

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO
TRABALHO

RAFAEL FERNANDO BRAZ

A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO
PERANTE A ERGONOMIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2018

RAFAEL FERNANDO BRAZ

**A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO PERANTE A ERGONOMIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho, Área de Conhecimento: Higiene e Segurança do Trabalho, do Curso de Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Prof. Ariel Orlei
Michaloski

PONTA GROSSA

2018



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título do artigo nº. 07/2018

A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO PERANTE A ERGONOMIA

Desenvolvido por:
Rafael Fernando Braz

Este artigo foi apresentado no dia 30 de agosto de 2018 às 14 horas como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA E SEGURANÇA DO TRABALHO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof José Carlos Pontes
1º membro

Prof Antonio Carlos Frasson
2º membro

Prof. Prof. Ariel Orlei Michaloski
Orientador

A EVOLUÇÃO DO PROCESSO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO PERANTE A ERGONOMIA

THE EVOLUTION OF THE PROCESS OF THE TOYOTA PRODUCTION SYSTEM BEFORE ERGONOMICS

Rafael Fernando Braz

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Discente do curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho

Dr. Ariel Orlei Michalowski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Docente do curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho

Resumo: O sistema Toyota de Produção (STP) é um modelo de produção que procura eliminar todas as formas de desperdícios, agregar valor e atingir níveis elevados de qualidade e produtividade. A ergonomia tem o propósito de manter e melhorar o bem-estar humano estudando melhores formas de interação do homem com os sistemas de trabalho. Na busca pela melhoria contínua o elemento humano é determinante no progresso de um sistema organizacional e a ergonomia obtém maiores benefícios quando se agrega valor aos funcionários. Este artigo faz uma análise sobre o STP e como no uso de seus preceitos contribui para o processo de melhoria global perante a ergonomia. Através de uma revisão bibliográfica sobre os referidos temas, foram verificadas as principais ferramentas ou técnicas presentes no STP e a visão tridimensional da ergonomia presente nos mesmos.

Palavras-chaves: Sistema Toyota de Produção, Ergonomia, Produtividade.

Abstract: The Toyota Production System (STP) is a production model that seeks to eliminate all forms of waste, add value and achieve high levels of quality and productivity. Ergonomics is intended to maintain and improve human well-being by studying better ways of man's interaction with work systems. In the search for continuous improvement the human element is determinant in the progress of an organizational system and ergonomics obtain greater benefits when adding value to the employees. This article makes an analysis on the STP and how in the use of its precepts contributes to the overall improvement process in the face of ergonomics. Through a bibliographical review on the mentioned themes, the main tools or techniques present in the STP and the three-dimensional vision of the ergonomics present in them were verified.

Keywords: Toyota Production System, Ergonomics, Productivity.

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) configura em um sistema produtivo capaz de proporcionar níveis elevados de qualidade e produtividade. Os desperdícios devem ser eliminados e a produção deve manter um fluxo contínuo e flexível, para que o cliente puxe conforme a necessidade através de princípios que devem procurar a perfeição.

Os desperdícios e os estoques são reduzidos através de técnicas, as decisões são descentralizadas, formando uma equipe interligada a qual todo o operário possui autonomia e responsabilidades. O desperdício mais significativo a ser combatido é a não utilização da criatividade das pessoas envolvidas no processo.

A ergonomia é considerada como uma disciplina científica que estuda melhores condições no ambiente de trabalho, ou seja, a interação do homem com os componentes do sistema. Ela considera a limitação e habilitação das pessoas para com o desenvolvimento das operações. A ergonomia possui um olhar abrangente e divide-se em três especialidades que são: Ergonomia Organizacional, Cognitiva e Física. Para que seja eficiente na melhora de um ambiente de trabalho a ergonomia deve manter a regularidade entre homem, máquina, ambiente físico, ambiente organizacional, fluxo de informações, formas de organização do trabalho, cognição, movimentos, posturas, entre outros.

O objetivo geral do artigo é expor os processos do STP e sua contribuição na melhoria da ergonomia, havendo uma cooperação com o desempenho geral da empresa e o bem-estar dos trabalhadores. Nessa prerrogativa, analisam-se técnicas e ferramentas utilizadas no STP e os aspectos ergonômicos existentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu no Japão logo após a segunda guerra mundial, em razão dos recursos serem escassos e a produtividade ser baixa. Com uma metodologia oposta ao sistema de produção em massa, o objetivo era eliminar ao máximo os desperdícios e perdas. O sistema ganhou destaque no cenário mundial após sair ileso da crise do petróleo de 1973, pois proporcionava qualidade e o mínimo de retrabalho (OHNO, 1997).

