

DO TOC PARA MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO DE MUDANÇA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO

FROM TOC TO LEAN MANUFACTURING: A CASE STUDY OF PRODUCTION MANAGEMENT CHANGE

Ricardo Aurélio Quinhões Pinto

Professor do curso de Engenharia Naval da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis (SC), Brasil. Doutorando em Engenharia Naval na Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), Brasil

Data de recebimento: 17-08-2015

Data de aceite: 18-12-2015

Alvair Silveira Torres Júnior

Professor doutor na Universidade de São Paulo (USP), São Paulo (SP), Brasil

Ubiratã Tortato

Professor doutor na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo (SP), Brasil

RESUMO

Esta pesquisa se deu em uma empresa que trocou a forma de gestão da produção de Teoria das Restrições (TOC) para manufatura enxuta – Sistema Toyota de Produção (STP) – como base para firmar sua vantagem competitiva. A empresa em análise, uma das líderes do segmento de metais sanitários, tem o baixo *lead time* de entrega dos seus produtos como objetivo estratégico de produção. Porém, para manter esse objetivo, enquanto usava a TOC, a empresa precisava se valer de altos volumes de estoques como forma de prevenir-se das incertezas do mercado e do processo. Com intuito de firmar sua vantagem competitiva e reduzir custos produtivos, a empresa decidiu-se por implantar o sistema de manufatura enxuta. Com a conclusão da pesquisa, constatou-se que fatores relacionados à “cesta” de elementos da manufatura enxuta estavam fortemente relacionados à robustidão da sua vantagem competitiva. Esta pesquisa é exploratória descritiva, formatada nos moldes de estudo de caso único.

Palavras-chave: Vantagem competitiva; manufatura enxuta; Teoria das Restrições.

ABSTRACT

This study took place in a company that changed the way of managing the production from Theory of Constraints (TOC) to lean manufacturing – Toyota Production System (STP) as a baseline to establish its competitive advantage. The company, one of the leaders of metal fittings industry, has low delivery lead-time of its products as the production objective. However, to maintain this objective, while using the TOC, the company needed to take advantage of high-volume stocks to prevent themselves from market and the process uncertainties. To establish its competitive advantage and reduce production costs, the company decided to deploy a lean manufacturing system. With the completion of the research, it was found that factors related to lean manufacturing elements were heavily related to the strength of their competitive advantage. This research is exploratory, descriptive and formatted along the lines of a single case study.

Keywords: Competitive advantage; lean manufacturing; Theory of Constrains.

Endereço dos autores:

Ricardo Aurélio Quinhões Pinto
ricardo.pinto@ufsc.br

Alvair Silveira Torres Júnior
alvair@usp.br

Ubiratã Tortato
ubirata.tortato@pucpr.br

1. INTRODUÇÃO: COMPETITIVIDADE PELA EXCELÊNCIA NA GESTÃO DE ESTOQUE

A empresa Metais Sanitários Brasil (MSB; nome fantasia), com mais de 50 anos de atividades, é sediada no sul do Brasil e é um dos principais fabricantes de metais sanitários da América Latina. Com um portfólio de cerca de 3.200 produtos, desde os destinados à classe média até os de alto padrão com peças folheadas a ouro, a excelência das suas soluções é reconhecida em todo o Brasil e no exterior, fato que a possibilita crescer e conquistar novos mercados. Atualmente conta com mais de 1.200 funcionários e é detentora de diversos prêmios referentes aos programas de qualidade de vida destinados aos seus colaboradores. Uma em cada cinco construções em terras brasileiras tem seus produtos, e as exportações já chegam até Alemanha, Argentina, Austrália, Bolívia, Canadá, Colômbia, Equador, Estados Unidos, Índia, México, Paraguai, Uruguai e países da América Central e Caribe. No Brasil, sua vantagem competitiva foi estabelecida com base em curtos prazos de entrega e constantes reabastecimentos de seus centros de distribuição em São Paulo. Seus principais pontos de vendas são varejistas de materiais de construção e os grandes magazines de utilidades domésticas.

A organização, líder de seu setor, iniciou a implantação da manufatura enxuta ou Sistema Toyota de Produção (STP) no final de 2004. Até então, a empresa usava o modelo da TOC (*Theory of Constraints* – Teoria das Restrições) para gerenciar suas atividades produtivas e sustentar sua vantagem competitiva em um segmento com algumas características que vale ressaltar: (i) é extremamente competitivo; (ii) os bens possuem grande valor agregado; (iii) o consumidor final não aceita compras com entrega posterior; (iv) as revendas, em sua maioria, são pequenas e por conseguinte incapazes de manter altos volumes de estoques para atender à pronta demanda dos consumidores finais. Esse quadro justifica a necessidade de

entregas rápidas de pedidos às revendas, para obtenção de vantagem competitiva.

A ideia da troca TOC x STP se deu em razão da maior abrangência e integração da segunda, o que possibilitaria maior sustentabilidade da vantagem competitiva. Inclusive, essa característica ficou clara quando Shah e Ward (2003) verificaram em *survey* em 1.757 empresas estadunidenses, que a “cesta” de ações enxutas, aqui denominada de conjunto de elementos das ações enxutas, contribuiu substancialmente para a melhoria de desempenho das operações dessas empresas. Eles verificaram uma variação de 23% na performance operacional em consequência da aplicação da manufatura enxuta. Shah e Ward (2003, p. 133) afirmam que sua pesquisa indicou que “a implementação de práticas enxutas está frequentemente associada a melhorias nas medidas de performance operacional”. Com esse subsídio, pode-se concluir que a estratégia de mudanças estabelecidas pela MSB é plenamente justificada. Ou seja, havia embasamento na previsão de reflexo positivo, da aplicação enxuta, talvez de certa forma indireta, em diversos componentes de gestão da produção, possibilitando a robustez da vantagem competitiva com o baixo *lead time* de entrega dos produtos. Aliás, Stalk Junior (1988) e Porter (1996) definiram o tempo como a grande fonte para obtenção de vantagem competitiva.

