

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TAÍNNA LOURENÇO DE BRITO

**APLICAÇÃO DE MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA CONTROLE DE
RESSUPRIMENTO EM UMA PEQUENA EMPRESA INDUSTRIAL: UM ESTUDO
DE CASO**

JUIZ DE FORA

2010

TAÍNNA LOURENÇO DE BRITO

**APLICAÇÃO DE MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA CONTROLE DE
RESSUPRIMENTO EM UMA PEQUENA EMPRESA INDUSTRIAL: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Federal de Juiz de
Fora, como requisito parcial para a obtenção
do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. MSc, Roberto Malheiros Moreira Filho

Co-Orientador: Prof. MSc, Bruno Rafael Dias de Lucena

JUIZ DE FORA

2010

TAÍNNA LOURENÇO DE BRITO

**APLICAÇÃO DE MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES PARA CONTROLE DE
RESSUPRIMENTO EM UMA PEQUENA EMPRESA INDUSTRIAL: UM ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro de Produção.

Aprovada em dia ___ de _____ de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc, Roberto Malheiros Moreira Filho (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Diogo Antônio Rodrigues
Universidade Federal de Juiz de Fora

Tiago Ribeiro de Almeida
Proveu Indústria Eletrônica Ltda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores que me orientaram nesta Monografia, Roberto Malheiros Moreira Filho e Bruno Rafael Dias de Lucena, pelo estímulo, ensino, críticas, dedicação, e pela confiança em meu trabalho.

Agradeço a Proveu pela confiança com que me permitiu acesso às informações necessárias. A Mais Consultoria pela oportunidade de desenvolvimento e expansão de conhecimentos no tema aqui apresentado. E também aos colegas que participaram de parte da análise proposta no estudo de caso. São eles: Margarida Santos Pinto, Matheus da Silva Gravel e Pedro Ivo Gonçalves Magalhães.

Aos demais professores que, durante estes cinco anos de formação, compartilharam comigo ferramentas de conhecimento, ou se tornaram pontes de ensinamentos.

A Deus por iluminar o meu caminho, permitindo que eu superasse mais este desafio. A meus pais, familiares, amigos e namorado pela compreensão nos meus momentos de ausência e pelas infinitas demonstrações de incentivo.

RESUMO

As inovações e melhorias no processo logístico das empresas, tem se mostrado eficientes na busca de redução de custos para maior competitividade. Operacionalmente, estoques permitem economias na produção. Financeiramente, sendo o estoque um investimento, conta como parte do capital da empresa. A administração de materiais é, portanto, uma das condições fundamentais para o equilíbrio econômico e financeiro de uma empresa. Nesta Monografia são abordadas, em relação à dimensão conceitual, as principais teorias pertinentes ao tema desenvolvido através de uma apresentação teórica bastante ampla. Em relação à dimensão prática, o desenvolvimento de um modelo de gestão de estoques, baseado em dados disponibilizados pela empresa, que seja compatível com a realidade da mesma. Este estudo de caso proporciona, portanto, o entendimento do funcionamento desta atividade na empresa. Os resultados apresentados evidenciam a importância do controle das informações relativas a estoques para a eficiência do processo de compras, e permite perceber como a implantação dos modelos pode contribuir na redução dos prazos de entrega dos produtos, redução das despesas relacionadas com estoques, maior eficiência produtiva e melhor atendimento aos clientes.

Palavras-chave: Gestão de Estoques. Ressuprimento. Administração de materiais.

ABSTRACT

The innovations and improvements in the logistical process of companies have been proven as an efficient way of searching for cost savings to increased competitiveness. Operationally, inventory allows saving money in the production. Financially, as the inventory is an investment, it counts as part of the company's capital. Therefore, the materials management is a key condition for economic and financial balance of a company. On this Monograph will be discussed, according to the conceptual dimension, the main theories related to the theme developed through a broad theoretical presentation. Regarding the practical dimension, the development of an inventory management model, based on data provided by the company, which is compatible with its reality. This case study will provide an understanding of the functioning of this activity in the company. The presented results show the importance of data controlling related to inventory for the efficiency of the purchasing process, and it is also expected that with the implementation of the models the company can achieve a reduction in product delivery times, reduction of costs related to inventories, increased production efficiency and have a better customer service.

Keywords: Inventory Management. Resupply. Materials Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção	14
Figura 2 – Estrutura de desenvolvimento do estudo.....	15
Figura 3 - Custos de manter estoque	20
Figura 4 – Classificação ABC	22
Figura 5 – Funcionamento da Política de Lote Econômico.....	23
Figura 6 - Modelo do Lote Econômico	23
Figura 7 – Funcionamento da Política de Revisão Periódica	25
Figura 8 - Modelo de Revisão Periódica	26
Figura 9 - Estoque de segurança e ponto de reposição.....	28
Figura 10 - Gráfico do nível de serviço em função do estoque de segurança	31
Figura 11 – Fluxograma representativo do funcionamento do VMI.....	35
Figura 12 – Distribuição da quantidade de insumos, de acordo com suas porcentagens acumuladas segundo a classificação ABC.....	41
Figura 13 – Curva de Demanda dos últimos 12 meses do insumo codificado como 1040.....	44
Figura 14 – Curva de Tempo de Ressuprimento dos últimos 12 meses do insumo codificado como 1040	44
Figura 15 – Representação da utilização da ferramenta Solver (Microsoft Excel®)	45
Figura 16 – Curva do Custo Total do insumo codificado como 1040.....	46
Figura 17 – Curva do Custo Total dos insumos do fornecedor codificado como “FA”.....	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sugestão de Contagem de Estoque	35
Quadro 2 – Distribuição do percentual do valor total do estoque e do percentual da quantidade de insumos, segundo a classificação ABC.	40
Quadro 3 – Dados do insumo codificado como 1040	44
Quadro 4 – Frete por Faixas de Peso da transportadora codificada como “TB”	45
Quadro 5 – Dados do insumo codificado como 1055	47
Quadro 6 – Frete por Faixas de Peso da transportadora codificada como “TC”	47
Quadro 7 – Resultados encontrados para o insumo codificado como 1055	47
Quadro 8 – Dados dos insumos do fornecedor codificado como “FA”	49
Quadro 9 – Níveis máximos de estoques encontrados para os insumos do fornecedor codificado como “FA”	49
Quadro 10 – Dados do insumo codificado como 1221	50
Quadro 11 – Resultados encontrados para o insumo codificado como 1221	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CR	Custo de ressuprimento
S	Custo fixo de pedido individual
Ra	Demanda anual
Rd	Demanda diária
Q	Quantidade encomendada
C	Custo de aquisição por unidade
Ca	Custo de aquisição por unidade por ano
CM	Custo de manter estoque
H	Custo de armazenagem por unidade por ano
CT	Custo total
LEC	Lote Econômico de Compra
TR	Tempo de ressuprimento
PR	Ponto de ressuprimento
EM	Estoque médio
ES	Estoque de segurança
K	Fator correspondente à função da distribuição normal acumulada
σ	Desvio padrão
NP	Número de pedidos por ano
ND	Número de dias entre pedidos
PR	Ponto de ressuprimento
VMI	<i>Vendor Managed Inventory</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.2 JUSTIFICATIVA	12
1.3 ESCOPO DO TRABALHO	13
1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES	13
1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS	14
1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA	14
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 LOGÍSTICA	17
2.2 GESTÃO DE ESTOQUES	17
2.3 SISTEMA DE ANÁLISE ABC	21
2.4 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES	22
2.4.1 Modelo de Lote Econômico de Compra (LEC)	22
2.4.2 Modelo de Revisão Periódica	24
2.5 CONCEITOS E FÓRMULAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE ESTOQUES	26
2.5.1 Estoque Médio	26
2.5.2 Estoque de Segurança	27
2.5.3 Número de Pedidos por Ano (NP)	31
2.5.4 Tempo de Ressuprimento (TR)	32
2.5.5 Ponto de Ressuprimento (PR)	32
2.5.6 Giro do Estoque	33
2.5.7 Acurácia do Estoque	33
2.6 VMI: <i>VENDOR MANAGED INVENTORY</i>	35
3. DESENVOLVIMENTO	38
3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA	38
3.2 DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE	38

3.3	COLETA DE DADOS	39
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	40
4.	RESULTADOS	43
4.1	RESULTADOS ALCANÇADOS	43
4.1.1	Políticas Sugeridas	43
4.1.1.1	Lote Econômico	43
4.1.1.2	Revisão Periódica	48
4.1.1.3	Demanda no <i>lead time</i>	49
4.1.2	Escolha de Transportadoras	50
4.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	51
5.	CONCLUSÕES	53
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
5.2	RECOMENDAÇÕES	54
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE	57

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A gestão de estoques tem sido grande preocupação de gerentes, engenheiros, administradores e de todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente às áreas produtivas (MARTINS; ALT, 2009).

Os estoques são acumulações de recursos materiais, processados ou não, em um sistema de transformação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Estas acumulações são necessárias uma vez que a demanda e a capacidade de fornecimento não são plenamente harmoniosas.

De acordo com Moreira (2008), há dois pontos principais segundo os quais a gestão de estoques adquire grande importância e merece cuidados especiais: o operacional e o financeiro. Do ponto de vista operacional, os estoques permitem certas economias na produção e também regulam as diferenças de ritmo entre os fluxos principais de uma empresa. Do ponto de vista financeiro, estoque é investimento e é contabilizado como parte do capital da empresa (MARTINS; ALT, 2009).

De acordo com o exposto acima, podemos definir gestão de estoques como as atividades de gerenciamento necessárias para reduzir o desnivelamento entre o fornecimento e a demanda de forma economicamente viável.

Estoques representam um investimento significativo em várias empresas. Christopher (2002) assinala que em uma empresa industrial típica os estoques podem superar o nível de 15% dos ativos. Assim, a gestão de estoques deve buscar a minimização do capital total investido em estoques para aumentar a eficiência financeira da organização. No Brasil, em virtude das elevadas taxas de juros praticadas, o custo de oportunidade no uso de capital é alto, o que torna este fator ainda mais importante de ser ponderado pelas empresas que estão buscando definir seus níveis de estoque a fim de reduzir custos.

Palomino e Carli (2008) assinalam que a alta competitividade do mercado atual induz as empresas a buscar todas as vantagens competitivas possíveis em relação aos seus concorrentes. Os estoques, por representarem um significativo investimento de capital, devem ser vistos como um fator potencial de geração de negócios e lucros. Dessa forma é comum identificar a otimização de estoques entre as principais metas a serem alcançadas por gerentes de produção.

