

Produção Enxuta: Estudo de Caso em Uma Célula de Produção em Empresa Metalmeccânica

Resumo

Diante da competitividade e globalização, as empresas buscam constantemente a melhoria no desempenho das operações logísticas em seus processos produtivos, para que possam oferecer produtos com qualidade e preços competitivos. Este estudo teve como propósito avaliar os efeitos da implementação do *Lean Manufacturing* (produção enxuta) utilizados nas programações da célula de produção dos atuadores pneumáticos. Buscou-se identificar os resultados obtidos com a aplicabilidade de produção puxada. Esta investigação tratou-se de um estudo de caso realizado em uma empresa do segmento metalmeccânico, localizada em Caxias do Sul/RS. O instrumento para coleta dos dados deu-se por meio de um questionário semiestruturado, assim, tomou-se conhecimento dos aprimoramentos na sistemática de programação da produção e as aplicações de técnicas para uma produção enxuta. Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que houve melhoria de capacidade de produção, a qual foi focada na redução de inventário em processo, oportunizando a minimização dos custos.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*, produção enxuta, célula de produção.

ABSTRACT

Given the competitiveness and globalization, companies are constantly seeking to improve the performance of logistics operations in their production processes so that they can offer quality products and competitive prices . This study aimed to evaluate the effects of the implementation of Lean Manufacturing (Lean manufacturing) used in programming cell production of pneumatic actuators. Sought to identify the results obtained with the applicability of pull production. This research treated a case study on a company 's metalworking segment , located in Caxias do Sul / RS . The instrument for data collection was performed by means of a semistructured questionnaire thus became aware of the improvements in the system of production scheduling applications and techniques for lean production . Based on the results obtained , it can be stated that there was improvement in production capacity , which was focused on reducing inventory in process, providing opportunities for cost minimization.

Keywords: Lean manufacturing, lean production, cell production

1 Introdução

As constantes mudanças ocorridas nas últimas décadas, na política econômica quase sempre possibilitam a expansão dos negócios, o que tem gerado aumento de competição entre empresas, ocasionando a necessidade de desenvolverem sistemas de produção mais efetivos.

Hayes et al. (2008), afirma que vários elementos internos compõem a gestão de um sistema de produção. A esse conjunto de elementos podem estar relacionados aspectos externos como a relação entre demanda e oferta global, níveis de concorrência e fornecimento

de materiais. As estratégias da organização necessitam considerar, simultaneamente, esse conjunto de possibilidades e utilizar-se de ferramentas para agilizar os processos.

Pesquisas recentes indicam que autonomia, *Kanban*, *Kaizen* e *Just-in-Time*, estão em fase de ascensão, em sua aplicabilidade, Lazarin (2013). O sistema de produção enxuta (*Lean Manufacturing*), assim conceituada a partir dos estudos dos autores Womack et al. (1992) e Womack e Jones (1998), teve sua origem no Sistema Toyota de Produção (STP).

Singo (1996) e Ohno (1997) iniciaram o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção a partir da necessidade das organizações japonesas do setor automobilístico, em destaque pode-se citar a pioneira Toyota Motor Company. Foram criados métodos para a fabricação de automóveis distintos, com relação aos empregados pela indústria americana, onde a proeminência era o sistema de produção em massa, tanto para Ford Company, quanto para General Motors. Com o Sistema Toyota de Produção, as empresas que aplicavam as técnicas apresentavam: grandes diferenças na produtividade, no desenvolvimento dos produtos e aprimoração da qualidade (ANDRADE, 2006).

O *Lean Manufacturing* teve início no momento em que os empresários perceberam que suas ideias estavam sendo comuns e ultrapassadas, e não supriam mais as necessidades das empresas para que obtivessem sucesso e desenvolvimento. Essas novas maneiras de gerenciar a produção tiveram início nas origens da indústria automobilística japonesa, no final do século XIX. (OHNO,1997; KARLSSON & AHLSTRÖM, 1995).

Esta investigação foi realizada por meio de um estudo de caso, que foi realizado na empresa Alpha S.A, localizada em Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, a qual emprega atualmente, 1.300 pessoas. No território nacional foi considerada líder no seu mercado de atuação. O foco em estudo foi em uma célula de fabricação de atuadores pneumáticos. Por meio de entrevista, com questionário semiestruturado, aplicados aos Encarregados de Setores esta pesquisa foi utilizada para conhecer as readequações na célula de produção.

O objetivo geral deste estudo foi implementar ferramentas do *Lean Manufacturing* nas programações da célula de produção dos atuadores pneumáticos. Os objetivos específicos são: entender os processos de produção, após a implementação de ferramentas (*Kaizen*, *Kanban* e *Just-in-Time*) do *Lean Manufacturing*; identificar os benefícios da aplicação do *Lean Manufacturing* na célula de fabricação dos atuadores pneumáticos; identificar os principais resultados obtidos com a aplicação da sistemática de produção puxada. Para identificar os resultados foi realizada uma pesquisa aos líderes da fábrica.

Com a nova sistemática de produção esperava: reduzir substancialmente os estoques de produtos na célula; reduzir a movimentação de materiais; padronizar as embalagens de acondicionamento das câmaras e melhorar o abastecimento das linhas de montagens de freios. Com a reprogramação da produção ele almeja: evitar que houvesse desperdícios na manufatura de atuadores seja por excessos de inventário, ou pela de atendimento ao processo subjacente.

Os principais resultados alcançados foram: a mudança da produção empurrada para a produção puxada, aperfeiçoando, desta forma, o atendimento aos clientes externos, a diminuição do tempo de espera na linha de montagem de freios, e, por consequência, a diminuição de estoques de atuadores em processo.

A partir do *Kaizen*, houve um empenho do grupo gerencial, em aplicar ferramentas que proporcionassem a fabricação das câmaras de ar conforme a demanda. Desse modo, evitando o acúmulo de peças na linha, e, para tal, foi escolhida a sistemática de produção por meio do *Kanban*. Assim, como a empresa está inserida em um mercado competitivo, e busca excelência em sua manufatura para alcançar destaque internacional, é necessário reduzir custos internos, manter a qualidade e satisfazer cada vez mais seus clientes.

