

Melhoria de células de montagem com aplicação do *lean manufacturing*

LEAN MANUFACTURING IN AIR CONDITIONING HOSES ASSEMBLY CELL

Jorge Lucrecia Junior
Álvaro Azevedo Cardoso
Carlos Alberto Chaves
Universidade de Taubaté - UNITAU
Departamento de Engenharia Mecânica

RESUMO

O Pensamento Enxuto "Lean" introduzido pela Toyota Companhia Toyota - TPS (sistema de produção de Toyota) mudou o padrão de produção em massa americano. As inovações são foco na flexibilidade da produção e também na eliminação contínua de desperdícios; análise dos investimentos em máquinas com operadores treinados e ao sistema empurrando a puxar o sistema baseado na demanda do cliente. As técnicas de manufatura "lean" foram executadas em célula de montagem de peças automotivas (mangueiras de ar condicionado) e os resultados foram excelentes. Por exemplo: a redução do espaço de 42%, uma melhoria de 50 % de redução de peças, melhoria do "lead timing" em 30%, e eliminação do estoque de segurança. Além destes aspectos, obteve-se uma melhoria na qualidade de aproximadamente 10%. Ser competitivo no mercado é verdadeiramente necessário para o pensar "lean" e melhorar este processo para se obter bons resultados como pode se verificar com o enorme crescimento das companhias orientais.

PALAVRAS CHAVE

Manufatura enxuta. Produtividade. Qualidade. Melhoria. Kaizen.

Abstract

The new "thought leans" introduced by Toyota Company - TPS (Toyota Production System) changed the standard of the American massive production. The innovations are focus in the flexibility of the production and also to eliminate the continuously wasting; swooping the investment in machines to trained operators and the pushing system to pulling system based into the demand of the client. The Lean Manufacturing techniques were implemented in an Automotive Plant in Air Conditioning Hoses assembly cell and the results were excellent. For instance: 42%

floor space reduction, 50% pieces in process reduction, improvement the lead timing in 30%, and eliminating the security buffer. Besides it, we could get an improvement in quality about 10%. Aiming to be competitive in the market it is truly necessary to think lean and improve this process to get good results as we can notice with the enormous growth of the Oriental Companies.

KEYWORDS

Lean manufacturing. Productivity. Quality. Improvement. Kaizen.

INTRODUÇÃO

O termo "lean" foi cunhado originalmente no livro "A Máquina que Mudou o Mundo" (The Machine that Changed the World) de Womack, Jones e Roods(1992). Trata-se de um abrangente estudo sobre a indústria automobilística mundial realizada pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology). Neste trabalho ficaram evidentes as vantagens do desempenho do Sistema Toyota de Produção que traziam enormes diferenças em produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos etc. e explicava, em grande medida, o sucesso da indústria japonesa (LIB, 2005).

A manufatura enxuta surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial. Seu criador foi Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota e seus precursores: Sakichi Toyoda, fundador do Grupo Toyoda em 1902; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, que encabeçou as operações de manufatura de automóveis entre 1936 e 1950 e Eiji Toyoda. Inicialmente muitas empresas enxergavam apenas a área de produção. Hoje preferimos definir por Lean Enterprise ou Lean Business System, ou seja, a filosofia Toyota aplicada a todas as dimensões dos negócios de uma organização (LIB, 2005).

O Pensamento Enxuto *Lean* é uma filosofia

operacional ou um sistema de negócios, uma forma de especificar valor, alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita, e realizá-las de forma cada vez mais eficaz, ou seja, fazer cada vez mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço - e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam no tempo certo (Womack; Jones; roods, 1998). Também é uma forma de tornar o trabalho mais satisfatório, oferecendo feedback imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor. É uma forma de criar novos trabalhos em vez de simplesmente destruir empregos em nome da eficiência. Mas trabalho que efetivamente agregam valor. Eliminam-se desperdícios e não empregos (LIB, 2005).