Para estabelecer os níveis desejados de estoques, é imprescindível ter previsibilidade da demanda dos produtos ofertados. Dependendo do nível de vendas previsto pela empresa para um determinado período, serão determinados os níveis de estoque. Embora a previsibilidade possa ser considerada um elemento intangível e aproximado, a eficiência das técnicas utilizadas podem ser consideradas como um importante bem para a empresa.

Neste ponto, a tecnologia da informação se apresenta como fator de grande importância uma vez que as empresas devem possuir também o controle sob seus aspectos tangíveis relacionados aos estoques. Um sistema de armazenamento de materiais bem administrado, por exemplo, permite a rápida recuperação dos materiais e produtos em estoque e facilitam a movimentação de materiais e a entrega de produtos acabados.

Uma eficiente gestão de estoques possibilita à organização obter melhorias significativas na sua administração, uma vez que repercute em uma melhora na eficiência da realização da produção planejada, traz maior segurança nas tomadas de decisões, além de prevenir possíveis atrasos na entrega de pedidos. (MONTANHEIRO; FERNANDES, 2008)

Este Trabalho de Conclusão de Curso pretende apresentar um estudo de caso sobre a otimização do processo de gerenciamento de estoques e suprimentos de matérias-primas de demanda dependente em uma indústria do setor de montagem de relógios de ponto informatizados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Silva, Martins e Martins (2007), para tentar amenizar as rápidas mudanças no cenário mundial, novas tecnologias são constantemente desenvolvidas e introduzidas no mercado. Porém elas não são financeiramente acessíveis a todas as empresas. Empresas recém consolidadas no mercado são, geralmente, carentes de tecnologias baratas e eficazes, principalmente no que diz respeito à troca de informações pelos seus setores internos.

Gonçalves e Pamplona (2001) afirmam que a continuidade da competitividade destas empresas está ligada a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias ou métodos que possam atender suas necessidades, sem que para isso elas precisem dispor de muitos recursos financeiros. Várias pequenas empresas vivem com uma renda que não lhes permitem realizar grandes gastos e investimentos. Muitas vezes, sem que percebam, estas empresas passam a ter um patrimônio cada vez maior em estoque, seja de matéria-prima, de produtos acabado, ou até mesmo de produtos em elaboração. Isso se deve, na maioria das vezes, ao deficiente fluxo de informações e conseqüente má administração dos setores de compra, estoque, produção e

vendas. Assim, a MPE acaba, muitas vezes, fazendo compras desnecessárias e mantendo um nível de vendas divergente de sua capacidade de fornecimento, o que prejudica diretamente seu crescimento e desenvolvimento (SILVA; MARTINS; MARTINS, 2007).

Portanto, quando se fala em gerenciar estoques, é importante remeter-se a relação entre o departamento de compras e finanças. É natural que o departamento de compras busque realizar sua atividade de forma econômica, aproveitando descontos e promoções, muitas vezes, sem observar os custos associados a aquisição e manutenção de materiais dentro da organização, enquanto que a administração financeira busca equilibrar estes custos.

Assim, procurou-se propor com este trabalho benefícios relevantes ao gerenciamento de estoques da empresa, analisando-o sob a ótica do custo/benefício, para que o nível de serviço ao consumidor seja respeitado e que os níveis de estoques não sejam conservados em altos níveis, com elevados custos de manutenção.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido no setor de planejamento e controle da produção e suprimentos de uma indústria do setor de montagem de relógios de ponto informatizados, abordando o processo de aquisição e manutenção de matérias-primas de demanda dependente e as respectivas decisões de ressuprimento através de um estudo dos produtos da empresa. Foram definidos modelos adequados de gestão para cada produto ou grupos de produtos, sob a ótica de custo e facilidade de operacionalização. É importante ressaltar que o estudo de caso limitou-se a análise de estoques de matérias-primas, não envolvendo definições para produtos em processos e produtos acabados.

1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

A hipótese verificada neste estudo é que, com a aplicação de conceitos e métodos de gestão de estoques na empresa em estudo, é possível desenvolver um conjunto de técnicas que facilitem a gestão de estoques em fundamentos sólidos e contínuos, bem como diminuam as necessidades de capital de giro associadas ao nível de estoques e minimizem os riscos de falta de material.

1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de uma proposta de um modelo de gestão de estoques viável econômico e operacionalmente, e adequado às características da empresa em estudo, considerando seus aspectos de suprimento, demanda e fornecimento. Além disto, buscou-se proporcionar à empresa objeto de estudo, a segurança do abastecimento do fluxo de produção, a redução das despesas com estoques a um nível compatível com a segurança desejada, além da maior agilidade na entrega dos seus produtos.

1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Quanto à metodologia de pesquisa, utilizou-se a classificação de Miguel (2010) para sua exposição, como pode ser verificada na Figura 1.

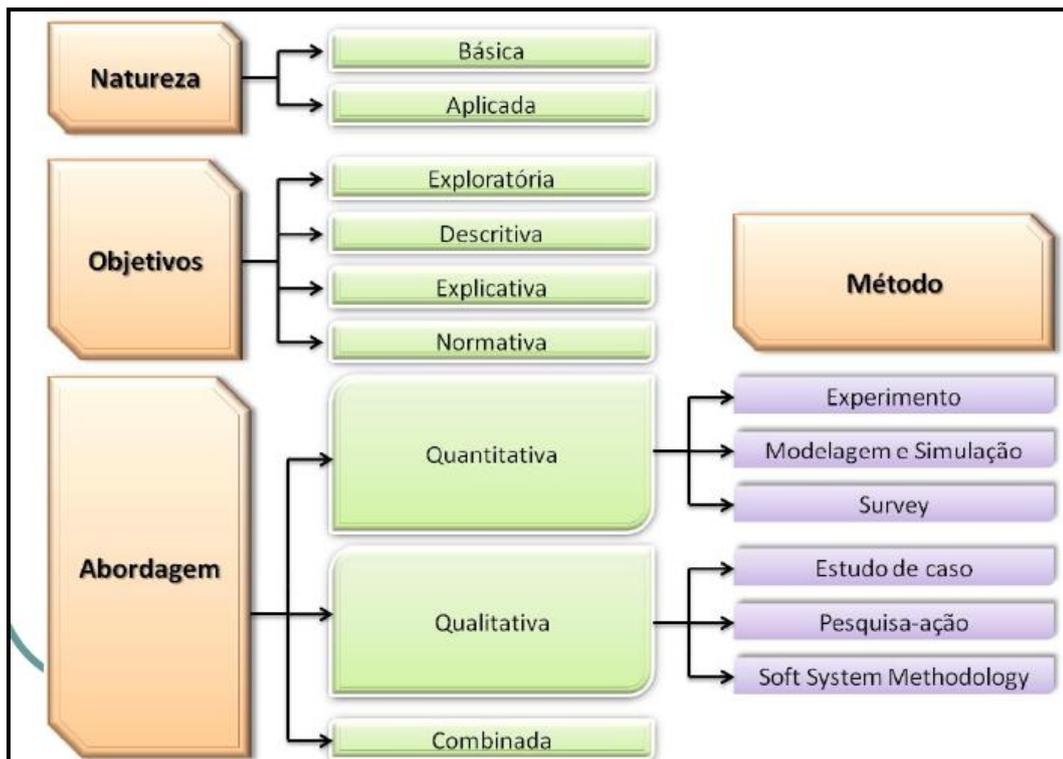


Figura 1 - Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção
Fonte: MIGUEL, 2010 (Adaptado).

Sendo assim, conforme a natureza, o presente trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada devido ao seu interesse prático e por ser orientada à aplicação dos resultados na solução de um problema específico.

Quanto aos objetivos, é classificado como explicativo, uma vez que visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para o gerenciamento de estoques, bem como aprofunda o conhecimento da realidade por meio da análise de um caso.

E sua abordagem é qualitativa e com método do tipo estudo de caso por envolver o estudo da gestão de estoques em uma empresa específica, de modo amplo e detalhado.

As etapas componentes da metodologia utilizada no trabalho são mostradas de forma esquemática na Figura 2, apresentando-se na seqüência seu detalhamento.

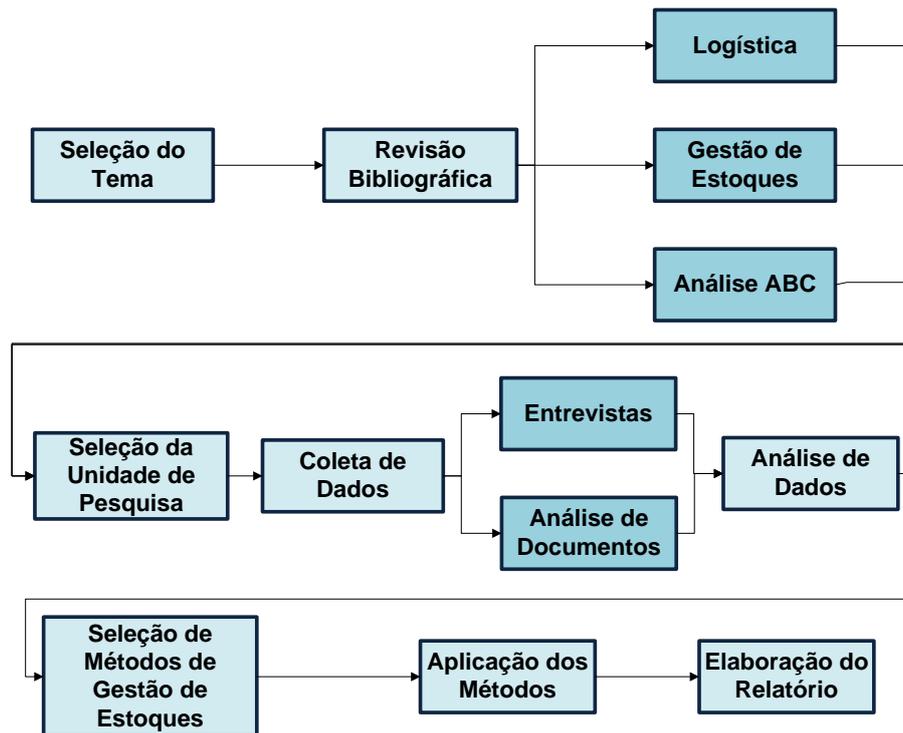


Figura 2 – Estrutura de desenvolvimento do estudo
Fonte: o autor.

