

## **Políticas de estoques em custo e nível de serviço, para uma cadeia de suprimentos do segmento metal-mecânico: um estudo de caso da Sandvik do Brasil.**

Luís Henrique Rodrigues (UNICAMP) [leancell@uol.com.br](mailto:leancell@uol.com.br)  
Wellington Renzo (UNICAMP) [welington.renzo@sandvik.com](mailto:welington.renzo@sandvik.com)  
Marcius Carvalho (CenPRA) [marcius.carvalho@cenpra.gov.br](mailto:marcius.carvalho@cenpra.gov.br)

### **Resumo**

*Desde a revolução industrial que as batalhas pelos mercados são travadas entre empresas. O campo de batalha continua o mesmo, mas as forças individuais se juntaram formando uma corrente com objetivos competitivos únicos. Toda e qualquer empresa de negócio é parte integrante de uma cadeia de suprimentos onde o sucesso de cada uma está fortemente associado ao sucesso da cadeia, a concorrência passa do terreno das empresas para o confronto entre cadeias de suprimento. O que não mudou foram as regras de competitividade impostas pelo mercado (preço, produtividades, qualidade, agilidade, bons serviços, etc). A cadeia de suprimentos, assim como era a empresa isolada, tem necessidade de estudar cada um dos seus elos, identificar e eliminar ou reduzir os fatores que prejudicam seu poder de competitividade. O trabalho conjunto, a cooperação tornam-se necessários pois a competitividade passa ser resultado do gerenciamento da cadeia de suprimentos e não de esforços de empresas isoladas. Este artigo estuda a relação existente entre o custo dos estoques de materiais em uma cadeia de suprimentos e o nível de serviço percebido pelos clientes, critica o modelo de gerenciamento da cadeia hoje adotado e sugere um outro modelo de gestão que conduzirá a redução de estoques e custos.*

Palavras-Chave: Gestão da Cadeia de Suprimentos, Fluxo de Informações, Nível de Serviço, Política de Estoque.

### **1. Introdução**

As mudanças que vêm ocorrendo principalmente a partir do início da década de 90, exigem das empresas a adoção de uma nova postura de atuação frente ao seu mercado (clientes e competidores) e fornecedores. Diante deste novo ambiente, as empresas investem cada vez mais em ações que possam melhorar não somente os seus processos internos, mas também a rede de suprimentos na qual elas estão inseridas. As empresas precisam, mais do que nunca, entender o negócio como sendo uma composição de várias entidades empresariais parceiras e que alinham suas estratégia e interesses em um mercado comum. O sucesso pode estar além de seu cliente imediato (gestão empresarial sistêmica da cadeia de negócios).

Os diferenciais de competitividade, definidos pelo mercado, estão focados nos produtos e principalmente no nível de serviços executados por esta cadeia de suprimentos. Entende-se neste trabalho como serviços o atendimento do pedido do cliente no prazo prometido, menor prazo de entrega, flexibilidade para mudança em volume e *mix*, confiabilidade da entrega, etc. Há uma quebra de paradigma bastante sensível: o produto é parte integrante do serviço e não o contrário, como sempre se adotou. Exemplos importantes de empresas classe mundial, que focaram seus esforços neste novo paradigma, são: a Siemens cujo índice de entregas pontuais passou de 60% para 99,3%; a Gillette que no final da década de 90 reduziu o estoque total em

sua cadeia de suprimentos em 30%; a Apple que reduziu seus estoques em 94% e a Dell que é inflexível em relação à redução de tempo e custo de sua cadeia de suprimentos (Taylor, 2004).

As empresas, participantes de um determinado ambiente de negócios competiam entre si sem darem conta de que todas elas faziam parte de uma corrente (cadeia de negócios), cujo objetivo era o consumidor em contato direto com o último elo. Esta competição causava, muitas vezes, a eliminação de um fornecedor provocando a descontinuidade desta corrente dificultando o fluxo de materiais, o fluxo de informações, portanto a competitividade.

As empresas, que participam de uma cadeia de negócios, devem se integrar e coordenar suas atividades de forma que todas venham obter melhores resultados. Estas empresas não podem enxergar apenas as fronteiras que as separam de seus fornecedores e clientes imediatos. Cada uma delas tem que atender as necessidades dos fornecedores dos fornecedores de seus fornecedores, assim como, os clientes dos clientes de seus clientes. Todas as empresas têm que subir aos céus para enxergar o sistema e a partir de informações recebidas, gerenciar seus processos de suprimentos.

Burke (2003) afirma que uma economia dinâmica se estabelece em uma rede de mercados interconectados. As empresas aumentam a vantagem competitiva quando ampliaram o seu ângulo de visibilidade do sistema, processos e pessoas através da cadeia de suprimentos e de demandas. Taylor (2004) adverte que hoje o gerenciamento da cadeia de suprimentos é muito mais importante do que a manufatura em si, como fator de competitividade essencial ao negócio, este efeito é observado em empreendimentos como a Nike e a Cisco Systems.

Beamon (2005) define formalmente uma cadeia de suprimentos como sendo a integração de manufaturas de matérias primas em produtos finais, que em seguida entregue aos clientes através de distribuidores e varejo. A cadeia de suprimentos é composta de elos onde em cada um deles estão compreendidas numerosas facilidades e flexibilidades, disponibilizadas à cadeia. A complexidade da cadeia de suprimentos provém do número de elos que a compõe e da flexibilidade e facilidades proporcionadas por cada um destes elos. Segundo ainda a autora para medir o desempenho de uma cadeia de suprimentos deve-se utilizar predominantemente duas classes de medidas, são elas: medidas de custo e a combinação de custo com nível de resposta do serviço prestado ao cliente. No custo pode-se considerar estoque ou operação. Responsabilidades pelo serviço assumido com o cliente são medidas pelo *lead time*, pedidos atendidos e índice de satisfação.