Embora a filosofia possa parecer simples e óbvia (e efetivamente ela o é), a experiência tem mostrado que são muito poucas as empresas que conseguem replicar o sucesso da Toyota. A razão é simples, não é fácil. Exige, muitas vezes, uma mudança radical de mentalidade, valores e disciplina. Apenas a introdução de algumas ferramentas não significará sucesso na implementação (LIB, 2005).

Um Fluxo de Valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para fazer passar um produto por todos os fluxos essenciais de cada produto: O fluxo de produção desde a matéria prima até o lançamento (Rotondaro, 2002). O fluxo que geralmente relacionamos à produção enxuta e precisamente a área onde foram implementados os métodos enxutos. Mostrado no manual "Learning to See" (traduzido por Aprendendo a Enxergar) (Rother; shook, 1999).

O "Takt Time" é o tempo em que você deveria produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas, para atender a demanda dos clientes. O takt time é calculado dividindo-se o volume da demanda do cliente (em unidades) por turno pelo tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno. O takt time é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas. O takt time é um número de referência que dá a você uma noção do ritmo em que cada processo precisa estar produzindo e ajuda a enxergar como as coisas estão indo e o que você precisa fazer para melhorar. No mapa do estado futuro, os tempos takt são anotados nas caixas de dados (Alvarez, Antunes 2001).

O processo de Fluxo Contínuo é um conceito que

em seu estado ideal, significa que os itens são processados e movidos diretamente de um processo para o próximo, uma peça de cada vez. Cada passo do processo opera somente na peça que é necessária ao próximo passo, pouco antes que este passo precise dela, e o tamanho do lote de transferência é unitário. O fluxo contínuo também é chamado "fluxo de uma peça", "fluxo de uma única peça" e "faça uma e mova uma". Uma Célula Produtiva é um arranjo de pessoas, máquinas, peças e métodos em que as etapas do processo e ocorrem em forma sequencial, através do qual as partes são em fluxo contínuo (ou em alguns casos, de forma consistente com lotes pequenos mantidos em toda a seqüência das etapas do processo). Atingir e manter um eficiente fluxo contínuo é o propósito da célula. As células são geralmente utilizadas onde os produtos são completados para um cliente exteno, como em uma montagem final ou processo de solda e pintura. As células também pode ser usadas em muitos processos fornecedores que fabricam componentes ou produzem sub-montagens. As células e linhas podem ser sincronizadas pelos operadores, onde as pessoas iniciam a transferência de peças, ou sincronizada pela máquina, ou por uma correia ou esteira roda pela célula, transferindo peças automaticamente. De qualquer maneira, atingir o fluxo contínuo requer que as peças sejam transferidas sincronizadamente. O Layout físico mais conhecido de uma célula e o formato em "U", mas muitas formas são possíveis. O processamento em fluxo contínuo também é possível em linhas de produção retas. Muitas empresas utilizam os termos célula e linha de forma intercambiável (Rother; Harris, 2002).

O DBO (Diagrama de Balanceamento do Operador), é um quadro e gráfico onde está descrito a distribuição de trabalho entre os operadores em relação ao Takt Time, baseado em dados reais que você mesmo observou e registrou (Cronoanálise). Ele é quantitativo, simples, visual e retira os "chutes" e aproximações no projeto e operação eficientes de células baseadas em operadores. Permite que engenheiros, gerentes e operadores trabalhem juntos utilizando fatos. Esta ferramenta é muito útil para desenvolver nossos próprios "olhos para o fluxo". Sempre que alguém inicia o trabalho com o DBO, notamos como a ferramenta é eficaz para ajudar a entender, criar, gerenciar e melhorar o fluxo contínuo (Rother, Harris, 2002).

OBJETIVO

O propósito deste trabalho é mostrar um estudo de caso de uma célula de montagem de peças automotivas (mangueiras de Ar Condicionado) em que aplicou-se a filosofia da Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*), através de um comparativo entre a célula antes da aplicação (estado atual) e depois com a filosofia concluída (estado futuro).