Após selecionado o tema, o trabalho iniciou-se com estudo bibliográfico no qual abordou-se Logística, Gestão de Estoques/Suprimentos e Sistema de Análise ABC. Esse estudo visou um entendimento amplo e estruturado de processos de tomada de decisões à respeito de estoques.

Realizou-se a coleta dos dados na empresa selecionada. Em seguida, analisou-se suas operações de suprimentos, e fez-se a seleção dos modelos de gestão de estoques, dentre os estudados, que mais se mostraram adequados à realidade levantada para decisões de ressuprimento. Ressalta-se que todos os dados e resultados em termos de valores financeiros apresentados no estudo de caso foram multiplicados por um número não divulgado a fim de codificá-los, zelando pela confidencialidade das informações.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi organizado em cinco capítulos, assim apresentados:

No primeiro capítulo é feita uma introdução onde o tema, gestão de estoques, é inserido no contexto mais amplo do gerenciamento da cadeia de suprimentos, bem como é ressaltada a participação da logística na economia. Objetivos são apresentados e justificados face à literatura existente. Neste capítulo, também é apresentado o método de trabalho através da caracterização do tipo de pesquisa, bem como da descrição das etapas, técnicas e ferramentas empregadas para alcançar os objetivos propostos. As limitações do trabalho são estabelecidas e o capítulo é encerrado com o cronograma em que se pretende organizar a dissertação.

No segundo capítulo, a bibliografia partirá de uma visão macro de Logística, passando por classificação de materiais, gestão de demanda e gestão de estoques, revisados com base em obras relevantes e publicações periódicas atualizadas, de acordo com o que é aplicado ou o que é interessante de ser identificado na empresa em estudo.

O terceiro capítulo irá apresentar o protocolo de pesquisa, justificado em termos da metodologia de pesquisa selecionada, tendo por objetivo garantir os aspectos de validade e fidedignidade do trabalho e por fim, descreverá as características da empresa em análise.

O quarto capítulo apresentará e discutirá os resultados alcançados, as vantagens e recomendações de ordem prática para a implementação do novo sistema de gestão de estoques na empresa em questão.

O quinto capítulo apresentará as conclusões mais importantes deste trabalho. Também serão listados os tópicos que não foram abordados, mas que são considerados promissores para investigações futuras.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com a finalidade de se obter definições adequadas das terminologias e métodos utilizados, este capítulo apresenta uma revisão da literatura relacionada ao conceito de Logística, aprofundando-se em Gestão de Estoques com foco nas políticas e operações matemáticas aplicáveis ao estudo de caso a ser abordado.

2.1 LOGÍSTICA

Segundo Mello, Bandeira e Leusin (2006), o gerenciamento da cadeia de suprimentos tornou-se uma iniciativa estratégica para empresas que pretendem aumentar seu potencial competitivo. Há um grande esforço das empresas em buscar uma integração da cadeia de valor, um processo de colaboração que une as atividades internas e externas, entregando maior valor percebido até o cliente final. Nesse sentido, as empresas começaram a buscar novas formas e alternativas de fornecimento, processamento e distribuição dos seus produtos e serviços, na tentativa de diferenciar-se e aumentar a percepção de valor dos seus clientes. Assim, no final da década de 90, a logística tornou-se um assunto-alvo na academia, implicando o surgimento de vários estudos e pesquisas na área de gestão de empresas.

Com base no *Council of Supply Management Professionals (2010)*, logística é o processo de planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de mercadorias, serviços e informações relacionadas desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades do cliente.

Mello, Bandeira e Leusin (2006) ressaltam que há bem pouco tempo, o conceito de logística era confundido com as áreas de transporte ou de abastecimento. Esse era o paradigma vigente. Contudo, esta situação está se alternando, pois esta é uma das áreas da Administração que mais tem se expandido nos últimos anos.

2.2 GESTÃO DE ESTOQUES

Ballou (2006) assinala que se a demanda for previsível não é necessário manter estoques, isto é, quanto mais precisa for a previsão de demanda, mais simples de controlar os estoques. No entanto, como praticamente não existe previsão de demanda exata, as empresas utilizam estoques para reduzir os efeitos causados pelas variações de oferta e procura.

Segundo Assaf Neto (2009), “os estoques são materiais, mercadorias ou produtos que são fisicamente mantidos disponíveis pela empresa, com expectativa de ingresso no ciclo de produção, de seguir seu curso produtivo normal, ou de serem comercializados”. O autor indica ainda algumas causas da existência de estoques:

- i) Evita a interrupção no fluxo de produção: os estoques asseguram que interferências no fornecimento de matéria-prima não prejudicarão o fluxo das atividades até a resolução do problema. Se a produção dependesse diretamente da entrega do fornecedor, esta passaria à dependência dos prazos acordados;
- ii) Características econômicas particulares de cada setor: em alguns setores, a produção encontra-se concentrada em determinadas épocas do ano, enquanto a demanda está distribuída ao longo do ano, a organização não consegue uma saída para os seus produtos na mesma proporção da oferta. O contrário também justifica a conservação dos estoques;
- iii) Perspectiva de aumento imediato do preço do produto: nesse caso admite-se que o ganho obtido por adquirir o produto antes da alta mais que compensa os custos de estocagem;
- iv) Proteção contra perdas inflacionárias: esse fato é evidenciado quando o mercado de capitais não se encontra plenamente desenvolvido e as alternativas de investimento não são adequadas;
- v) Política de vendas do fornecedor: quando recebe descontos dos fornecedores para adquirir maior quantidade de matéria-prima, o administrador é incentivado a ter maior comprometimento de recursos em estoques.

A boa gestão de estoques passa obrigatoriamente pelo conhecimento de todos os custos que envolvem o seu controle. Alguns custos que estão diretamente ligados aos estoques podem ser assim classificados (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2002):

- i) **Custo de ressurgimento (CR):** este item compreende os custos fixos administrativos relativos ao processo de aquisição da quantidade requerida para reposição do estoque. São custos medidos em termos monetários por pedido. Algumas organizações consideram, também, mais um item de custo, chamado custo de falta, e representado como parte deste custo de colocação de um pedido junto a fornecedores ou de preparação de um novo lote de produção. Os dois componentes do custo de falta são o custo de reabastecimento e aquele relacionado a reservas de segurança, tais como vendas perdidas e perdas de clientes resultantes da existência de estoques inadequados.

Suponha que Ra seja o número total de unidades vendidas por ano, ou seja, a demanda, e S o custo de pedido individual. Se a empresa encomendar Q unidades de cada vez, precisará fazer Ra/Q ordens de compras, portanto:

$$CR = S \times \left(\frac{Ra}{Q} \right)$$

ii) Custos de manter estoque (CM): corresponde a todos os custos necessários para manter certa quantidade de mercadorias por determinado período de tempo. São medidos monetariamente por unidade e por período. Normalmente, para manter estoques, estão inclusos custos de armazenagem e controle, de seguro, impostos, deterioração, obsolescência, furto e custo de oportunidade do capital aplicado em estoques, que significa o custo de investir em outro investimento que não este.

Para simplificação da obtenção da fórmula, supõe-se que o custo de manter estoque é diretamente proporcional ao nível de estoque, apesar desta premissa enfraquecer o modelo aplicado (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Seja Q a quantidade encomendada, o nível de estoque ou estoque médio seria, então, igual a $Q/2$. Sendo Ca o custo de aquisição por unidade por ano, e H o custo de armazenagem por unidade por ano, o custo total de manter estoque será:

$$CM = \left(\frac{Q}{2} \right) \times H \times Ca$$

iii) Custo total (CT): é a soma dos custos de pedir e o custo de manter estoques:

$$CT = S \times \left(\frac{Ra}{Q} \right) + \left(\frac{Q}{2} \right) \times H \times Ca$$

Há uma relação básica de benefício versus custo na gestão de estoques, porque os custos de manter estoques aumentam com o nível de estoque, ao passo que os custos de pedir caem com o nível do estoque. O objetivo fundamental do processo de gestão de estoque passa a ser, portanto, a obtenção de uma quantidade de reabastecimento que minimiza este custo total. Este é o ponto em que os custos de manter estoque e de ressuprimento são iguais, conforme visualização da Figura 3:

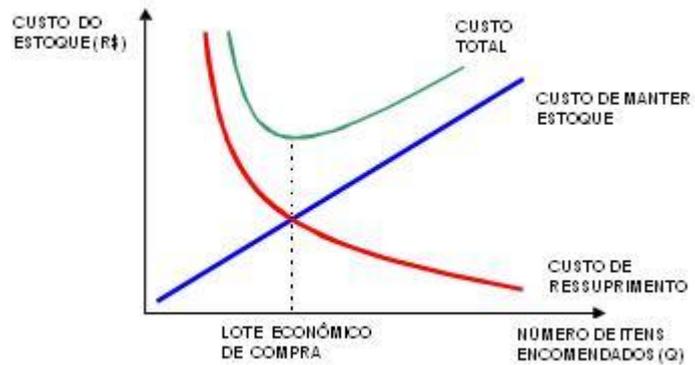


Figura 3 - Custos de manter estoque
 Fonte: ROSS, WESTERFIELD E JORDAN, 2002 (adaptado)

Ross, Westerfield e Jordan (2002) assinala ainda que a soma desses custos pode ser substancial, variando aproximadamente entre 20 e 40% do valor do estoque a cada ano, e que devido ao grande volume de recursos aplicados em itens de baixa liquidez, as empresas buscam alta rotação em seus estoques como forma de elevar sua rentabilidade e contribuir para a conservação de sua liquidez. Com a finalidade de otimizar os recursos investidos na conta estoques e promover a sua rotação, os gestores dispõem de várias técnicas de controle de estoque.

Manter baixos níveis de estoques não significa que a empresa terá altos ganhos, mas outros aspectos devem ser considerados para que o processo logístico seja bem gerenciado e traga resultados positivos. Sendo assim, a adequada gestão dos estoques deve passar pela resposta às seguintes perguntas:

- ✓ quanto pedir?
- ✓ quando pedir?
- ✓ quanto manter?

Alguns dos aspectos mais relevantes que buscam responder o quanto pedir estão diretamente ligados ao menor nível de estoques possível, capaz de manter o nível de serviço aos consumidores.