2 Referencial Teórico

2.1 Gestão da Produção e Operações

Na ótica de Moreira (1996), a administração da produção é fundamental para manter a competitividade das organizações. Estas desenvolvem os processos produtivos para atingir seus objetivos planejados com coerência, alinhando recursos como pessoas, matéria prima, equipamentos e capital. Portanto, a administração da produção está voltada à companhia, à direção, ao controle e ao planejamento das operações produtivas. Fazendo que estes estejam em harmonia com os objetivos da empresa. Corroborando, Correa e Correa (2006) destacam que a gestão de operações realiza o gerenciamento estratégico dos recursos escassos, agregando valores aos produtos finais. Com a interação entre gestão da produção e processos, buscam atender as necessidades e desejos dos clientes.

Não obstante, Shingo (1996) considera a produção como um sistema funcional de processos e operações. Por meio dos processos são transformadas matérias primas em produtos, ou seja, as ações das operações que realizam estas transformações. Esses conceitos fundamentais e sua relação devem ser compreendidos a fim da concretização das melhorias efetivas na produção. Desse modo, para atingir satisfação na gestão da produção e operações, faz-se necessário o entendimento das ferramentas adequadas para cada empresa, as quais possam fazer com que elas alcancem os resultados esperados. É fundamental para as organizações compreendam esse sistema, uma vez que almejam a excelência nos processos produtivos.

2.2 Sistemas de Produção

Alguns autores são consensuais sobre os conceitos de sistema de produção. Afirmando que é um conjunto de partes que interagem entre si, com um objetivo comum, e atuam de acordo com os insumos no sentido de produzir um resultado (MOREIRA 1996; CORRÊA 2006; MARTINS 2005; SILVA 2005). Assim, Moreira (1996), define um sistema de produção como um conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens (no caso das indústrias) ou serviços. O autor afirma que alguns elementos distinguem-se no sistema e são fundamentais, que são:

- a) insumos: recursos que serão transformados diretamente em produtos, como a matéria prima, além dos recursos que movem o sistema, como a mão de obra;
- b) processo de conversão: na indústria, altera o formato da matéria-prima ou modifica a composição e a forma dos recursos. Sendo mais intensa nas máquinas e equipamentos do que na mão de obra;
- c) sistema de controle: assegura que a programação proposta seja cumprida, que padrões sejam estabelecidos, que os recursos estejam sendo empregados da melhor forma possível e que a qualidade desejada seja obtida.

Antunes et al. (2008, p. 28) citam que “os princípios básicos da construção de sistemas são: as normas de concorrência, o mecanismo da função produção e as perdas”. O sistema de produção sofre influências internas e externas nas empresas, afetando assim o seu desempenho, e comprometendo seus objetivos. Internamente pode ser afetado por outras áreas da organização como o *Marketing*, Finanças, Recursos Humanos, dentre outros. Externamente, podem ser afetados por diversos fatores, pode-se citar os quatro principais, que são: as condições econômicas gerais do país, políticas e regulamentações governamentais, competição e a tecnologia.

Em produção, o sistema é formado pelos *inputs* (entrada no processo produtivo), fatores transformadores e *outputs* (saídas do processo produtivo), voltados para a fabricação de bens ou serviços (SLACK, 1997). Quando se trata de *inputs*, classifica-se em recursos transformados e recursos de transformação. Os processos de transformação envolvem *inputs* internos e externos e geram *outputs* para clientes internos e externos, o que configura, segundo o autor, as micro e macro - operações respectivamente.

Como explicam Martins e Laugeni (2005), produtividade tem um conceito amplo, porém um dos mais conhecidos e tradicionais é o que a considera como a relação entre o valor do produto e/ou serviço produzido, bem como o custo dos insumos para fabricá-lo. Outro fator são os custos dos insumos, porquanto as empresas são pressionadas por baixa de preços de vendas (*output*), forçando, na mesma proporção, a baixa destes custos.

Todo o sistema compõe-se de três elementos básicos - as entradas (*inputs*), as saídas (*outputs*) e as funções transformadoras. Pode-se dizer que “Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos interagentes e interdependentes relacionados cada um ao seu ambiente de modo a formar um todo organizado” (SILVA, 2005, p. 352). Já para Maximiano (2000, p. 533), sistema é o “conjunto de recursos que interagem para formar um todo organizado e produzir algum tipo de resultado ou efeito”.

Na opinião de Martins e Laugeni (2005), outros conceitos também são importantes para se entender a produtividade nos sistemas de produção. Estes tratam de um sistema como um todo, desde a entrada, processos e saídas, bem como todo o ambiente que se está inserido, e são de fundamental importância para uma melhor produtividade na empresa. São eles:

a) *inputs*: é o conjunto de recursos necessários (instalações, capital, mão de obra, tecnologia, energia e informações) que são transformados em *outputs* (produtos manufaturados, serviços prestados, informações e outros) pelas funções de transformação (decisões, processos e modelos de simulação);

b) sistemas de produção: tem por objetivo a fabricação de bens manufaturados, a prestação de serviços ou fornecimento de informações;

c) eficácia: capacidade em medir de quão próximo se chegou dos objetivos previamente estabelecidos na organização;

d) eficiência: relação entre o que se obteve (*output*) e o que se consumiu na produção (*input*), medidos na mesma quantidade, evitando desperdícios de tudo quanto se é utilizado. Os focos de vigilância são os meios, os métodos e procedimentos planejados e organizados.

2.3 Demanda da curva ABC

A redução dos custos operacionais requer a diminuição de estoques de produtos acabados, de matérias-primas e material em processo, porém para atingir a produtividade desejada pode exigir um grau de ocupação desses recursos que acabe elevando ao aumento dos estoques. Proporcionar melhor atendimento ao cliente, também, eleva o inventário na organização, principalmente se a demanda for flutuante. (MOURA 2004; TUBINO 2000).