METODOLOGIA

Destaca-se a funcionabilidade e os indicadores de produtividade e qualidade atuais da célula de montagem para identificação das oportunidades. Também se elaborou um planejamento detalhado de todas as etapas do processo de implementação com os objetivos e recursos muito bem definidos:

1º) Conceituação sobre o problema: Convocação de reunião para abertura dos trabalhos com representantes de todas as áreas suportes envolvidas diretamente na produção, já treinados devidamente com na “Mentalidade Enxuta”. Nesta reunião convidamos representantes das áreas suporte a participarem do time e divulgamos os objetivos do Kaizen. Nesta mesma reunião, definimos representantes dos operadores que irão ter a responsabilidade de interação dos demais operadores com as áreas suportes, levando sugestões ao time do Kaizen e passando aos operadores restantes o andamento dos trabalhos.

2º) Análise da situação atual e medições: Mapeamento do Fluxo de Valor de toda a célula produtiva para levantamento das operações, ou mesmo partes das operações que Geram Valor, ou que não geram valor, mas são necessárias e por fim as que Não Agregam Valor, esta última deverá ser combatida na íntegra e os demais na medida do possível serem reduzidas ao máximo, este será o foco do trabalho. Refazer as cronoanálises das posições de trabalho entendendo perfeitamente o fluxo de trabalho e as alternativas possíveis. Caso existam tarefas unificadas, é muito importante estas serem desmembradas em sub-tarefas e com isso viabilizar futuros estudos de flexibilidade na célula produtiva.

3º) Brainstorming sobre Kaizen: Reuniões periódicas para propostas de melhorias. Todas as idéias são bem vindas, anotadas e estudadas com o time. Importante termos o leiaute de toda área produtiva (máquinas, bancadas e operadores), recortado em cartolina para manuseio de forma simples e rápida.

4º) Plano de Ação para a implementação do

Kaizen: Depois do consenso do time referente a melhor proposta e os custos previstos levantados, o estudo da viabilidade técnica e econômica concluída, inicia-se os planos de implementação, divulgando o “Estado Futuro” para os demais operadores e coordenação em geral, sempre anotando possíveis problemas e sugestões. Com a proposta acordada entre todas partes, inicia-se as implementações com o envolvimento dos operadores e o suporte técnico.

5º) Ajustar e documentar novo procedimento: Paralelamente inicia-se os treinamentos dos envolvidos junto com a elaboração da nova documentação da produção. Sempre prevendo um lançamento gradativo da produção para adaptação dos métodos, operadores, imprevistos e “ajustes finos”.

6º) Confirmar melhoria na prática: Elaborar relatórios comparativos entre o “Estado Atual” e o “Estado Futuro” com comentários e conclusões. As lições aprendidas devem ser muito bem divulgada para os próximos times, com o objetivo de aprimoramento dos futuros trabalhos. Apresentar os resultados para a Gerência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados resultados referentes a otimização do piso fabril (Floor Space) e quantidade de peças no processo (Pieces in Process and Buffers).

A área produtiva em questão é uma célula de montagem de mangueiras de Ar Condicionado Automobilitica, que fornecem 2000 peças dia com 10 modelos diferentes de produtos, trabalhando 5 dias por semana em 2 turnos com 30 operadores.

Inicialmente encontrava-se a área produtiva, em questão, com grupos de operadores e áreas suportes com objetivos individuais, divididos entre setores, dando o melhor de si, e não se preocupando com o resultado da trabalho coletivo. Depois de introduzido os conceitos da Manufatura Enxuta, através de treinamentos específicos, mostrando exemplos de oportunidades de melhoria para competitividade do nosso negócio, visando a sobrevivência da instituição e o comprometimento com a estabilidade no emprego, conseguiu-se realmente um Time de trabalho coeso, focado na cultura do Kaizen. Para levantamento do Estado Futuro utilizou-se do DBO. Na Figura 1 pode-se concluir que tem-se oportunidades de mudança de leiaute e aproveitamento de mão de obra nas operações, como exemplo: Operação nº 10 devido a diferença de tempos significativos para cada família de modelo, Opera-

ção nº 30 devido a não utilização desta operação para uma das famílias de modelos e a Operação nº 50 por

ocupar menos tempo do que as demais.