Com o intuito de se obter o melhor projeto da cadeia de suprimentos para o fluxo rápido dos materiais, toma-se importante o estudo e avaliação dos níveis de estoque entre os elos desta cadeia, objetivando uma bom desempenho de atendimento das necessidades do cliente final.

O objetivo deste trabalho é analisar como se comporta uma parte da cadeia de suprimentos em que a Sandvik do Brasil está inserida, quanto ao custo e o resultado final dos serviços proporcionados aos clientes em relação ao atendimento de suas necessidades de suprimento de materiais.

## **2. Papel do estoque na cadeia de suprimentos**

O papel do estoque na cadeia de suprimentos é adequar o volume de suprimentos com a demanda requerida. Outro papel do estoque que deve ser considerado é a redução de custos explorando economias de escala que possam vir a existir durante a produção e a distribuição.

Normalmente o estoque se encontra distribuído ao longo de toda a cadeia de suprimentos, dentro de cada um dos agentes da cadeia e em suas interfaces. O estoque pode se encontrar

sob a forma de matéria-prima, produtos em processamento e produtos acabados, mantido em todos os elos da cadeia: fornecedores, compradores, distribuidores e varejistas.

Para Chopra e Meindl (2003), o estoque é o principal fator gerador de custos em uma cadeia de suprimentos e exerce um forte impacto na responsabilidade da empresa de fornecimento.

## **2.1. Tipos de estoque**

*Estoque cíclico* – O Estoque cíclico pode ser definido como uma quantidade média de estoque destinada a satisfazer a demanda existente entre entregas consecutivas do fornecedor. O dimensionamento do estoque cíclico é o resultado da produção ou da compra de material em grandes lotes. As empresas normalmente produzem ou compram em grandes lotes com a finalidade de explorar as economias de escala nos processos de produção, transporte e compra. Porém, o tamanho de lote é diretamente proporcional ao transporte, ou seja, seu aumento implica no aumento de custos com transporte também. Normalmente, as empresas avaliam o custo de manter grandes estoques (quando o custo do estoque cíclico é alto) e o custo emissão de pedidos dos clientes (quando o custo do estoque cíclico é baixo).

*Estoque de segurança* – O Estoque de segurança é criado para servir de segurança no caso da demanda exceder as expectativas e serve para combater a incerteza. Quanto maior a incerteza de demanda, normalmente, maior é a necessidade de manter estoques de segurança. O estoque de segurança se apresenta como uma estratégia da empresa de ataque ao mercado, pois a manutenção de estoques deste tipo requer custos adicionais, contudo não manter este tipo de estoque pode ocasionar perdas nas vendas, em períodos de demanda maior e estoques insuficientes para atendê-la. Para Fullmann et al. (1989), o primeiro elemento para o dimensionamento do estoque de segurança é a incerteza da demanda durante o prazo de reposição, o segundo aspecto é a importância do nível de serviço para o cliente e o terceiro a importância do inventário.

*Estoque sazonal* – O estoque sazonal é criado para minimizar a variabilidade previsível da demanda. Muitas empresas adotam o estoque sazonal, armazenam matéria-prima ou produtos em períodos de baixa demanda para os períodos de demanda elevada, quando não têm capacidade de produzir o volume requerido pelo mercado. No caso da empresa conseguir se adaptar rapidamente à demanda do cliente, a mesma não precisa de estoques sazonais. As empresas devem estimar seu estoque sazonal em função do custo adicional do armazenamento do estoque sazonal e o custo de ter uma taxa de produção mais flexível.

Em geral, o aumento de estoques, torna a cadeia de suprimentos mais rápida às respostas do cliente, porém isto pode tornar o produto mais oneroso ao cliente também. Torna-se importante o balanceamento entre estes dois fatores.

## **2.2. Política de estoque**

A política de estoque consiste em tomada de decisões a respeito de estoques cíclicos e de segurança, além do grau de atendimento do produto e do nível de serviço.

Ballou (2001) defende que a política que envolve a logística de uma empresa passa por uma análise de compensações (*trade-off*), que, por sua vez leva a um conceito que o autor definiu como custo total. A compensação de custos é o reconhecimento de que os padrões de custo de várias atividades da empresa apresentam freqüentemente características conflitantes entre si. Esse conflito deve ser gerenciado pelo equilíbrio das atividades de forma que elas possam ser otimizadas coletivamente. O problema básico em logística refere-se ao gerenciamento do conflito de custo.

Ballou (2001) ilustra algumas situações que exigem uma análise de compensações de custo (custo total) que envolve a relação entre:

- **O nível de estoque e o nível de serviço ao cliente** – Quando os clientes recebem um alto nível de serviço (*delivery performance-DP*), há pouca perda de clientes devido à falta de estoque, entregas vagarosas e sem confiabilidade, Figura 2.