Para Tubino (2000), os produtos classificados com demanda A, concentram-se em uma pequena quantidade de itens, porém representam alto valor de inventário. Já, os itens da curva C, são os menos representativos em termos de custo de produção. Sendo que os itens da faixa B são considerados de valor intermediário na avaliação da gestão dos estoques. Moura, (2004) define a curva ABC, como sendo um agrupamento de três níveis de todas as peças ou produtos, e podem ser classificados considerando o valor ou o saldo em estoque. Controlar os níveis de estoques possibilita as empresas agregar valor ao produto.

O estoque é composto por matéria-prima, materiais em processo e produtos acabados. Em todos os casos, há capital investido, portanto, quanto maior for o inventário, maior será o custo de manutenção desses estoques ao longo do tempo. Logo, reduzir o inventário é

fundamental para melhorar o resultado financeiro da organização. Com mais recursos em caixa a companhia pode investir em tecnologia da informação, novos produtos, treinamento e desenvolvimento dos seus colaboradores, que são os investimentos necessários para torná-la mais competitiva diante do mercado globalizado. Contudo, na maioria das vezes os estoques não são notados facilmente, uma vez que são tratados como consequência oriunda do trabalho rotineiro (ONHO, 1997).

2.4 Planejamento e controle da produção

Programar a produção envolve, primeiramente, o processo de distribuir as operações necessárias pelos diversos centros de trabalho; porquanto, nesses centros existem diferentes operações. A programação também envolve o processo de determinar a sequência das quais as ordens de produção serão realizadas. Controlar a fabricação significa assegurar que as ordens de serviços serão cumpridas da forma certa e na data estipulada. Para tanto, é preciso dispor de um sistema de informações que relate periodicamente sobre: material em processo acumulado nos diversos centros, o estado atual de cada ordem de produção, as quantidades produzidas de cada produto, etc. (MOREIRA, 1996, p. 392).

O equilíbrio entre planejamento e controle sofre alterações ao longo do tempo. Em planejamento e controle de longo prazo, a ênfase está no planejamento agregado e no encaixe das atividades no orçamento. No outro extremo, o planejamento e controle de curto prazo usualmente operam dentro das limitações de recursos das operações, mas intervenções na operação para corresponder às mudanças em circunstâncias de curto prazo. Incertezas, tanto no fornecimento como de demanda, afetarão a complexidade de tarefas de planejamento e controle. E esse é o propósito do planejamento e controle "... garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como deve" (SLACK, 1997, p. 32). Para que isso advenha, os recursos devem estar disponíveis na quantidade adequada, no momento certo e no nível de qualidade apropriado, garantindo um planejamento acertado da produção.

2.5 Conceitos de manufatura enxuta

No enfoque de Slack, Chambers e Johnston (2002), o *Just-in-Time* é uma abordagem disciplinada, que tende aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais exatos, utilizando o mínimo de equipamentos, instalações, materiais e recursos humanos.

Para Davis, Aquilano e Chase (2001, p. 414): "Sistema puxado *Kanban* é um sistema manual e autorregulado que objetiva controlar o fluxo de material". Os colaboradores fabricam os produtos apenas quando ocorrem necessidades nas operações a jusante, criando um sistema puxado em toda a fábrica. Já na visão de Moura (1992), o ele tem a finalidade de "puxar" o fluxo de materiais de acordo com a demanda, ou seja, produzir somente quando a operação seguinte solicitar. O sistema pode ser definido como um mecanismo de controle do fluxo de materiais, usando cartões para informar ou autorizar fabricação de um produto, regulando os estoques de materiais em processo.

2.6 Elementos para a manufatura enxuta

Liker (2005) diz que para uma empresa ser enxuta não deve simplesmente imitar as ferramentas da Toyota, e sim criar os princípios mais corretos para cada organização, fazendo com que todos os colaboradores vivenciem e criem a cultura do pensamento enxuto. Por outro lado, Shinohara (1988) dá conta que:

“A busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia.”

2.6.1 Automação

Para Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção tem duas características que são básicas, a primeira é a busca pelo estoque zero, e a segunda busca a redução do custo de mão de obra. Uma vez que a automação, ou automação com o toque humano, é um meio para a diminuição dos custos com a mão de obra. Grande parte das atividades antes exercidas pelos homens foi transferida para as máquinas, assim demonstrando a evolução que ocorreu desde a mecanização das operações essenciais até as auxiliares. Deixar as máquinas mais independentes da mão humana só ocorreu com a separação entre o trabalhador e a máquina.

2.6.2 Just In Time (JIT)

Na análise de Tubino (2000), as principais técnicas da filosofia começam por uma produção focalizada, buscando a produção puxada, nivelamento da produção, redução de *lead times*, produção de lotes menores, entre outros. Os principais conceitos trazidos para esta filosofia são:

- a) satisfazer os clientes e suas necessidades: atender e responder suas principais ambições, com qualidade e no momento que for o desejo do consumidor;
- b) eliminar desperdícios: analisar toda e qualquer atividade realizada no processo produtivo, eliminando as que não agregam valor;
- c) melhorar continuamente: procurar ter melhorias diárias em busca de melhor competitividade, sendo que todos na organização são responsáveis por tal ação. Este princípio também é conhecido como *Kaizen*. Importante é a estipulação de metas otimistas para alinhar a produtividade;
- d) envolvimento de todos: é indispensável a atuação de todas as pessoas no JIT, principalmente nos níveis gerenciais. Serão necessárias mudanças de atitudes, e para isso deve-se investir em treinamentos contínuos das equipes;
- e) visibilidade e organização: esta é uma questão fundamental, pois se trata do começo da eliminação de desperdícios e ajuda na motivação dos colaboradores. O *Layout* organizacional, armazenagens e até mesmo a postura de todos, bem como a higiene e segurança, devem ser reavaliadas frequentemente dentro da empresa.

