

Redução de tempo de preparação e gestão de estoques no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos: estudo de caso em uma empresa de derivados de petróleo

Miguel Sugai (UNICAMP) - sugai@fem.unicamp.br

Olívio Novaski (UNICAMP) – novaski@fem.unicamp.br

Leonardo Torquetti Fujioka (UNICAMP) – leonardofujioka@yahoo.com.br

Diógenes Oliveira de Jesus (UNICAMP) – diogenesjesus@terra.com.br

Resumo

O presente artigo apresenta a integração conceitual entre o tempo de preparação de máquinas (setup) e a gestão de estoques sob a perspectiva da cadeia de suprimento. Os altos tempos de preparação estimulam a produção em grandes lotes o que implica na geração de estoques. Os esforços operacionais para reduzir o tempo de preparação aumentam a capacidade de produção, geram menores estoques e torna a produção mais flexível, atendendo uma maior variedade de pedidos. Ao mesmo tempo, há abordagens antagônicas em gestão de estoques na decisão de compras sobre o “quanto pedir”. Por um lado, a busca do lote unitário defendido pelo Just-in-Time (JIT); por outro, o conceito tradicional do lote econômico. No contexto da cadeia de suprimentos, estes dois conceitos entram em conflito. Após a revisão bibliográfica, um estudo de caso desenvolvido em uma empresa de derivados de petróleo ilustra a complexidade da questão.

Palavras chave: Cadeia de suprimentos; SMED; gestão de estoques.

1. Introdução

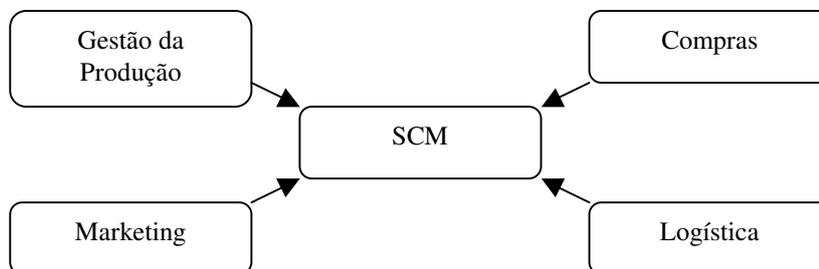
O crescente espaço dedicado em livros, periódicos e revistas especializadas à gestão da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management - SCM*) leva a estabelecer um novo paradigma, uma nova referência para estudos na gestão da produção: os profissionais de operações industriais devem reposicionar a lógica dos processos internos visando não somente benefícios da empresa, mas de toda cadeia de suprimentos na qual está inserida. As organizações buscam atualmente a vantagem competitiva em prazo de entrega o que leva a realizar otimização de operações que vão além das atividades internas. A competição, portanto, já não é apenas entre empresas, mas entre cadeias de suprimentos.

Este artigo tem como objetivo apresentar a integração entre a técnica de redução de tempos de preparação que tem origem nos trabalhos de Shingo (1985) e a gestão de estoques no âmbito de uma cadeia de suprimentos, ilustrando com um estudo de caso em uma empresa produtora de materiais derivados de petróleo. Este artigo está dividido da seguinte forma: na seção 2, apresenta-se um modelo de formação da Gestão da Cadeia de Suprimentos; na seção 3, comenta-se sobre a redução de tempos de preparação de máquinas; na seção 4, apresenta-se a teoria relacionada a gestão de estoques e, por fim, na seção 5, descreve-se o estudo de caso de uma empresa de derivados de petróleo, seus principais aspectos em termos de redução de tempo de preparação, gestão de estoques e administração da cadeia de suprimentos ou rede de negócios.

2. Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM)

Desde o seu surgimento, a SCM tem sido muitas vezes confundida com a Logística. Todavia,

conforme definição do *Council of Supply Chain Management Professionals*, que substituiu o *Council of Logistics Management*, a Logística é um subconjunto da SCM e que os dois termos não são sinônimos (CSCMP, 2005). Portanto, há outros elementos que compõe a SCM. Pires (2004) concebe a SCM como multifuncional e com mais de uma origem. Isto significa que pode ser considerada um ponto de convergência na expansão de outras áreas tradicionais no ambiente empresarial, conforme figura 1:



Fonte: Pires (2004)

Figura 1: Potenciais origens da SCM

A SCM pode ser considerada uma evolução da **Gestão da Produção** uma vez que a preocupação do setor produtivo atualmente ultrapassa as barreiras internas e os profissionais começam a examinar outros elementos da cadeia produtiva para gerar melhorias internas.

Para profissionais de **Logística**, os desafios trazidos pela globalização da economia ampliaram sua atuação. A ampliação do conceito de SCM significa expansão dos negócios nos elementos logísticos mais importantes: transporte e estoque.

A SCM pode ser vista também com expansão da área de **Marketing** em suas funções básicas de identificação das necessidades de mercado, o foco na distribuição e no pronto atendimento ao cliente.

Por fim, a SCM pode ser entendida como evolução natural da área de **Compras**, uma vez que cresceu significativamente o volume de compras das empresas. Os novos procedimentos de compras e a nova realidade do comércio eletrônico forçaram a uma evolução do setor.

Pode-se concluir que a SCM não é apenas uma evolução de um área mas pode e deve ser vista como um elemento de origem multidisciplinar e multifuncional, não sendo, portanto, um setor exclusivo para Logística, Compras, Marketing ou Produção.