São diversas as razões que vem determinando às empresas a necessidade de reduzir seus estoques sem alterar a disponibilidade de produtos aos seus clientes. Algumas destas razões são ilustradas a seguir (WANKE, 2008):

- i) A diversidade crescente no número de produtos, tornando mais complexa e trabalhosa a contínua gestão dos níveis de estoque, dos pontos de pedido e dos estoques de segurança;

- ii) O elevado custo de oportunidade de capital, reflexo das proibitivas taxas de juros brasileiras, tem tornado a posse e manutenção de estoques cada vez mais onerosas.
- iii) O foco gerencial na redução do Capital Circulante Líquido, uma das medidas adotadas por diversas empresas que desejam maximizar seus indicadores financeiros.

Aumentar a eficiência dos processos significa, portanto, deslocar para baixo a curva de custos de manutenção de estoques, permitindo à empresa operar com lotes de ressuprimento menores, sem, no entanto, afetar a disponibilidade de produto desejada pelos clientes finais ou incorrer em aumentos nos custos logísticos totais. Pode-se considerar, portanto, o gerenciamento da relação entre custo e nível de serviço como o principal desafio da gestão de estoques.

2.3 SISTEMA DE ANÁLISE ABC

O gerenciamento de estoques múltiplos itens apresenta relevante complexidade devido à escassez de modelos que representem este ambiente. Slack (2002) aponta que a análise ABC é uma importante técnica para administrar os estoques. A técnica apresenta resultados imediatistas face à sua simplicidade de aplicação. No âmbito da administração de estoques, a classificação ABC mais utilizada é a obtida pela demanda valorizada (demanda do item, multiplicada por seu custo unitário). A forma prática da aplicação de análise ABC, obtém-se por ordenação dos itens em função do seu valor relativo, classificando-os em três grupos chamados A, B e C, conforme a seguir:

- ✓ Classe A: neste grupo, incluem-se todos os itens de valor elevado e alta importância no processo produtivo. Portanto, requerem maior investimento, cuidado e controle rigoroso por parte do administrador de matéria-prima.
- ✓ Classe B: itens de valor intermediários. Requerem um controle menos rigoroso.
- ✓ Classe C: itens de menos valor relativo. Requerem um controle apenas rotineiro.

Assaf Neto (2009) afirma que os itens classificados no grupo A representam em média 15% do volume do estoque e 80% do investimento. Os itens do grupo B representam 35% do volume do estoque e 17% do investimento, enquanto os itens do grupo C representam 50% do volume do estoque e 3% do investimento, conforme a figura 4:

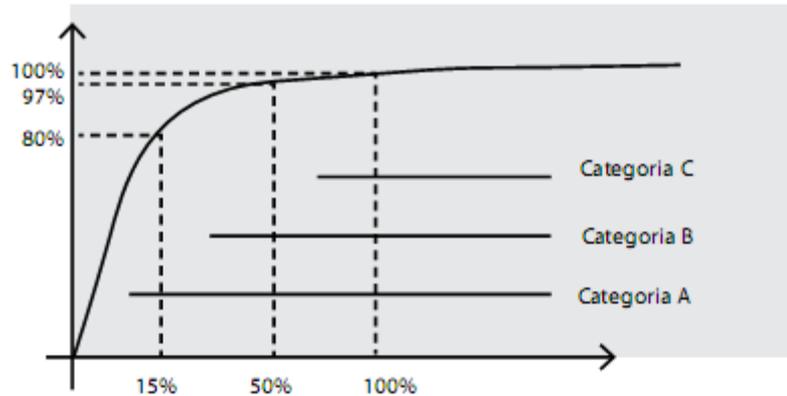


Figura 4 – Classificação ABC
Fonte: ASSAF NETO, 2009.

2.4 MODELOS DE GESTÃO DE ESTOQUES

Os modelos de gestão de estoque se diferenciam pelo grau com que as variáveis consideradas representam a realidade. Os mais aprimorados levam em conta detalhes como taxa de produção/recebimento de materiais, incertezas na demanda e nos prazos, variações de preço/custo em função da quantidade comprada/produzida, número de centros de distribuição, etc. (CORRÊA; DIAS, 1998).

A seguir, serão apresentados alguns modelos de Gestão de Estoques financeiramente acessíveis de serem aplicados em qualquer empresa que preze por uma eficiente troca de informações de seus setores internos, promovendo esforço entre as partes envolvidas para que os modelos sejam aplicados em conformidade com suas premissas e seus objetivos.

2.4.1 Modelo de Lote Econômico de Compra (LEC)

Nos modelos de Lote Econômico uma ordem é disparada sempre que o nível de estoque chega ao Ponto de Ressuprimento. É necessário acompanhar continuamente as quantidades em estoque e, portanto, este modelo exige mais recursos e esforços para sua gestão. Por isso são mais indicados para aqueles itens mais caros, importantes, ou com alto custo de falta (CORRÊA; DIAS, 1998). O fluxograma abaixo ilustra seu funcionamento:

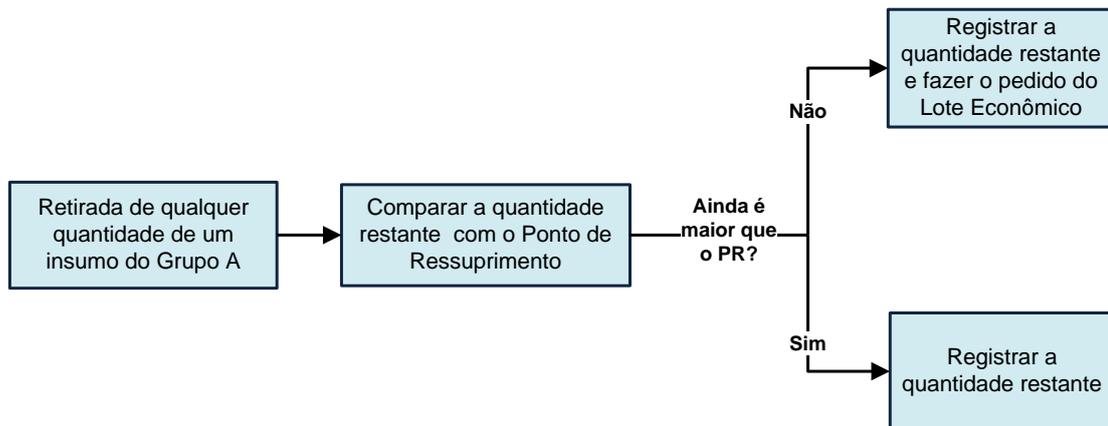


Figura 5 – Funcionamento da Política de Lote Econômico
Fonte: o autor

Corrêa e Dias (1998) assinalam que, apesar de amplamente utilizado, críticas ao modelo do LEC dizem respeito aos pressupostos incluídos, aos custos reais de estoques e ao uso do modelo como instrumento prescritivo: quanto aos pressupostos assumidos no modelo, para mantê-lo relativamente simples, assume-se que as variáveis são fixas, facilmente identificáveis e mensuráveis; quanto ao custo do pedido ou da preparação, quanto maior for este, maior a tendência de se comprar maiores lotes em menor frequência; quanto aos custos de manutenção dos estoques, à medida que eles aumentam, maior é a tendência em comprar mais vezes, em quantidades menores.

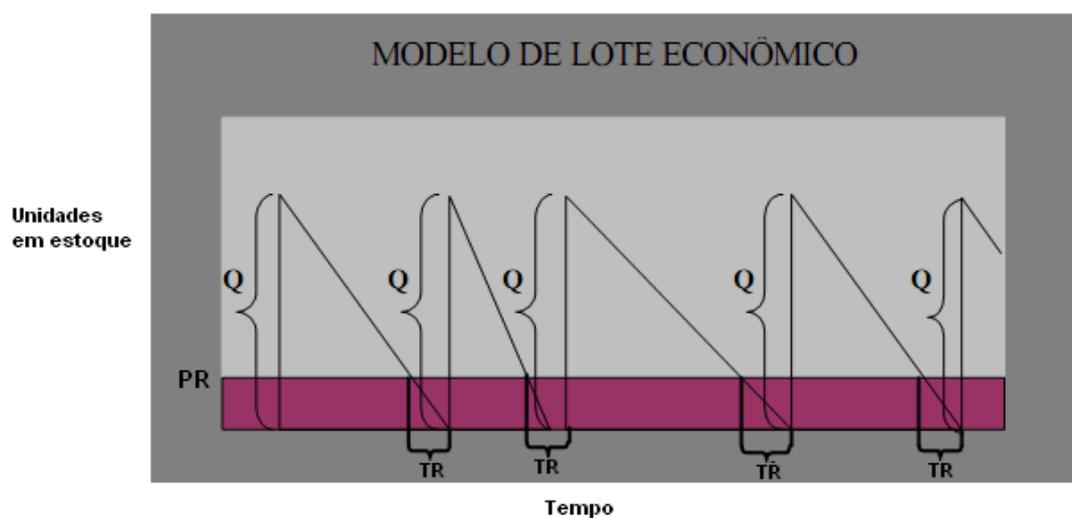


Figura 6 - Modelo do Lote Econômico
Fonte: CORRÊA e DIAS, 1998 (adaptado)

É importante ressaltar que se deve, portanto, evitar o uso do LEC como uma prescrição. Os gestores não devem agir de forma reativa, e sim buscar mudanças em seus processos que diminuam os níveis de estoques necessários. O LEC não pode ser visto como

uma verdade absoluta. É importante buscar reduzir e revisar os custos envolvidos e as premissas abordadas.

