

## 2 Fundamentação Teórica

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos teóricos extraídos da literatura a respeito do tema desta dissertação de forma a fundamentar academicamente a parte prática desta pesquisa. Estes conceitos estão organizados em: Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*), Logística, *Vendor Management Inventory* (VMI), Previsão de Demanda, Ponto de Reposição, Cálculo do Estoque de Segurança, Nível de Serviço e Indicadores de Desempenho.

### 2.1 Cadeia de Suprimentos

De acordo com Pires (2004), uma Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain*) abrange todos os esforços envolvidos na produção e liberação de um produto final, desde o (primeiro) fornecedor do fornecedor até o (último) cliente do cliente. Quatro processos básicos definem esses esforços: o Planejar (*Plan*), o Abastecer (*Source*), o Fazer (*Make*) e o Entregar (*Delivery*).

A cadeia de suprimentos pode ser entendida como o fluxo de materiais e informações que flui através da empresa, desde a atividade de compras, passando pela produção e indo até os clientes, mediante uma atividade de distribuição ou serviço de entrega (Slack *et al.*, 1996). Scavarda *et al.* (2004) enfatizam a abrangência de fornecedores e clientes nas cadeias de suprimentos.

Slack (1996) considera que a cadeia de suprimentos pode ser classificada em três níveis: cadeia interna, cadeia imediata e cadeia total conforme apresentado na Figura 1:

- Cadeia interna – É composta pelo fluxo de informações e de materiais entre departamentos, células ou setores de operações internos à própria empresa.
- Cadeia imediata – É aquela que é formada pelos fornecedores e clientes imediatos de uma empresa.
- Cadeia total – É composta por todas as cadeias imediatas que compõem determinado setor industrial ou de serviços.

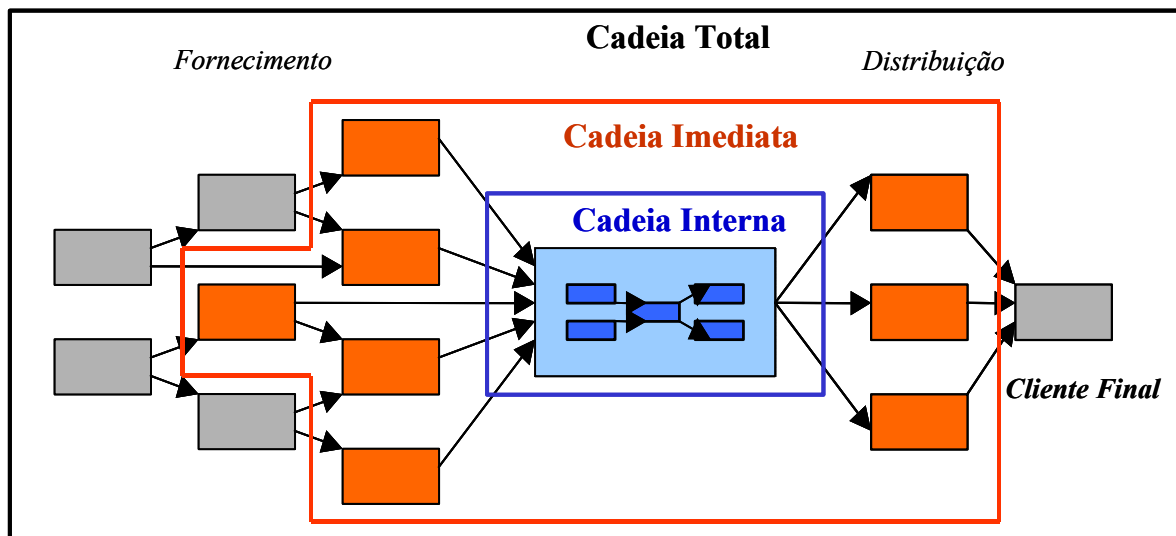


Figura 1: Cadeias de suprimentos interna, imediata e total

Fonte: Slack *et al.*(1996)

De acordo com Pires (2004) uma cadeia de suprimentos é uma rede de companhias autônomas ou semi-autônomas, que são efetivamente responsáveis pela obtenção, produção e liberação de um determinado produto e/ou serviço ao cliente final. A origem de uma cadeia de suprimentos é o ponto onde não existem fornecedores primários, mas apenas de apoio. Já o seu término é o ponto de consumo, ou seja, o ponto à partir do qual não será criado nenhum valor adicional e o produto e/ou serviço chega a seu cliente final. Os fornecedores primários são empresas que executam atividades (operacionais ou gerenciais) que agregam valor ao longo da cadeia de suprimentos de determinado produto e/ou serviço. Os membros de apoio são empresas que não participam diretamente do processo de agregação de valor, apenas suportam os membros primários fornecendo recursos, conhecimento, etc.

De acordo com Slack *et al.* (1996) quando se procura controlar o fluxo de informações e materiais percebe-se que podem ser obtidos benefícios em termos de velocidade, confiabilidade, flexibilidade, custos e qualidade, em comparação à simples gestão de fluxo interno à empresa. Mesmo além da cadeia de suprimentos imediata, há benefícios estratégicos que podem ser ganhos através da gestão dos

fluxos desde os fornecedores dos fornecedores até os clientes dos clientes. A gestão de operações desta natureza é atualmente denominada gestão da cadeia de suprimentos, em inglês “*Supply Chain Management*” (SCM).