3. Redução de Tempo de Preparação de Máquinas

O tempo de preparação de máquinas durante muito tempo era visto como um fator fixo e inalterável. Apenas vinte anos nos separam da primeira publicação no ocidente do livro de Shingo que descreve o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), metodologia para melhorar a troca de matrizes e moldes, com meta de ser realizada em menos de dez minutos (*single minute*). Conforme McIntosh et al. (2000), o SMED foi acolhido pela literatura e depois amplamente aplicado na indústria. No Brasil, a aplicação desta técnica começou mais tarde e, para ilustrar, a publicação deste livro na versão brasileira data do ano 2000 com o título “Troca Rápida de Ferramentas”.

Conforme a metodologia SMED de Shingo, temos os seguintes estágios:

- 1) Estágio preliminar: sem distinção entre *setup* interno e *setup* externo;
- 2) Estágio 1: Separação das atividades entre *setup* interno e *setup* externo;
- 3) Estágio 2: Conversão de atividades do *setup* interno para *setup* externo;
- 4) Estágio 3: Agilização de todos os aspectos da operação de *setup*.

Por tempo de preparação (*setup*) se entende o tempo do último produto A quando deixa a máquina até a saída do primeiro produto B com qualidade. O tempo total de preparação, sem ter passado ainda por procedimentos de melhorias, engloba atividades como troca de ferramentas da máquina ou de equipamentos, transporte de ferramentas, produção e inspeção de algumas peças de novo lote, além de ajustes das máquinas, tantas vezes necessários até que peças de qualidade aceitável sejam produzidas. Nesta situação, sem planejamento do método de trabalho, gera-se sucata, retrabalho e muitas ocasiões de tempos improdutivo; em suma, operações que não agregam valor ao produto e desperdícios que poderiam ter sido evitados.

Conforme o tipo de máquina ou da operação de *setup* que se deseja fazer, este tempo de preparação pode ser de horas e com conseqüências desagradáveis para a empresa: gera-se estoque, interrompe-se a programação da produção, gera-se ociosidade, aumenta-se o custo de produção e, principalmente, surgem dificuldades no atendimento ao cliente.

A redução dos tempos de *setup* impacta também os tempos de produtividade da máquina, o que pode ser observado no índice OEE desenvolvido por Nakajima (1998). Há integração também com o setor de manutenção, conforme trabalho de McIntosh et al. (2001). Um estudo de caso brasileiro de aplicação do SMED na indústria moveleira é apresentado em Fogliatto & Fagundes (2003).

Os principais benefícios trazidos com a TRF são apontados abaixo:

a) *Redução de estoques*: pode-se afirmar que a redução de estoques é o maior entre os benefícios esperados quando se trata de aplicar a SMED. Há um ganho real com a diminuição dos custos de manutenção de estoques. Johnson & Kaplan (1993) comentam que o alto tempo de preparação é fator de geração de estoque. Se uma máquina leva quatro a seis horas de troca de ferramentas de um modelo para outro, a companhia certamente desejará produzir mais de um item do modelo antes de mudar para o modelo seguinte. A geração de estoque é a conseqüência da falta de flexibilidade em *setup*.

b) *Menores lotes de produção*: Plossl (1991) aponta a redução dos tempos de preparação como principal fator para a produção econômica em lotes menores. Com a utilização do SMED, as empresas passam a ter maior capacidade de atender as variabilidades da demanda com a mesma estrutura produtiva. A redução de custos alcançada com a diminuição de lotes de produção pode ser observada no trabalho de Claunch (1996).

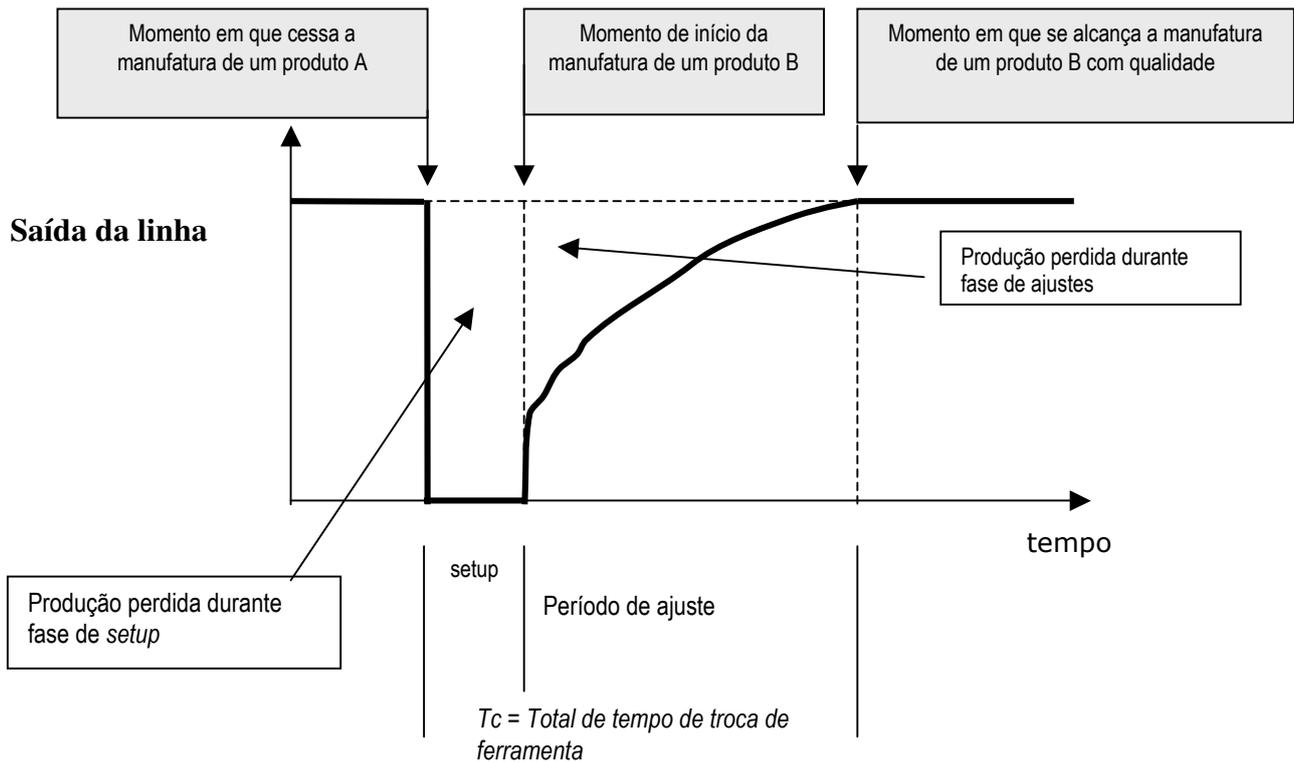
c) *Redução do lead-time*: O *lead-time* é fator diferencial no custeio de um processo de manufatura (Harmon & Peterson, 1991). Sua redução resulta em menores custos de operação e agrega benefícios ao consumidor. A habilidade de fornecer produtos rapidamente depende da agilidade do sistema produtivo. Quando há uma atividade de preparação morosa que paralisa a operação, prejudica-se não apenas o fluxo interno, mas também a competitividade da cadeia produtiva.