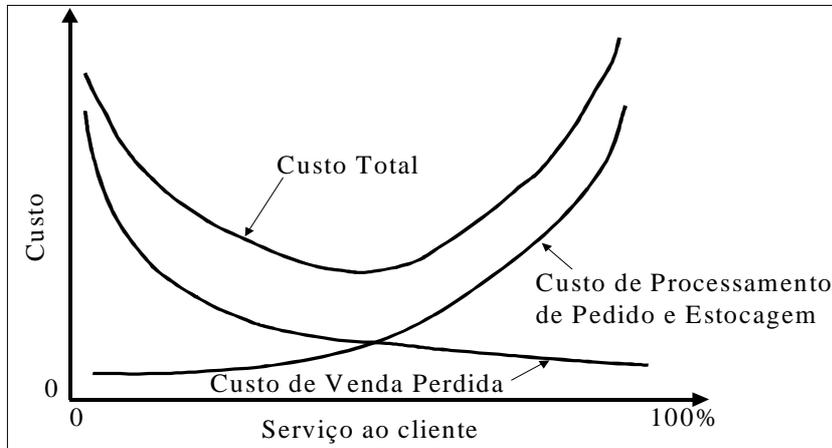


Figura 2: Custo de estoque X serviço prestado ao cliente. Adaptado de Ballou (2001).

- **O nível de estoque e o número de pontos de estoque na cadeia de suprimentos** Figura 3. À medida que o número de pontos de estocagem cresce, o nível do estoque também cresce por toda a rede e os custos de estocagem aumentam.

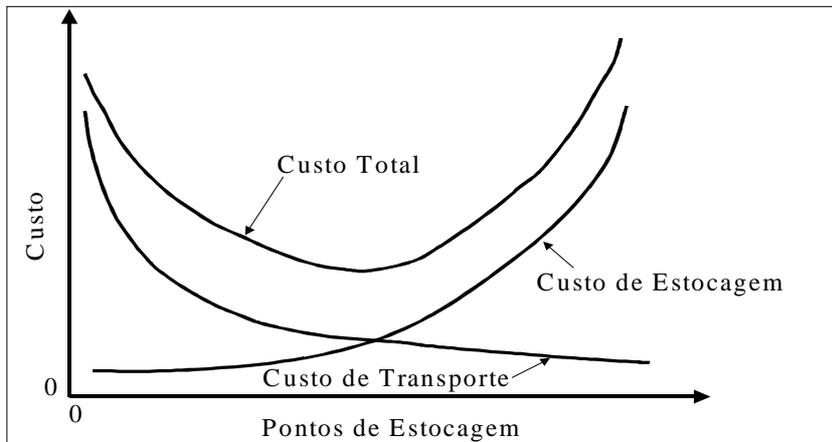


Figura 3: Custo de estoque X número de pontos de estocagem. Adaptado de Ballou (2001).

Para Chopra e Meindl (2003) o estoque é um componente fundamental da cadeia de suprimentos, pois mudanças em suas políticas podem alterar significativamente a eficiência e a capacidade de resposta da cadeia. Ao definir a política de estoque de uma empresa, deve-se ponderar a estratégia adotada: um estoque bem dimensionado possibilita o fornecedor atender imediatamente à demanda do cliente, porém como resultado os custos são aumentados; já a redução do estoque implica em investimentos na eficiência de entrega, que em consequência terá também um aumento de custos. Uma cadeia de suprimentos eficiente minimiza os estoques para reduzir custos e uma cadeia de suprimentos para respostas rápidas mantém estoques regulares para atender à demanda inesperada.

Aumentando-se os pontos de estocagem dentro da cadeia de suprimentos e a média do estoque de segurança em cada ponto obtém-se um melhor nível de serviço (*delivery performance*) prestado ao cliente, considerando-se que o seqüenciamento dos lotes de produção sejam executados de acordo com a demanda dos clientes em cada elo da cadeia de

suprimentos. Em contrapartida o custo para promover este serviço aumenta, sendo cada vez mais significativo, conforme percorremos a cadeia de valor no sentido crescente. Como regra geral melhor desempenho implica em maior os custos logísticos.

### 2.3. Formas de gestão de estoque e produção

Segundo Oliveira e Carvalho (2004) a melhoria de desempenho de uma cadeia de suprimentos pode vir pela redefinição do processo físico ou do processo de decisão. O último tem como elemento principal o compartilhamento da informação, este é o caminho para a redução de custos, aumento de flexibilidade e obtenção de respostas mais rápidas e efetivas para os clientes. Em uma primeira forma de gestão da cadeia de suprimentos a informação é compartilhada entre os elos próximos, ou seja, fornecedor e cliente imediatos. Na segunda forma, a informação da demanda do consumidor no final é distribuída a todas as empresas que compõem a cadeia, que se somando às informações internas de seus processos, compõem sua política de produção e estoque. Em uma terceira forma há o compartilhamento total das informações entre as empresas parceiras buscando, por meio de uma coordenação descentralizada e negociações entre as empresas, o alinhamento dos objetivos do negócio, procurando tendências e padrões ao longo do tempo no lugar de soluções pontuais. Nesta última forma o negócio da cadeia é gerenciado como um sistema, que integra fluxo de materiais e informações entre os membros, que têm como objetivo comum o nível de serviço adequado e competitivo oferecido ao consumidor final, com o menor custo.

Quando se assume que cada empresa é um elo desta cadeia de suprimentos e que todas estão estrategicamente interessadas em um mercado comum, fica nítido, a partir daí, que a gestão e a coordenação de todo este sistema deve ser centralizada baseando-se nos requisitos de demanda, capacidade, custos de manufatura, armazenagem e movimentação de materiais.