O *Global Supply Chain Fórum* (GSCF) *apud* Lambert e Cooper (2000) definiu que :

*“SCM é a integração dos processos de negócios desde o usuário final até os fornecedores originais (primários) que providenciam produtos, serviços e informações que adicionam valor para os clientes e stakeholders.”*

Para Heikkilä (2002), a gestão da cadeia de suprimentos é um conjunto de práticas que visam à gestão e coordenação de uma cadeia de suprimentos desde os fornecedores de matéria-prima básica até o cliente final, com objetivo de melhorar todo o processo produtivo ao longo da cadeia de forma integrada e não apenas de uma de suas unidades de negócios. Para Mentzer *et al.* (2001) a gestão da cadeia de suprimentos é a coordenação sistêmica e estratégica das tradicionais funções de negócios dentro de uma particular empresa e ao longo da cadeia de suprimentos, com o propósito de melhorar o desempenho no longo prazo das empresas individualmente e da cadeia de suprimentos como um todo.

Para o *Council of Supply Chain Management Professionals / CSCMP* (2007) a Gestão da Cadeia de Suprimentos inclui o planejamento e gerenciamento de todas as atividades de aquisição, transformação e gestão logística. Estão incluídos também coordenação e colaboração com canais parceiros, que podem ser fornecedores, intermediários, fornecedores de serviços terceirizados e clientes. Essencialmente a Gestão da Cadeia de Suprimentos integra a gestão de suprimentos e demanda entre si e através de outras empresas.

Scavarda *et al.*(2004) analisam diversos trabalhos referentes à SCM e concluem que todos eles enfatizam que a Gestão da Cadeia de Suprimentos busca maximizar os benefícios adotando uma visão da cadeia como uma entidade única

ao invés de uma fragmentada em partes. Além disso, vêem como o seu principal propósito atender os clientes finais de forma efetiva e eficiente, seja reduzindo custos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, ou adicionando valor, satisfação e vantagens para o consumidor, em outras palavras, estabelecendo toda a cadeia de suprimentos como um diferencial de vantagem competitiva.

O interesse pela gestão da cadeia de suprimentos cresceu muito desde meados dos anos 90, mas de acordo com Lambert & Cooper (2000) o desenvolvimento deste tema dentro da área acadêmica tem se dado em uma velocidade menor que o avanço de suas práticas no ambiente empresarial. Talvez por isso ainda existam algumas confusões de termos e várias definições são encontradas na literatura tentando esclarecer o tema e elucidar algumas dúvidas freqüentes (Pires, 2004).

A literatura compara a cadeia de suprimentos com o fluxo de água num rio descrevendo os relacionamentos que a empresa foco pode conduzir. Considera-se que os fornecedores estão “à montante” (*upstream*) os clientes finais estão “à jusante” (*downstream*).

De acordo com Pires (2004) muitos autores preferem utilizar a expressão *Rede de Suprimentos (Supply Network)*, ao invés de *Cadeia de Suprimentos (Supply Chain)*. Para Lambert (2003) muitos autores que utilizam a expressão *Cadeia de Suprimentos* reconhecem, que estritamente falando, uma Cadeia de Suprimentos não é uma cadeia de negócios com relacionamentos um a um, mas sim uma rede de trabalho (*network*).

## **2.2 Logística**

*A logística, nas empresas, inclui todas as atividades de movimentação de produtos e a transferência de informações de, para e entre os participantes de uma cadeia de suprimentos.* Bowersox e Closs (2001).

A Figura 2 apresenta uma descrição dos elementos básicos da logística:

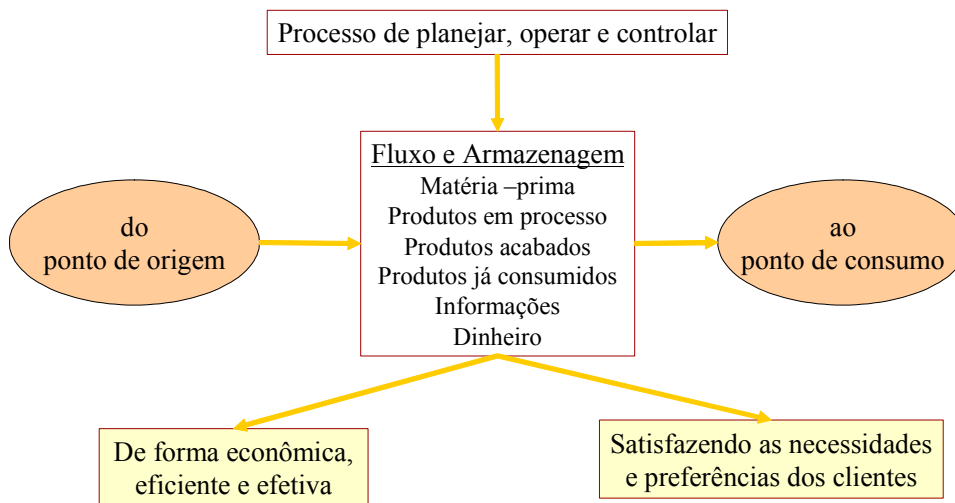


Figura 2: Elementos básicos da logística

Fonte: Novaes (2004)