De acordo com Assaf Neto e Silva (2002), o Lote Econômico de Compra auxilia na determinação de quantidade ótima de cada pedido, de modo a minimizar os custos totais. Pode ser calculado a partir da seguinte equação, em que a variável da equação do custo total (CT) é a quantidade do lote (Q):

$$CT = CR + CM = S \times \left(\frac{Ra}{Q} \right) + \left(\frac{Q}{2} \right) \times H \times Ca$$

$$\frac{dCT}{dQ} = \frac{-S \times Ra}{Q^2} + \frac{H \times Ca}{2} = 0$$

$$Q^* = LEC = \sqrt{\frac{2 \times Ra \times S}{Ca \times H}}$$

2.4.2 Modelo de Revisão Periódica

Neste modelo, é necessário acompanhar seus valores quando da realização das revisões, feitas periodicamente no sentido de identificar as quantidades presentes em estoque e a partir daí definir a quantidade a pedir – sempre uma quantidade que leve o nível de estoques a um nível “máximo” pré-estabelecido. O fluxograma abaixo ilustra seu funcionamento:

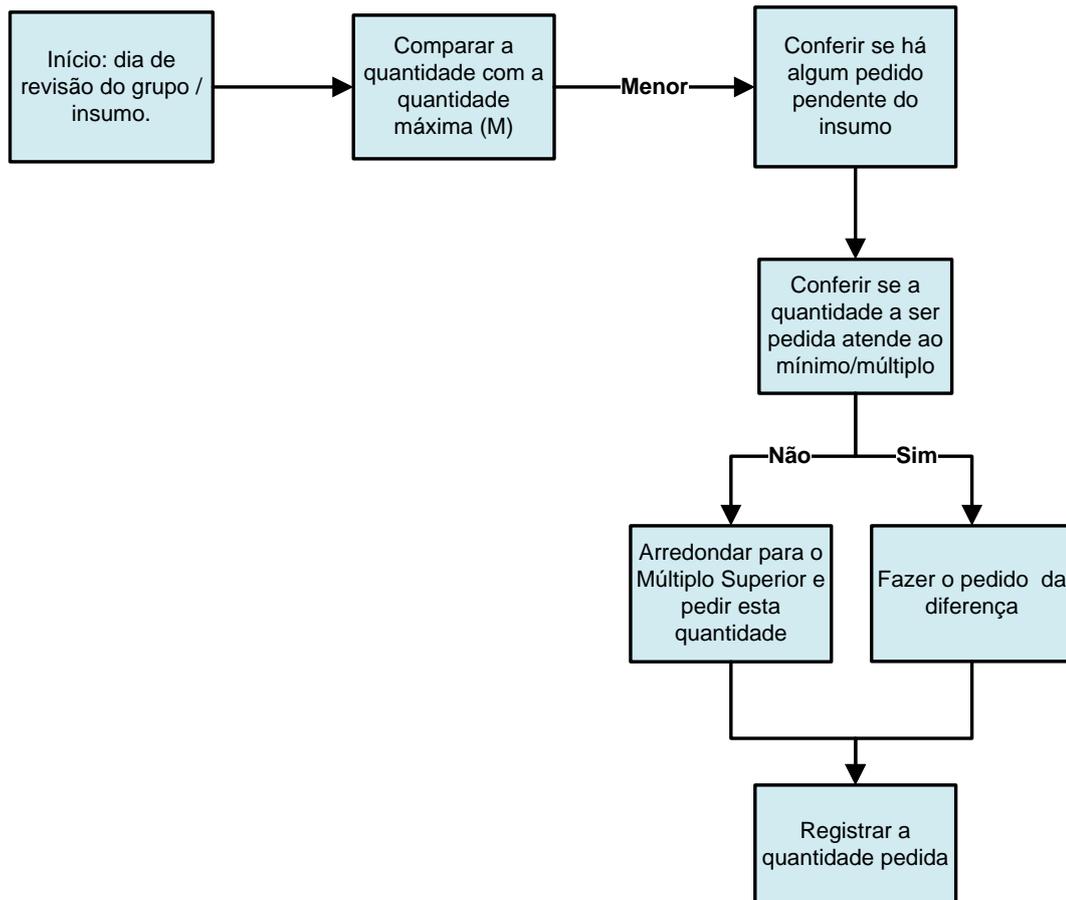


Figura 7 – Funcionamento da Política de Revisão Periódica
Fonte: o autor

Os modelos de Revisão Periódica tendem a ter um estoque médio mais alto, pois eles precisam se proteger de variações da demanda durante os períodos de revisão e no *lead time*, enquanto os modelos de Lote Econômico só precisam se proteger das variações no *lead time* (CORRÊA; DIAS, 1998).

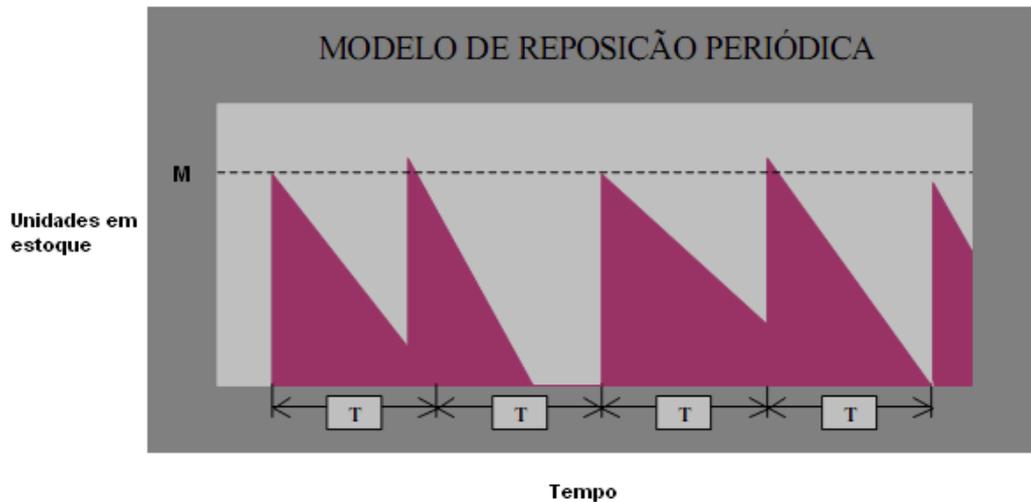


Figura 8 - Modelo de Revisão Periódica
 Fonte: CORRÊA e DIAS, 1998 (adaptado)

A partir destes, surgem também alguns modelos híbridos que combinam características dos dois tipos básicos de modelos, que são apropriados para algumas situações especiais como, por exemplo, quando variações na demanda são freqüentes e o custo de carregar o estoque é excessivo, ou quando o produto estocado é perecível ou de obsolescência rápida. Estas situações não são relevantemente aplicáveis ao estudo de caso em questão.

2.5 CONCEITOS E FÓRMULAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE ESTOQUES

2.5.1 Estoque Médio

Segundo Ballou (2006), o Estoque Médio (EM) é definido como a quantidade média em estoque de um ou mais itens, em um determinado intervalo de tempo. Compreende a quantidade de materiais normalmente mantidos em estoque – ou estoque regular – e, após vários ciclos de suprimento, corresponderá ao valor médio de Q acrescido do estoque de segurança (ES), como apresentado a seguir:

$$EM = (Q/2) + ES$$

A parte equivalente a $Q/2$ no estoque médio faz referência a quantidade média alocada no estoque durante um ciclo. Se a demanda durante o ciclo tiver valores fixos, a quantidade em estoque ao longo do tempo cairá a mesma quantidade em todos os períodos. O valor máximo seria Q e o mínimo zero. Portanto o estoque médio seria $Q/2$.

A parte relativa ao estoque de segurança aparece pelo fato de, teoricamente, não precisar-se deste estoque (apenas para aumentar o nível de serviço ao cliente), portanto o estoque de segurança gera maiores custos de armazenagem.

2.5.2 Estoque de Segurança

O estoque de segurança determina a quantidade mínima que deve existir no estoque, destinada a cobrir eventuais atrasos no suprimento e objetivando a garantia do funcionamento eficiente do processo produtivo, sem o risco de faltas (GARCIA; LACERDA; AROZO, 2001).

Garcia, Lacerda e Arozo (2001) apontam algumas causas que podem ocasionar estas faltas:

- ✓ Oscilações no consumo (considerando também que quanto maior for o tempo de reposição maior será a probabilidade de variações da demanda real em relação à demanda prevista, dentro do tempo de reposição);
- ✓ Atraso no tempo de reposição;
- ✓ Variação na quantidade, quando o controle de quantidade rejeita um lote, por exemplo;
- ✓ Diferenças de inventário.

Os autores destacam ainda, que o estoque de segurança é importante para o adequado estabelecimento do ponto de pedido. Idealmente o estoque de segurança poderia ser tão alto que jamais haveria, para todas as finalidades práticas, ocasião de falta de material. Entretanto, se a quantidade de material representada como margem de segurança tende a não ser usada, e torna-se uma parte permanente do estoque, a armazenagem e os outros custos são elevados. Ao contrário, se estabelecer uma margem de segurança demasiado baixa, acarretaria custo de ruptura, que são os custos de não possuir os materiais disponíveis quando necessários, isto é, a perda de vendas, paralisação da produção e despesas para apressar entregas.

Chopra e Meindl (2003) mostram que o estoque de segurança serve para amenizar os efeitos da variabilidade da demanda. Quanto maior a variabilidade, mais difícil é a sua previsão. Demandas previsíveis e com pouca variabilidade não geram necessidade de estoques de segurança, pois são atendidas pelo estoque cíclico (diferença entre o lote de produção e a demanda).

A determinação do estoque de segurança pode ser feita através de fixação de determinada projeção mínima, estimada no consumo, e cálculo com base estatística. Nestes casos, parte-se do pressuposto de que deve ser atendida uma parte do consumo, isto é, que seja alcançado o nível de serviço adequado e definido. Esse nível de serviço, nada mais é, que

a relação entre a quantidade necessitada e quantidade atendida, e é um objetivo fixado pela alta direção da empresa. (GARCIA; LACERDA; AROZO, 2001).

A disponibilidade do produto reflete a capacidade da empresa atender ao pedido do cliente a partir do estoque disponível, logo o nível de serviço é o resultado de ciclos de ressuprimentos que resultam no atendimento de toda a demanda. Sendo o nível de serviço medido através da probabilidade de não ocorrer falta de estoque em um ciclo de ressuprimento. Na prática, o estoque de segurança significa aumentar o ponto de ressuprimento, antecipando a colocação do pedido, para evitar falta de estoques no futuro.