d) *Maior variedade da produção*: O SMED possibilita rápido preparo de máquinas ou linhas de produção o que, por sua vez, proporciona variedade do composto (*mix*) de produtos, utilizando o mesmo equipamento ou linha de produção em um mesmo espaço de tempo.

Os benefícios promovidos pelo SMED são fundamentais para a melhoria de desempenho na gestão da cadeia de suprimentos. Conforme Pires (2004), nos últimos anos os mercados industriais estão cada vez mais sensíveis ao tempo. Compradores procuram adquirir de fornecedores que ofereçam melhores prazos e que atendam a seus requisitos no tocante ao desempenho de entrega. As melhoras com diminuição de *lead-time* e agilidade de entrega advindas de um programa de SMED beneficiam toda a cadeia logística.

3.2 Análise crítica ao SMED

Na Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade de Bath, uma equipe de pesquisadores desenvolve desde 1991 trabalhos e estudos em redução de tempo de *setup* e lançaram o livro “Improving Changeover Performance”, como resumo de seu conjunto de conhecimentos (Culley et al., 2001). Entre os trabalhos realizados pela equipe, destaca-se uma análise crítica ao SMED (McIntosh et al., 2000), um *survey* sobre o tema de troca de ferramentas e preparação de máquinas. Há um reconhecimento do trabalho feito por Shigueo Shingo mas reconhece-se que há lacunas a serem preenchidas, em especial, na metodologia e nas técnicas descritas em sua principal obra.



Fonte: Culley et al. (2001)

Figura 2: Tempo de troca de ferramenta considerando ajustes.

Um dos aspectos levantados, senão o principal a ser questionado em relação ao SMED consiste na abordagem dos períodos de ajuste (*run-up*) que, apesar de significativo, geralmente não está identificado, passando despercebido durante o período de operação do equipamento (Fogliatto & Fagundes, 2003). Este período é de extrema relevância, pois, após o término da realização do *setup*, ainda restam ajustes a serem feitos até que se atinja o equilíbrio do processo do equipamento, visto que as maiores flutuações estatísticas ocorrem durante as primeiras peças expedidas. Com esta fundamentação, McIntosh et al. (2000) fazem uma crítica ao SMED, pois este método tão difundido simplesmente subestima as variações do período de ajuste.

Observa-se que todos os métodos de implantação de redução de tempos de *setup* têm pontos em comum: a distinção entre atividades internas e externas, bem como a transformação das etapas do *setup* interno em externo, além da eliminação de etapas e ajustes. Tal fato não deve ser encarado como mera coincidência; a experiência nos mostra que esta metodologia é consagrada pelos resultados satisfatórios obtidos até então.

Segue-se agora atenção à gestão de estoques, elemento logístico de grande importância.

4. Gestão de Estoques

O gerenciamento do estoque vem despertando um grande interesse na SCM, pois os recursos gastos em estocagem podem absorver de 25 a 40% dos custos logísticos de uma empresa. Estes, por sua vez, são divididos em: custo de manutenção, custo de compra e custo de falta de estoques.

Ao longo dos anos muitas abordagens sobre gestão de estoque focaram diferentes aspectos relevantes do conceito. Entretanto, todas elas visam um único objetivo: dispor o produto certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, proporcionando benefícios à empresa. Conforme Fleury et al. (2000), uma boa política de gerenciamento de estoques no âmbito da SCM, pode ser baseada em quatro principais decisões: onde localizar estoque na cadeia, quando pedir, tamanho do estoque de segurança e quanto pedir.

a) *Onde localizar estoque na cadeia*: decisão estratégica que define se os estoques serão centralizados ou descentralizados, isto é, se serão alocados em um único ou mais centros de distribuição. Para esta tomada de decisão alguns fatores devem ser levados em conta, tais como: giro de material, valor agregado, *lead-time* de resposta do pedido e nível de serviço.

b) *Quando pedir*: decisão ligada diretamente com a demanda e do *lead-time* de reposta. Assim, haverá casos em que será melhor ou pior, economicamente, solicitar a reposição após ou depois do ponto de pedido. Nesta metodologia, o ponto de pedido representa o ponto de início do processo de reposição de estoque com a antecipação necessária para não haver falta de produto.