Após a década de 1990, estimulados pela grande opção de produtos concorrentes, os consumidores tornaram-se cada vez mais exigentes, forçando as organizações na direção da procura por competências que viessem a romper com as rígidas relações da curva *trade-off* (curva de definição da relação de troca entre duas variáveis, por exemplo: custo x qualidade) melhorando os aspectos relacionados à qualidade e ao mesmo tempo reduzindo seus custos. Por conta disso, muito se tem feito com a finalidade de aperfeiçoar os sistemas produtivos, incentivando a introdução de ferramentas de controle que abranjam as diversas etapas da

cadeia produtiva, sempre objetivando a eliminação das atividades que não agreguem valor ao produto final. A manufatura enxuta, com seu sistema *just in time* (produzir e entregar bens no momento exato e na quantidade exata que são necessários), é uma forma de eliminar desperdícios de estoques e, conseqüentemente, reduzir custos, mantendo-se baixo *lead time* de entrega de produtos.

Os temas “manufatura enxuta” e “competitividade”, embora venham sendo tratados desde a década de 1980, ainda apresenta aspectos inexplorados quanto ao processo decisório na sua adoção e em sua evolução no interior das organizações. Esses aspectos nem sempre aparecem de forma clara, dificultando a análise dos elementos que fazem parte da estrutura da decisão das empresas, no entanto, são reconhecidos por diferenciar o modelo de gestão enxuta do modelo de produção em massa (TORRES JÚNIOR, 2010).

São muitas as empresas que se valem dos conceitos do STP como modelo de gerenciamento da produção para atingir seus objetivos estratégicos. Em âmbito mundial sua aplicação reconhecida sob as denominações de *lean manufacturing*, *lean production system* ou *lean thinking* cobrem uma vasta gama de exemplos em diversos setores econômicos e avançam ainda sobre distintas funções e departamentos na empresa. Trata-se de uma difusão em sentidos horizontal nas cadeias econômicas, e vertical, no aprofundamento de suas aplicações. No primeiro sentido, horizontal, a aplicação dos conceitos ultrapassou as fronteiras das indústrias e colhe exemplos em serviços, como bancos do porte Wells Fargo, hospitais com o movimento *lean healthcare*, correios, no caso do Canada Post e em setores públicos cujos exemplos aumentaram nos últimos anos e podem ser consultados na página <http://leanforgovernment.com>. No sentido vertical, da manufatura as aplicações atualmente se espalham por casos administrativos conhecidos como *lean office*, e mais recentemente tomam força as aplicações em desenvolvimento de produtos com

grupos de especialistas reunidos em torno de conceitos do chamado *lean product and process development* (SOBEK; WARD, 2014) e na gestão de inovações tecnológicas por meio do *lean startup* (RIES, 2013). No Brasil, a difusão ainda não conta com a mesma quantidade que os exemplos norte-americanos e europeus, mas apresenta relativamente o mesmo ganho de amplitude. Nas últimas três edições do maior evento de divulgação sobre *lean thinking* no país (Lean Summit, 2010, 2012 e 2014), promovido pelo Lean Institute Brasil, o número total de participantes estacionou na casa de pouco mais de 1.000 inscritos. Entretanto, a diversidade de setores e temas tem alcançado a mesma amplitude internacional. Em 2014, cerca de 70% das empresas participantes eram classificadas como indústria, porém de setores industriais muito distantes do tradicional setor automobilístico ou de autopeças. Apenas pouco mais de 20% eram automotivos, os demais dividiam-se entre construção civil, alimentos, eletrodomésticos, químicos, farmacêutico, aeroespacial, agrícola, óleo e gás. A diversidade industrial no evento de 2014 foi completada com exemplos da área de serviços em hospitais, clínicas, seguradoras, correios, comunicações e transportes. Nos temas, além dos já comentados na esfera internacional, no Brasil iniciam-se aplicações em áreas de vendas, meio ambiente com o caso BRF (alimentos) e HOLCIN (cimenteira) e até na esfera jurídica com o caso da Rojas & Siqueira Advogados (<http://www.rojasesiqueira.adv.br>). Na região Sul do país, contexto do caso aqui pesquisado, há exemplos consolidados como da empresa WEG, maior fabricante mundial de motores elétricos, que em 2008 iniciou a gradativa utilização das ferramentas da manufatura enxuta como “forma de gestão orientada para a maximização da produtividade e da rentabilidade, sem aumento de custos” (WEG, 2009, p. 17), que segundo Rodrigues (2014), apresentou resultados de excelência com sensível redução de custos processuais. Outra empresa na mesma região já com implementação da manufatura enxuta

bastante evoluída é a Whirlpool, um dos maiores fabricantes mundiais de compressores, geladeiras e toda linha branca. Segundo Pinheiro (2015), a evolução natural da utilização das ferramentas da manufatura enxuta no seu processo produtivo levou a Whirlpool a ampliar seus horizontes e aplicar o **design thinking** associado ao **lean development** (processos de desenvolvimento que incorporam o pensamento enxuto desde a concepção do projeto do pro duto) como forma de otimizar seus custos de produção e no ciclo de vida do produto. Já a utilização do TOC não é tão comum no Brasil como modelo de gestão mais abrangente. Em levantamento internacional, Mabin e Balderstone (1999) destacam aplicações da TOC na Boeing, Intel e Alko Lightning com obtenção de excelentes resultados.

Neste artigo o objetivo é identificar, no caso da empresa MSB, os elementos do conjunto de ações que levaram à decisão de adotar a manufatura enxuta em substituição ao TOC. A identificação desses elementos poderá auxiliar no processo decisório de outras organizações.

Na pesquisa foram verificados e comparados fatores relacionados à gestão estratégica dos estoques como forma de medir os reflexos sobre os resultados operacionais da empresa:

- Tempo de entrega dos pedidos dos consumidores (**lead time**);
- Percentual de partes entregues na hora certa pelos fornecedores;
- Nível de integração entre entregas dos fornecedores e o sistema de informação da produção;
- Percentual de partes entregues na hora entre os recursos na linha de produção;
- Tamanho da produção e entrega dos lotes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a fundamentação teórica deste artigo, primeiramente será procurado apoio em autores

que expliquem os objetivos estratégicos de desempenho e vantagem competitiva. Posteriormente, serão pesquisados autores que exploraram o termo estoque, no que se refere a gestão, custo, giro, acurácia, perdas e sua forma de gestão nas empresas de produção em massa e empresas enxutas. Por final, serão coletadas apreciações de pesquisadores sobre cadeia de suprimentos enxutas.