Para Ohno (1997), o JIT significa que, em processos de fluxo, os materiais certos cheguem até seu próximo estágio de produção no momento em que são necessários e somente na qualidade desejada. A companhia que conseguir estabelecer este fluxo poderá chegar ao estoque zero. Para a gestão, esse é o ideal, porém num produto feito com inúmeros componentes, o número de processos pode ser muito elevado.

No enfoque de Slack, Chambers e Johnston (2002), o JIT é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais adequados, utilizando o mínimo de equipamentos, instalações, materiais e recursos humanos.

2.6.3 *Kanban*

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001, p. 414): “Sistema puxado *Kanban* é um sistema manual e autorregulado que objetiva controlar o fluxo de material”. É fabricado algum produto somente quando ocorrem necessidades nas operações seguintes, criando um sistema “puxado” em toda a fábrica. Para Slack (1997), é um método que operacionaliza o sistema de planejamento e controle puxado. *Kanban* é uma palavra japonesa para cartão de sinal, e controla a transferência de material de um estágio para outra operação. É um cartão utilizado por estágio cliente, para avisar que mais material deve ser enviado pelo estágio fornecedor. Os diferentes tipos de *Kanban* são:

- a) de transporte: utilizado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um destino específico;
- b) de produção: sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque;
- c) de fornecedor: utilizado para avisar os fornecedores a necessidade de enviar material ou componentes para um estágio da produção.

“Qualquer que seja o tipo de *Kanban* utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um *Kanban* dispara o transporte, a produção ou fornecimento de uma unidade ou um contenedor-padrão de unidades” (SLACK, 1997, p 486). Existem dois procedimentos que podem orientar seu uso, conhecidos como sistema de cartão único e sistema de dois cartões. O sistema de cartão único é mais utilizado, já que é mais simples de operar. Utiliza somente *Kanbans* de transporte (ou do fornecedor quando o fornecimento de materiais é de uma fonte externa). Já o sistema de dois cartões utiliza tanto o de transporte quanto o de produção.

No sistema Toyota de Produção, o *Kanban* impede a superprodução. Como resultado, não há necessidade de estoques extras e, conseqüentemente, não há necessidade de depósitos. Esta ferramenta, se utilizada inadequadamente, pode causar uma série de problemas. Para utilizá-la, deve-se entender com clareza seu propósito e seu papel, estabelecendo regras para seu uso (OHNO, 1997). Slack, Chambers e Johnston (2002) dizem que ele é utilizado para operacionalizar o controle puxado, e controla a movimentação de materiais de um estágio ao outro, sendo um o cliente e o outro o fornecedor.

Seja qual for o tipo de *Kanban*, a ideia é que, ao receber o sinal emitido pelo mesmo, dispara a produção ou fornecimento do produto ao cliente. Corroborando, Tubino (2000) comenta que não se produz nada sem que o cliente necessite da demanda e solicite a produção. Esta ferramenta, utilizada de forma simples, simplifica as atividades do planejamento e controle da produção, em processos de lotes repetidos, pois quem irá administrar os estoques são os próprios funcionários.

Perante o entendimento de Ohno (1997), o *Kanban* é uma forma de atingir o JIT, e nele os colaboradores começam a trabalhar por eles mesmos, tomar mais decisões. Este sistema deixa claro o que deve ser feito pelos gerentes e supervisores, promovendo, assim, melhorias, tanto no trabalho quanto nos equipamentos. O objetivo de eliminar desperdícios também é enfatizado nesta ferramenta, pois sua utilização demonstra imediatamente o que é desperdício, permitindo um estudo criativo para as melhorias. Na produção, é utilizado para reduzir mão de obra e estoques, eliminar produtos defeituosos e impedir a recorrência de panes.

O *Kanban* é praticado seguindo regras rígidas e sua efetividade é demonstrada pelos resultados da empresa. Porém, somente progride com uma supervisão constante das regras como se fosse um problema sem fim. Desta forma, pode-se citar algumas funções e suas regras de utilização: fornecer informações sobre apanhar ou transportar; fornecer informação

sobre a produção; impedir a superprodução e o transporte excessivo; servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias; impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz; revelar problemas existentes e manter o controle de estoques e reduzir o número de *Kanbans* aumenta sua sensibilidade aos problemas.

2.6.4 Kaizen

No ponto de vista de Slack, Chambers e Johnston (2002), o *Kaizen* é o melhoramento contínuo, e não importa se este for pequeno, o importante é que sempre haja alguma melhoria no processo e que todos os participantes possam ser envolvidos de maneira a comprometerem-se com a mudança. Para Liker (2005) quando um processo estiver correto, este irá produzir melhores resultados, o *Kaizen* só poderá ocorrer quando os processos estiverem o mais próximo do ideal. Assim que estes forem mais estáveis será mais fácil de achar as perdas. Para que se obtenha o sucesso, é necessário que todos os colaboradores, incluindo gerentes e líderes, estejam com real vontade de melhorar (OISHI, 1995)

3 Métodos

3.1 Ambiência da Pesquisa

A empresa que ambientou a pesquisa para o desenvolvimento dessa investigação, localiza-se em Caxias do Sul/RS, emprega aproximadamente 1.300 pessoas, foi fundada em 24 de abril de 1986, como uma *Joint Venture* entre duas organizações líderes do ramo de implementos rodoviários e automotivos, tendo sua marca e atuação reconhecidas mundialmente, pois é considerada a maior fabricante de freios a ar modelo S-Came e modelo *Simplex Air Came* (SAC) do Brasil.

No entanto, a organização em estudo não autorizou a divulgação de seus dados, desse modo, a ambiência de pesquisa é abordada de forma genérica, como uma *Joint Venture* de grande porte do setor metalmeccânico na Serra Gaúcha. Então, quando refere-se ao seu nome, utilizou-se uma nomenclatura genérica, sendo “Alpha S.A”. A escolha dessa empresa para ambientar esta investigação, deu-se pela sua utilização de algumas ferramentas do *Lean Manufacturing*, e assim, considerá-la relevante para a manufatura enxuta.