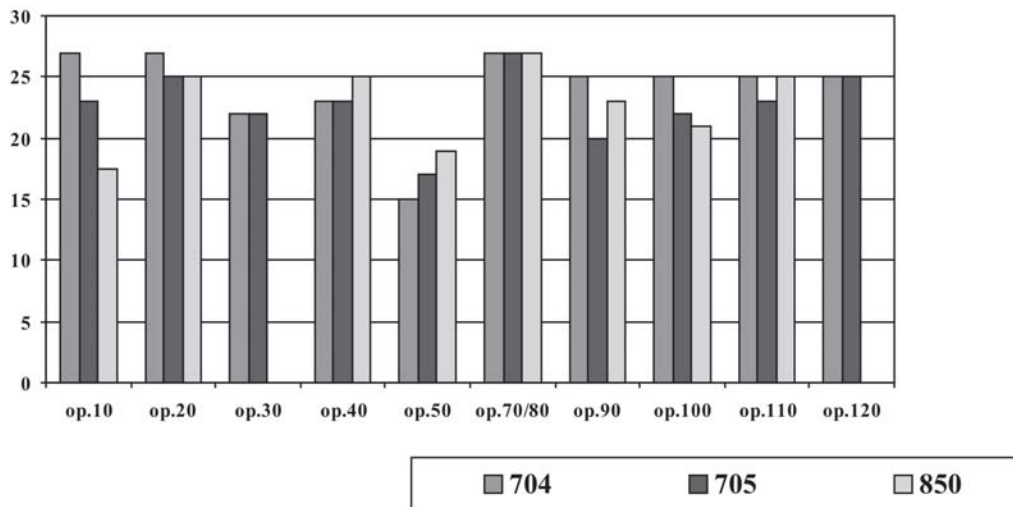


Figura 1 - Estado atual com os 3 tipos de famílias de produto

Na Fig.1 pode-se concluir que temos oportunidades de mudança de Lay-out e aproveitamento de mão de obra nas operações, como exemplo: Operação nº 10 devido a diferença de tempos significativos para cada família de modelo, Operação nº 30 devido o não utilização desta operação para uma das famílias de modelos e a Operação nº 50 por ocupar menos tempo do que as demais.

Com base nos dados do DBO (Estado Atual) e no levantamento de Fluxo de Valor, Fluxo Contínuo, Célula Produtiva, TakT Time já apresentados na Inrodução segundo Rother e Shook (1999), podemos iniciar os trabalhos de Kaizen com os Brainstorming envolvendo todo o time de suporte e operadores.

Inicialmente, tem-se um processo produtivo dividido em duas sub áreas:

1ª Área - Responsável por todas as crimpagens constituídas por 4 prensas hidráulicas com um estoque aproximado de 5000 peças crimpadas (Buffer), que muitas das vezes não correspondia ao produto crítico que o cliente final gostaria de receber. Com um grande potencial de ter peças com má qualidade, pois o posicionamento da correta crimpagem seria verificado posteriormente na próxima etapa do processo. Esta área ocupava aproximadamente 70 m² e por não trabalhar com sequenciamento de operações tinha um grande manuseio de peças entre crimpagem (1ª crimpagem da peça com 2ª crimpagem na mesma peça), tendo casos de uma mesma peça ter 4 tipos de

crimpagens diferentes.

2ª Área - Responsável pela montagem, onde se coloca todos os demais componentes do produto, Inspeções e Empacotamento. Constituída por 8 operações distintas com o Lay-out em linha, com grandes espaços para posicionamento das caixas contendo aproximadamente 150 peças por caixa, fornecida pela 1ª área. Esta área ocupava aproximadamente 60 m². E era considerada muito apertada, pois não tinha espaço para manobras de carrinhos transportadores.

Depois de varios estudos o time do Kaizen chegou a conclusão que deveríamos juntar as áreas de sub montagem com a de montagem somente com um Tack Time e implementarmos o fluxo contínuo de produção (Rother; Harris, 2002).