O proprietário da Toyota, Eiji Toyoda, juntamente com seu engenheiro de produção, Taiichi Ohno, concluíram após viagem para os EUA que a produção deveria ser concebida de maneira diferente dos modelos lá empregados, onde fossem evitadas as falhas do sistema de produção artesanal e da produção em massa (WOMACK; JONES, 2004 apud SILVA, 2011).

Taiichi Ohno desenvolveu o pensamento enxuto dentro do STP, onde criticava ferrenhamente o desperdício, ou *muda* em japonês, uma atividade que não agrega valor ao produto final mas requer recursos. A maximização da satisfação do cliente e a redução do custo de produção é a base da produção enxuta, a qual oferece um produto com o preço adequado e no momento certo, ou seja, gera um valor agregado (WOMACK; JONES, 2004 apud ELIAS; MERINO, 2007).

A mentalidade enxuta vai ao encontro do pensamento de OHNO (1997) “tudo que estamos fazendo agora é olhar a linha do tempo [...] do momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor”.

A Toyota desde seu início é considerada uma empresa de manufatura, pois possui como meta gerar valor para a sociedade, economia, clientes e funcionários. Considera seus funcionários como elementos pensantes e fundamentais para o processo, onde valoriza os mesmos já inseridos na empresa para assumirem cargos de liderança. A Toyota prima por líderes que combinam a capacidade técnica de aprimoramento da produção e a capacidade de desenvolver as pessoas, normalmente orientam seus funcionários através de questionamentos, provendo o crescimento dos mesmos (LIKER; MEIER, 2007).

Toda a cadeia de valor deve ser mapeada, ou seja, não se restringe a melhorias pontuais, busca a raiz do problema para que o sucesso seja atingido. O fluxo pode ser mapeado em cada processo produtivo identificando as perdas pontuais, para que sejam melhoradas e não voltem a ocorrer (WOMACK; JONES, 2004).

2.2 ERGONOMIA

A ergonomia surge através da necessidade de soluções para problemas provenientes das situações de trabalho que não harmonizam com o contentamento dos trabalhadores. Tem o intuito de desenvolver metodologias para gerar segurança, bem-estar e satisfação dos trabalhadores no sistema produtivo (SILVA, 2011).

A partir do evento da Revolução Industrial a busca pelo entendimento da relação entre o homem e o trabalho foram iniciadas, pois o ritmo de trabalho e as metas de produtividade vieram se transformando continuamente. Pode-se dizer que a ergonomia passou por vários estágios, sempre tentando acompanhar os avanços tecnológicos (ALMEIDA, 2011 apud MATTOS, 2015).

Segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO, 2006) a ergonomia é “uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema”.

A solução de problemas através da psicologia, anatomia e fisiologia é uma das importantes aplicações da ergonomia no relacionamento entre o homem e seu trabalho, equipamento e ambiente. Atualmente de caráter mais geral a ergonomia é: “Ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem” (XAVIER, 2013).

No intuito de organizar o trabalho, a ergonomia compreende em definir a repartição, divisão de tarefas, divisão de homens, definição das cadências, prescrição do modo operatório, comando, controle e hierarquização. Ela não se limita apenas aos aspectos físicos dos postos de trabalho, mas na relação da tarefa com o homem (MAIA et al, 2007).

As condições de falta de segurança, ineficiência, desconforto e insalubridade são eliminadas ao passo que as capacidades psicológicas e físicas do homem são adequadas, ou seja, quando se tem o máximo conhecimento do ser humano sobre seu trabalho (DUL; WEERDMEESTER, 1995 apud MAIA ET AL. 2007).

Os domínios de especialização da ergonomia possuem uma visão tridimensional que compreende o homem em seu ambiente de trabalho. A ação humana no exercício de sua atividade, pode ser concebida através de aspectos organizacionais, cognitivos e físicos, os quais são descritos abaixo pela *International Ergonomics Association* (2000):

- Ergonomia Organizacional: está orientada para o aprimoramento dos sistemas sociotécnicos, incluindo processos, políticas e estruturas organizacionais. Os pontos fundamentais compreendem a cultura organizacional, gestão da qualidade, organizações em rede, trabalho em grupo, trabalho cooperativo, novos

paradigmas de trabalho, ergonomia comunitária, comunicações, projetos de trabalho, organização temporal do trabalho, projeto participativo, políticas de gestão, estruturas locais.