Com uma linha de produtos de freios automotivos para veículos comerciais (caminhões, ônibus, micro-ônibus e implementos rodoviários), a companhia exporta componentes e conjuntos de freios, atuando também no mercado de reposição. Atualmente, possui capacidade instalada para produção anual de um milhão de freios e 3.200.000 patins. Também considera com base, sustentar o foco no princípio cliente satisfeito, inclusive, é uma das preocupações constantes da organização, que possui presentemente mais de 30 pessoas no campo, intensificando o suporte técnico e comercial. Desta forma, a empresa ganha em agilidade no atendimento e estreita o relacionamento com seus clientes.

3.2 Delineamento da Pesquisa

O estudo avaliou os resultados da implementação de ferramentas de produção enxuta (*Kaizen*, *Kankan* e *Just-in-Time*), procedente de uma célula de produção de fabricação de atuadores pneumáticos, na planta industrial no município de Caxias do Sul/RS, por este motivo os resultados obtidos devem ser avaliados restritamente ao ambiente industrial estudado. O instrumento de pesquisa foi direcionado aos líderes dos setores, não foram pesquisados com outros elos da cadeia produtiva.

3.3 Objetivos do Trabalho

O objetivo geral deste estudo foi implementar as ferramentas do *Lean Manufacturing* utilizadas nas programações da célula de produção dos atuadores pneumáticos. Os objetivos específicos que dão suporte ao objetivo geral são:

- a) entender os processos de produção, após a implementação do *Lean Manufacturing*;
- b) identificar os benefícios da aplicação do *Lean Manufacturing* na célula de fabricação dos atuadores pneumáticos;
- c) identificar os principais resultados obtidos com a aplicação da sistemática de produção puxada.

3.4 Técnicas e Procedimentos de Pesquisa

Para atingir os objetivos propostos nesta investigação, optou-se pela utilização de um questionário semiestruturado, contendo 25 perguntas abertas. O questionário semiestruturado é um instrumento cientificamente desenvolvido para o estudo das características seja de pessoas, segmentos ou setor específico de uma empresa, por meio de um conjunto preestabelecido de questionamentos (HAIR JR et al., 2005).

O método adotado neste artigo foi o estudo de caso que, na ótica de Yin (2005), é um modelo de estudo empregado como estratégia de investigação, com a finalidade de contribuir com as informações que se tem das ocorrências individuais ou em grupo, sociais e organizacionais. Contudo, esse método comporta uma investigação, a qual conserva suas características dos acontecimentos do cotidiano. O autor aborda que o estudo de caso envolve o estudo profundo de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Além disso, se utilizou as pesquisas exploratórias por meio de levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema investigado, para torna-lo explícito e análise de exemplos que instiguem a compreensão (GIL, 2008). Para Malhotra (2010), a finalidade principal é permitir a compreensão do problema levantado pelo pesquisador.

A abordagem utilizada foi a de pesquisa qualitativa que, os autores Denzin e Lincoln (2006), afirmam que esse modelo de investigação abrange uma abordagem naturalista, interpretativa, o que significa que seus pesquisadores estudam as situações em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar, os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem.

3.5 Técnicas de coletas e Desenvolvimento da Pesquisa

O modelo de pesquisa utilizado nesta investigação pode ser classificado como pesquisa qualitativa de caráter exploratório. Sendo iniciada com uma revisão bibliográfica sobre: gestão da produção e operações, sistemas de produção, demanda da curva ABC, planejamento e controle da produção, conceitos de manufatura enxuta, elementos para manufatura enxuta, na intenção de fornecer embasamento teórico no desenvolvimento do objetivo geral e objetivos específicos. Os dados coletados referentes à organização investigada foram pesquisados por meio de questionamentos aos Líderes de Setores, conduzidos por um roteiro semiestruturado. A entrevista aconteceu presencialmente, em três etapas, com duração de aproximadamente duas horas cada.

4 Análise e Interpretação dos Dados

Anteriormente à aplicação das ferramentas do *Lean Manufacturing* a célula produzia

sua demanda de forma empurrada. Originando, assim, grandes estoques de peças que, em muitos casos, sendo desnecessários para a montagem de freios. Havendo desperdício de tempo e mão de obra, acarretando os estoques obsoletos. Desse modo, para minimizar o impacto da falta de abastecimento nas linhas de montagem de freios foi necessário buscar ferramentas que facilitassem a produção de forma puxada, visando diminuir o inventário em processo, melhorar a produtividade e o atendimento aos seus clientes.

Desse modo, para que uma mudança aconteça, os colaboradores também deverão estar engajados no projeto, e dispostos a aderir às mudanças vindouras, relata o Líder do Setor A. Com a nova sistemática, foi necessário treinamento e readequação dos processos envolvidos. Focando em produzir somente o que realmente era solicitado, ou o que o próximo processo de produção necessitava, em um fluxo regular e sem retorno. Destarte, o objetivo era melhorar o *lead time* para entrega de produtos e também o sincronismo de produção.

Segundo um dos entrevistados, a organização pode obter algumas vantagens nessa célula de produção, pois a mesma já produz com maior velocidade, confiabilidade e maior flexibilidade. A utilização de ferramentas do *Lean Manufacturing* pode também melhorar os índices de estoques, bem como o atendimento aos clientes. Com relação aos atuadores pneumáticos, igualmente conhecidos como câmaras de freios, cilindro do freio ou cuíca, os quais são utilizados para o acionamento do freio de serviço, de emergência ou para estacionamento, tiveram suas classificações dimensionadas devido à área do diafragma em polegadas quadradas.