Atualmente existem algumas dúvidas a respeito dos conceitos de Gestão da Cadeia de Suprimentos e de Logística. Na verdade a logística é um subconjunto da Gestão da Cadeia de Suprimentos e não um sinônimo, como muitas vezes existe uma tendência a confundir. Na tentativa de elucidar as dúvidas e esclarecer a questão o *Council of Logistics Management (CLM)*<sup>1</sup> estipulou que :

*“Logística é a parte dos processos da cadeia de suprimentos (SC) que planeja, implementa e controla o efetivo fluxo e estocagem de bens, serviços e informações correlatas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes”.*

O CSCMP (2007) define atualmente a Gestão Logística como sendo a parte da Gestão da Cadeia de Suprimentos que planeja, implementa e controla o efetivo fluxo a ser entregue e reverso e os estoques de mercadorias, serviços e informações entre o ponto de origem e o ponto de consumo com o objetivo de atender as necessidades dos consumidores.

<sup>1</sup> Uma tradicional entidade nos Estados Unidos voltada à atividades logísticas que hoje se chama Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP).

De acordo com Bowersox e Closs (2001) a missão da logística é disponibilizar produtos e serviços no local onde são necessários e no momento em que são desejados ajudando a agregar um maior valor do produto ao cliente pelo menor custo total.

### 2.3 VMI

O termo VMI (*Vendor Management Inventory*) é utilizado para designar a prática onde o fornecedor tem a responsabilidade de gerenciar o estoque do cliente, incluindo o processo de reposição e é uma prática associada à Gestão da Cadeia de Suprimentos (Scavarda *et al.*, 2004).

De acordo com Pires (2004), o VMI pode ser entendido como uma “nova versão” ou como uma “evolução” da antiga prática de estoque consignado, porém agora no contexto de um ambiente de negócios com maior nível de colaboração e utilização da tecnologia de informação. A Tabela 1 apresenta as vantagens e desvantagens do VMI entre os clientes e fornecedores.

Tabela 1: Vantagens e desvantagens do VMI

	<b>Empresa Fornecedora</b>	<b>Empresa Cliente</b>
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- melhor atendimento e maior "fidelização" do cliente</li> <li>- melhor gestão da demanda</li> <li>- melhor conhecimento do mercado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- menor custo dos estoques e de capital de giro</li> <li>- melhor atendimento por parte do fornecedor</li> <li>- simplificação da gestão dos estoques e das compras</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- custo de estoque mantido no cliente</li> <li>- custo da gestão do sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- maior dependência do fornecedor</li> <li>- perda do controle sobre seu abastecimento</li> </ul>

Fonte : Pires (2004)

Disney *et al.* (2002) definem o VMI como o desenvolvimento de um acordo entre dois membros de uma cadeia de suprimentos no qual os clientes dão aos fabricantes as informações de inventário e vendas e a autoridade e responsabilidade pelo ressuprimento de seus materiais. Desta forma os clientes não enviam ordens de compra aos fornecedores e confiam que estes vão entregar

as quantidades adequadas de estoque que vão ser suficientes para atender os requerimentos de consumo.

Para Chopra e Meindl (2003) com a prática do VMI o fornecedor é responsável por todas as decisões relacionadas ao estoque de produto do cliente e como resultado o controle das decisões de ressuprimento muda para o fornecedor ao invés do consumidor. Ainda de acordo com estes autores a prática do VMI requer que o consumidor compartilhe informações sobre sua demanda com o fornecedor para permitir que este tome as decisões de ressuprimento. Além disso, o VMI também auxilia na melhoria da previsão de produção do fornecedor, pois esta produção está ligada a demanda dos consumidores.

Blatherwick (1998) ressalta que a operação eficiente do VMI não é uma tarefa tão simples como parece, especialmente com grandes varejistas. Dois problemas relevantes apontados por este autor são que:

- muitas vezes os varejistas não têm interesse nem estão dispostos a compartilhar sua estratégia competitiva e seus planos de marketing com seus fornecedores;
- muitas vezes os fornecedores não se esforçam para entender as estratégias de suprimentos dos varejistas e nem sempre estão dispostos a trabalhar em conjunto (coordenando entregas, por exemplo) com outras empresas fornecedoras do varejista, que podem ser concorrentes deste fornecedor.

Corrêa (2002) sugere alguns elementos necessários para que se possa implementar um VMI, especialmente em um país com dimensões continentais como o Brasil :

- conhecer a demanda do cliente final (no ponto de venda), porque ela será a base para o processo de gestão;
- receber as informações com frequência e a confiabilidade necessária, via uma estrutura de tecnologia de informação ágil e confiável;
- existir uma biblioteca de modelos gerenciais de gestão de estoques , de previsões de vendas e de processos logísticos, tal que se possam utilizar

modelos adequados para se gerenciar as diferentes situações, clientes, produtos, demandas etc;

De acordo com Mendoza (2006) no modelo de CMI (*Customer Managed Inventory*) os clientes gerenciam seus próprios níveis de estoque com pouco foco na colaboração, de forma oposta ao VMI. Desta forma o CMI não é apontado como uma iniciativa de colaboração.