### 3. Sistemas de suprimentos de materiais

Um dos maiores desafios de uma cadeia de suprimentos é identificar a demanda de materiais nos seus limites de forma precisa, atendê-la com *lead time* pequeno de suprimento e sem altos custos de manutenção de estoques. Christopher e Towill (2000) identificam que estas dificuldades ocorrem porque as cadeias são normalmente extensas, com múltiplos níveis de inventários entre os elos de produção ou distribuição, desde o seu início até o mercado consumidor final, e com uma gestão preferencial do seu fluxo de materiais a partir de previsões (*forecast driven*) em vez da demanda real (*demand driven*). Contudo, outras formas de gestão existem e segundo Bremer e Lenza (2000) podem ser classificadas como:

- Produção para Estoque (MTS – *Make to Stock*) – Caracteriza os sistemas que trabalham com produtos padronizados, baseados principalmente em previsões de demandas. Nesse caso, nenhum produto é customizado, porque o pedido é feito com base no estoque de produtos acabados. Os sistemas MTS têm como principal vantagem a rapidez no serviço de entrega dos produtos, mas os custos com estoques tendem a ser grandes.
- Montagem sob Encomenda (ATO – *Assembly to Order*) – Caracteriza os sistemas em que os subconjuntos, grandes componentes e materiais diversos são armazenados até o recebimento dos pedidos dos clientes contendo as especificações dos produtos finais. Nos sistemas ATO as entregas dos produtos tendem a ser de médio prazo e as incertezas da demanda de cada produto são gerenciadas e de certa forma minimizadas pelo excesso no dimensionamento do estoque. Podem atender bem a diferenciação.

- Produção sob Encomenda (MTO – *Make to Order*) – A etapa de produção só se inicia após o recebimento formal do pedido. O tempo de entrega é mais longo e os estoques, quando altos, concentram-se nas matérias primas, na entrada do sistema produtivo.
- Engenharia sob Encomenda (ETO – *Engineering to Order*) – É como se fosse uma extensão do MTO, com o projeto do produto sendo feito quase que totalmente baseado nas especificações do cliente. Nestes casos, muitas vezes, a definição da matéria prima faz parte da engenharia de produto, sendo que a sua aquisição, para manufatura, será feita somente após a aprovação do projeto do produto.

Pode-se estender estas definições, que inicialmente foram adotadas para os limites da organização, para uma cadeia de suprimentos, definindo cada organização componente desta cadeia como sendo uma atividade do processo de suprimento. Dependendo do ponto que se enxerga a demanda do cliente pode-se definir a cadeia de suprimentos em MTS, ATO, MTO ou ETO, isto é, o fluxo de materiais pode ser empurrado ao longo da cadeia a partir de previsões de demanda ou puxada conforme a quantidade e tempo definidos pelo mercado.

Para Mahler e Singh (2002) muitas cadeias de empresas possuem dois tipos de fluxos ao longo de sua cadeia de suprimentos. O primeiro é o fluxo de materiais que consiste na aquisição da matéria prima, manufatura, transporte e entrega ao cliente. O segundo fluxo refere-se às ordens de compra ou produção que determina em que ponto do fluxo de materiais ela deverá ser executada. Segundo Mahler e Singh (2002) este fluxo de ordem poderá interceptar o fluxo de materiais no final da cadeia de suprimentos identificando que o sistema adota a estrutura MTS (*make to stock*). Se o fluxo de ordens interceptar o fluxo de materiais antes da manufatura a estrutura de negócios da cadeia é MTO (*make to order*). Muitas cadeias de suprimentos fazem um mix destes dois cenários. Mahler e Singh (2002) identificaram que a maior parte dos níveis de inventários em uma cadeia de suprimentos concentra-se na intersecção dos dois fluxos.

### **3.1. Política de estoque e fluxo de informação**

O estoque também deve ser entendido como dependente do fluxo de informação dentro da cadeia de suprimentos. O fluxo de informação dentro de uma empresa deve conter todas as informações necessárias para o desenvolvimento de todos os processos transformadores (Womack; Jones, 2004). Quanto maior for a visibilidade da cadeia de suprimentos, como sistema de informação, e maior for a confiabilidade destas informações menor será os níveis de estoque entre os elos.

Para Chopra e Meindl (2003), quanto mais eficiente for o fluxo de informações em uma cadeia de suprimentos, menor será o estoque necessário para o atendimento da demanda, mas este fluxo de informações precisa ser diferenciado em duas referências, são elas:

- As informações (demanda, estoque, previsões, capacidade, lead time, etc) fluem na cadeia com a gestão feita entre os elos próximos,
- As informações são centralizadas em um nível superior de gestão de forma a enxergar a cadeia de suprimentos como um sistema.

A segunda estrutura do fluxo de informações coordena o grupo de empresas em relação às decisões e ao fluxo de materiais anteriormente planejados. Com esta estrutura, a decisão é centralizada e a informação é distribuída (Carvalho; Machado, 2003) de forma a atingir determinados objetivos como: encurtar o ciclo de planejamento, reduzir os tempos de processo, aumentar a frequência de re-planejamento, aumentar a frequência de entregas de materiais entre os elos da cadeia diminuindo os lotes e melhorar o nível de estoques.

Todas estas considerações precisam ser estudadas sem perder o foco no nível de serviço prestado a cada cliente interno na cadeia, os prazos estabelecidos de entregas têm que ser atendidos, principalmente quando se trabalha com níveis de estoques baixos.

O objetivo é minimizar o custo total do sistema para satisfazer um nível estabelecido de serviço. Isto fica claro quando a cadeia de suprimentos pertence a uma única empresa.