2.1. Objetivos estratégicos de desempenho e a vantagem competitiva

De acordo com a escola do posicionamento, estratégias são posições genéricas e identificáveis no contexto do seu segmento de mercado, que é econômico e competitivo. Sendo o processo de formação de estratégia, portanto, uma opção pela seleção dessas posições genéricas baseadas em cálculos analíticos executados pelos estrategistas. Dessa forma, as estratégias saem desse processo totalmente desenvolvidas para serem articuladas e implementadas por meio de ações estratégicas; de fato, o mercado de certa forma impõe essas estratégias posicionais, as quais tratarão de orientar toda a estrutura organizacional como forma de se proteger e superar a concorrência (PORTER, 1998). Das estratégias posicionais são elencados os objetivos estratégicos de desempenho que determinarão as ações estratégicas a serem adotadas.

Assim sendo, as ações estratégicas estão intimamente ligadas aos objetivos estratégicos de desempenho que são de grande importância neste artigo por estarem relacionadas às implementações das políticas que irão gerir os estoques e permitir a obtenção de vantagem competitiva. Elas são, na verdade, a última etapa da estratégia organizacional. Existem outras etapas anteriores ou níveis diferentes de estratégia, que, de certa forma, também são importantes na determinação do tipo e dos volumes de estoques, sejam: a estratégia corporativa e a estratégia de unidade de negócios (LORANGE; VANCIL, 1977).

As atividades operacionais são, de fato, as ações estratégicas que formam a base do funcionamento organizacional, nelas se fundamenta toda a estruturação de suas operações e, quando se atinge a excelência em um grupo selecionado de atividades, obtém-se a vantagem competitiva (PORTER, 1998). Na implementação enxuta, pode-se aplicar o conjunto de iniciativas de forma gradativa, com atividades operacionais específicas, porém, é importante ater-se ao fato de que deve haver forte integração entre eles (SÁNCHEZ; PÉREZ, 2001), conforme modelo de produção enxuta da Figura 1.

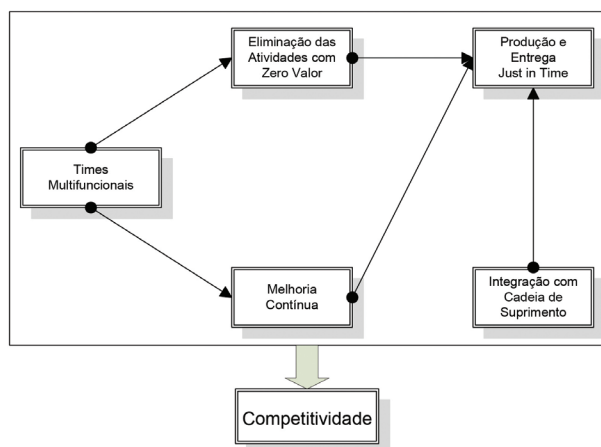


Figura 1 – Modelo de produção enxuta

Fonte: Sánchez e Pérez (2001)

2.2. Manufatura enxuta – eliminação de desperdícios

A gestão dos estoques no ambiente enxuto, na verdade, é fruto de todo um processo de “completa eliminação de desperdícios para reduzir a linha de tempo do recebimento de uma ordem de compra de um cliente até sua entrega” (TAIICHI OHNO, 1997 apud GLENDAY, 2004, p. 1).

A matéria-prima a ser utilizada pelas células no sistema enxuto é entregue e armazenada diretamente nos respectivos locais de uso e não

em grandes centros de almoxarifado como nos sistemas convencionais de produção. Como resultado, tem-se a transferência dos componentes intercélulas em pequenos lotes e a imediata verificação de sua conformidade, garantindo qualidade intrínseca do produto.

A preocupação com a qualidade em todos os seus aspectos se confunde com a própria visão da necessidade de eliminação de desperdícios, já que os desperdícios não agregam valor ao produto e o conceito de qualidade total prevê a melhor prática em toda organização, não somente na produção.

Muitos são os tipos de desperdícios, ou perdas que assolam os sistemas produtivos. No ambiente enxuto elas são identificadas e abolidas como forma de somente permitir no sistema o que agregue valor à cadeia de produção. Shingo (1996) mencionou existirem sete grandes perdas a serem eliminadas no STP: (i) perdas por superprodução; (ii) perdas por transporte; (iii) perdas no processamento em si; (iv) perdas por fabricar produtos defeituosos; (v) perdas no movimento; (vi) perdas por espera; (vii) perdas por estoque.

No conceito da manufatura enxuta, o gerenciamento dos estoques dentro e fora da empresa deve ser capaz de atentar a todas as percepções de valor do cliente, além de ser concomitantemente norteado pelas implicações operacionais envolvidas no fluxo do processo de manufatura dos bens e sempre produzindo o que é vendido e comprando o que é necessário para atender a sua demanda.

A manufatura enxuta está associada ao sistema de puxar a produção (*pull culture*), ou seja, as demandas são sequenciadas na ordem do último para o primeiro elo do fluxo produtivo. A produção somente ocorre na quantidade e no tempo solicitado pelo elo de montante, ou seja, no momento certo, na quantidade certa *Just in Time*. Tubino (1997, p. 105) diz que “Puxar a produção significa não produzir até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de um determinado item”. Dessa forma, todo estoque é

para atender a uma demanda específica. Porém, a Toyota, grande expoente da manufatura enxuta, **não produz somente o que foi vendido e gera estoques**. Essa afirmação parece chocante, um contrassenso à meta de eliminação de desperdícios, no entanto, deve-se entender que dificilmente os clientes farão seus pedidos de compra de forma distribuída ao longo do mês. Sabe-se que o pressuposto básico para o funcionamento da manufatura enxuta é a produção estável e nivelada, que somente poderá ser obtida eliminando-se os picos e os vales das vendas. Sendo assim, o custo desse estoque é justificado pela possibilidade do funcionamento suave da produção e da própria manufatura enxuta. Por vezes, para conservar-se um fluxo de valor enxuto, vale a pena manter estoque de produtos acabados (LIKER; MEIER, 2007; Jones, 2006).