#### **2.4 Previsão de Demanda**

De acordo com Chopra e Meindl (2003), a previsão do volume de bens e serviços que circulam ao longo de uma cadeia de suprimentos é um fator bastante importante para a logística. As estimativas são importantes para que a logística possa realizar atividades como controle de estoques, dimensionamento de veículos, programação de entregas entre outras. Desta forma existe a necessidade de prever a demanda ao longo dos processos de planejamento e controle.

Ainda de acordo com este autor, a previsão de demanda é importante para todas as áreas da empresa: logística, marketing, produção, vendas e finanças, mas no caso da logística cabe lembrar que a previsão deve ser feita no tempo e no espaço, isto é, a previsão deve ser capaz de estimar “quanto” e “onde” a demanda estará ocorrendo. A localização é importante, pois a logística precisa, por exemplo, determinar a localização de seus armazéns, a quantidade de veículos e de estoque a ser alocada em cada localidade.

De acordo com Ballou (2001) existem vários modelos de previsão de demanda e estes modelos estão divididos em três grupos: qualitativos, modelos de séries temporais (ou projeção histórica) e causais, conforme descritos a seguir.

- Modelos Qualitativos – São os modelos que se baseiam no julgamento e na opinião de alguém para fazer a previsão e geralmente são usados quando existem poucos dados históricos disponíveis, como no caso da entrada de um novo produto no mercado, por exemplo. Estes modelos geralmente são utilizados para fazer previsões de médio para longo alcance.



- Modelos de séries temporais (projeção histórica) – Estes modelos utilizam o histórico da demanda para realizar a previsão e se baseiam no fato de que o histórico da demanda é um bom indicador para prever a demanda futura. Adota-se a premissa que em grande parte o consumo no futuro será um reflexo do passado e podem ser utilizados quando se tem uma quantidade razoável de dados históricos disponíveis. Esses modelos são sensíveis a mudanças recentes porque a atualização é feita toda vez que novos dados se tornam disponíveis, por isso podem representar um método eficaz para previsões de curto prazo. Porém estes modelos não são capazes de sinalizar mudanças antes que ocorram e podem apresentar “falhas” caso o consumo seja muito irregular ou ocorra alguma variação muito drástica de demanda em um curto espaço de tempo.
- Modelos Causais – Os modelos causais são baseados no estabelecimento de correlações entre a demanda e alguns fatores conjunturais, tais como situação econômica ou taxa de juros. Esses modelos estimam quais serão estes fatores conjunturais e realizam a previsão da demanda futura. Se for possível identificar boas relações de causa-e-efeito estes modelos podem ser muito bons para antecipar o futuro e realizar boas previsões de médio e longo alcance. O problema é que muitas vezes é difícil encontrar as variáveis que possam estabelecer verdadeiras correlações com a demanda.

Chopra e Meindl (2003) destacam que antes da empresa determinar qual modelo deve utilizar, ela deve estar consciente de qual é o tempo de reposta de sua cadeia de suprimentos, porque isso determinará em que horizonte de tempo as previsões devem ser feitas. Por exemplo, se o objetivo é determinar a capacidade de recursos alocados para um processo e o *lead time* para a mudança na capacidade é de dois meses, a previsão deve estar pronta dois meses antes de qualquer alteração.

Alguns dos modelos mais utilizados pelos profissionais de logística estão descritos em Ballou (1993), Chopra e Meindl (2004), Bowersox e Closs (2001) e Sinch-Levi *et al.* (2003), sendo eles: Média Móvel, Suavização Exponencial Simples (ponderação exponencial, amortecimento exponencial, amaciamento exponencial e alisamento exponencial), Suavização Exponencial de séries com tendência (modelo de Holt), Suavização Exponencial de séries com tendência e com variações de estação (modelo de Winter). Todos estes modelos são modelos de séries temporais (projeção histórica) e serão descritos à seguir, com base em Ballou (1993).

- Média Móvel

Este modelo é normalmente utilizado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. Estima-se a demanda no período  $t+1$  pela média da demanda durante os períodos  $N$  mais recentes. Aplica-se a equação à seguir:

$$F_{t+1} = (A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-N+1}) / N \quad \text{Fórmula (1)}$$

Onde :

$t$  = período de tempo atual

$A_t$  = demanda no período  $t$

$F_{t+1}$  = previsão para o período seguinte de  $t$ , ou o período seguinte

Para compor a média móvel após cada observação de demanda, a observação mais antiga é descartada e a mais recente é adicionada, recalculando a média.

Neste modelo todos os últimos  $N$  períodos têm peso igual e a medida que  $N$  aumenta a média móvel se torna menos responsiva a demanda mais recentemente observada.

- Suavização Exponencial Simples

Este modelo também é utilizado quando a demanda não apresenta tendência ou sazonalidade. É uma espécie de média móvel, mas difere desta pois existe uma ponderação onde a última observação recebe maior peso que as observações mais antigas.