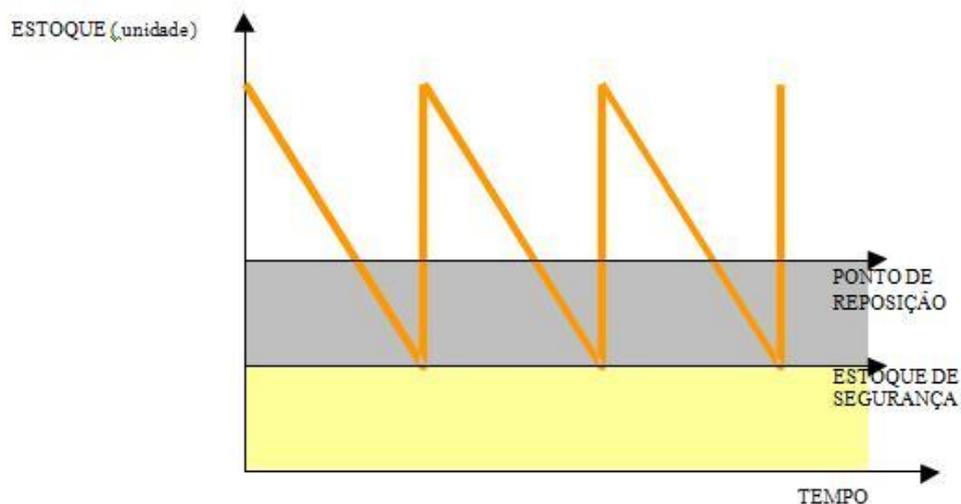


Figura 9 - Estoque de segurança e ponto de reposição
Fonte: ROSS, WESTERFIELD E JORDAN, 2002.

A fórmula tradicional para cálculo do estoque de segurança é:

$$ES = K \times \sigma$$

Onde:

K = fator que corresponde à $f(k)$, uma função da distribuição normal acumulada que indica a probabilidade de haver uma demanda maior que o estoque de segurança projetado, considerando-se um determinado nível de serviço ao cliente. Neste estudo, considerou-se o nível de serviço adotado pela empresa de 95% para todos os insumos, visto que a empresa considera que não apenas os itens grupo A, mas também os pertencentes aos grupos B e C são altamente críticos para o processo, em caso de falta. Portanto, o K é de 1,645 considerando a tabela Normal padrão unicaudal.

σ = desvio-padrão, considerando-se incertezas de demanda durante o tempo de reposição.

A fórmula do estoque de segurança pode ser desenvolvida de duas maneiras distintas:

1. Segundo Gianesi, Corrêa e Caon (2007):

$$ES = K \sqrt{(TR \times \sigma Rd)^2 + (Rd \times \sigma TR)^2 + (\sigma Rd \times \sigma TR)^2}$$

2. Segundo Bowersox e Closs (2001):

$$ES = K \sqrt{(TR \times \sigma Rd^2) + (Rd \times \sigma TR^2)}$$

A primeira é obtida considerando-se a demanda e o tempo de resposta como duas variáveis aleatórias independentes (ou seja, seu coeficiente de correlação é igual a zero) e contínuas.

A teoria estatística diz que a variância (ou seja, o quadrado do desvio-padrão) de uma variável aleatória U é dada por:

$$V(U) = E(U^2) - E(U)^2$$

Ou seja, é a diferença entre a média do valor esperado do quadrado dessa variável aleatória e o valor esperado ao quadrado dessa variável aleatória.

Suponha que U seja o produto da demanda diária com o tempo de resposta, ou seja, $U = Rd \times TR$. Qual é a variância desse produto, para que possa ser utilizada na determinação dos estoques de segurança? Isso pode ser determinado trabalhando a última fórmula e considerando também que o valor esperado do produto de duas variáveis independentes é igual ao produto do valor esperado de cada variável:

$$V(Rd \times TR) = E(Rd^2 \times TR^2) - E(Rd \times TR)^2$$

$$V(Rd \times TR) = E(Rd^2) \times E(TR^2) - E(Rd)^2 \times E(TR)^2$$

$$V(Rd \times TR) = [V(TR) + E(TR)^2] \times [V(Rd) + E(Rd)^2] - E(TR)^2 \times E(Rd)^2$$

$$V(Rd \times TR) = V(TR) \times V(Rd) + E(TR)^2 \times V(Rd) + E(Rd)^2 \times V(TR) + E(TR)^2 \times E(Rd)^2 - E(TR)^2 \times E(Rd)^2$$

$$V(Rd \times TR) = V(TR) \times V(Rd) + E(TR)^2 \times V(Rd) + E(Rd)^2 \times V(TR)$$

Ou, de acordo com a notação inicial:

$$[\sigma(Rd \times TR)]^2 = (\sigma TR)^2 \times (\sigma Rd)^2 + TR^2 \times (\sigma Rd)^2 + Rd^2 \times (\sigma TR)^2$$

$$\sigma(Rd \times TR) = \sqrt{(\sigma TR)^2 \times (\sigma Rd)^2 + TR^2 \times (\sigma Rd)^2 + Rd^2 \times (\sigma TR)^2}$$

A segunda fórmula considera que podem existir compensações na variabilidade da demanda diária durante o tempo de resposta, implicando, dessa forma, que o desvio-padrão da demanda no tempo de resposta seja menor.

O ponto de partida desse resultado é considerar que a variância da demanda no tempo de resposta constante é a soma da variância da demanda por cada um dos dias (ou por qualquer outra unidade de tempo coerente com o tempo de resposta) durante o tempo de resposta.

Ou seja, as variâncias das demandas diárias, supostas iguais e independentes, são adicionadas TR vezes:

$$\sum_{i=1}^{TR} V(Rd) = V(Rd) \times TR = (\sigma Rd)^2 \times TR$$

A esse termo é adicionado outro, considerando que o tempo de resposta pode variar enquanto a demanda média permanece constante. Em outras palavras, durante o desvio-padrão do tempo de resposta, que se estendeu a média do tempo de resposta, a demanda diária permaneceu constante. A combinação desses dois termos, neste caso, é diferente, pois a demanda diária não é tratada como uma variável discreta como o tempo de resposta, mas sim como uma variável contínua. Dessa forma, pode ser dito que a demanda média na variação do tempo de resposta assume a forma:

$$Rd \times \sigma TR = Rd \times \sqrt{V(TR)}$$

O resultado final, ou seja, o desvio-padrão da demanda no tempo de resposta é dado pela soma dos dois últimos resultados:

$$[\sigma(Rd \times TR)]^2 = Rd^2 \times (\sigma TR)^2 + (\sigma R)^2 \times TR$$

$$\sigma(Rd \times TR) = \sqrt{Rd^2 \times (\sigma TR)^2 + (\sigma R)^2 \times TR}$$

Afinal, qual fórmula deve ser aplicada? Esta discussão é muitas vezes ignorada por se desconhecer o grau de compensação da variabilidade de demanda no tempo de resposta. Para o desenvolvimento deste estudo decidiu-se pela utilização da primeira fórmula, que direciona à um estoque de segurança maior.

Assim, percebe-se a importância que fornecedores rápidos e confiáveis têm para uma boa gestão de estoques, através da redução do estoque médio sem redução do nível de serviço projetado, admitindo-se que o TR não sofre variações aleatórias. Quanto menor o tempo de

ressuprimento, menor será o estoque de segurança necessário. E quanto à probabilidade de atendimento, quanto maior o estoque de segurança, maior será esta probabilidade para possíveis aumentos de demanda não previstos anteriormente.

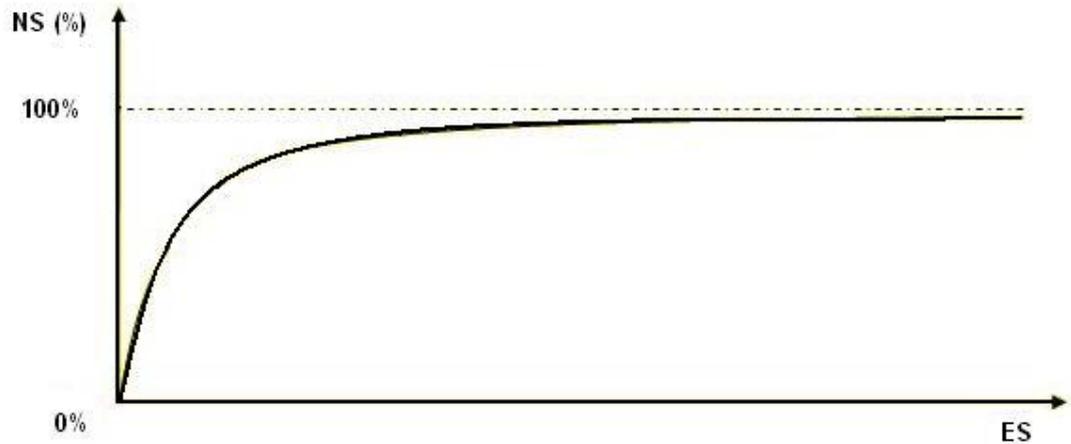


Figura 10 - Gráfico do nível de serviço em função do estoque de segurança
Fonte: ROSS, WESTERFIELD E JORDAN, 2002 (adaptado).

Este gráfico demonstra que a partir de certa quantidade, o estoque de segurança já não terá muita influência em relação ao ganho com nível de serviço. Evidencia ainda que, teoricamente, um nível de serviço de 100% somente seria atingido através da disponibilidade de estoques infinitos, motivo pelo qual as empresas devem determinar o seu nível de serviço adequado, abrindo mão da expectativa de atender a todos sempre.

O grande desafio da gestão de estoques é buscar esse equilíbrio, onde o nível de serviço planejado é atingido com a mínima quantidade de estoque possível, pois como já foi visto o ES tem grande impacto sobre o estoque médio e, conseqüentemente, sobre o custo total de estocagem.

2.5.3 Número de Pedidos por Ano (NP)

A partir destas informações, pode-se aplicar a fórmula à seguir para obter a quantidade de pedidos que deverão ser feitos por ano.

$$NP = \frac{Ra}{LEC}$$

Ou pode-se também calcular o intervalo de tempo entre cada pedido. Quando em dias, é chamado número de dias por período (ND):

$$ND = \frac{365}{NP}$$

2.5.4 Tempo de Ressuprimento (TR)

Segundo Ballou (2006), o Tempo de Ressuprimento é o tempo decorrido entre o momento de identificação da necessidade e o momento em que o item será incorporado ao estoque. Neste trabalho, considera-se o TR como o tempo entre o momento do pedido e a incorporação no estoque. Este tempo pode ser estimado com base em históricos de compra ou definido em contrato com o fornecedor. O TR baseado em históricos das ocorrências de compra tem o inconveniente de, por ser uma média, incorporar em seu cálculo os diversos problemas que podem ter havido com o fornecedor, isto é, representa a média de sua administração das entregas.

A área de compras deve insistir em contratar fornecedores estabelecendo os prazos de entrega e fazendo-os cumprir com o acordado. Ainda assim, a empresa não deve se posicionar de modo a confiar plenamente nos critérios acordados, e o modelo utilizado para a gestão dos estoques deve considerar a variabilidade do tempo de ressuprimento.