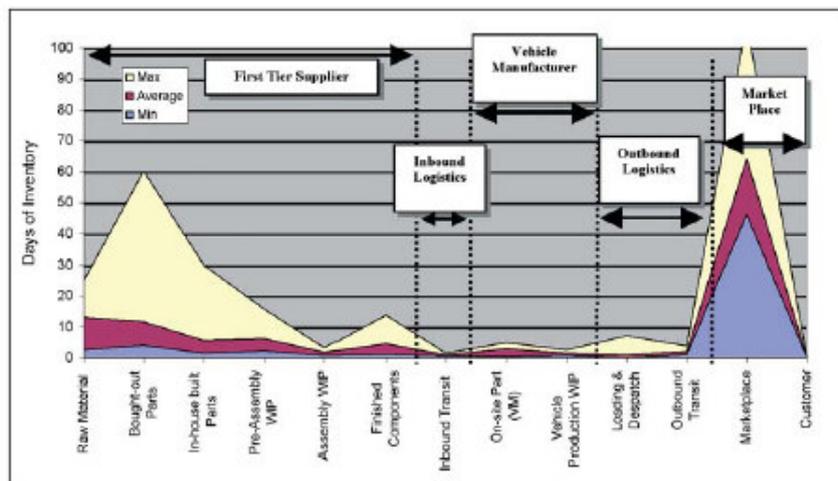
c) *Tamanho do estoque de segurança*: geralmente as empresas trabalham com uma distribuição normal de demanda, possibilitando apontar valores de estoque de segurança, que contra-balancem segurança e custo, para não haver falta de produto (*stock out*). É claro que outros fatores devem ser analisados, como por exemplo, o nível de competição num dado mercado, afinal, um mercado bastante competitivo cobra uma disponibilidade de produto mais elevada, além de possuir um erro de previsão demanda maior.

d) *Quanto pedir*: com o advento do conceito do *Just in Time* (JIT), buscou-se satisfazer a demanda de produtos apenas quando necessário transformando em unitário o lote ideal. Para isto, a empresa deve se preocupar em reduzir os custos do processamento do pedido, conhecendo muito bem a demanda, ter um fluxo de informação contínuo e seguro, além de dispor de todos *lead-times* das operações realizadas no processo.

O aprofundamento do conceito da Mentalidade Enxuta de Womack (1998) aplicado para a cadeia automotiva é realizado por Holweg (2003) que lança o desafio de uma cadeia enxuta com *lead-time* de três dias (3DayCar). Para atingir a cadeia automotiva enxuta, o autor propõe uma redução de estoque existente em todas as etapas da cadeia (figura 3), propondo uma estratégia de baixo estoque em um sistema BTO (Build to Order), com uma logística orientada para a rápida entrega de veículos. O programa 3DayCar congrega pesquisadores da Universidade de Cardiff, Universidade de Bath e do Lean Institute. Hines (1998), que também participa deste programa, defende a criação de uma rede enxuta para diferentes produtos.

Contraopondo-se ao JIT, há a abordagem tradicional do Lote Econômico de Compra (LEC), que calcula o tamanho do lote ótimo levando-se em conta os custos de transporte, armazenagem, custo de *setup* de equipamentos, etc. No contexto do SCM, essas duas concepções sobre o estoque entram em conflito. Para um varejista na cadeia, por exemplo, o custo da venda perdida é muito elevado, o que o obriga a trabalhar com estoque elevado. Sucupira (2003) apresenta um estudo patrocinado pela Procter & Gamble, relata que os

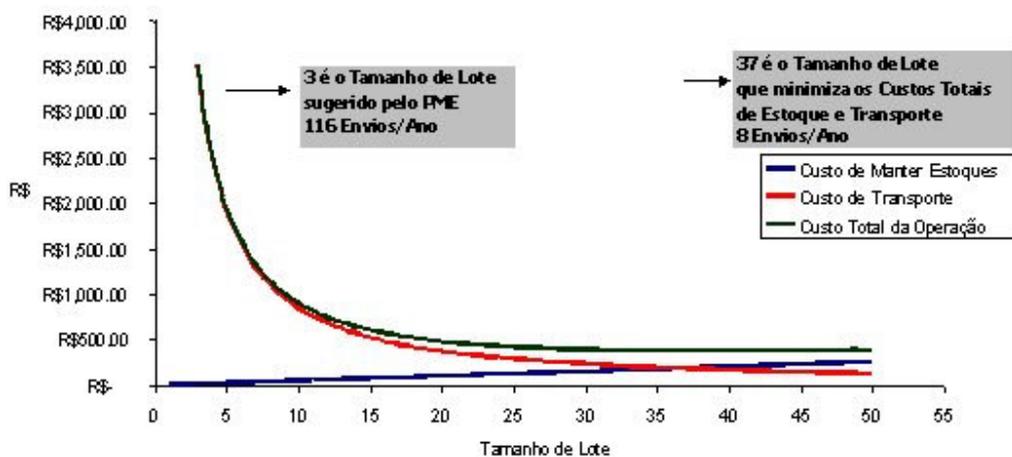
supermercados perdem 43% de suas vendas caso o consumidor não encontra o produto desejado para comprar. Mas ao mesmo tempo que esta decisão parece ser a correta, questiona-se se não seria melhor trabalhar com um nível de estoque menor conforme concepção do ressurgimento enxuto. Esta análise é aprofundada no artigo de Wanke (1999), que questiona o atual paradigma da cadeia enxuta. Em seu artigo, apresenta em um estudo de caso aspectos em que o uso do LEC é melhor do que o ressurgimento enxuto. Em um estudo de caso, com um aplicação dos conceitos de JIT no envio de produtos a uma filial, o tamanho de lote foi definido e 3 unidades com 116 envios por ano (custo de transporte) a um custo total de R\$ 3.000,00. Pelos cálculos do LEC, o tamanho do lote serai de 37 unidades com 8 envios anuais a um custo total de R\$ 500,00. Na figura 4, o gráfico deixa explícitas as vantagens na linha de custo total.