Geralmente, os atuadores pneumáticos de serviço são utilizados em eixos dianteiros, funcionando independentemente da câmara de estacionamento, sendo responsáveis pela força de frenagem durante a operação normal do veículo. Os Atuadores de serviço/estacionamento são utilizados em eixos traseiros, e são responsáveis por manter o veículo em repouso. O atuador de estacionamento não intervém na operação do atuador de serviço, pois está pressurizado e com a mola comprimida. No momento que não houver ar no sistema, a câmara de estacionamento é responsável por manter o veículo parado.

Por conseguinte, os atuadores pneumáticos de serviço/estacionamento também têm outra denominação, que apesar da semelhança, apresentam alguns diferenciais nas características quanto à obtenção de força de frenagem, dimensões e peso, e esta é chamada de serviço/estacionamento. A principal mudança está na mola de acionamento, que proporciona maior força de acionamento. Desta forma, esta câmara também pode ser utilizada em veículos de maior porte.

Atualmente, a célula de serviço/estacionamento passa operar em dois turnos de trabalho, interrompendo somente nos horários de intervalos, almoço ou janta. Assim, é possível contar com trinta colaboradores que trabalham diretamente nos postos de operações, totalizando quinze colaboradores por turno. A capacidade instalada é de 960 peças por turno, atingindo a produção de 1.920 peças em um turno integral. Presentemente, a organização conta com 130 códigos diferentes que podem ser montados na linha de atuadores de serviço/estacionamento.

O abastecimento de peças é realizado com suprimentos adquiridos e com materiais produzidos internamente. A responsabilidade de abastecimento de materiais adquiridos é do almoxarifado. No setor, há locais específicos para tal, sendo que o mesmo não ocorre dentro da célula, e sim fora, de modo que a reposição aconteça sem interferir no andamento do processo. Nos postos de trabalho, os colaboradores devem buscar as peças necessárias de acordo com o tipo de produto que estão fabricando.

Há uma quantidade predeterminada para abastecimento de itens comprados para que o estoque fique em sua maior parte no almoxarifado. Os tempos de estoques podem ter uma alta e constante variabilidade. As peças pequenas (porcas e arruelas) ficam estocadas de um a dois dias, e as maiores aproximadamente oito horas. Assim que são utilizados no setor, o

responsável pelo abastecimento deverá identificar a quantidade necessária e repor no estoque.

O restante do material é produzido em seus determinados setores e são colocados em uma correia de pintura, onde depois de pintados são descarregados e levados até a célula do atuador pneumático. A responsabilidade de abastecimento deste material é do responsável da correia de pintura.

Contudo, o acionamento da necessidade dos itens processados internamente, que se encontram na curva A de demanda, já ocorre por meio de cartões *Kanban*. Existem quadros *Kanbans* e caixas padronizadas, bem como um local específico para armazenagem destes componentes. Já os materiais de baixo consumo são fabricados de acordo com a prioridade da linha e de acordo com as ordens de produção liberadas. São materiais usinados e estampados que possuíam, em alguns casos, elevados estoques na própria célula.

O processo de montagem acontece em linha, porém a célula de atuador tem características de um arranjo físico celular, pois há similaridade no processo e o fluxo interno está bem definido, facilitando, assim, o seu acompanhamento. Também há flexibilidade no *mix* de produção da célula, embora ainda haja alguns códigos de câmaras a serem produzidos, mesmo assim o *setup* é efetuado em curto tempo, colaborando com que o *lead time* também seja reduzido. Os postos de trabalho são próximos um do outro, e isso também facilita a comunicação entre os operadores.

A ferramenta *Kaizen* foi utilizada para implantar mudanças nos processos da empresa. Portanto, os *Kaizens* estão estruturados com um grupo pessoas de distintas áreas da organização, tendo como foco principal detectar qualquer desperdício, ou algo que não agregue valor ao produto, promovendo também a melhoria no ambiente de trabalho.

Contudo, em relação ao balanceamento da produção, ainda podem-se identificar alguns problemas. A produção é feita de acordo com a prioridade vinda principalmente da montagem de freios, mas também podem vir dos outros clientes da célula, tais como pedidos *intercompany* e mercado de reposição. Por conseguinte, quando não há necessidade imediata de alguma peça em específico, a produção é feita de acordo com as ordens de produção disponibilizadas pelo sistema *Material Requirements Planning* (MRP). Isso gera uma série de estoques, que podem demorar a serem utilizados, porém, devido à busca da eficiência, não se pode parar de produzir.

Desse modo, com o intuito de reduzir estoques em excesso de câmaras na linha de montagem de freios, e garantir o seu melhor abastecimento, foi proposto a utilização de uma sistemática de produção puxada. Os resultados pretendidos eram: limitar os estoques de câmaras prontas na linha de montagem, garantir o nível de atendimento da linha, aumentar o giro de estoque e puxar a produção baseada na demanda. A média de estoque atual dos atuadores de serviço/estacionamento era de 1.800 unidades. Porém, as câmaras com maior representatividade têm o estoque com número de peças inferior. Isso demonstra que há excesso de peças em estoque, as quais não são utilizadas com frequência, e a produção ocorrendo de forma empurrada. Na tabela 01 é possível analisar o estoque de produtos acabados (antes do *Lean Manufacturing*).

Tabela 01- Estoque de produtos acabados (antes do *Lean Manufacturing*)

ANALISE CONSUMO X DEMANDA							
CURVA	QUANTIDADE	DEMANDA	DEMANDA	ESTOQUE	%	DIAS	ESTOQUE
ABC	ITENS	MÊS	DIA	INICIAL	ESTOQUE	ESTOQUE	VALORADO
80%	15	28.287	1.180	556	30%	0,5	R\$ 29.729
16%	32	5.595	220	835	46%	3,8	R\$ 44.647
4%	86	1.411	60	436	24%	7,3	R\$ 23.313
TOTAL	133	35.293	1.460	1.827	100%	1,3	R\$ 97.690

Fonte: Departamento de Planejamento da Produção da Empresa (2012)

Nas peças disponíveis no buffer, foi evidenciado que haviam atuadores armazenados e sem utilização há mais de um ano. Porém, encontravam-se junto com os demais produtos de uso constante. Além de utilizar espaço, existia um risco de montar o freio com peças erradas, devido a semelhança entre os componentes. Outro fator evidenciado foi um significativo número de atuadores, cujo estoque físico estava divergente com o estoque do sistema. Esse tipo de situação gera um estresse na programação da produção, principalmente em itens críticos no atendimento ao cliente, pois a base de tomada de decisão no PCP é o estoque que consta nos registros.