Para medir corretamente o tempo de ressuprimento devem ser considerados os seguintes tempos: comunicação ao fornecedor, prazo de entrega do fornecedor, transporte, recebimento e inspeção (BALLOU, 2006).

2.5.5 Ponto de Ressuprimento (PR)

O ponto de ressuprimento é a quantidade que indica o momento de fazer um novo pedido de compra. Para garantir a anulação dos efeitos ocasionados pela variabilidade do tempo de ressuprimento e da demanda diária, estoques de segurança devem ser acrescentados ao ponto de ressuprimento. (GARCIA; LACERDA; AROZO, 2001). Seu cálculo considera o tempo de ressuprimento e pode ser obtido pela seguinte equação:

$$PR = TR \times Rd + ES$$

2.5.6 Giro do Estoque

O giro do estoque é uma relação existente entre o consumo anual e o estoque médio do produto. É expresso em quantidade de pedidos por unidade de tempo. O grande mérito do índice de rotatividade do estoque é que ele representa um parâmetro fácil para a comparação do estoque entre empresas do mesmo ramo de atividade e entre classes de material do estoque (GARCIA; LACERDA; AROZO, 2001).

$$\text{Giro de Estoque} = \text{Vendas Anuais (\$)} / \text{Estoque Médio (\$)}$$

Para fins de controle, deve-se determinar a taxa de rotatividade adequada à empresa. É bastante recomendável, ao determinar o padrão de rotatividade, estabelecer um índice para cada grupo de materiais que corresponda a uma mesma faixa de classificação.

É importante ressaltar que para que o giro de estoque seja eficiente não basta reduzi-lo. Devem ser observados fatores como o valor agregado do produto, à previsibilidade da demanda, registro de faltas e às principais exigências dos consumidores finais em termos de prazo de entrega e disponibilidade de produto. Portanto, ao decidir pela contínua redução dos níveis de estoque na cadeia de suprimentos, a empresa deve antes analisar se houve aumento da eficiência operacional nas áreas de transporte, armazenagem e processamento de pedidos. Caso não seja constatado esse aumento da eficiência, a empresa poderá ter grandes problemas no atendimento aos clientes.

Acompanhar esta relação entre giro de estoque e produto é importante porque um número alto para este item representa que o produto é importante e que o capital não está empatado. Um aumento no giro de estoque com o tempo representa o acréscimo de importância do item para o sistema de gestão, então, este poderá mudar de classe, e o contrário também é verdadeiro.

2.5.7 Acurácia do Estoque

É preciso que os valores físicos de estoques e seus registros no sistema sejam os mais parecidos possíveis. A falta de cuidado das empresas com a alimentação do sistema acaba gerando falta de confiança do usuário que muitas vezes abandona o uso do sistema. A movimentação de itens do estoque deve ser feita em tempo real para que se mantenha a acuracidade dos estoques (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2007). O percentual de acuracidade do estoque pode ser calculado através da fórmula:

$$\text{Acuracidade dos registros} = (\text{registros corretos} / \text{registros contados}) \times 100$$

O resultado 100% seria o ideal, pouco provável de ser alcançado na prática. Portanto, deve-se adotar um grau de erro tolerável entre as quantidades do físico e do sistema, sendo o percentual máximo definido pela organização de acordo com seus objetivos e práticas.

O cálculo da acurácia pode ser realizado a partir de contagens, como a contagem cíclica, que consiste em inventariar certo número de itens dentro de uma frequência estabelecida, num processo contínuo. Baseado na classificação ABC, os itens cujos valores são mais altos podem ser contados mais vezes durante o ano.

As vantagens do uso da contagem cíclica são:

- ✓ Identificação das causas dos problemas;
- ✓ Correção de erros;
- ✓ Concentração dos esforços em áreas críticas;
- ✓ Redução de erros de contagem;
- ✓ Planejamento mais confiável;
- ✓ Estoques em níveis mais adequados.

A grande vantagem da contagem cíclica é a possibilidade de descobrir as causas que propiciam os erros no processo. Portanto, uma vez encontradas e priorizadas as diferenças, as causas devem ser imediatamente procuradas. O estoque é dinâmico e quanto mais demora houver na procura das causas que geraram a diferença, mais difícil será encontrá-las. As principais causas que podem afetar o desempenho dos estoques e diminuir a acurácia são:

- ✓ manutenção inadequada das entradas e saídas, deixando de atualizar os sistemas de controle de estoque ou atualizando-os duplamente;
- ✓ procedimentos de armazenagem mal elaborados, de tal forma que possibilitem efetuar transferências – entradas e saídas – sem documentação ou autorização apropriada;
- ✓ inversão de códigos de materiais e produtos;
- ✓ utilização de sistemas ineficientes de controle de estoques, tanto manuais quanto computadorizados;
- ✓ itens com unidades de armazenagem variáveis (trabalhar com conceito de unidade no estoque e com o de dúzias na produção);
- ✓ seqüência de armazenagem em que não se preza por manter proximidade entre itens similares, facilitando sua identificação;
- ✓ sistemas de codificação mal elaborados, confusos e extensos.

Sugere-se uma programação da contagem cíclica da seguinte maneira: itens do Grupo A contados em média 2 vezes por mês e itens dos Grupos B e C contados em média 1 vez por mês. Dessa maneira, exemplifica-se o total de contagens por ano:

Classificação	Quantidade de itens	Freqüência Anual	Total de contagens
A	19	24	456
B e C	170	12	2040
TOTAL	189	36	2496

Quadro 1 – Sugestão de Contagem de Estoque
Fonte: o autor

Esse total de contagens por ano, dividido pelo número de dias úteis do ano, fornece a quantidade de itens contados por dia:

Itens a contar por dia = Total de Itens/Total de dias úteis no ano

Itens a contar por dia = $2496/250 = 10$ (aproximadamente)

2.6 VMI: VENDOR MANAGED INVENTORY

Uma nova possibilidade para tomada de decisões sobre reabastecimento tem sido estudada desde a década de 90, denominada VMI (*Vendor Managed Inventory*, em português Estoque Gerido pelo Fornecedor). Nesta prática, o fornecedor recebe acesso aos dados relativos ao estoque (vendas) do cliente e assume, ele próprio, as decisões sobre os reabastecimentos, respeitando, no entanto, os limites previamente estabelecidos, assim como as políticas de estoques apropriadas para manter estes níveis. É importante ressaltar que não se trata de material em consignação, já que a propriedade do material em inventário é do cliente, e não do fornecedor.

A Figura 17 representa um esquema de funcionamento da prática:

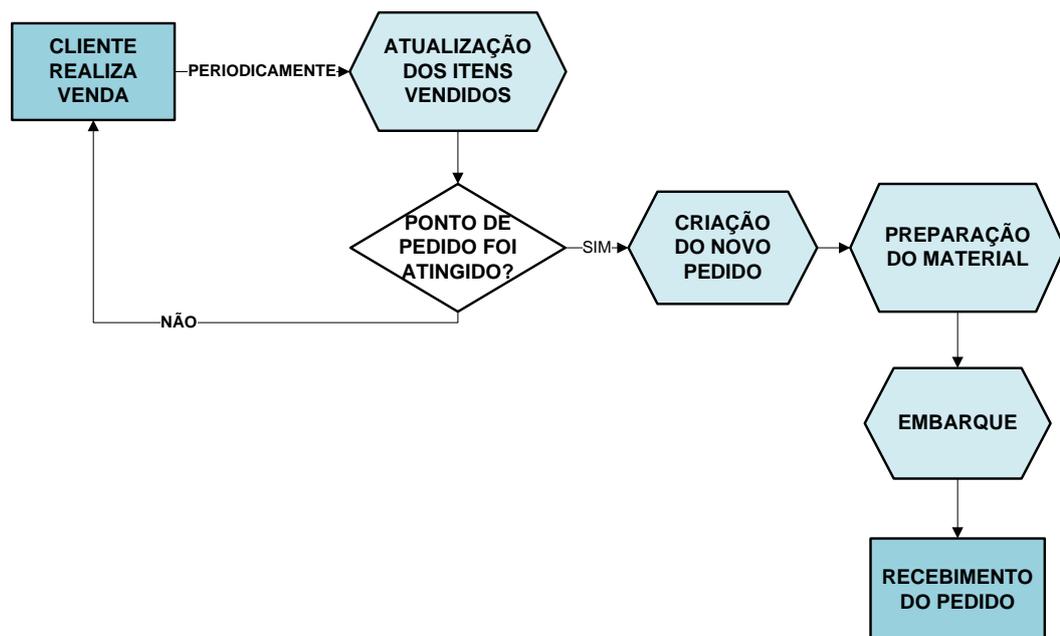


Figura 11 – Fluxograma representativo do funcionamento do VMI
Fonte: o autor

O VMI foi cunhado no começo dos anos 1990, nos EUA, em projetos implementados por grandes varejistas, como *Wal Mart*®. Apesar da origem, a prática logo se popularizou e seus benefícios passaram a ser conhecidos por muitas empresas de manufatura. (GANDHI, 2003)

É importante a utilização de um EDI (*Electronic Data Interchange*, em português, Intercâmbio Eletrônico de Dados). Esta ferramenta possibilita a reposição automática de estoques por parte do fornecedor ao seu respectivo cliente, com base na demanda real periodicamente atualizada e em parâmetros de cobertura previamente definidos. (GANDHI, 2003)

No VMI é importante que o fornecedor e cliente tenham uma aliança estratégica, trabalhando em parceria. Bernstein (1997) sugere a identificação de alguns elementos importantes para sua implementação:

- ✓ Aliança estratégica entre fornecedor e cliente;
- ✓ Estrutura de informações ágil e confiável, preferencialmente informatizada;
- ✓ Definição de modelos adequados de gestão de estoque, de previsões de vendas e de processos logísticos;
- ✓ Existir uma "inteligência gerencial" suficiente para responder às eventuais alterações nas condições de contorno;
- ✓ Estímulo e envolvimento da alta gerência.

É importante também analisar as vantagens e riscos da prática na tomada de decisão.