Utiliza-se um fator de ponderação  $\alpha$  chamado geralmente de constante de ponderação exponencial, com valores entre 0 e 1. Este modelo pode ser escrito como :

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha) F_t \quad \text{Fórmula (2)}$$

Onde :

$t$  = período de tempo atual

$\alpha$  = constante de ponderação exponencial ( $0 < \alpha < 1$ )

$A_t$  = demanda no período  $t$

$F_t$  = previsão para o período  $t$

$F_{t+1}$  = previsão para o período seguinte de  $t$ , ou o período seguinte

Quanto maior o valor de  $\alpha$ , maior é o peso colocado na observação mais recente da demanda e, por isso, o modelo responde mais rapidamente as variações na série de tempo. É importante ressaltar que um valor muito elevado de  $\alpha$ , pode fazer uma previsão seguindo variações aleatórias recentes em vez de mudanças fundamentais ocorridas ao longo de um período de tempo.

- Suavização exponencial de séries com tendência (modelo de Holt)  
Este modelo é utilizado quando a demanda apresenta tendência, mas não apresenta sazonalidade. Este modelo é uma “correção” do modelo de suavização exponencial e pode ser descrito pelo conjunto de equações à seguir:

$$S_{t+1} = \alpha A_t + (1-\alpha) (S_t + T_t) \quad \text{Fórmula (3)}$$

$$T_{t+1} = \beta (S_{t+1} - S_t) + (1-\beta) T_t \quad \text{Fórmula (4)}$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1} \quad \text{Fórmula (5)}$$

onde :

$F_{t+1}$  = previsão da tendência corrigida para o período  $t + 1$

$S_t$  = previsão inicial para o período  $t$

$T_t$  = tendência para o período  $t$

$\beta$  = constante ponderada da tendência ( $0 < \beta < 1$ )

- Suavização exponencial de séries com tendência e com variações de estação (modelo de Winter)

Este modelo é utilizado quando a demanda apresenta tendência e sazonalidade. De acordo com Ballou (2001) existem duas condições que devem ser satisfeitas antes de aplicar este modelo deve haver uma razão conhecida para os picos e vales periódicos no padrão da demanda, e estes picos e vales devem ocorrer ao mesmo tempo todo ano e a variação sazonal deve ser maior que as variações aleatórias ou o “ruído”.

Este modelo realiza a previsão de demanda real para a tendência, e dessazonaliza para produzir a previsão. As equações estão a seguir:

$$S_{t+1} = \alpha(A_t/I_{t-L}) + (1 - \alpha) (S_t + T_t) \quad \text{Fórmula (6)}$$

$$T_{t+1} = \beta(S_{t+1} - S_t) + (1 - \beta) T_t \quad \text{Fórmula (7)}$$

$$I_t = \gamma (A_t/S_t) + (1 - \gamma) I_{t-L} \quad \text{Fórmula (8)}$$

$$F_{t+1} = (S_{t+1} + T_{t+1}) I_{t-L+1} \quad \text{Fórmula (9)}$$

onde:

$F_{t+1}$  = previsão de tendência e sazonalidade corrigida para o período  $t + 1$

$\gamma$  = constante de ponderação sobre o índice sazonal

$I_t$  = índice sazonal para o período  $t$

$L$  = o período de tempo para uma estação completa

### 2.5 Ponto de Reposição (PR)

O ponto de reposição (PR) ou ponto de ressuprimento é definido com a finalidade de iniciar o processo de ressuprimento com tempo suficiente para não ocorrer falta de produto.

De acordo com Ching (2001) o PR é calculado como o produto entre o tempo de ressuprimento e o consumo previsto. Se o tempo de ressuprimento for de 20 dias e o consumo previsto for de 10 unidades por dia, então o PR será de 200 unidades. A fórmula básica de ponto de ressuprimento é:

$$PR = D \times T \quad \text{Fórmula (10)}$$

Onde:

$PR$  = ponto de ressuprimento em unidades de produto

$D$  = demanda diária média

$T$  = tempo médio de ressuprimento

Bowersox e Closs (2001) ressaltam que esta fórmula de ponto de ressuprimento pressupõem que a chegada de ressuprimento acontecerá quando a última unidade de estoque for expedida a um cliente, sendo a abordagem mais adequada quando a demanda e o tempo de ressuprimento são conhecidos. Porém, quando há incertezas, seja quanto à demanda ou quanto a duração do tempo de ressuprimento, é necessário a formação de um estoque regulador, também chamado de estoque de segurança. E neste caso a fórmula do ponto de ressuprimento é:

$$PR = D \times T + ES \qquad \text{Fórmula (11)}$$

Onde:

$PR$  = ponto de ressuprimento em unidades de produto

$D$  = demanda diária média

$T$  = tempo médio de ressuprimento

$ES$  = estoque regulador em unidades

O cálculo do estoque regulador ou estoque de segurança é tratado na próxima seção.