Para atingir os principais resultados com a aplicação das técnicas do Lean Manufacturing, primeiramente foram avaliadas as quantidades e necessidades de estoque dos produtos acabados. Posteriormente, para a tomada de decisão, foram considerados os seguintes aspectos: a) análise da curva ABC; b) estoque em linha; c) priorização por demanda; d) embalagens escravas (buffer). Foi com base na avaliação dos itens de maior volume, conforme figura 1, que decidiu-se que a fabricação seria pela priorização por demanda, onde cliente pode acionar a produção dos seus produtos, conforme sua real necessidade, sendo que apenas nos itens A, haverá estoque disponível.

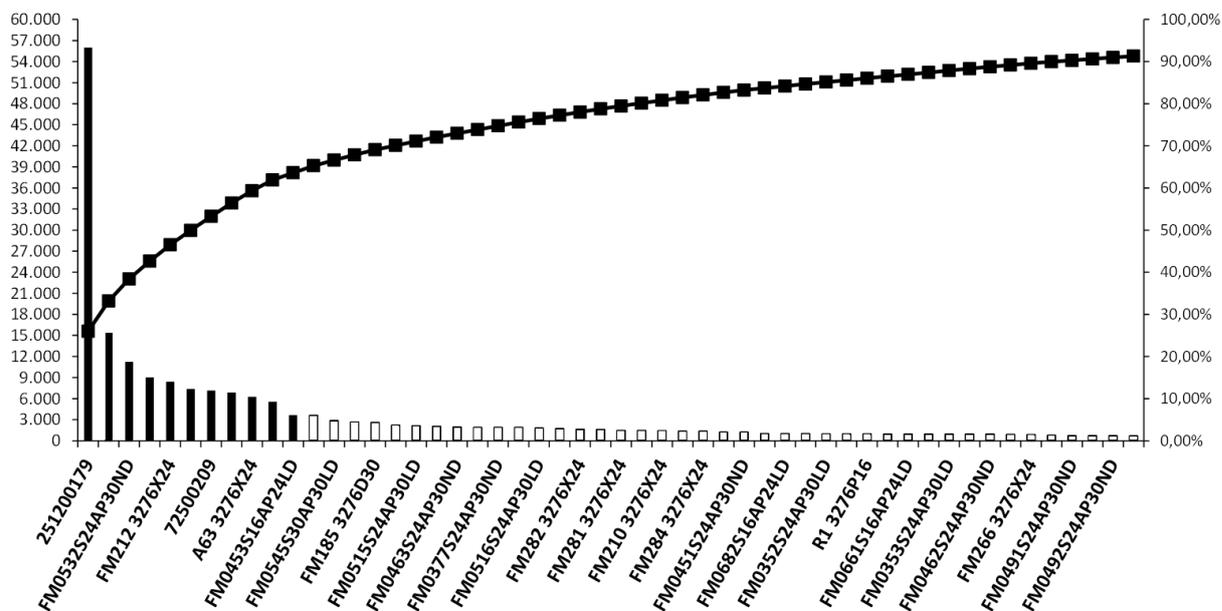


Figura 1: Curva ABC da demanda

Fonte: Departamento de Planejamento da Produção da Empresa (2013)

Conhecendo os itens da curva A, foi estabelecido um estoque de segurança (*buffer*)

qualificado, tendo em vista que a fabricação dessa classe de produtos passou a ser acionada por uma sistemática de produção tipo *Kanban*. Com a nova sistemática, foi reduzido significativamente as paradas da linha de montagem de freios por falta de atuador de serviço/estacionamento.

Para itens da curva B, a fabricação é acionada pelo programador da produção dos atuadores, mediante solicitação da linha de montagem de freios. O tempo de entrega da primeira peça é de, aproximadamente, 40 minutos. Sendo que, os atuadores serão montados apenas na quantidade necessária, não retornando peças para área do supermercado.

A categoria C, dos quais representam a maioria do inventário em processo, e que não tem demanda em curto prazo, optou-se em retrabalhá-los. Dessa forma, grande parte dos componentes foi reutilizada na confecção de outros códigos de câmaras. Por se tratar de itens “customizados”, a programação de produção, fica a cargo do programador da produção de montagem de freios, que solicita ao programador da produção de montagem de atuadores a fabricação dos mesmos. O lead time de entrega dos códigos classificados como classe C, é de 36 horas aproximadamente. Foi a melhor opção encontrada para acionar a fabricação e evitar estoques obsoletos dentro da fábrica.

Com as novas definições, foi necessário disseminar a informação e explicar todas as mudanças relacionadas à nova sistemática para os colaboradores da célula dos atuadores de serviço/estacionamento, e montagem de freios de ambos os turnos.

O treinamento foi realizado no posto de trabalho e ficará a cargo do analista de processos da área. O objetivo é esclarecer eventuais dúvidas referentes aos novos procedimentos. Também foram documentados todos os processos alterados ou desenvolvidos no *Kaizen*, que ficam disponíveis para consulta nos terminais eletrônicos da célula.

No que tange aos resultados obtidos em termos de redução de estoques, com as melhorias aplicadas na célula dos atuadores pneumáticos de serviço/estacionamento, está demonstra pela tabela 2, a qual mostra a nova configuração do inventário, onde foi possível reduzir o acúmulo de atuadores de serviço e estacionamento em processo em aproximadamente 50%. Dos itens mantidos no buffer foram privilegiados os atuadores de maior demanda, dando ênfase ao atendimento da montagem final de freios.