#### 4. Estudo de caso: Sandvik do Brasil

A história da Sandvik no mundo teve início na Suécia em 1858 com Göran Frederik Goränson, pioneiro na produção de aço pelo processo Bessemer. Em 1949, a Sandvik aportou no Brasil, com o nome de Aços Sandvik Ltda. Aqui não havia ainda um parque industrial definido e, apenas se começava a sonhar com as grandes refinarias e com a indústria automobilística. A empresa está mundialmente concentrada em três áreas de negócios: *Tooling* (Ferramentas), *Mining & Construction* (Mineração e Obras) e *Specialty Steel* (Aços Especiais), com operações em 130 países e composto de 300 empresas, contando atualmente com 34.000 funcionários, dentre os quais 400 trabalham no Brasil. A área de negócios *Tooling* inclui a Sandvik Coromant, Sandvik CTT e Sandvik Hard Materials. A Divisão Coromant produz e comercializa ferramentas de corte de metal duro e sistemas de ferramentas para usinagem de produtos em metais aço, aço inoxidável, ferro fundido e materiais compostos (Melo, 2004).

A Sandvik do Brasil, conta hoje com um número muito diversificado de produtos. O programa *standart* (itens de catálogo) da divisão Coromant conta com cerca de 25.000 produtos de ferramentas voltados para a área de usinagem em tornos e fresadoras. A Sandvik do Brasil está inserida em uma cadeia de suprimentos que tem seu fluxo de materiais iniciando na extração do minério, passando pela fabricação do pó, manufatura (Sandvik), estoques (*warehouse* e filiais em clientes especiais), centros de distribuição, terminando em empresas de autopeças e montadoras da cadeia automobilística. A figura 4 ilustra a cadeia de suprimentos da Sandvik do Brasil.

A manufatura da Sandvik, como um ponto nodal do fluxo de materiais na cadeia de suprimentos, se classifica como sendo divergente, ou seja, a partir dela, há apenas uma empresa antecessora e várias empresas sucessoras. Esta classificação é característica de empresas da cadeia mineradora (Beamon; Chain, 2001). Neste estudo focou-se uma parte da cadeia de suprimentos, composta pela fábrica de pó, manufatura de insertos, *warehouse* Brasil, filial Sandvik (“lojinha”) e clientes principais como esquematizado na figura 5.

A produção de cada empresa que compõe a cadeia de suprimentos da Sandvik é para abastecimento e regulação de estoque através de ponto de pedido (MTS – *Make to Stock*), baseando-se em previsões de demandas futuras. Esta gestão de estoques não se aplica a produtos especiais, que necessitam de projetos, apenas aos produtos ditos de “prateleira” codificados como PE e SPE. Os lotes de reposição são determinados previamente de acordo com o *Economic Batch Size* (EBS),

O *lead time* da cadeia, excluindo o estoque de materiais na fábrica de pó, está em torno de 180 dias, desde a entrada da matéria-prima para a manufatura da Sandvik do Brasil até a utilização dos insertos (pastilhas) pelos centros de usinagem das montadoras, mas o que chama a atenção é que o fluxo de informações (FI) e o fluxo de materiais (FM) entre os elos da cadeia têm uma frequência diária e é sempre realizado entre os elos imediatamente próximos, portanto não haveria necessidade de níveis de estoque tão elevados.

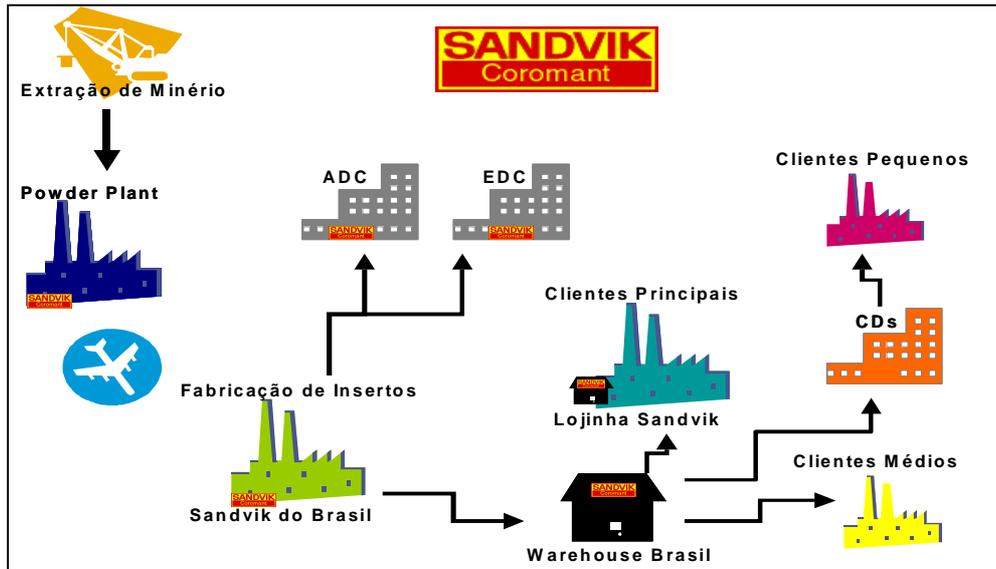


Figura 4: Fluxo de matérias na cadeia de suprimentos.

Observa-se pela figura 5 que o tempo do fluxo dos materiais da saída da fábrica de pó até o abastecimento da montadora é de aproximadamente 33 dias (FM + WIP da Sandvik), ou seja, 18% de todo o lead time da cadeia de suprimentos.