- Ergonomia Cognitiva: tange as relações entre elementos de um sistema e as pessoas no que diz respeito aos processos mentais de raciocínio, resposta motora, memória e percepção. Os pontos considerados são as responsabilidades do trabalhador, interação com sistemas computadorizados, relacionamento das pessoas com o sistema, níveis de esgotamento, treinamentos, desempenho, tomada de decisão. As comunicações verbais ou gráficas, a busca pela interpretação de informações, os gestos e ações realizadas pelo modo de operação dos operadores são inerentes a ergonomia cognitiva.
- Ergonomia Física: refere-se a fisiologia, biomecânica, anatomia e características humanas relacionadas com a atividade. Os pontos pertinentes envolvem os distúrbios músculos esqueléticos, repetitividade dos movimentos, manuseio de materiais, limitações sensoriais e motoras, saúde e segurança, *layout* de postos de trabalhos.

A ausência do cumprimento da ergonomia pode atingir tanto o trabalhador como a empresa. Nos trabalhadores são comuns o surgimento de dores musculares, esgotamento mental, lesões musculoesqueléticas. As empresas podem sentir o impacto com o absenteísmo dos trabalhadores, erros, diminuição da motivação e produtividade (NUNES; MACHADO, 2007 apud GOUVEIA, 2012).

O desempenho da produção é beneficiado através da ergonomia, gerando prazos de entrega, qualidade e custos a níveis convenientes. Em síntese, a ergonomia tem dois propósitos, um econômico que está associado a todo o desempenho do sistema, e outro ao bem-estar do trabalhador, que inclui aspectos organizacionais, físicos e psicológicos (DUL; NEUMANN, 2009).

A análise ergonômica deve enquadrar-se inicialmente aos postos de trabalho, desta maneira havendo um projeto inicial dos mesmos com um layout adequado. Contudo, se houver a necessidade de uma intervenção no layout em consequência da não compatibilidade dos trabalhadores com seu posto, a mesma deve ser realizada considerando a necessidade do alvo populacional (NUNES; MACHADO, 2007 apud GOUVEIA, 2012).

A necessidade de uma reestruturação produtiva através da ergonomia surge com as mudanças e introdução de novas tecnologias, atuando sobre as inadequações dos postos de trabalhos. A abordagem da relação entre o homem e o trabalho exigem a atuação de diversos profissionais neste enfoque. (ABRAHÃO, 2000 apud MATTOS, 2015).

3. CONTRIBUIÇÃO DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA TOYOTA PARA A ERGONOMIA

O STP surgiu com o intuito de opor-se ao sistema de produção em massa, com o objetivo principal de eliminar os desperdícios diminuindo o retrabalho e tarefas que não agregam valor ao produto, primando assim pelo aumento da qualidade. Contrariando o princípio de outros sistemas de gestão, a Toyota considera os funcionários como seres humanos e permite que eles expressem suas competências por conta própria na íntegra, fazendo com que seu papel seja fator determinante na produção, tornando-os prioridade na empresa em relação a tecnologia, trabalhando ao encontro da visão da ergonomia, a qual busca a diminuição de tarefas prejudiciais e monótonas ao trabalhador.

A ergonomia fica claramente presente no STP e seus princípios, técnicas e ferramentas utilizadas na condução de uma filosofia de sucesso, os quais podem

evidenciar aspectos das três especialidades da ergonomia. Desta maneira, a integração entre produção e ergonomia trabalham contribuindo para o aumento da produtividade com o menor impacto na saúde dos trabalhadores.

As identificações dos aspectos ergonômicos encontrados no sistema Toyota de Produção são descritas abaixo:

3.1 POSTO DE TRABALHO

A organização de um ambiente de trabalho é de fundamental importância no STP, impactando na produtividade e desempenho dos trabalhadores. Através da implementação da ferramenta 5S as pessoas são envolvidas e responsabilizadas pelo seu posto de trabalho, sendo motivadas a mantê-los limpo e organizado. A realização do trabalho será facilitada, reduzindo a fadiga, o esforço e o estresse, resultando em maior satisfação com um ambiente de trabalho mais agradável. A produção de produtos defeituosos resultantes de máquinas sem limpeza será diminuída, o que aumentará o ânimo dos trabalhadores.

A presença da ergonomia atinge a esfera cognitiva e física, a primeira com a qual o trabalhador atua em um ambiente compatível com suas necessidades de maneira segura e confortável, a segunda na preservação do ambiente de trabalho.

