com a maior autonomia dos funcionários, há perda de poder por parte da supervisão, e isso poderá ser uma fonte de conflitos.

A mudança de um layout por processo para um celular reduz as distâncias percorridas, que é uma atividade que não agrega valor, e que também traz efeitos positivos no aspecto biomecânico das atividades realizadas, pois menos esforços serão realizados para a movimentação de carga entre postos de trabalho.

Guimarães et. al. (2005) abordaram em seu artigo a integração dos princípios da macroergonomia com o Sistema Toyota de Produção por meio da utilização do layout celular em uma organização e obteve resultados positivos tanto no subsistema técnico como humano, o que evidencia os aspectos positivos dessa configuração produtiva.

3.3 Setup Rápido

Para que seja feita a mudança da produção de uma peça para outra em determinada máquina, de uma forma econômica, deve-se fazer com que essa mudança seja realizada em um menor tempo possível. Isso envolve o atendimento a procedimentos estabelecidos pela organização, onde estão descritos o passo a passo e o tempo esperado para isso (SHINGO, 2000). Há que se saber se os procedimentos foram estabelecidos de tal forma a facilitar a compreensão dos encarregados pela troca e se a tarefa prescrita está sendo de fato utilizada ou se está sendo atualizada para abreviar o tempo, com possíveis riscos para a segurança. O desenho das ferramentas e os mecanismos de movimentação das cargas utilizados para o *setup* estão compatíveis com a necessidade de troca rápida com segurança (GUIMARÃES, 2004b)?

3.4 Inspeção autônoma e dispositivos à prova de erro (*poka-yoke*)

Com a transferência da responsabilidade pela qualidade para os operadores, esses precisam de instrumentos que facilitem seu trabalho. Uma dessas alternativas é o *poka-yoke*. A ergonomia pode interagir nesse aspecto por meio do desenho ergonômico dos dispositivos, tais como gabaritos ou outros dispositivos que impeçam ou restrinjam a ocorrência de erros, por meio do princípio da compatibilidade espacial, por exemplo, ou por meio da utilização de cores, forma, textura, entre outras opções (SELL, 2004).

A autonomia concedida aos operadores dá a eles a autoridade para parar a linha de produção caso ocorra algum problema de qualidade. A tomada de decisão é o aspecto mais importante do conteúdo cognitivo de uma tarefa. É importante para ergonomia conhecer quem pode desempenhar determinada tarefa e se poderá desempenhar outras adicionais com conforto e segurança, pois está envolvida nessa questão o aspecto da sobrecarga mental (GUIMARÃES, 2004c).

A inspeção autônoma compreende também um enriquecimento do trabalho, o que favorece a motivação dos trabalhadores, entretanto, até que ponto esse enriquecimento pode gerar estresse em função das responsabilidades assumidas pelos trabalhadores?

3.5 Manutenção Produtiva Total (MPT)

O aspecto ergonômico mais relevante ao se utilizar a MPT é o enriquecimento do cargo, pois os trabalhadores, além da operação, da responsabilidade pela qualidade e pelo controle da produção, realizam também parte da manutenção da máquina (GUIMARÃES, 2004d). O treinamento deverá possibilitar a competência necessária aos operadores para que o trabalho não seja afetado pelo estresse em virtude de um possível sentimento de impotência em relação às exigências da tarefa.

3.6 Visibilidade e Padronização

As técnicas de produção enxuta utilizam bastante a informação visual, como é o caso do *kanban*. Além dele, outras informações devem estar sempre disponíveis pela fábrica para informar o andamento da produção, tais como indicadores de desempenho, luzes indicando problema em postos, gráficos, locais delimitados para colocação de produtos, dentro da técnica do 5S entre outras informações. Assim sendo, a maneira como essas informações são passadas implicam em uma preocupação ergonômica relativa à facilidade de compreensão e

rápida detecção das informações que se deseja perceber. Um código de cores, por exemplo, pode ser usado para indicar o tipo de problema que o posto está sofrendo (máquina quebrada, matéria-prima defeituosa etc). Embora essa informação agilize a tomada de decisão, a situação pode expor o trabalhador a uma situação de constrangimento uma vez que todos ficam sabendo rapidamente que há um problema ali, por isso é muito importante uma preparação cultural para seu êxito.