Fonte: Holweg (2003)

Figura 3: Estoque nas etapas de uma cadeia automotiva.

Portanto, para a obtenção de resultados satisfatórios, essas duas abordagens devem ser trabalhadas simultaneamente buscando um tamanho de lote ideal. Vale ressaltar que cada situação requer uma análise específica e detalhada.



Fonte: Wanke (1999)

Figura 4: Duas formas de ressurgimento em um mesmo gráfico de custo.

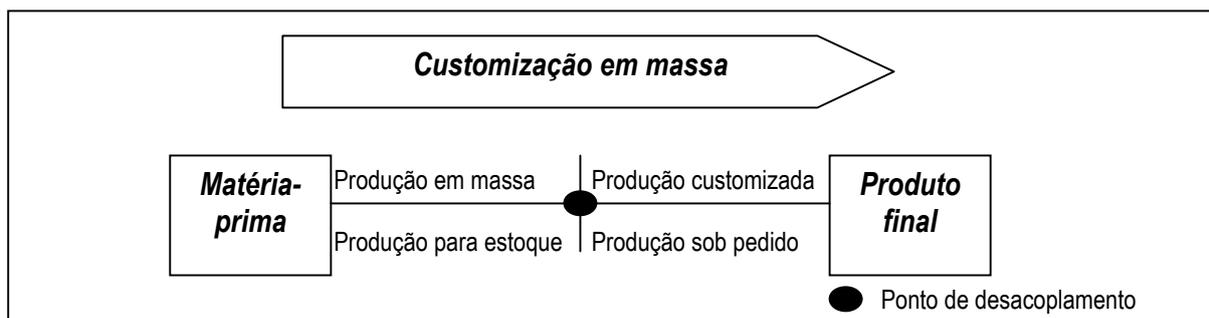
4.1 Ponto de desacoplamento

Uma discussão importante sobre a decisão sobre estoques na cadeia de suprimentos é o ponto de desacoplamento. Este é um ponto em que o produto deixa de ser produzido de forma genérica (para estoque) e passa a ser produzido para atender a um pedido de determinado cliente, postergando a configuração final do produto até que a sua real demanda seja conhecida.

Conforme Pires (2004), a postergação é uma prática altamente atual e ainda com muito futuro. A sua jovialidade baseia-se em dois fatores:

- a) A prática da postergação se opõe à lógica empurrada e é concordante com a visão contemporânea da produção puxada;
- b) Esta prática é exemplo de implementação do conceito de customização em massa (*mass customization*), base conceitual para planejamento do futuro próximo da SCM.

Na figura 5, o ponto de desacoplamento divide o processo produtivo em duas etapas distintas: produção em massa e produção customizada. Ao produzir para estoque, fica caracterizado que o ressuprimento fica atrelado diretamente a necessidade do próprio estoque, ou seja, os lotes de compra ou produção são maiores que as necessidades reais, em um curto prazo (Ballou, 2001). Ao puxar produtos, criam-se apenas estoques necessários para atender as necessidades do próximo ponto de demanda, o que reduz o estoque dentro da empresa.



(fonte: Pires, 2004)

Figura 5: Ponto de desacoplamento

O posicionamento do ponto de desacoplamento varia entre cadeias de suprimento. Algumas estratégias procuram levar este ponto à direita da cadeia e assim conhece melhor sua demanda, mais especificamente, conhece o pedido do cliente, podendo planejar sua produção da melhor maneira para atendê-lo. Com isso, a empresa ganha em flexibilidade, agilidade e velocidade de resposta, elevando seu nível de serviço.

Passando o ponto de desacoplamento o início da cadeia, a empresa diminui seu estoque de alto valor agregado, pode atuar em mais de uma linha de produção, através de produtos de um a mesma família e ganha em velocidade de produção. Portanto, o estoque passa a se concentrar na parte em que é utilizado o método empurra, estoque com um baixo valor agregado.

Van Hoek (1997) e Bowersox & Closs (2001) consolidam a existência de três tipos de postergação:

- tempo: que busca atrasar a movimentação e transformação dos materiais até o momento do recebimento do pedido do cliente;
- forma: posicionar ao máximo a manufatura final ou a configuração final do produto;
- lugar: posicionar os estoques nos canais de distribuição mais próximos do cliente final.

Segue-se agora o estudo de caso desse artigo, na qual os conceitos até então elaborados serão vistos na prática.

5. Estudo de Caso

A empresa objeto de estudo de caso é a Lwart Proasfar Química (doravante neste artigo denominada Proasfar) que faz parte desde 1997 do grupo industrial brasileiro Lwart. A Proasfar tem um fator estratégico no grupo por atuar no setor de asfaltos especiais, pois utiliza como matéria prima o produto derivado do refino de óleo queimado automotivo da Lwart Lubrificantes. Neste processo, com a reciclagem de material pouco biodegradável, a Proasfar realiza uma complementação ecológica no grupo.

A Proasfar adquiriu de uma empresa na Argentina a tecnologia patenteada para modificar asfaltos. A fábrica localiza-se na cidade de Lençóis Paulista, cerca de 300 km da cidade de São Paulo e os principais produtos da empresa são mantas asfálticas para revestimentos. Trata-se de uma empresa familiar com características de processos em batelada na produção de derivados de petróleo.