Silver *et al.*(1998) descrevem o sistema *Can-Order* de ressuprimento. Neste sistema sempre que a posição do estoque atinge um valor abaixo de  $s_i$  (chamado ponto obrigatório de ressuprimento) o sistema dispara uma ação de ressuprimento que eleva o estoque até o ponto  $S_i$ . Ao mesmo tempo um outro item  $j$  (pertencente a um mesmo grupo de itens que  $s$ ) cujo estoque também está baixo, mas ainda não atingiu o ponto obrigatório também é incluído no ressuprimento e é programada uma quantidade suficiente para atender aos dois casos eliminando um custo extra de *setup* que poderia ocorrer caso o item  $j$  atingisse o ponto obrigatório num futuro próximo

## 2.6 Estoque de Segurança

O nível do ponto de reposição auxilia a controlar a quantidade adicional de estoque necessária contra oscilações de demanda e tempo de ressuprimeto reduzindo a probabilidade de falta de produto. Por este motivo é necessário fazer pedidos de reabastecimento um pouco antes do que ocorreria no caso de uma situação de demanda e *lead time* perfeitamente estáveis e previsíveis.

Slack *et al.* (1996) descreve que esta situação resulta, em média, em algum estoque ainda presente quando os pedidos de reabastecimento chegam. Isso é o chamado estoque isolador ou estoque de segurança. Quanto mais cedo o pedido de ressuprimeto for colocado mais alto será o nível esperado do estoque de segurança no momento em que o pedido de ressuprimeto chegar. Porém, por causa da variabilidade da demanda e do *lead time* de pedido, algumas vezes o estoque de segurança estará mais alto ou mais baixo do que a média.

Para Bowersox e Closs (2001) o estoque de segurança destina-se armazenar o impacto das incertezas e é usado somente no fim dos ciclos de ressuprimeto, quando há demanda mais alta do que a esperada ou quando os períodos de ressuprimeto são mais longos. O estoque de segurança deve ser destinado a cobrir pequenas variações de curto prazo na demanda e no tempo de ressuprimeto.

Mesmo quando as previsões de venda são bem elaboradas a demanda durante o ciclo de ressuprimeto muitas vezes não alcança ou excede o previsto.

Todo o cálculo de estoque de segurança que será apresentado a seguir está baseado na descrição de Bowersox e Closs (2001).

Inicialmente considera-se que o planejamento do estoque de segurança possui três estágios: avaliação da possibilidade de ocorrência de falta de estoque; estimativa do potencial de demanda durante os possíveis períodos de falta de estoque; adoção de uma política respeitando o grau de proteção desejado.

Determinando-se a frequência histórica da demanda, é possível calcular com exatidão o estoque de segurança necessário para atender a determinado grau de proteção.

A teoria da probabilidade baseia-se na característica aleatória de uma ocorrência manifestar-se no seio de uma grande quantidade de ocorrências. A probabilidade de ocorrências ganha um perfil em torno de uma tendência central, que é o valor médio de todas as ocorrências. Existem alguns tipos de distribuições de frequência para controle de estoque, sendo a mais comum a distribuição normal.

A característica essencial de uma distribuição normal é que o valor médio, a mediana<sup>2</sup> e a moda (valor de maior frequência) são o mesmo número. Se essas três dimensões são as mesmas, ou quase idênticas, a distribuição de frequência é considerada normal.

A determinação do estoque de segurança com o auxílio da distribuição normal baseia-se no desvio-padrão das observações. O desvio-padrão é uma medida de dispersão de eventos dentro de áreas específicas localizadas sob a curva normal. No caso dos estoques, os eventos são as quantidades de vendas diárias e a dispersão é a variação dos níveis diários de vendas. Considerando-se  $\pm 1$  como desvio-padrão ao redor da média, ocorrem 68,27 % dos eventos. Isto quer dizer que em 68,27 % dos dias as vendas estarão 1 desvio-padrão acima ou abaixo da média diária de vendas. Para um desvio-padrão de  $\pm 2$  este percentual é de 95,45 % e no caso de desvio-padrão  $\pm 3$  é de 99,73 %. Isto significa dizer que em 99,73 % dos dias as vendas estarão no intervalo de  $\pm 3$  desvio-padrão das vendas médias diárias.

Em termos de política de estoque, o desvio-padrão é uma maneira de calcular o estoque de segurança necessário para atingir um grau de proteção desejado, acima da demanda média. A fórmula do desvio-padrão estimado é:

\_\_\_\_\_ ^ \_\_\_\_\_

<sup>2</sup> A mediana é um número que num grupo de dados ordenados separa a metade inferior e a metade superior da amostra ou população.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum F_i D_i^2}{n}} \quad \text{Fórmula (12)}$$

onde:

^

$\sigma$  = desvio-padrão

$F_i$  = freqüência do evento  $i$

$D_i$  = desvio do evento da média para o evento  $i$

$n$  = total de eventos observado

Este cálculo pode ajudar a quantificar incertezas relacionadas à demanda, mas também existem incertezas relacionadas ao tempo de ressuprimento, pois as políticas de estoque não podem pressupor que as entregas sejam uniformes.

Tratar incertezas de demanda e incertezas de tempos de ressuprimento significa combinar duas variáveis independentes. Sendo assim, ao definir o estoque de segurança deve-se calcular o impacto conjunto referente a variações de demanda e ciclo de atividades.