3.2 TRABALHO EM EQUIPE

Os objetivos da empresa são alinhados e os funcionários tornam-se elementos fundamentais na busca pelos mesmos, aumentando a identificação com a empresa e a satisfação no trabalho.

Os trabalhadores são solicitados conforme suas limitações, interesses e capacidade, desta forma a ergonomia torna-se fator importante no planejamento das atividades, resultando em mudanças referentes aos métodos de produtividade e organização do trabalho.

A utilização da técnica de Manufatura Celular delega responsabilidades aos operadores, que exercem o trabalho em equipe para a produção de um produto completo, diferentemente das formas de produção tradicionais que trabalham de forma fragmentada.

A utilização do formato em U aproxima as pessoas facilitando a integração entre as mesmas e o significado do trabalho é aumentado com a os membros visualizando como a matéria-prima entra no processo e o seu resultado final. A operação das máquinas deve ser realizada por mais de um operador da célula, diminuindo a incidência de doenças causadas pela repetitividade como LER/DORT, além de tornar o trabalho mais desafiante, competindo a equipe da célula a produtividade pelo produto, enriquecendo ainda mais o trabalho em grupo.

3.3 GERENCIAMENTO VISUAL

O sistema *kanban* é uma das formas de gerenciamento visual mais conhecida, que utiliza as cores para definir a prioridade de produção, ficando a cargo dos operadores a tomada de decisão, contribuindo com a ergonomia na redução da monotonia e aumento do estímulo devido a percepção de sua importância no trabalho.

A fábrica deve estar provida de outras informações distribuídas com intuito de informar o desempenho e andamento da produção, além de avarias nos equipamentos de produção, evitando assim um maior número de acidentes e agilizando a reparação dos

mesmos. Neste modelo a produtividade e qualidade são preenchidas como informações compreensivas a todos pelos próprios trabalhadores do chão de fábrica.

A ergonomia encontra-se presente na redução entre a distância do operador e os elementos do sistema no qual está envolvido, além de gerar maior entendimento das atividades desenvolvidas com a transmissão das informações de forma padronizada, clara, rápida e coesa.

3.4 TRABALHO PADRONIZADO

Os padrões de trabalho determinam os métodos de trabalhos empregados, de forma clara e objetiva, sendo guias úteis para que sejam realizados com as melhores práticas, além de serem flexíveis e com a participação dos operadores. A padronização impacta na melhoria da qualidade e da segurança, resultando em tarefas com uma execução completa e segura, pois seguindo as diretrizes pré-determinadas o controle das tarefas ficam facilitadas.

A ergonomia organizacional encontra-se presente pois envolve a concepção dos postos de trabalho e observação dos métodos de gestão.

3.5 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

As soluções dos problemas são resolvidas pelos próprios trabalhadores envolvidos, que buscam detectar as causas e eliminá-las definitivamente. Os aspectos da ergonomia cognitiva residem no envolvimento de todos os funcionários pela busca da eliminação do problema.

3.6 SISTEMAS DE MATERIAIS

A redução de estoque proporciona a empresa a estabilidade dos processos, fazendo assim com que ocorra a redução dos desperdícios e custos com materiais desnecessários, evitando muitas vezes o retrabalho dos funcionários. O sistema *Just in time* corrobora a ideia, trabalhando com a logística da produção de materiais somente na quantidade, sequência e hora certas. Além de buscar a redução da distância e tempo de percurso dos funcionários, assim como seu envolvimento para o aprimoramento contínuo.

Na ótica da ergonomia os postos de trabalho e seu layout são alinhados conforme a melhor disposição, contribuindo assim com a diminuição dos esforços e trabalhos desnecessários.

3.7 PROCESSOS PADRONIZADOS DA QUALIDADE

A responsabilidade pela qualidade é delegada aos operadores, desta forma a padronização dos procedimentos busca atingir a qualidade de um produto em seu processo, buscando ao máximo a prevenção de avarias nas instalações. Isto posto, é necessário que se utilize de orientações de trabalho bem determinadas com uma avaliação objetiva dos resultados.

Como a responsabilidade pela qualidade é delegada aos operadores, necessita-se de um instrumento que facilite o trabalho, desta forma o *Poka-Yoke* é utilizado como um processo que ajuda a eliminar os erros. Este dispositivo funciona através do emprego de moldes, utilização de cores ou compatibilidade espacial, que alertam em casos de anormalidades na linha dos produtos acabados, evitando que sejam necessários os retrabalhos.