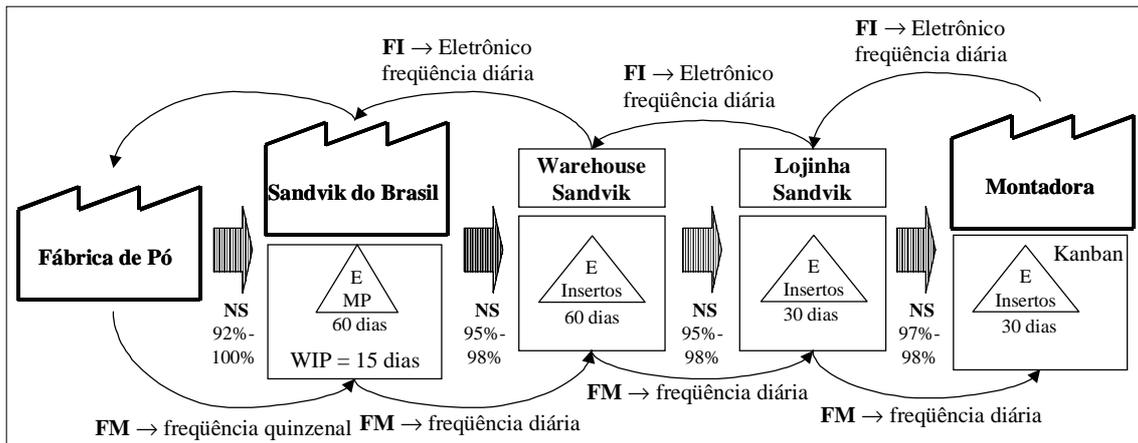


Figura 5: Indicadores da cadeia de suprimentos Sandvik (fluxo: fábrica de pó – clientes especiais).

Um aspecto positivo nesta cadeia de suprimentos é o alto nível de serviço (NS) entre os elos, o que garante um fluxo de materiais, que não compromete o desempenho operacional do cliente final.

Uma outra análise feita neste estudo foi verificar o valor agregado aos materiais em cada elo da cadeia em relação aos níveis de estoque. Agregar valor aqui se refere à aplicação de tecnologias e conhecimentos na transformação de forma dos materiais nos processos de fabricação existentes em cada elo da cadeia. Considera-se que este é o principal valor percebido pelo cliente final da cadeia. A figura 6 mostra a evolução quanto à agregação deste valor ao longo da cadeia de suprimentos (os valores financeiros são referenciais na base \$10).

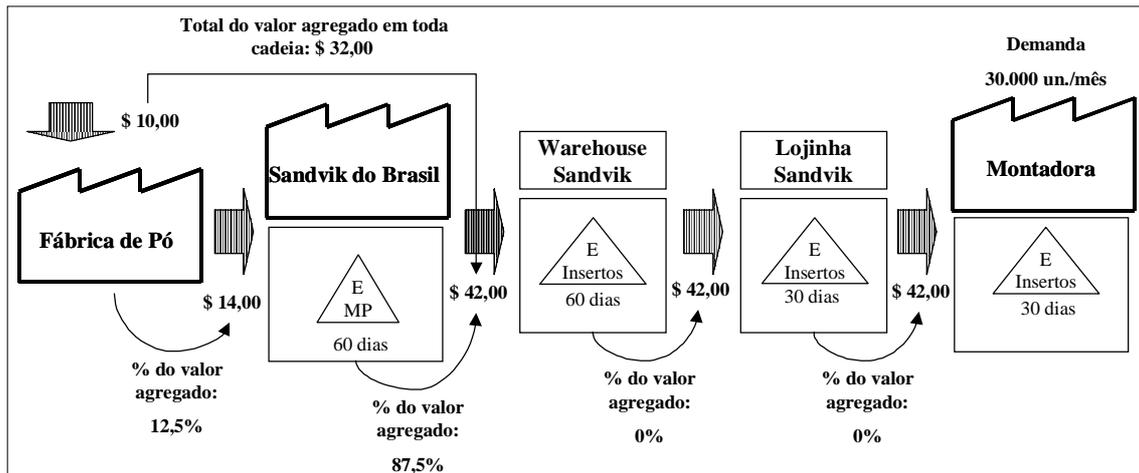


Figura 6: Evolução do valor agregado aos materiais ao longo da cadeia de suprimentos.

Elo da Cadeia de Suprimentos	Estoque (unidades)	Valor Agregado (\$)	Valor Agregado Estocado (\$ x 1.000)	% do Valor Agregado Estocado
Sandvik do Brasil	60.000	14,00	840,00	14,4%
Warehouse Sandvik	60.000	42,00	2.520,00	42,8%
Filial ("lojinha")	30.000	42,00	1.260,00	21,4%
Montadora	30.000	42,00	1.260,00	21,4%
		<b>Total do Valor Agregado Estocado na Cadeia</b>	<b>5.880,00</b>	<b>100%</b>

Tabela 1. Valores referenciais agregados aos materiais ao longo da CS. Elaborada pelos autores.

O importante a ser observado é que todo o valor agregado aos materiais está concentrado no início da cadeia de suprimentos (nas saídas da fábrica de pó e fábrica de insertos) e que o maior valor financeiro estocado (85,6%) está distribuído nos elos que não contribuem em nada para a agregação de valor aos materiais, servem simplesmente para a estocagem e distribuição dos produtos (*warehouse*, filial e montadora, são apenas fontes de absorção de custos) (tabela 1).