Tabela 2 - Estoque de produtos acabados (depois do *Lean Manufacturing*)

ANALISE CONSUMO X DEMANDA							
CURVA	QUANTIDADE	DEMANDA	DEMANDA	ESTOQUE	%	DIAS	ESTOQUE
ABC	ITENS	MÊS	DIA	INICIAL	ESTOQUE	ESTOQUE	VALORADO
80%	15	28.287	1.180	760	42%	0,6	R\$ 40.637
16%	32	5.595	220	150	8%	0,7	R\$ 8.021
4%	86	1.411	60	-	0%	0,0	-R\$ 23.313
TOTAL	133	35.293	1.460	910	50%	0,6	R\$ 25.345

Fonte: Departamento de Planejamento da Produção da Empresa (2013)

Na tabela 3 apresentam-se os resultados financeiros obtidos com as práticas aplicadas na célula das câmaras de serviço/estacionamento. Para efeito de cálculo, foi utilizado o preço de custo médio de uma câmara no valor de R\$ 53,47 (segundo informação do departamento de custos da empresa). Para os produtos da curva C, na avaliação do resultado foi considerado apenas o valor dos componentes que puderam ser reutilizados, para não distorcer a análise do cálculo.

Tabela 03 - Análise do resultado

Resultados financeiros obtidos com as práticas aplicadas na célula das câmaras de serviço/estacionamento	
Peças prontas	R\$ 25.719,00
Reaproveitamento	R\$ 8.308,00
Aluguel paleteira	R\$ 5.000,00
Total	R\$ 39.027,00

Fonte: Departamento financeiro da empresa Alpha S.A. (2013)

5 Considerações Finais

A área de produção, foco principal deste trabalho, demonstra estar direcionada aos objetivos da organização, porém foram percebidos alguns pontos que podem ser melhorados, a fim de obter resultados mais eficazes, especialmente no setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), otimizando ao máximo sua manufatura.

A utilização do *Lean Manufacturing* melhorou os índices de desempenho da célula de atuadores e também o desempenho da fabricação de freios. Os ganhos esperados são tanto tangíveis quanto intangíveis. Dentro da célula de câmaras essa melhoria irá oportunizar a produção puxada, e, como consequência, a diminuição de estoques.

O Sistema de Produção da Empresa (SPM) é um sistema de gerenciamento de produção enxuta que trabalha de forma estruturada, padronizada e flexível, estimulando continuamente melhorias nos processos, reciclando, capacitando e reconhecendo as pessoas. O “SPM” torna a organização cada vez mais competitiva a nível global.

O subsistema *Kanban* integra o setor de planejamento da produção e materiais, área responsável em aplicar o conceito de produção puxada, aliando sincronismo, nível de estoque e autogerenciamento da produção diária. Da mesma forma, foi possível garantir o abastecimento da linha de montagem de freios, e identificar melhorias na gestão visual, não só na célula como também nos estoques que se encontram ao lado da montagem, que atualmente era um grande problema para a organização. Com essa garantia de abastecimento vindo da célula de atuadores, a montagem tende a melhorar sua eficiência, uma vez que, um dos principais motivos de tempo ocioso dentro da montagem de freios é a falta de câmaras.

Com a utilização do *Kanban*, foi possível reduzir substancialmente o estoque em processo, além de uma melhor gestão visual devido à padronização e organização das embalagens. Além disso, terá estoques limitados, e essa ferramenta ainda irá ajudar na mudança de cultura por meio de treinamento, conscientização e autodisciplina dos membros da organização.

Utilizar a metodologia do *Kanban* é uma forma de aperfeiçoar a operação da produção, por intermédio da prática da melhoria contínua. Contudo, ele atua constantemente na redução de estoque, tendo como finalidade a produção *Just-in-Time*. Produzir lotes menores favorece o fluxo contínuo de materiais, melhora a logística interna de abastecimento de itens manufaturados, reduz filas, atrasos de entrega e paradas de linhas. Assim, pode-se perceber que a organização tem ainda um grande potencial de crescimento, tanto no mercado nacional quanto internacional.

Constatou-se que a implantação das ferramentas da manufatura enxuta realizada de forma pontual, pode trazer resultados satisfatórios à uma organização. Neste estudo, observou-se que as melhorias ocorreram com predominância no *Kanban*, Sugerem-se novas pesquisas com periodicidade semestral para analisar a continuidade das aplicações das ferramentas.

Referências

ANDRADE, G. J. P. **Um método de Diagnóstico do potencial de aplicação da manufatura enxuta na indústria têxtil**. Tese (Doutorado de Engenharia) – Programa de Pós Graduação em engenharia de Produção. UFCS. Florianópolis, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. **Just in time, Mrp II e Opt: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas 2008.

HAYES, R. et al. **Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman 2008.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time: autonomia e zero defeito**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

JUNICO, Antunes et al. **Sistemas de Produção – Conceitos e praticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KARLSSON, C. & AHLSTRÖM, P. *Change processes towards lean production: the role of the remuneration system*. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 15, n. 11, p. 80-99, 1995

LAMB JR., Charles W.; HAIR, Joseph F.; MCDANIEL, Carl. **Princípios de marketing**. São Paulo: Thomson, 2004.

LANZARIN, D. F. **Estratégia de produção e a abordagem da manufatura enxuta: estudo de caso no setor de autopeças brasileiro**. Tese (Doutorado de Engenharia). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, TESE DOUTORADO, 2013.

LIKER, J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Traduzido por Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: foco na decisão**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

MOURA, Cassia. **Gestão de estoques**: ação e monitoramento na cadeia de logística integrada. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.

MOURA, Reinaldo. **Kanban**: a simplicidade do controle de produção. São Paulo: IMAM, 1992.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OISHI, M. **Tips**: técnicas integradas na produção e serviços: como planejar, treinar, integrar e produzir para ser competitivo. São Paulo: Pioneira, 1995. 294 p.

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA, Reinaldo O. da. **Teorias da administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2005.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.