Os aspectos ergonômicos ficam presentes na melhoria contínua, organização do trabalho e do posto de trabalho. Na utilização do *Poka-Yoke* em caso de alerta, o operador deve tomar a decisão de paralisar a linha de produção, neste caso, a ergonomia cognitiva encontra-se presente. O sistema pode ser utilizado também para impedir que o trabalhador faça um procedimento incorreto, evitando assim, que ocorram acidentes. De maneira geral o operador tem maiores responsabilidades, e impacta diretamente na qualidade do produto final, o que pode gerar maior motivação no trabalho.

3.8 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A manutenção de máquinas e equipamentos é indispensável para manter constante o fluxo de bens e materiais, visando sempre a ótica de trabalhar com o estoque mínimo. O STP trabalha com a estabilidade produtiva, evitando que haja perdas por problemas em máquinas, que conseqüentemente gera desperdício na espera de funcionários. Para que não ocorram problemas, trabalha-se com a manutenção preditiva, a qual os funcionários devem estar atentos e identificar possíveis avarias e efetuar o reparo antes que possam resultar em problemas maiores.

Para que os trabalhadores possam realizar os trabalhos, o treinamento possibilitará a competência necessária e evidenciará assim o aspecto ergonômico no enriquecimento do cargo, que além da operação, do controle da produção, da responsabilidade para a qualidade, também realizam a manutenção para que tudo ocorra como desejado.

3.9 QUALIFICAÇÃO E TREINAMENTO

O funcionário é considerado pelo STP como o bem mais precioso da empresa, desta forma a qualificação e desenvolvimento do funcionário ocorrem constantemente, buscando sempre o aperfeiçoamento profissional.

A ergonomia cognitiva faz parte deste processo ao exigir processos mentais de raciocínio, memória e percepção, fazendo com que os trabalhadores ao adquirirem o treinamento possam interagir com as diferentes situações de trabalho relacionando-se com as pessoas e sistemas, sempre em busca do desempenho desejado.

4 CONCLUSÃO

A perda por desperdícios materiais e humanos pode significar o declínio de uma organização. Inúmeros modelos de gestão foram desenvolvidos ao longo do tempo, e os quais possuem processos que prezam pelo ambiente e pelas pessoas, atingem o sucesso. Na busca de potencializar e aumentar o desempenho global do sistema produtivo e diminuir a possibilidade de problemas relacionados a saúde dos trabalhadores, buscou-se fazer uma reflexão entre as técnicas e processos existentes no STP e os aspectos ergonômicos existentes.

Na perspectiva conceitual do STP e da ergonomia a carga de trabalho é corretamente distribuída e estimulante aos funcionários, que recebem condições e abertura de diálogo, sentindo que podem opinar e participar ativamente de melhorias como um todo da empresa e a produtividade pode ser conseguida com maior responsabilidade, e também com maior motivação. Os funcionários são prioridade na empresa e possuem um papel determinante na produção, eles são privilegiados com inúmeras iniciativas voltadas para a sua qualidade de vida e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ABERGO – **Associação Brasileira de Ergonomia**. Disponível em <http://www.abergo.org.br> Acesso em 20/06/2018

DUL, J.; NEUMANN, W. P. **Ergonomics Contributions to company strategies, Applied ergonomics**. 2009, Vol. 40, p. 745-52.

ELIAS, S. J. B.; MERINO, E. **Aspectos ergonômicos na utilização das técnicas de produção enxuta: uma contribuição para a melhoria global do sistema produtivo**. ENEGEP, 2007. – Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR600448_0467.pdf. Acesso em 20 Jul. 2018.

GOUVEIA, N. A. P. B. **Ergonomia como factor integrante das ferramentas de implementação Lean Six Sigma**. 2012. 120p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2012.

IEA – **International Ergonomics Association**. Disponível em <http://www.iea.cc>. Acesso em 20/06/2018.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MAIA, I. M. O.; FRANCISCO, A. C.; PILATTI, L. A. **Fundamentos da Ergonomia na Melhoria Contínua**. Congresso Internacional de Administração, 2007.

MATTOS, D. L. **Avaliação de um Modelo de Gestão de Ergonomia Baseado em Práticas da Produção Enxuta: Enfoque no Índice de Absenteísmo em uma Empresa de Embalagens de Papelão Ondulado Catarinense**. 2015. 196p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

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

SILVA, A.L.C. **A Segurança do Trabalho como uma Ferramenta para a Melhoria da Qualidade**. 2011. 139p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

XAVIER, A. A. P. **Apostila de Ergonomia**. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. UTFPR, 2013