Uma alternativa para reduzir o *lead time*, manter o nível de serviço elevado, reduzir o valor agregado em estoque e eliminar fontes de aumento de custos é a centralização do fluxo de informações, para um nível superior de gestão da cadeia de suprimentos. Esta centralização fará a gestão de todo o fluxo de materiais com a visão de demanda da cadeia de uma extremidade a outra. É importante salientar que a diminuição do *lead time* representa a diminuição dos estoques nos elos e que diretamente reduz o custo do valor agregado de toda a cadeia. Além da redução do nível de estoque, esta centralização também pode oferecer a eliminação de pontos de estocagem da cadeia. Não há necessidade de um custo de estoque de 30 dias na montadora, sendo que a "lojinha" da Sandvik está fisicamente integrada ao fluxo de materiais e o abastecimento é realizado diariamente. A instalação de *Supply Bay* é uma solução, desenvolvida pela Sandvik, para a estocagem dos insertos próximos aos processos de usinagem dos clientes preferenciais. O *supply bay* é uma máquina para estocagem de ferramentas, que segue o princípio das lojas de conveniências *self service*, ou seja, os funcionários autorizados servem-se das ferramentas através de uma senha. A informação do consumo das ferramentas é transmitida pela internet para os computadores da Sandvik, que através da gestão do ponto de re-suprimento, farão a reposição dos itens necessários. Este

sistema tem o princípio de funcionamento semelhante às das máquinas de refrigerantes, salgadinhos, etc.

A centralização do fluxo de informações também é facilitada pelo fato de toda a cadeia de suprimentos pertencer à Sandvik (empresa líder de uma cadeia de suprimentos interna), não necessitando negociar parâmetros de estoque, transporte, frequência de abastecimento, etc com fornecedores externos. Com esta estrutura, as decisões frente às informações vindas de todos os elos da cadeia são mais rápidas e o retorno das ações gerenciais mais seguro. Com o fluxo de informações sendo distribuído sem interrupções entre todas as empresas, as metas traçadas para o sistema é atingida, sem onerar em maiores custos a cada um dos integrantes. Estes custos são minimizados atingindo-se determinados objetivos como: redução do ciclo de planejamento, redução dos tempos de processo, aumento da frequência de re-planejamento no fluxo dos materiais (acompanhando eficientemente o abastecimento de materiais para cada elos da cadeia de acordo com as variações de demanda na ponta final da cadeia), aumento da frequência de entregas de materiais entre os elos da cadeia diminuindo os lotes e melhorando o nível de estoques.

A gestão eficiente da cadeia de suprimentos requer a integração de informações entre as organizações e dentro de seus limites em uma coordenação quase perfeita dos fluxos dos diferentes tipos de materiais. A integração e coordenação entre empresas da cadeia de suprimentos, via fluxo de informação, é a chave para se iniciar a melhoria da cadeia de suprimentos (Barut; Faisst; Kanet, 2002).

A figura 7 apresenta uma alternativa para a cadeia de suprimentos da Sandvik do Brasil, com a introdução de um sistema de fluxo de informações centralizado. Com a coordenação centralizada das informações referente à demanda dos produtos, pode-se parametrizar os estoques de segurança nos vários elos, em níveis menores, adotando-se o seguinte critério:

$$\text{Dimensionamento do Estoque} = \text{lead time do processo} + \text{lead time de sup rimento}$$

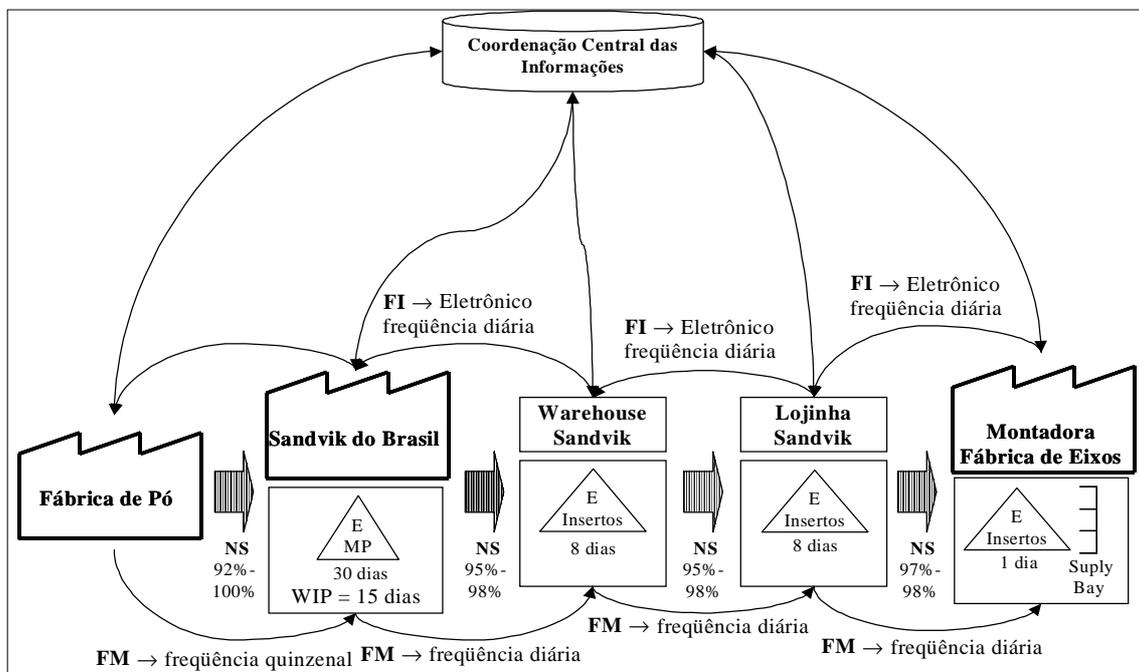


Figura 7: Proposta de modelo para gestão da cadeia de suprimentos Sandvik.