5.1 Cadeia de Suprimentos da Proasfar

No primeiro contato com a empresa, era reconhecida a elevada dimensão dos estoques, em especial de produtos acabados. Em uma primeira análise, o foco de atenções voltou-se para os processos produtivos que poderiam estar gerando estes estoques. Alguns elementos da produção provocavam estoques: elevado tempo de *setup*, sistema de produção em batelada, programação da produção não respeitada, entre outros. Constatou-se, porém, que os elementos internos de produção não eram os maiores causadores de estoques mas as características da sua cadeia de suprimentos, que é apresentada esquematicamente na figura 6.

No âmbito de *suprimentos* da cadeia da Proasfar, a **Petrobrás** é uma fornecedora importante para a Proasfar e também a principal geradora de estoques de matéria-prima. Como a estatal é a líder na cadeia, determina as condições dos lotes de vendas, prazos e cotas de fornecimento para seus diversos clientes. Mensalmente, há uma compra de 100 mil litros de Cimentos Asfálticos de Petróleo (CAP), sendo uma quota mensal que pode variar conforme negociação com a estatal. Além disso, o CAP tem características especiais de armazenamento pois deve ser mantida em contínuo aquecimento para que não ocorra seu endurecimento. Portanto, seu transporte e armazenagem não são convencionais.

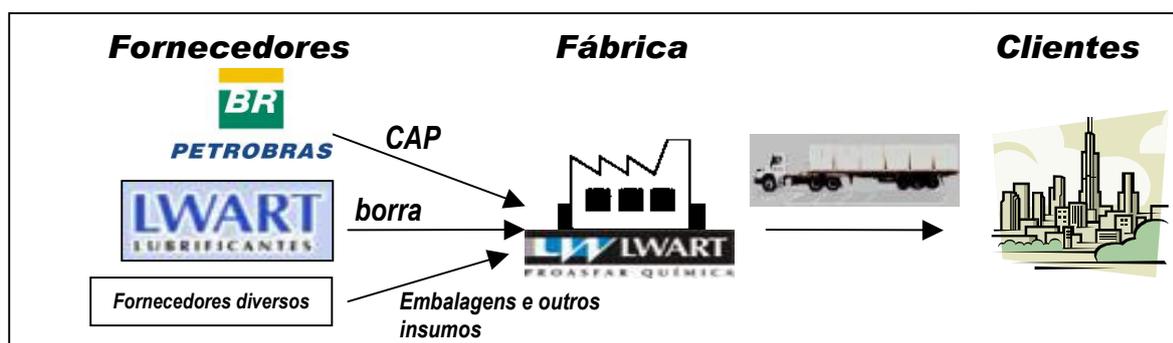


Figura 6: Cadeia de suprimentos simplificada da Lwart Proasfar Química

No processo de negociação com a Petrobrás, deve ter-se em conta também que qual a origem da matéria-prima, pois pode-se provocar diferenças sensíveis na qualidade do produto final. Para o processo de produção da Proasfar, o CAP produzido pela Petrobrás na Refinaria de Paulínia (SP), com distância de 250 km da planta produtiva, é de melhor qualidade em comparação com a refinaria de São José dos Campos (SP), cerca de 450 km da planta. No processo de negociação com a Petrobrás deve-se estar atento à quantidade e custo de transporte.

Outra fornecedora de matéria-prima é a **Lwart Lubrificantes**, que gera a borra (ou piche), principal recurso na fabricação da manta asfáltica. Como faz parte do grupo, há uma autonomia que gera uma situação favorável dentro da rede pois o gestor na distribuição deste produto é o próprio grupo, localizado na mesma planta. Curiosamente, a borra gerada pela Lwart Lubrificantes é vendida também para o principal concorrente da Proasfar.

Por fim, complementando o grupo de suprimentos, há o grupo de **fornecedores diversos** que contém fornecedores de matérias-primas diversas, embalagens e insumos de produção, com pouca visibilidade dentro da cadeia de suprimentos. O gerenciamento deste grupo é quase totalmente exercida pela Proasfar, no que diz respeito as quantidades, qualidade, transporte, preço e prazos de entrega. Tais fornecedores localizam-se em média a 300 km da planta.

Com relação à *distribuição*, houve uma recente alteração nos processos logísticos da Proasfar. Inicialmente, a entrega era feita diretamente pela empresa aos clientes, o que gerava estoques na expedição, condicionados pelo dimensionamento do frete. Este problema foi solucionado com a instalação de um centro de distribuição na cidade de São Paulo (figura 7).

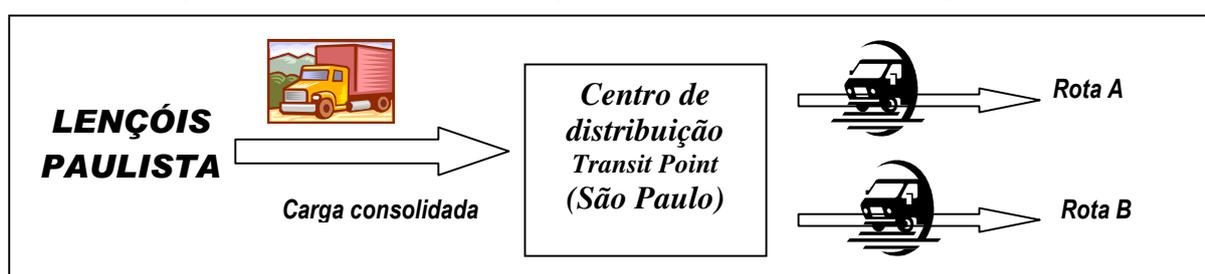


Figura 7: Centro de Distribuição (CD) em São Paulo

A empresa ainda manteve a entrega direta para os grandes pedidos, em geral encomendas feitas por obras contratadas, em paralelo às atividades do Centro de distribuição (CD). Criou-se uma situação híbrida na Proasfar que tem conseqüências para a área de produção: parte da produção é empurrada para estoque no CD e parte é puxada pelas encomendas.