A fórmula a seguir é um método para combinar, de maneira aproximada, os desvios-padrão das distribuições de freqüência da demanda e do tempo de ressuprimento:

$$\hat{\sigma}_c = \sqrt{TSs^2 + DSt^2} \quad \text{Fórmula (13)}$$

onde:

^

$\hat{\sigma}_c$  = desvio-padrão estimado da combinação de probabilidades

$T$  = tempo de ressuprimento médio

$St$  = desvio-padrão do tempo de ressuprimento

$D$  = média diária de vendas

$Ss$  = desvio-padrão das vendas diárias



E a partir desta definição pode-se determinar o estoque de segurança através da fórmula:

$$ES = K \times \sigma_c \quad \text{Fórmula (14)}$$

onde:

$ES$  = estoque de segurança expresso em quantidades

$K$  = fator que corresponde a uma função de distribuição normal acumulada que indica a probabilidade de não faltar produto.

$\sigma_c$  = desvio-padrão combinado

A Tabela 2 apresenta os valores de  $K$  associados a probabilidade de não faltar produto.

Tabela 2 : Valores de  $K$  associados a probabilidade de não faltar produto

Probabilidade	k
50%	0,00
60%	0,25
70%	0,53
80%	0,84
90%	1,28
95%	1,65
98%	2,06
99%	2,33
99,99%	3,62

## 2.7 Nível de serviço

Para Ballou (1993), nível de serviço logístico pode ser entendido como a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado, sendo o fator-chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem a seus clientes para

garantir que se mantenham fiéis. É o desempenho que os fornecedores são capazes de oferecer aos clientes no atendimento de seus pedidos.

De acordo com Blanding (1974) apud Pires (2004) nível de serviço:

“... refere-se especificamente à cadeia de atividades que atendem as vendas, geralmente se iniciando na recepção do pedido e terminando na entrega do produto ao cliente e, em alguns casos, continuando com serviços ou manutenção do equipamento ou outros tipos de apoio técnico.”

Atualmente entende-se que a escolha do cliente é influenciada pelos vários níveis de serviço logísticos oferecidos. Alguns elementos como transporte especial, maior disponibilidade de estoque, processamento mais rápido de pedido podem ser tão importantes quanto descontos de preço, propagandas ou vendas personalizadas. Estes fatores afetam positivamente os clientes e, conseqüentemente, as vendas. De acordo com Willet (1969) apud Pires (2004) as vendas aumentam com o melhor nível de serviço porque os compradores são sensíveis ao serviço que eles recebem dos seus fornecedores.

Ballou (1993) destaca que as necessidades de serviço dos clientes devem ser satisfeitas dentro dos limites razoáveis de custo, sempre contrabalançando os custos do nível de serviço com o aumento potencial de vendas que pode ser gerado por este serviço.

Este autor ressalta ainda que os clientes são diferentes e por isso não devem ser tratados da mesma forma. Muitas vezes sabe-se muito pouco a respeito das verdadeiras necessidades de serviço dos clientes e por isso todos acabam sendo tratados com um nível de serviço elevado, resultando em custos desnecessários. Varejistas, por exemplo, geralmente mantêm estoques de prateleira necessário para manter disponibilidade exigida pelos consumidores finais. Por manter este estoque este grupo de clientes não é muito sensível a variações do nível de serviço do fornecedor. Já para o caso de clientes institucionais (restaurantes e hospitais, por exemplo) o serviço de entrega é muito importante, sendo esses clientes bastante sensíveis a variações. Muitos destes

clientes forcem a manutenção do estoque para os fornecedores, exigindo entregas rápidas quando colocam pedidos.

Importante destacar também que todo o esforço logístico é para obter operação eficiente sob circunstâncias normais, mas as empresas devem estar preparadas para situações extraordinárias que podem tornar necessário alterar drasticamente a operação. Por este motivo devem ser elaborados planos de contingência que devem ser colocados em prática quando o nível de serviço normal não puder ser mantido. Quanto maior a importância do nível de serviço para conseguir e manter clientes, melhor devem ser elaborados os planos de contingência.

## ***2.8 Indicadores de Desempenho ( KPI )***

Qualquer operação, por melhor gerenciamento que tenha, sempre apresenta potencial de melhoria em algum aspecto. Para identificar as melhorias potenciais o primeiro passo é medir o desempenho de toda a operação com o objetivo de alcançar melhoramentos. Medir o desempenho de uma operação torna-se um pré-requisito para melhorar.

As metas são os objetivos que devem ser alcançados e as medidas de desempenho são os resultados obtidos na operação e indicam quão uma operação está próxima ou não do alcance dessas metas.

O desenvolvimento de um bom sistema de monitoramento de desempenho é fundamental para o gerenciamento de atividades logísticas. A mensuração de desempenho é uma das mais importantes ferramentas a serem utilizadas para verificar se os objetivos estabelecidos pela empresa estão sendo alcançados, auxiliando ainda na melhor aplicação dos recursos destinados à logística. A realização deste monitoramento torna-se ainda mais importante no atual cenário em que as atividades relacionadas à logística vêm sendo reconhecidas mundialmente como de elevada importância para geração de valor para o cliente (Hijjar *et al.*, 2005).

Ainda de acordo com Hijjar *et al.* (2005) em 1995, o CSCMP publicou uma pesquisa da Michigan State University propondo um modelo que destaca as competências logísticas perseguidas pelas empresas com desempenho logístico de classe mundial: posicionamento, integração, agilidade e mensuração. Este modelo chama-se “*World Class Logistics*” e seus autores propõem que o desempenho logístico de classe mundial seria resultado de um alto nível de desempenho, ou da busca em melhor desempenhar as quatro competências.