Mantendo-se a demanda estipulada em 30.000 unidades por mês os valores estocados em cada elo da cadeia de suprimentos ficam dimensionados conforme a tabela 2.

Elo da Cadeia de Suprimentos	Estoque (unidades)	Valor Agregado (\$)	Valor Agregado Estocado (\$ x 1.000)	% do Valor Agregado Estocado
Sandvik do Brasil	30.000	14,00	420,00	37%
Warehouse Sandvik	8.000	42,00	336,00	30%
Filial (“lojinha”)	8.000	42,00	336,00	30%
Montadora	1.000	42,00	42,00	3%
		<b>Total do Valor Agregado Estocado na Cadeia</b>	<b>1.134,00</b>	<b>100%</b>

Tabela 2: Valores referenciais agregados aos materiais obtidos com a proposta de modelo de gestão da CS.

O valor agregado total estocado em toda a cadeia de suprimentos se reduz em 80% e nos elos onde o valor financeiro agregado aos materiais é maior, o percentual do valor agregado estocado passa de 85,6% para 63%.

## 5. Considerações finais

Segundo Taylor (2004) os principais elementos de uma cadeia de suprimentos, que a torna difícil de gerenciar, são: a complexidade dos fluxos de demanda, suprimentos e caixa (financeiro) entre os elos e a variabilidade natural destes fluxos. Os estoques de materiais, de certa forma, funcionam como um amortecedor das incertezas acarretadas pela complexidade das transações e da variabilidade, que incide em cada organização componente da cadeia de suprimentos. O recurso do estoque é ainda mais utilizado se as empresas componentes da cadeia enxergarem apenas o seu cliente imediato e o seu fornecedor imediato, sem um líder para direcionar os objetivos de toda a cadeia de suprimentos.

A complexidade e a variabilidade são diminuídas se a empresa líder (a que exerce a governança) fizer parte de uma cadeia de suprimentos interna, ou seja, uma seqüência de organizações pertencentes a esta empresa líder e se as informações fluírem entre os elos de maneira centralizada. As operações entre os fluxos de demanda, suprimentos e caixa são realizados com mais acurácia e certeza porque a gestão de toda a cadeia é controlada de forma centralizada.

A Sandvik do Brasil é parte integrante de uma cadeia de suprimentos interna e que tem controle total de suas operações de suprimentos, pois exerce a governança da cadeia, portanto deveria ter menos incertezas em seus fluxos, não necessitando de um nível alto de estoques entre os elos, para garantir o seu nível de serviço (principalmente nos elos em que aos olhos do cliente nenhum valor é agregado ao produto). O custo de manutenção destes estoques poderia reduzir-se, diminuindo não só os níveis de estoque de materiais como também o número de pontos de estocagem nos elos da cadeia de suprimentos, sem prejudicar a performance de suas entregas, principalmente nos elos que não agregam mais valor ao produto e que ao mesmo tempo estocam os maiores valores agregados (*warehouse*, filial e cliente).

A redução destes estoques diminui o *lead time* da cadeia de suprimentos, aumenta o número de giros de materiais em fluxo, reduz o custo e, como consequência final, aumenta o poder de competitividade de toda a cadeia.

## Referências bibliográficas

- BALLOU, R. H. – *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial*. 4ª ed. Tradução de Elias Pereira. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.
- BARUT, M.; FAISST, W.; KANET, J. J. – *Measuring Supply Chain Coupling: an Information System Perspective*. European Journal of Purchasing & Supply Management, v.8, p.161-171, 2002.
- BURKE, J. – *The Interconnected Business*. The CRM Guide to Increasing Profit and Productivity. Microsoft Business Solutions, 2003.
- BEAMON, B. M. – *Measuring Supply Chain Performance*. Disponível em: <http://faculty.washington.edu/benita/paper10.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2005.
- BEAMON, B. M.; CHEN, V. C. P. – *Performance Analysis of Conjoined Supply Chains*. International Journal of Production Research. v.39, n.14, p.3195-3218, 2001.
- BREMER, C. F.; LENZA, R. P. - *Um modelo de referência para gestão da produção em sistemas de produção assembly to order - ato e suas múltiplas aplicações*. Gestão e Produção, v.7, n.3, USP São Carlos, 2000.
- CARVALHO, M. F.; MACHADO, C. – *Two-Level Environment for Supply Chain Management*. In: Processes and Foundations for Virtual Organizations ed. Boston: Kluwer Academic Publisher, 2003, v.1, p.399-406.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. – *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações*. Tradução de Claudia Freire. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. R. – *Supply Chain Migration from Lean and Functional to Agile and Customised*. Supply Chain Management: An International Journal, 2000, v.5, n.4, p.206-213.
- MACHADO, C. O.; CARVALHO, M. F. – *Análise de Políticas de Gestão em Cadeias de Suprimentos por Modelos de Simulação*. Gestão & Produção. v.11, n.3, p.313-329, 2004.
- MAHLER, E. G.; SINGH, H. – *Sales and Operations Planning: A Simplified View of the Supply Chain*. Supply Chain Consultant, 2002.
- MELO, A. C. *Caracterização da Estrutura de Manufatura da Sandvik do Brasil*. Trabalho de conclusão de estágio. São Paulo: SENAI, 2004.
- TAYLOR, D. A. – *Supply Chain: A Manager's Guide*. Editora Pearson Education, 2004.