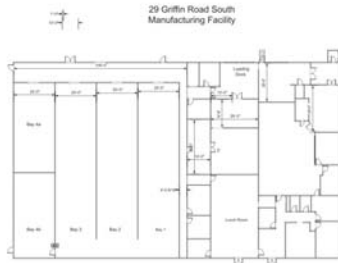
A Fig. 2 ilustra a sequência de atividades em um processo de Kaizen (Melhoria Continua).

Para isto teríamos que alterar o fluxo de processo e modificamos algumas ferramentas de crimpagem, que até então, eram comunizadas com uma sequência de crimpagem que não atendia o Fluxo Contínuo de produção.

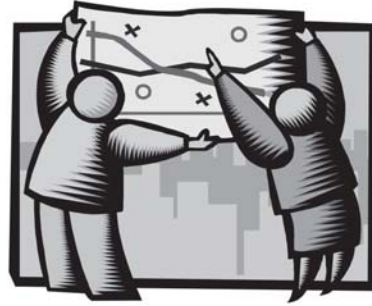
A Fig. 3 mostra o Lay-out já em forma de "U" com todas as modificações e sugestões do time aplicadas e pronto para ser colocado em prática.

Conclui-se que se deve dividir os processos em 2 células produtivas. Para a família de produtos de nome 704 e 705 e família de produtos de nome 850, pois temos um aproveitamento melhor do tempo dos ope

Estado Atual



Planos de Melhoria



Estado Futuro

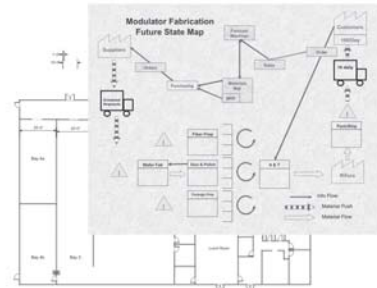


Figura 2 – Processo Kaizen (Melhoria Contínua)

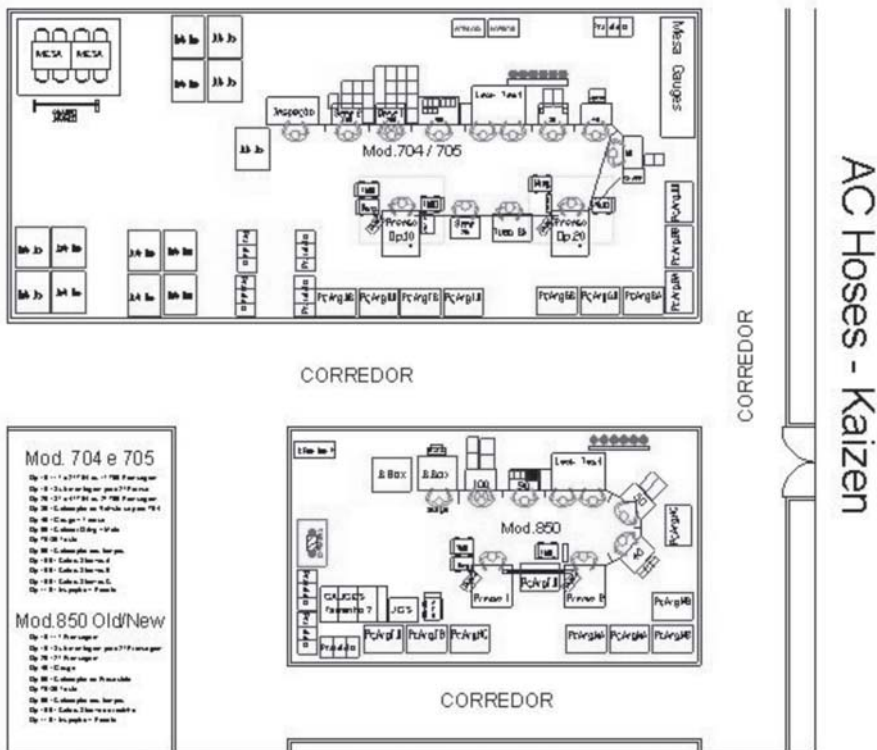


Figura 3 – Novo Lay-out com a incorporação de modificações e sugestões

radores utilizando família de produtos com tempos de operação semelhantes, observados no presente estudo do DBO.