A padronização dos procedimentos significa uma rigorosa prescrição da tarefa, as quais devem refletir o trabalho real e ser de fácil entendimento por parte de quem os executa. Os padrões devem ser específicos o suficiente para serem guias úteis, mas também gerais para possibilitar alguma flexibilidade. Além disso, é importante que os próprios operadores colaborem com suas idéias na elaboração dos padrões (LIKER, 2005).

O quadro 1 sumariza as técnicas e abordagens da produção enxuta e os principais aspectos ergonômicos envolvidos.

Técnica da Produção Enxuta	Aspecto Ergonômico Envolvido
<i>Kanban</i>	Uso de cores no ambiente de trabalho; enriquecimento do trabalho; pressão no trabalho decorrente dos reflexos do desabastecimento poder parar o fluxo de toda fábrica; perda de poder por parte da supervisão com possibilidade de conflitos; propensão ao estresse por sobrecarga mental?
Célula de Produção	Enriquecimento do trabalho; gestão participativa nas melhorias e soluções de problemas; perda de poder por parte da supervisão com possibilidade de conflitos; tendência de o operador passar a trabalhar de pé, movimentando-se entre os postos; possível alternância de postura poderá ser vantajosa; adequação da altura dos postos de trabalho para operadores multifuncionais com diferenças antropométricas; tendência a menor esforço biomecânico para movimentação de cargas em virtude das menores distâncias; qual o limite do enriquecimento do cargo para não causar sobrecarga mental?
<i>Setup</i> Rápido	Atendimento às tarefas prescritas referentes aos procedimentos para troca rápida, sob pressão do tempo; adequação dos procedimentos escritos para facilitar o entendimento dos operadores; desenho ergonômico das ferramentas e dos meios de movimentação de peças para possibilitar troca rápida sem comprometer a segurança.
Inspeção autônoma e <i>poka-yoke</i>	Enriquecimento do trabalho; autonomia dos operadores para parar a linha em caso de problemas; aumento do nível de responsabilidade (elevação do nível de estresse?); design ergonômico dos dispositivos para não ocorrência de erros (<i>poka-yoke</i>).
Manutenção Produtiva Total	Necessidade de treinamento para que a exigência de atuar na manutenção da máquina não se constitua em fator de estresse por sobrecarga mental.
Visibilidade dos Processos	Tamanho adequado de letras e números e combinação de cores para facilitar a compreensão dos avisos (gestão à vista); possibilidade de constrangimento dos operadores em virtude da identificação imediata da fonte do problema identificado.
Padronização dos Procedimentos	Adequação das Instruções de Trabalho documentadas para facilitar a compreensão das tarefas prescritas; aderência da tarefa prescrita à real.

Quadro 1. Alguns Aspectos Ergonômicos Envolvidos nas Técnicas de Produção Enxuta

4. Considerações Finais

Este artigo propôs uma reflexão acerca dos aspectos ergonômicos envolvidos na aplicação das técnicas de produção enxuta, que é considerado um modelo de produção que proporciona

elevados índices de produtividade e qualidade. Essa reflexão buscou identificar como a ergonomia pode contribuir para o uso mais efetivo dessas técnicas, como forma de potencializar seus resultados, ou minorar os possíveis efeitos maléficos para a qualidade de vida do trabalhador, tendo em vista que isso poderá contribuir com a elevação global do desempenho do sistema produtivo.