De acordo com a tabela 1, o CD assumiu a força de vendas com quase totalidade do faturamento. Apenas 7% do faturamento são provenientes das vendas diretas da fábrica para obras contratadas, que superam o volume disponível no CD por referirem-se a grandes construções civis ou contratos com empreiteiras em obras públicas. A Proasfar tem grande interesse no crescimento das vendas por encomendas.

Tipo de venda	Participação no faturamento
Construtores (obras contratadas)	7%
Centro de Distribuição	
Distribuidores	32%
Aplicadores	16%
Outros	45%

Tabela 1 – Participação do tipo de cliente no faturamento

Com o CD houve uma diminuição em 30% nos custos logísticos (transporte e armazenagem). A melhoria na distribuição foi radical. Houve uma melhor capilaridade na entrega e melhorou-se o atendimento com a transferência da carga para veículos menores, principalmente de uma região ampla como a cidade de São Paulo. Enquanto o *lead-time* do CD é de 1 dia, a venda direta a partir da fábrica tem um *lead-time* de 3 dias.

A melhoria na entrega foi uma grande vantagem competitiva adquirida pela empresa com o CD. O *payback* do investimento no CD foi de apenas 2 meses e o resultado foi animador o

suficiente para iniciar um projeto de instalação de um CD em Curitiba para atender todo a região Sul do país. Vale notar que a Proasfar não terceirizou as operações logísticas e que a cultura logística está disseminada em toda empresa

Um desafio da Proasfar em termos de cadeia de suprimentos é o desenvolvimento de um ponto de desacoplamento no Centro de Distribuição, o que poderia melhorar o atendimento dos clientes uma vez que o estoque encontra-se alocado no CD. Esta proposta ainda é objeto de estudo mas poderia oferecer vantagens no atendimento diferenciado aos clientes.

5.2 Redução de tempo de preparação na Proasfar

Apesar do foco principal das atenções ter sido a cadeia de suprimentos, o setor produtivo realizou esforços significativos para redução de tempo de preparação.

A linha de produtos da Proasfar é diversificada com variação especialmente na forma (corte e medida) das mantas asfálticas oferecidas ao mercado. A preparação da linha de produção tem, portanto, as seguintes atividades e tempos associados:

Atividade de preparação da linha na Proasfar	Tempo decorrido (min)
Limpeza de máquinas e equipamento	50
Ajustes de máquinas para dimensões dos produtos	20
Preparação da batelada	40
Outros (caminhadas, busca de ferramentas, etc)	30

Tabela 2 – Tempos tomados das atividades de preparação

Diferentemente dos estudos de caso apresentados por Shingo, não há troca de matrizes e moldes na Proasfar mas especialmente limpeza, dimensionamento e ajustes das máquinas para cada produto além da troca de insumos como embalagem e etiquetas especificados para cada produto.

Em busca da redução dos tempos de preparação, montou-se uma equipe formada por operadores de linha, mecânicos e equipe de engenharia e manutenção. Após treinamento dos conceitos e técnicas postuladas por Shingo,

Na primeira etapa, com diferenciação de *setup* interno e externo, houve uma conscientização da equipe de redução de *setup* e alcançou-se melhorias em organização do trabalho. A disposição de ferramentas, gabaritos e materiais de apoio foi padronizada o que possibilitou o estabelecimento de um método de trabalho dos operadores e preparadores de *setup*.

Na segunda etapa da metodologia de Shingo, percebeu-se que a grande restrição do *setup* eram as atividades de limpeza e ajuste de máquinas. Na análise realizada com a engenharia de produto, pôde-se constatar que o rigor da limpeza poderia ser diminuído se não se tratasse de troca de produtos muito diferenciados. A principal solução foi o encaminhamento deste problema à programação de produção que estabeleceu sequenciamento adequado dos produtos, visando a otimização da limpeza de máquinas.

Hoje o tempo de linha parada reduziu para 40 minutos, sendo que a meta é chegar a menos de dez minutos, conforme postula o SMED. Para isso alguns investimentos em dispositivos e equipamentos serão necessários e, para tanto, será necessária autorização do setor estratégico. Algumas vantagens se observam nesta nova realidade da empresa: há um envio de lote mais variado de produtos ao CD; aumento da capacidade produtiva; diminuição de estoque de produtos acabados na empresa e racionalização das compras de insumos. Pode-se destacar acima de tudo a diminuição de custos e o melhor atendimento da demanda.

Um outro grande ganho da Proasfar foi a maior variabilidade de produtos oferecidos no mesmo espaço de tempo. O ganho em produtividade não foi apenas no volume produzido mas

também na variedade. Os produtos enviados ao CD, além de serem melhor variados, tiveram o tempo de despacho reduzido.

Em termos de gestão de estoques, houve um equilíbrio entre os conceitos de JIT e LEC para evitar o problema apontado na revisão bibliográfica. A racionalização do transporte para o CD foi um grande benefício para a redução de estoques tanto de matéria-prima como de produtos acabados.