O Posicionamento é a forma pela qual a empresa compete, o tipo de serviço ofertado e o grupo de consumidores alvo. A Integração lida com o que e como fazer para criar uma operação logística de excelência e Agilidade é a capacidade de reagir às mudanças das necessidades dos clientes de tal modo que estes não apenas se mantêm fiéis, mas também proporcionam oportunidades de crescimento.

A quarta competência é a Mensuração, que através de medidas de avaliação proporciona base para a realização de ajustes nas outras três competências logísticas e as medidas de desempenho pertencem a quatro áreas: serviço ao cliente/qualidade, custos, produtividade e gerenciamento de ativos.

Para Neely *et al.* (1995), a avaliação do desempenho é o processo de quantificar uma ação, onde a avaliação é o processo de quantificação e a ação é o que leva ao desempenho.

Alguns autores destacam a grande importância de se definirem indicadores de desempenho adequados aos objetivos e características da operação e dos sistemas de medição implantados. Para Beamon e Ware (1998) o processo de adoção de sistemas de medição de desempenho deve passar por questões como: (1) quais aspectos deverão ser medidos, (2) como se pode medir tais aspectos, (3) como usar estas medidas para analisar, melhorar e controlar o desempenho da empresa e/ou da cadeia de suprimentos.

A literatura apresenta medidas de desempenho específicas abrangendo algumas áreas principais. Slack *et al.* (1996) define cinco áreas que são:

qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo e identifica um conjunto de medidas para cada uma delas conforme ilustra Tabela 3.

Tabela 3 : Exemplos de medidas de desempenho

Fonte: Slack *et al.* (1996)

Qualidade	Número de defeitos por unidade Nível de reclamação de consumidor Nível de refugo Alegações de garantia Tempo médio entre falhas Escore de satisfação do consumidor
Velocidade	Tempo de cotação do consumidor <i>Lead-time</i> de pedido Frequência de entregas Tempo de atravessamento real <i>versus</i> teórico Tempo de ciclo
Confiabilidade	Porcentagem de pedidos entregues com atraso Atraso médio de pedidos Proporção de produtos em estoque Desvio médio de promessa de chegada Aderência a programação
Flexibilidade	Tempo necessário para desenvolver novos produtos/serviços Faixa de produtos ou serviços Tempo de mudança de máquina Tamanho médio de lote Tempo para aumentar a taxa de atividade Capacidade média/capacidade máxima Tempo para mudar programações
Custo	Tempo mínimo de entrega/tempo médio de entrega Variação contra orçamento Utilização de recursos Produtividade da mão de obra Valor agregado Eficiência Custo por hora de operação

Após a medição do desempenho de uma operação é preciso entender se esta operação deve ser considerada com desempenho bom, mau ou indiferente. Para isso é preciso comparar o nível de desempenho atingido no momento com algum padrão. Slack *et al.* (1996) define quatro tipos de padrão que são comumente utilizados.

- Padrões históricos

É a comparação do desempenho atual com desempenhos anteriores da mesma operação. Compara-se com meses ou anos anteriores, por exemplo. Estes padrões são úteis para mostrar se a operação está melhorando ao

longo de um determinado período de tempo, mas não indicam se o desempenho poderia ser considerado satisfatório.

- Padrões de desempenho alvos

Estes padrões são aqueles estabelecidos arbitrariamente para indicar que um determinado nível de desempenho é considerado como adequado ou satisfatório.

- Padrões de desempenho da concorrência

Este tipo de padrão compara o desempenho que está sendo atingido por uma empresa/operação com aquele que está sendo atingido por um ou mais concorrentes. Estes padrões são os que mais permitem melhoramento de desempenho estratégico porque relacionam o desempenho de uma operação diretamente com seus principais concorrentes no mercado.

- Padrões de desempenho absolutos

São os padrões tomados em seus limites teóricos. Um exemplo seria “zero acidentes” com veículos de entrega. Muitas vezes estes padrões são inatingíveis, mas mostram como a operação teoricamente poderia melhorar, e contribuem para que se tente ao máximo atingir estes limites teóricos

Lohman *et al.*(2003) *apud* Krakovics (2004) descrevem um protótipo de modelo com o objetivo de desenvolver um conjunto de medidas de desempenho de alta qualidade e para uso específico da alta gerência, bem como elaborar um formato (um placar, por exemplo), que pudesse apresentar de forma clara e objetiva, os resultados. A aplicação destas diretrizes resultou na criação de um conjunto de Medidas de Performance e um placar para exibição dos resultados obtidos, com foco exclusivamente nas atividades de Transporte, Armazenagem e Atendimento a Clientes. O modelo de Medição de Performance proposto pelos autores atrai a atenção de muitos dos que desejam implementar metodologia semelhante, pois inclui uma vasta gama de indicadores financeiros e não financeiros sob diferentes perspectivas, considera as relações existentes entre diferentes tipos de indicadores e relaciona diretamente as Medidas de Performance com o desenvolvimento das estratégias corporativas.