Liker e Meier (2007) afirmam que, apesar de enxuta, Toyota não produz estritamente o que foi vendido, mas tem planos de produção de longo prazo, anuais e mensais. Estes se baseiam nos pedidos que são passados pelos revendedores e na demanda estimada ao longo de vários períodos de tempo. Planos de produção ajudam a determinar necessidades de pessoal e peças e para confirmar que existe uma capacidade adequada para atender à demanda do cliente. As várias previsões são ajustadas para um pedido de dez dias e depois para um plano de produção diária. A Toyota espera que haja mudanças no pedido de dez dias na ordem de +/- 10%. Esse ajuste fino crucial é feito por meio de *kanbans*. O plano de produção diário da Toyota é passado para o marca-passo (geralmente a montagem). As atividades de pensar, soldar e pintar, assim como os fornecedores, estão ligadas ao marca-passo através de ***kanbans***.

O fato de a Toyota administrar sua produção com auxílio de previsões de demanda, não quer dizer de maneira alguma que ela se utilize do gerenciamento convencional para administrar a

produção, antes, estabelece que o cliente externo é a peça mais importante da empresa e que ele deverá ser atendido com um nível de serviço que ofereça as maiores vantagens com um menor custo. Então, sendo o cliente externo o elo mais importante da organização, deve-se atendê-lo da melhor forma possível. Se ele somente pode efetuar suas compras no final do mês, por exemplo, cabe à organização enxuta organizar-se da forma a atendê-lo em sua demanda, gerando os menores custos totais e sem desprezar quaisquer das ferramentas de gestão disponíveis, sejam elas clássicas oriundas da produção em massa ou não.

Segundo Shah e Ward (2003, p. 134), “muitos pesquisadores asseguram que um sistema de produção enxuto é um sistema de produção integrado que exige a implementação de um conjunto diversificado de práticas de fabricação”. Práticas essas aplicadas de forma integrada e inter-relacionada com intuito de complementar processos. Como exemplo tem-se o citado por Shah e Ward (2003) que menciona ser necessária a capacitação de autogerenciamento de recursos humanos para a efetiva redução dos estoques entre processos (WIP).

2.3. Teoria das restrições – TOC

O TOC, sistema de controle do fluxo do processo por meio da restrição do sistema foi concebido por Goldratt e Cox na década de 1960 e funciona baseado em pesquisa operacional com o ***Software OPT – Optimized Production Technology*** (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Esse sistema teve sua maior divulgação a partir da publicação do livro *A Meta* (GOLDRATT; COX, 1993).

Nesse sistema de gerenciamento, o planejamento da produção é fundamentado em uma base de dados que considera a estrutura do produto (lista de materiais) e a estrutura do processo (rotina de operações) sendo o fluxo do sistema limitado nos seus gargalos – restrições (Ibidem). As restrições são peças-chave e objeto de estudos de

melhorias para evolução de todo o fluxo, já que a TOC preconiza que uma hora de trabalho ganha no recurso restritivo, pode significar uma hora de trabalho a mais em todo o sistema produtivo.

Conquanto focado essencialmente na relação econômica da produção, possibilitando tomadas de decisões objetivando ganhar mais dinheiro, sempre, paradigma estabelecido no livro **A Meta** (MARQUES; CIA, 1998), a TOC pode ser dividida em três níveis distintos de aplicação:

- de um composto de ferramentas dedicadas à solução de problemas gerenciais suportando a lógica dos questionamentos: “o que mudar”, “para o que mudar” e “como fazer a mudança”;
- de um composto de ferramentas para gerenciamento rotineiro, como materialização das mudanças, comunicação, delegação de responsabilidades, composição de equipes de trabalhos;
- de soluções inovadoras desenvolvidas a partir da aplicação dos modelos gerados pela TOC na produção, distribuição, marketing e vendas, gerência de projetos e planejamento estratégico (MARQUES; CIA, 1998).

A TOC funciona com a lógica da aplicação da racionalidade sistemática com foco na definição do volume do fluxo a partir dos limites estabelecidos com as restrições. Evidentemente que existem reflexos no **lead time** de produção e no estoque de produtos em processo, porém, como não existe a visão sistêmica como a da manufatura enxuta, a relação com a qualidade e com a gestão da cadeia, por exemplo ficam relegadas ao plano do gerenciamento paralelo, mesmo que auxiliado pelo OPT.

2.4. A importância do estoque e sua gestão estratégica

Em uma análise sintética, pode-se dizer que os estoques existem para compensar a defasagem

entre o que é previsto e o que é demandado, ou porque os recursos produtivos são incertos e requerem pulmões, ou até mesmo em consequência de operações de transporte, terceirização, ou questões estratégicas relacionadas ao aproveitamento de preços baixos e fretes com significativo valor percentual no custo do produto. Ou seja, as empresas estocam para precaverem-se das incertezas do sistema. Vistos dessa maneira e utilizados de forma a evitar a estocagem desnecessária, entende-se que os estoques funcionam como reguladores do fluxo produtivo e agregam valor percebido pelo consumidor final.

Os estoques estão presentes em quase todos os sistemas de manufatura. Mesmo no ambiente enxuto, encontram-se estoques que servem para garantir a disponibilidade de um bem quando do pico das sazonalidades, ou mesmo para cumprir funções estratégicas, por exemplo (LIKER; MEIER, 2007; WANKE, 2008). Para atender os clientes com nível ótimo de serviço, garantindo sua satisfação e fidelidade, pode significar ter que garantir a pronta entrega de alguns produtos, à custa de estoques ou de processos ágeis de manufatura.

Martins e Alt (2004) também concordam que, muitas vezes, a formação de estoques para a pronta entrega de bens é parte de um planejamento estratégico para obtenção de vantagem competitiva com o **lead time** de entrega. Ainda segundo eles, a rapidez e presteza na entrega de bens é cada vez mais importante para obtenção de vantagem competitiva.

O estoque só é desperdício quando tem por finalidade suprir as deficiências operacionais ou é formado pela defasagem entre a demanda e a previsão. Esses estoques indesejáveis podem ser formados nos diversos estágios dos processos produtivos, os quais, por suas peculiaridades, são tratados de formas diferentes como: (i) estoques de matérias-primas e componentes; (ii) estoques de produtos na linha de produção (WIP); e (iii) os estoques de produtos acabados. Cada um desses estágios exige um foco individual na análise das necessidades de reposição e envio.