6. Conclusões

O foco inicial deste artigo foi compreender a relação entre a redução de *setup* e gestão de estoques. Na revisão bibliográfica apresentou-se uma integração entre os dois conceitos. Para evitar a chamada miopia no chão de fábrica, buscou-se em um estudo de caso analisar os conceitos de troca rápida de ferramentas e estoques, compreendendo-os no âmbito da cadeia de suprimentos. Percebeu-se no estudo de caso que o nível de estoques estão muito mais relacionados com estratégia de distribuição, políticas de suprimentos e estratégias internas da empresa do que as melhorias constantes no sistema de produção.

As análises dos elementos SMED e gestão de estoques forneceram critérios importantes ao realizar o estudo de caso e a sistematizar o conhecimento de um caso real. Sobre o estudo de caso, algumas observações podem ser feitas a respeito da Proasfar:

- a) As operações logísticas estão em evolução e há muitos pontos de melhoria a serem encontrados, por exemplo, a flexibilização do fornecimento de matéria-prima pela Petrobrás e um estudo de viabilidade de terceirização da distribuição para operadores logísticos;
- b) As atividades cooperativas entre as empresas na cadeia da Proasfar dependem de uma melhor harmonia interna, isto é, uma coordenação entre vendas e produção da Proasfar. Na medida em que os desgastes internos diminuïrem, a orientação dos trabalhos da organização terá melhor desempenho. Um exemplo de coordenação possível seria um trabalho interno de produção puxado por *kanban*, orientado pelo setor de vendas, mesmo que seja produção para estoques.
- c) Observou-se nitidamente a correlação entre *setup* e redução de estoques no estudo de caso apresentado. Seria possível realizar uma análise de redução de custos com este ganho obtido.
- d) A solução do CD foi uma ilustração de solução logística e de postergação que auxiliou toda a cadeia. Pode-se explorar mais este conceito para tirar maiores proveitos desta solução.
- e) Conceitos do SMED ainda estão sendo absorvidos pela engenharia. Ainda não há reconhecimento das lacunas apontadas pela revisão bibliográfica.
- f) A atenção no uso das técnicas de JIT devem ser redobradas em uma aplicação em uma cadeia de suprimentos. Pode-se haver algum ganho na produção de pequenos lotes mas grandes prejuïzos no custeio total.

Pode-se oferecer algumas sugestões para próximos trabalhos partindo deste estudo realizado:

- a) Elaboração de um modelo de avaliação operacional e financeira das metodologias de redução de tempo de *setup* tendo em conta benefícios para toda cadeia de suprimentos.
- b) Aprofundar no estudo dos métodos de gerenciamento de estoque que melhor atendam a cadeia de suprimentos, buscando eficácia e retorno sobre investimento.

Referências

- BALLOU, R. H. (1993) – *Logística Empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física*. Atlas. São Paulo.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J. (2001) – *Logística Empresarial. O Processo de Integração da Cadeia de*

Suprimentos. São Paulo: Atlas.

CLAUNCH, J. (1996) – *Set-up Time Reduction*. Richard D. Irwin. New York.

CSCMP (2005) – <www.cscmp.org> Acesso em: 04/05/2005.

CULLEY, S. J.; McINTOSH, R. I.; MILEHAM, A. R.; OWEN, G.W. (2001) – *Improving Changeover Performance*. Butterworth Heinemann: Oxford.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. (2000) - *Logística empresarial: A Perspectiva Brasileira*, p. 187-195. Atlas. São Paulo.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. (2003) – Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso. *Gestão & Produção*. v.10, n.2, p. 163-181.

HARMON, R.L.; PETERSON, L.D. (1991) – *Reinventando a Fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática*. Campus. Rio de Janeiro.

HINES, P.; RICH, N.; ESAIN, A. (1998) – Creating a lean supplier network: a distribution industry case. *European Journal of Purchasing & Supply Management* 4, p. 235-246.

HOLWEG, M. (2003) – The Three-Day Car Challenge: Investigating the Inhibitors of Responsive Order Fulfilment in New Vehicle Supply Systems. *International Journal of Logistics: Research and Applications*. Vol 6, No 3.

JOHNSON, H. T.; KAPLAN, R. S. (1993) – *Contabilidade gerencial: a restauração da importância da contabilidade nas empresas*. Campus. Rio de Janeiro.

McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM, A. R. (2000) – A critical evaluation of Shingo's 'SMED' methodology. *International Journal of Production Research*, v.38, n.11, p. 2377-2395.

McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM, A. R.; OWEN, G.W. (2001) – Changeover improvement: a maintenance perspective. *International Journal of Production Economics*, n.73, p. 153-163.

NAKAJIMA, S. (1998) – *Introduction to TPM – Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press.

PIRES, Sílvio R. I. (2004) – *Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply Chain Management*. Atlas. São Paulo.

PLOSSL, George (1991) – *Production and Inventory Control*. New York.

SHINGO, S. (1985) – *A Revolution Nm Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press. MA.

SUCUPIRA, C. A. C. (2003) – *Gestão de Estoque e Compras no Varejo*. Niterói. Disponível em: <<http://www.cezarsucupira.com.br>>. Acesso em: 05/05/2005.

VAN HOEK, R. (1997) – Postponement manufacturing: a case study in the food supply chain. *Supply Chain Management*. Vol 2, n. 2. pp 63-75.

WANKE, P. (1999) – *O Paradigma do Ressuprimento Enxuto: Armadilha na Gestão do Fluxo de Materiais entre Elos da Cadeia de Suprimentos*. Artigo disponível em: <http://www.cel.coppead.ufrj.br/fs-public.htm>. Acesso em: 16/05/2005.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. A (1998) – *Mentalidade Enxuta nas Empresas*. Campus Rio de Janeiro.