Com relação ao tamanho da área produtiva, conclui-se que no estado atual, com 130 m² de área produtiva ocupada e, para o estado futuro, uma diminuição em 75 m², indicando um melhor aproveitamento da área produtiva na ordem de 42,3 %. Isto se deu pela aplicação das técnicas “Lean” e, conseqüentemente, com a eliminação do Buffer de peças crimpadas, que não agregavam Valor ao Produto. O posicionamento das prensas hidráulicas dentro da célula de montagem também contribuíram na redução da ocupação do piso fabril, utilizando os conceitos de Fluxo Contínuo ou Fluxo de uma peça só (Rother; Harris, 2002).

Em relação a quantidade de peças no processo produtivos, foi criado no Kaizen um “Cabideiro” com limitação de quantidade, fazendo com que entre posições somente 7 peças no máximo pudessem ser posicionadas. Analisando o estado atual, onde nas bancadas, não eram muito bem definidas as quantidades de peças permitidas por operação, fazendo com que os operadores pudessem acumular verdadeiros “castelos” de peças entre posições. Em algumas situações, 28 peças entre posições puderam ser observadas. Para o presente estudo considerou-se o estado atual com 14 peças em média, e para o estado futuro, com a implementação dos cabideiros com 7 peças em média por operação. Isto mostra uma melhoria de 50 % de redução de peças no processo.

CONCLUSÕES

Na Mentalidade Enxuta (*Lean*), primeiro deve-se definir o que é Valor e depois visualizar as oportunidades. É o cliente define o que é Valor e não a empresa.

Neste Estudo de Caso foi possível obter resultados de um processo que já estava estabilizado e com produtividade satisfatória.

Ser “lean” é fazer apenas o necessário, quando necessário, no ritmo do cliente: o que se vende, se produz.

Eficiências individuais isoladas (Área 1 e Área 2), não significam eficiência sistêmica adequada. “Ilhas de eficiência” dentro de um processo produtivo, freqüentemente significam investimento em excesso e podem levar, também, à superprodução.

Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, a alternativa é conectar os processos através

dos sistemas de Produção Puxados.

Mentalidade Enxuta, deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes, onde todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R.; ANTUNES JR., J. A. V. Takt time: contexto e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Revista Gestão & Produção*, v. 8, n. 1, p. 01-18, abr. 2001.

LIB - Lean Institute Brasil, 2005. www.lean.org.br, viewed on March 16, 2005, at 10:32.

ROTHER, M. E SHOOK, J. *Aprendendo a Enxergar*, São Paulo: DTC, 1999.

ROTONDARO, R. *Seis Sigma*. São Paulo: Atlas, 2002.

WOMACK, P. et al. *A Mentalidade Enxuta nas empresas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ALCINO, M. Grupos semi-autônomos na indústria automobilística: estudo de caso. São Paulo: Artigo Técnico, 2001.

EPSTEIN, R. *Libere sua criatividade*. New York: Sussex Publishers, jun /jul. 1996. Condensado de *Psychology Today*.

HALL, R. W. *Excelência na Manufatura*. 3 ed., São Paulo: IMAM, 1988.

IMAI, M. *Kaizen: The key to japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill, 1986.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p.

ROTHER, M.; HARRIS, R. *Criando fluxo contínuo*, impresso versão 1.0, São Paulo 2002

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

SCHONBERGER, R. J. Fabricação classe universal: as Lições de simplicidade aplicadas. São Paulo: Pioneira, 1988. _____ Técnicas industriais japonesas. 4 ed. São Paulo: Pioneira, 1988.

SCHONBERGER, R. J. Técnicas Industriais Japonesas. 4ª Ed. São Paulo: Pioneira, 1993.

SHINGO, S. O Sistema toyota de produção, Porto Alegre: Bookmam, 1996.