O nível de estoque varia de acordo com as diferenças entre o que foi previsto vender e o que foi realmente vendido. A otimização dos estoques se dá produzindo-se exatamente o que é demandado na hora precisa em que é necessário e obtendo-se um fluxo de demanda sem oscilações. Esse é um dos princípios da gestão STP, com a ferramenta **just in time** ou simplesmente JIT.

O estoque deve ser entendido como importante ferramenta no sentido de garantir a estabilidade do sistema de produção. Essa ferramenta envolve um custo e, conseqüentemente, deve ser mantida em níveis mínimos, mas não tê-la simplesmente pode ser perigoso para o funcionamento da organização. O STP apregoa a eliminação dos desperdícios em toda a organização, mas de nenhum modo recomenda que não se deva ter estoque (CORRÊA; GIANESI; CAON, p. 2008).

O estoque no modelo enxuto, com o **kanban**, sinaliza aos processos à montante do fluxo o comportamento da demanda através do conceito da “puxada” e a quantidade de interrupções a que esse fluxo está sujeito (desperdícios). Para diferenciar do estoque não estratégico, sem essa informação, os praticantes do STP chamam-no de supermercado.

2.5. Lead time de entrega – just in time

O **lead time** de entrega é função direta do **lead time** produtivo. O **lead time** produtivo é o somatório de todos os tempos consumidos desde o recebimento do pedido de venda até o término da produção do bem. Nele estão incluídos os tempos de espera, processamento, inspeção e transporte para estocagem

(Shingo, 1996). O **lead time** de entrega é o somatório do tempo decorrido para a fabricação do bem com o tempo gasto até sua entrega ao cliente.

A manufatura enxuta foca a redução do **lead time** total através da redução das atividades que não agreguem valor ao produto, eliminando as diversas formas de desperdícios.

As cadeias de suprimento e distribuição desempenham importante papel na luta contra o excesso de estoques. A pobre relação entre os elos pode significar a formação de estoques estratégicos para suprir as deficiências de fornecimento.

A redução do **lead time** de entrega é o pressuposto básico de sustentação da manufatura enxuta, e poderá definir o prazo de entrega dos pedidos, sejam internos ou externos, na hora certa e na quantidade solicitada. A essa rotina de entrega otimizada deu-se o nome **just in time** (JIT). Hines (1996) entende que o JIT é o elemento-chave da produção enxuta em muitas empresas. No entanto, para atingir-se esse estágio de aprimoramento de manufatura, é necessário que se tenha a visão holística da produção e que exista forte interação entre as atividades produtivas, por exemplo, manutenção e troca rápida de ferramentas com o JIT.

Sánchez e Pérez (2001) organizaram um quadro composto de uma série de atividades que indicam uma produção com JIT (vide Quadro 1), demonstrando como deveriam ser as evoluções dos indicadores para o progresso da produção JIT.

Para o progresso da manufatura enxuta, as setas para baixo demonstram que os indicadores deveriam decrescer, enquanto que as para cima, deveriam crescer.

Quadro 1 – Indicadores da evolução do JIT na manufatura enxuta

INDICADOR	MUDANÇA
Tempo de entrega dos pedidos dos consumidores	↓
Percentual de partes entregues na hora certa pelos fornecedores	↑
Nível de integração entre entregas dos fornecedores e o sistema de informação da produção	↑
Percentual de partes entregues na hora entre os recursos na linha de produção	↑
Tamanho da produção e entrega dos lotes	↓

Fonte: Adaptado de Sánchez e Pérez (2001)

Uma das grandes metas da manufatura enxuta é a evolução do **lead time** até o JIT.

3. METODOLOGIA

Este artigo adotou o design de estudo de caso simples, tendo como unidade básica de análise uma organização do ramo metal-mecânico, como guia para investigar o processo de coletar, analisar e interpretar observações (YIN, 2004).

O objeto desta pesquisa foi a empresa MSB, produtora de metais sanitários destinados a todas as classes sociais, porém mais reconhecida por atender as classes "A" e "B". A escolha da empresa foi por conveniência.

Primeiramente foi feita pesquisa exploratória com o gerente de logística a fim de conhecer a organização internamente e verificar a validade da pesquisa nessa empresa, bem como viabilizar a elaboração do questionário, base das entrevistas semiestruturadas a serem feitas posteriormente, como sugerido por Triviños (1992).

Em uma segunda etapa, para o desenvolvimento do trabalho com o máximo entendimento dos objetivos específicos, foram elaboradas mais de 40 questões originais, respondidas ao longo de cinco encontros, aplicadas ao gerente de logística, ao gerente do PCP e ao gerente industrial, todos juntos. As respostas foram em uníssono com plena concordância e colaboração para enriquecimento de detalhes por parte dos três entrevistados. A elaboração dessas questões teve como base aspectos levantados durante a pesquisa exploratória e também questionamentos relativos à implantação de processos e de resultados alcançados.

Porém, como por natureza, o estudo de caso é de perfil não estruturado ou semiestruturado, muitos outros pontos que vieram à tona durante as entrevistas foram explorados pelo entrevistador, saindo propositadamente do roteiro pré-estruturado para uma associação livre de ideias.

Diferentemente do **survey**, o estudo de caso elabora conclusões em maior profundidade, com menor número de entrevistas.

A análise final dos resultados teve cunho qualitativo.

4. DESCRIÇÕES, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Constatou-se nas entrevistas que a transformação para empresa enxuta passou pela troca de muitos equipamentos projetados para produção em massa, que não atendiam ao requisito de troca rápida de ferramentas do STP. A eficiência da combinação dos novos processos com equipamentos mais simples foi comprovada com a produção de menores lotes e mix mais variados de produtos, propiciando entregas mais rápidas e com menor custo produtivo. O uso de equipamentos simples e flexíveis foi recomendado por Womack, Jones e Roos (2004); Shingo (1996); Liker e Meier (2007) e Dennis (2008) como forma de nivelar a produção.