Essa preocupação torna-se relevante na medida em que, sob o ponto de vista conceitual, a produção enxuta prevê, além das técnicas, uma série de iniciativas voltadas à qualidade de vida do trabalhador, tais como diversão e instalações adequadas da área de trabalho (SLACK et. al. 2002), o que significa que as organizações não devem cometer o equívoco de se concentrar apenas nas técnicas se desejarem obter melhores resultados. Nesse sentido, Liker (2005) considera que são princípios necessários para o êxito do Sistema Toyota de Produção a valorização da organização por meio do desenvolvimento de seus funcionários.

Cabe à gerência das organizações considerar o trabalho exercido pelos indivíduos não só no seu aspecto econômico, mas também, e no mesmo nível, no conceito integral de ser humano, incluindo sua natureza psicofisiológica e social (SOUZA, 2005).

Embora algumas pesquisas já tenham sido realizadas dentro do enfoque proposto por este artigo, algumas outras poderão aprofundar os temas discutidos, concentrando-se em algumas técnicas específicas e buscando evidências em situações reais de trabalho.

Referências

- BATISTELA, M. R.** *A Importância da Cor em Ambientes de Trabalho: Um Estudo de Caso*. Florianópolis, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.
- BELMONTE, F. A. F. & GUIMARÃES, L. B. de M.** *Fatores Humanos na Organização do Trabalho*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia de processo. Vol. 2. Porto Alegre, 2004.
- CORRÊA, H. L. & CORRÊA, C. A.** *Administração de Produção e Operações*. São Paulo: Atlas, 2004.
- DUL, J. & WEERDMEESTER, B.** *Ergonomia Prática*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004
- FISCHER, D. & GUIMARÃES, L. B. de M.** *Intervenção macroergonômica: um caso pratico de modificação da organização do trabalho*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia do processo. Vol..2. Porto Alegre, 2004.
- GIL, A. C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.
- GRANDJEAN, E.** *Manual de Ergonomia*. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- GUIMARÃES, L. B. de M. et. al.** *Contribuição da Ergonomia na Implantação da Manufatura Celular*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Anais...Porto Alegre, out/2005.
- GUIMARÃES, L. B. de M.** *Introdução à 4ª fase da Ergonomia*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia de processo. Porto Alegre, 2004a.
- GUIMARÃES, L. B. de M.** *Design Ergonômico: Postos de Trabalho, Equipamentos e Ferramentas*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia do produto. Vol.2, Porto Alegre, 2004b.
- GUIMARÃES, L. B. de M.** *Tomada de Decisão e Controle Cognitivo*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia cognitiva. Porto Alegre, 2004c.
- GUIMARÃES, L. B. de M.** *Organização do Trabalho*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. Ergonomia do processo. Vol.2. Porto Alegre, 2004d.
- IEA – International Ergonomics Association**. Disponível em <http://www.iea.cc>. Acesso em 02 maio 2007.
- IIDA, I.** *Ergonomia: Projeto e Produção*. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

KMITA, S. F.; PORTICH, P. & GUIMARÃES, L. B. de M. *Custos Ergonômicos + 7 perdas: 8 Perdas no Sistema de Produção*. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGERP. Anais... Ouro Preto, out/2003.

LIKER, J. K. *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17*. Brasília, 2002.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLORUNNIWO, F. & UDO, G. The Impact of Management and Employees on Cellular Manufacturing Implementation. *International Journal of Production Economics*, Vol.76, p. 27-38. Elsevier, november/2002.

SELL, I. *Uso da Ergonomia no Projeto de Produtos*. In: GUIMARÃES, Lia B. de M. *Ergonomia do produto*. Vol.2, Porto Alegre, 2004.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, N. ; CHAMBERS, S. & JONHSTON, R. *Administração da Produção*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, N. I. de. *Organização Saudável: Pressupostos Ergonômicos*. Florianópolis, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

SPEAR, S. & BOWEN, H. Kent. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, Boston: Harvard Business School, v.77, nº 5, p. 97-106, september-october, 1999.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 2004.