Segundo os entrevistados, a expansão dos conceitos da filosofia enxuta para o escritório deu-se de maneira inicialmente conturbada pela falta de compreensão básica dos novos procedimentos e pela natural resistência a alterações na zona de conforto dos funcionários. No entanto, a insistência da alta gerência dobrou as resistências com um programa de educação e treinamento enxuto que convenceu os funcionários a se engajarem no desafio da transformação. O processo de venda foi agilizado depois da implantação da lógica enxuta no escritório (**lean office**), pois os trâmites burocráticos foram reduzidos, eliminando-se idas e vindas de documentos e informações. Também a adoção de novos recursos tecnológicos facilitou a melhora do nível de serviço. Ainda com os clientes, hoje em dia, os vendedores inserem os pedidos de venda no sistema da fábrica, eletronicamente, com o palmtop (computador portátil), por meio de EDI

(*eletronic data interchange* – troca eletrônica de dados).

Os respondentes informaram ainda existir alguns poucos processos sem fluxo enxuto, que geram estoques considerados estratégicos, mas que são vistos como desnecessários dentro da nova filosofia de gestão. Esses estoques foram implantados antes da manufatura enxuta, com a finalidade de manter alto o nível de serviço ao cliente, porém eles também estão sendo gradativamente reduzidos.

Perguntados se a empresa não havia gostado da gestão operacional com a TOC, os entrevistados informaram que no tempo em que a empresa usava a TOC com o MRP, sua operação sempre atendeu o cliente a partir de estoques elevados, com atendimento a pronta-entrega e índice de acolhimento de pedidos (nível de serviço) de 85% para o prazo de 3,5 dias, média bem melhor que a do seu principal concorrente. Porém, era um *trade-off* que estava muito no limite do que seria financeiramente interessante para a empresa, pondo em risco sua capacidade de sustentar a vantagem competitiva. Sendo assim, entenderam que precisavam reduzir os custos associados ao processo produtivo, como forma de robustecer sua vantagem competitiva alterando o custo-benefício da curva *trade-off*, melhorando a performance sem aumentar custos. Os respondentes informaram que essa relação vem sendo melhorada nos últimos anos com a implantação gradativa da filosofia enxuta em todos os setores que ainda operam empurrados. Segundo eles, a empresa espera romper definitivamente esta relação, aumentando o nível de serviço para 90% em três dias de prazo de entrega, enquanto ao mesmo tempo diminui seus estoques. Essa foi a melhor forma que a MSB visualizou para se manter confortavelmente como uma das líderes do segmento.

A validade da opção de obtenção de vantagem competitiva a partir da agilidade de entrega da MSB pode ser atestada por Martins e Alt (2004,

p. 137), quando afirmaram que o objetivo da maioria das empresas tem sido a atenção ao atendimento aos clientes, e que “a rapidez e presteza na distribuição das mercadorias assumem cada vez mais um papel preponderante na obtenção de vantagem competitiva duradoura”.

Por outro lado, a redução no nível dos estoques se mostrou vital para a sustentação da vantagem competitiva, já que, segundo os respondentes, ficou comprovado para a empresa que “[...] o custo financeiro de manutenção do estoque é maior do que o custo para distribuição dos produtos em todo o território nacional”.

Conforme um dos entrevistados, até pouco tempo, mesmo depois da implantação da filosofia enxuta, a diretoria vinha fazendo a opção de volumosos estoques estratégicos de produtos acabados e de matérias-primas, porém, essa política mudou bastante nos últimos anos em função das sucessivas crises mundiais. Desde então a empresa vem atuando ativamente no sentido de reduzir todos os estoques. Nos últimos anos, o estoque de matéria-prima abaixou em mais de 30%. Essa redução se refletiu no fluxo de caixa que vem melhorando a saúde financeira da empresa. E a tendência é reduzir ainda mais.

Essa diminuição só foi possível porque o sistema enxuto deu maior confiabilidade ao processo. Como mencionado pelos entrevistados, com a TOC havia um índice de rompimento de matéria-prima para atender à produção na ordem de 3 a 5% e depois da implantação da manufatura enxuta, não houve faltas de estoque.

O fato de a demanda apresentar sazonalidade mensal, com concentração de 40% dos pedidos nos últimos três dias do mês é fator complicador para o STP que somente funciona com produção nivelada, conforme mencionado por Ferro (2009). Para manter seu nível de serviço, a empresa produz para estocar até aproximadamente o 18º dia. Daí em diante a demanda começa a ser maior que o produzido.

A aplicação dos elementos componentes do pacote enxuto atuou de maneira quase simultânea em diversos setores da MSB. Como consequência o giro do estoque em processo (WIP) nas áreas que já estão enxutas, aumentou entre 50 a 60%. Um dos elementos enxutos exigiu a aproximação entre recursos, de forma a ficarem lado a lado. Com essas aplicações, houve a redução de 17% do estoque médio de WIP. Entretanto, como o número de itens é muito grande, não há como estabelecer-se produção diária de todos eles. Por isso, a gerência entende que a formação de **buffers** (estoque de produtos em processo) é fundamental para garantir o nivelamento da produção. O buffer que representa 30% do WIP está situado na faixa amarela dos quadros **kanban**. Também foi constatado que a redução nos tempos de *set up* de máquina foi primordial para o funcionamento do processo produtivo em fluxo, tendo como consequência, a redução dos WIP, conforme afirmado por Liker e Meier (2007). Os entrevistados afirmaram que a montagem do processo em células produtivas em fluxo praticamente eliminaram a necessidade de formação de WIP enquanto melhoraram a qualidade dos produtos.

Não houve um sensível aumento no giro dos estoques de matérias-primas. A redução de seus volumes deu-se muito em função da eliminação de sua parcela referente às incertezas relacionadas aos processos da produção convencional. O sistema enxuto introduziu novos padrões de qualidade que conferiram maior confiabilidade ao processo e menos desperdício de matéria-prima. Porém, o cálculo do volume de reposição continua sendo feito por intermédio de uma combinação de MRP e histórico de consumo do item, uma versão híbrida de utilização do MRP em um sistema de produção enxuto, um cruzamento entre a previsão de vendas do MRP e o histórico, como informaram os entrevistados. Resumidamente, pelos dados colhidos, pode-se constatar que o aumento no giro do estoque de matéria-prima deu-se principalmente

em função: (i) da maior confiabilidade no processo de produção enxuto; (ii) da integração da cadeia de suprimentos com **kanban** e o **milk run**; (iii) da redução dos tempos improdutivo, como *setup* e preparação de máquina; (iv) da disposição fabril em células produtivas com produção em fluxo; (v) da aproximação dos processos com redução das movimentações; (vi) da eliminação do excesso de produção; (vii) da redução do número de itens produzidos por vez; (viii) do controle visual do **kanban**; (ix) da redução das perdas por falta de qualidade; e (x) da redução do reprocessamento. Como visto, um número grande de elementos que certamente ainda são constituídos de muitas atividades inter-relacionadas.

A redução do **estoque de produtos acabados** deu-se basicamente em função da: (i) redução dos tempos de processamento; (ii) redução das perdas por falta de qualidade; (iii) redução do mix de produtos; (iv) maior confiabilidade no processo de produção enxuta; (v) da maior flexibilidade do sistema enxuto para se adaptar às novas demandas.

Os entrevistados mencionaram que os funcionários da produção começaram a dar créditos ao sistema enxuto, na medida em que notavam a precisão do controle dos WIP com o **kanban**.

A partir das entrevistas e observações no chão de fábrica, pode-se identificar os principais fatores relacionados ao aumento de **acurácia dos estoques** como sendo: (i) sistema de fluxo puxado de produção com o **kanban**; (ii) redução do número de itens por lote de processamento; (iii) sistema de controle visual **heijunka** e (iv) implantação do **lean office**.

Com relação à redução generalizada das **perdas do estoque**, viu-se que o fluxo puxado elimina os excessos de produção, evitando a formação de estoques de produtos acabados com finalidade a uma futura venda, que pode não acontecer (LIKER; MEIER, 2007). Antes do sistema enxuto a empresa possuía grandes volumes de estoques de itens, que foram produzidos na tentativa de suprir uma futura demanda que acabava não ocorrendo,

e que se tornaram fora de linha por desaquecimento do interesse do consumidor. A empresa chegou a instituir metas de R\$ 500 mil mensais de desmontagens de itens já obsoletos para reprocessamento de metais. Após a implantação do sistema enxuto, esses valores passaram a ser insignificantes.

A redução das **perdas em função da qualidade** intrínseca com o sistema enxuto ocorreu pela facilidade de inspeção praticamente unitária dos bens. No processo puxado por **kanbans** em células o operador produz lotes pequenos de itens que são verificados no processo subsequente. A visibilidade é muito grande e os desvios de qualidade são facilmente detectados e normalmente como a produção é unitária ou em pequenos lotes, os danos no fluxo são pequenos.

A redução das **perdas devido à obsolescência e à falta de qualidade** deu-se em função, principalmente, da eliminação do excesso de estoque, com a produção somente do que é vendido, da disposição fabril em células produtivas com produção em fluxo, da implantação do **kaizen** e QT e da maior confiabilidade no sistema STP de produção.

Pelo constatado, o **lead time de entrega** sempre foi objeto de ações estratégicas que permitissem

a materialização da estratégia geral da organização. Evidentemente ele é função das diversas ações em diferentes setores que, de forma mais intensa ou não, influenciam no seu resultado final.

Baseando-se nas entrevistas e na observação no chão de fábrica, pode-se chegar ao resumo dos principais fatores que levaram à redução do **lead time** de entrega: (i) redução dos tempos de processamento; (ii) redução das perdas por falta de qualidade; (iii) redução do número de itens do lote de processamento; (iv) melhor estudo de aspectos ergonômicos; (v) eliminação do excesso de produção; (vi) implantação do *lean office*.

A redução do tempo de processamento, com a diminuição dos tempos de **setup**, a melhora na qualidade, a otimização de processos e a redução de movimentação são importantes fatores na conquista da redução do **lead time de entrega**. O menor volume de itens processados com balanceamento da produção permitiu entregas mais rápidas conforme mencionado por Hohmann (2008).

Uma visão objetiva dos principais resultados pode ser vista no Quadro 2.

Também o **lean office** em muito agilizou a tramitação do processo de pedidos de vendas. Como comentado pelos entrevistados, o processamento imediato de um pedido segue num processo em fluxo da aprovação pelo financeiro, até a produção, sem paradas.

Quadro 2 – Principais resultados obtidos

Aplicações	Resultados com o STP
Nível de serviço	Melhoria de 85% de entrega dos pedidos em 3,5 dias para 90% em 3 dias
Quebra (rompimento) de estoque	De 3 a 5% com TOC para zero com STP
Giro do WIP	Aumento entre 50 a 60% com STP
Volume do WIP	Redução média de 17%
Estoque de produtos acabados	Redução
Acurácia dos estoques	Aumento
Perda de estoques	Redução
Perdas em função da qualidade	Redução
Perdas devido à obsolescência e à falta de qualidade	Redução

Fonte: Elaboração dos autores.

Para os entrevistados, um dos grandes reflexos de ganho com a implantação do STP é a confiabilidade de entrega dos produtos dentro de curto espaço de tempo, ou seja, a redução mesmo que pequena do **lead time** de entrega, com menores volumes de estoque do que na gestão convencional. E no

entendimento deles, a empresa possui no prazo de entrega uma grande **vantagem competitiva**, o que confirma a proposição de Stalk Junior (1988).

O Quadro 3 resume alguns dos principais achados da pesquisa que robusteceram a vantagem competitiva da empresa MSB.

Quadro 3 – Resumo dos principais achados antes e depois da implantação do STP

Atividades	Com o TOC	Posteriormente com STP
Vendas – Fechamento de pedidos	Convencional com processo departamental	Processo em fluxo puxado Sem paradas
Índice de serviço ao consumidor	Estratégico, baseado em altos volumes de estoques	Estratégico, baseado na competência dos processos
Volume de estoques	Alto, para garantir as muitas incertezas do sistema. Superprodução	Baixo, a partir da puxada da demanda. Produção JIT
Nível de perdas do estoque	Alto	Baixo
Nível de perdas por falta de qualidade	Alto	Baixo
Percepção da produtividade	Baseado no (volume) fluxo empurrado pelo PCP	Baseado no fluxo puxado pela demanda

Fonte: Elaboração dos autores.

5. CONCLUSÃO

Como resultado das entrevistas, pode-se identificar que os elementos componentes da gestão da manufatura enxuta levaram à consolidação da vantagem competitiva.

Os objetivos específicos deste artigo foram atingidos quando se conseguiu analisar e identificar os elementos enxutos que, após a implantação da filosofia enxuta, levaram ao aumento do giro do estoque, a melhora da acurácia, a redução das perdas de bens (devido à obsolescência e à falta de qualidade) e a redução do **lead time** de entrega que consequentemente possibilitaram redução de seus estoques e reforçaram a vantagem competitiva da empresa da MSB.

A partir dessas identificações e análises pode-se concluir que a redução dos estoques de matéria-prima poderia ser ainda maior, caso houvesse um relacionamento enxuto com os fornecedores. No entanto, notou-se que a integração da cadeia

de suprimento com o STP é um dos pontos a serem mais bem desenvolvidos. Parece que a MSB não possui poder de compra para pressionar os fornecedores maiores a adotarem o **kanban** como gerenciamento dos volumes de suprimento e isso impede a gestão ótima dos estoques de matérias-primas.

A vantagem competitiva foi reforçada em função do ótimo nível de serviço ao cliente com baixos volumes de estoques e o grande responsável por essa conquista foi a combinação da excelência no giro de estoque, da sua acurácia e poucas perdas, culminando em baixo **lead time** de entrega.

A vantagem competitiva não reside no conhecimento ou na aplicação de algumas ferramentas enxutas, mas na perfeita imersão no conceito e na forma como elas são aplicadas (ações estratégicas) para atingir as metas que estão alinhadas com a estratégia da organização. A gestão do estoque por meio de atividades operacionais estruturadas (cadeia de valor) pode ser uma fonte de obtenção

de vantagem competitiva, quando suas políticas de gestão atuam na direção das metas e objetivos estabelecidos na estratégia da corporação. A empresa adotou a estratégia de atuação no mercado baseada no desempenho de entrega, ou seja, ter velocidade nos prazos de entrega dos bens/serviços melhores que a concorrência, oferecendo alto nível de serviço ao cliente e esse ponto foi fortificado com a adoção do sistema de manufatura enxuto.

A empresa abandonou a TOC porque não havia no modelo foco sobre a utilização articulada dos estoques com fluxo da produção de forma visível e clara, ao passo que no STP essa articulação está presente no supermercado e gestão visual da demanda puxada, atingindo diretamente a necessidade da empresa.

Deve-se também destacar que o objetivo deste artigo não foi o de promover o STP em

detrimento da TOC e sim o de demonstrar que no caso estudado houve vantagem na aplicação do primeiro. A opção por um ou outro modelo de gestão operacional deve ser objeto de detida reflexão sobre os objetivos que se pretende alcançar e não somente ser baseada em indicadores pontuais que apresentem melhoria de resultados.

No desenrolar desta pesquisa verificou-se alguns pontos que poderiam ser mais bem desenvolvidos em outros estudos: (i) especificar se dentro do ambiente enxuto existem situações em que pode ser financeiramente mais interessante para a organização produzir para estocar (MTS) do que produzir por encomenda (MTO); (ii) elaborar pesquisas futuras na forma de multicaso, possibilitando comparações entre as evidências coletadas neste estudo, auferindo assim, maior consistência com relação aos fatores aqui estudados.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP – conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada.** Tradução Rosalia A. N. Garcia. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FERRO, J. R. **Avaliação Lean (Lean Assessment):** onde a empresa está na jornada lean. fev. 2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/leanmail.aspx>>. Acesso em: 27 fev. 2009.

GLENDAY, I. **Moving to flow.** dez. 2004. Disponível em: <http://www.leanuk.org/downloads/general/moving_to_flow.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2009.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta:** um processo de aprimoramento contínuo. São Paulo: Educator, 1993.

HINES, P. Purchasing for lean production: the new strategic agenda. **International Journal of Purchasing and Materials Management**, v. 32, n. 4, p. 2-10, dez. 1996.

HOHMANN, C. **Heijunka:** production leveling through an example. 13 dez. 2008. Disponível em: <http://chohmann.free.fr/engineer_us.htm>. Acesso em: 14 maio 2009.

JONES, D. T. **Breaking through to flow.** jan. 2006. Disponível em: <http://www.leanuk.org/downloads/dan/breaking_through_to_flow.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2009.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota:** manual de aplicação. Tradução Lene B. Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

REFERÊNCIAS

- LORANGE, P.; VANCIL, R. F. **Strategic planning systems**. New Jersey: Prentice-Hall, 1977.
- MABIN, V. J.; BALDERSTONE, S. J. **The world of the theory of constraints**: a review of the international literature. [S.l.]: CRC, 29 nov. 1999. (The CRC Press Series on Constraints Management).
- MARQUES, J. A. V. C.; CIA, J. N. S. Teoria das restrições e contabilidade gerencial: interligando contabilidade a produção. **Revista de Administração de Empresas de São Paulo**, v. 38, n. 3, p. 34-46 jul./set. 1998.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- PINHEIRO, T. **The service startup**: inovação e empreendedorismo através do Design Thinking. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.
- PORTER, M. E. What is strategy? **Harvard Business Review**, p. 61-78, nov./dez. 1996.
- PORTER, M. E. **Competitive advantage**: creating and sustaining superior performance. New York: Free Press, 1998.
- RIES, E. **Startup Enxuta**. São Paulo: Leya, 2013.
- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SÁNCHEZ, M. A.; PÉREZ, M. P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1433-1451, 2001.
- SHAH, R.; WARD, P. T. Lean manufacturing context, practice bundles, and performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOBEK, D.; WARD, A. **Lean Product and process development**. Boston: Lean Enterprise Institute, 2014.
- STALK, JUNIOR., G. Time: the next source of competitive advantage. **Harvard Business Review**, jul./ago. 1988.
- TORRES JÚNIOR, A. S. Metadecisão no modelo de gestão toyotista. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 11, n. 6, nov./dez. 2010.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1992.
- TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookmann, 2004.
- WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimento**: decisões e modelos quantitativos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- WEG. Excelências nos serviços. **WEG em revista**, ano X, n. 56, jan./fev. 2009.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. São Paulo: Campus, 2004.