Veja algumas vantagens apontadas por Gandhi (2003):

- ✓ Redução do nível médio de estoque ao longo da Cadeia de Suprimentos;
- ✓ Redução de falhas de comunicação;
- ✓ Realização do processo em menor tempo e com maior eficácia;
- ✓ Redução de tempo de abastecimento;
- ✓ Automatização de atividades;
- ✓ Reforça a parceria entre as empresas;
- ✓ Redução da incerteza na previsão da demanda pelo fornecedor;
- ✓ Ampliação das possibilidades de fidelização do cliente;
- ✓ Redução de probabilidade de rupturas de estoque, e conseqüente melhoria no nível de serviço;
- ✓ Redução de embarques urgentes.
- ✓ E também alguns riscos apontados pelo autor:

- ✓ Complexidade: A implementação do EDI, quando for o caso, deverá ser testada exaustivamente para garantir a confiabilidade dos dados.
- ✓ Aceitação: os funcionários envolvidos nas duas empresas devem conhecer os objetivos e processos do VMI, já que a relação fornecedor-comprador muda.
- ✓ Comunicação: aumenta a dependência de comunicação entre fornecedor e comprador.
- ✓ Resistência: os vendedores do fornecedor podem ser contrários a um sistema que tira o poder de venda de suas mãos;
- ✓ Custos: acréscimo inicial devido a utilização de avançadas tecnologias, bem como absorção do custo do estoque mantido no cliente;
- ✓ Responsabilidade: aumento da responsabilidade do fornecedor com a gestão do estoque.
- ✓ Maior dependência do cliente pelo fornecedor;
Perda do controle sobre seu abastecimento pelo cliente.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA

Neste item, apresenta-se o protocolo da pesquisa, construído a fim de garantir que a condução da pesquisa dentro da unidade selecionada fosse realizada conforme a metodologia exposta. As ferramentas de coleta de dados, os questionários e roteiros para a condução das entrevistas foram baseados nos itens de Gestão de Estoques previamente validados. Outras informações adicionais foram capturadas através de observação direta e verificação de documentos.

Os itens abaixo representam o protocolo e procedimento utilizados para a condução desta pesquisa:

- a) Visita de conscientização sobre os objetivos da pesquisa.
- b) Entrevista preliminar com representante da empresa.
- c) Agendamento de cronograma de visitas para coleta de dados.
- d) Construção de roteiros com perguntas para entrevistas.
- e) Apuração e análise preliminar dos dados coletados.
- f) Verificação inicial dos dados coletados.
- g) Visitas para investigação de documentos.
- h) Entrevistas conforme roteiros de perguntas e outros eventuais questionamentos para maiores detalhes, quando necessário.
- i) Revisão da pesquisa bibliográfica, dados coletados e identificação de dados pendentes.
- j) Relatório final, conclusões e recomendações.

3.2 DESCRIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

A Proveu é uma indústria eletrônica focada no desenvolvimento de soluções para o mercado de gestão de pessoas, tendo como base uma linha de relógios de ponto informatizados, chamada de Kurumim. A empresa foi fundada em 2004 e é graduada na Incubadora de Base Tecnológica – IBT do Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia – CRITT, da Universidade Federal de Juiz de Fora. Seus produtos são fabricados

com tecnologia própria e distribuídos aos clientes finais através de revendedoras autorizadas espalhadas pelo território nacional. Suas compras de insumos para produção ocorriam não só diretamente de fábricas, como também de distribuidores ou mesmo do varejo, em alguns casos.

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados se iniciou por meio de reuniões agendadas com responsável da empresa para a realização das entrevistas e disponibilização dos documentos necessários. Paralelamente à esta coleta de dados, realizou-se uma análise da documentação e das informações obtidas, bem como foram solicitadas revisões de alguns destes dados, garantindo assim a confiabilidade dos mesmos.

Durante esta etapa, fez-se importante identificar o tempo ideal de utilização de dados históricos para que a previsão não fosse baseada em dados passados não mais condizentes com a realidade da empresa. O intervalo acertado foi de um ano, não muito curto a fim de ser considerado suficiente para boas análises, não muito longo para não contemplar grandes variações da demanda, já que a mesma encontrava-se em crescimento.

Segue lista de dados bases coletados para a execução do estudo:

- ✓ Lista de produtos;
- ✓ Histórico de demanda;
- ✓ Lista de materiais para cada produto;
- ✓ Lista de insumos de demanda dependente, incluindo custo unitário e peso;
- ✓ Lista de fornecedores;
- ✓ Histórico de compras;
- ✓ Transportadoras utilizadas para cada fornecedor e tabela de preços;
- ✓ Impostos sobre as mercadorias de acordo com a localização dos fornecedores;
- ✓ Histórico de lead time praticado de cada fornecedor (de acordo com o horizonte temporal abordado pelo Histórico de Compras);
- ✓ Políticas de desconto dos fornecedores;
- ✓ Restrições de fornecedores: faturamento mínimo, quantidades mínimas e múltiplas (tamanho do lote);
- ✓ Descrição da metodologia e do sistema utilizado pelo cliente para gestão de compras e de estoques;

Os dados foram coletados por meio de planilhas eletrônicas de controle de compras e estoques da empresa.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados resume-se em um tratamento dos mesmos a fim de definir políticas para cada insumo ou grupo de insumos.

Primeiramente, fez-se a análise da Curva ABC: calculou-se a demanda mensal e anual de cada insumo e, com base nos custos unitários dos mesmos, chegou-se à demanda valorizada (demanda anual x custo unitário) e as porcentagens da demanda valorizada e acumulada.

Além dos critérios “consumo anual” e “valor”, os dois comumente mais utilizados, considerou-se também alguns outros para definição de itens que ficaram muito próximos aos limites pré-estabelecidos. Tais critérios foram: consequência da falta de estoques, incerteza de fornecimento e alta obsolescência ou risco de deterioração. Com os resultados esboçados graficamente, agrupou-se os insumos em três grupos: A, B e C. A caracterização da Curva ABC para os insumos analisados resultou nos seguintes valores:

Grupo	% do valor total do estoque	% da quantidade de insumos	Quantidade de insumos
A	83,79	10,05	19
B	14,2	36,51	69
C	2,01	53,44	101

Quadro 2 – Distribuição do percentual do valor total do estoque e do percentual da quantidade de insumos, segundo a classificação ABC.

Fonte: o autor

Segue análise gráfica:

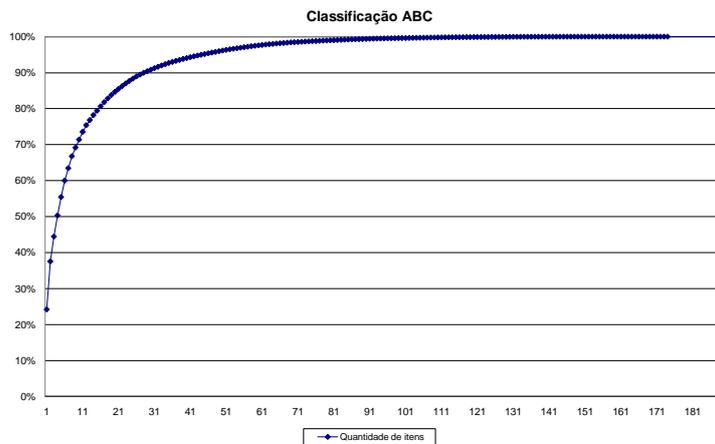


Figura 12 – Distribuição da quantidade de insumos, de acordo com suas porcentagens acumuladas segundo a classificação ABC
Fonte: o autor

Quanto às determinações das políticas adequadas, verificou-se cada item do Grupo A individualmente, uma vez que percebeu-se que estes representavam aproximadamente 83% de valor e 10% da quantidade de insumos na Curva ABC. Quanto aos itens dos Grupos B e C, fez-se opção por agrupá-los. O critério de agrupamento escolhido foi segundo o fornecedor, nos casos em que existiam mais de um insumo fornecido por uma mesma empresa, devido a simplificação de tratamento das políticas e minimização dos custos de transporte através de agregação de pedidos.

A partir dos dados históricos de *lead time*, definiu-se os *lead time* médios para cada insumo, bem como seus desvios padrão.

Para o cálculo da demanda foram utilizados apenas os dados históricos dos sete modelos (relógios de ponto) de maior demanda, e também foram definidos valores médios e desvios padrão.

Para definir o custo de ressurgimento, foi necessário obter os custos de transporte por meio de tabelas de preços de transportadoras, para os casos em que esse custo não é definido pelo próprio fornecedor.

A taxa referente ao custo de oportunidade é a melhor taxa interna de retorno que pode ser obtida pela empresa em um investimento financeiro.

Ballou (2006) afirma que esse custo pode representar acima de 80% dos custos totais de estoque e, como agravante, é também o mais intangível de todos os outros elementos dos custos de manutenção de estoque.

O conceito de custo de oportunidade se refere a uma possível perda de rendimentos pela opção por uma determinada alternativa em detrimento de outra. Seu cálculo pode ser feito em função da diferença de resultado entre duas alternativas: a que de fato se concretizou e a que teria se concretizado caso a opção tivesse sido diferente. Para se analisar esta diferença é preciso considerar as possíveis receitas e custos das duas alternativas. Assim, o custo financeiro do estoque faz referência a um possível rendimento que o capital imobilizado teria, caso fosse aplicado em algum outro projeto da empresa. Neste caso, a aplicação em outro projeto seria a alternativa à decisão tomada de investir o capital em uma conta do ativo. (LIMA, 2007, p.1)

Uma importante questão em análise de investimentos é o risco inerente, portanto, não se devem avaliar investimentos observando apenas suas taxas de retorno. Os graus de riscos apresentados por empreendimentos diferentes são frequentemente bastante distintos, tornando esse tipo de comparação um pouco difícil e sem muito sentido. Quando isso ocorre, deve-se adotar como custo de oportunidade uma taxa livre de risco (MARTINS; ALT, 2009). Considerando esses fatores, a empresa optou por adotar a premissa de utilização da Taxa Selic - Sistema Especial de Liquidação e de Custódia, na qual se baseia a remuneração aos títulos do Governo Federal. No período em que o estudo foi realizado, o seu valor estava próximo à 13,75%.

Não foram considerados outros custos indiretos, como aluguel de área de estocagem, hora de trabalho dos responsáveis, etc., uma vez que, a princípio, estes são considerados pela empresa pouco relevantes perante o custo de oportunidade da mesma.

É válido ressaltar que, anteriormente, o cálculo do estoque de segurança pela empresa considerava apenas o preço e a facilidade de encontrar os itens com os fornecedores: para os itens mais baratos e de maior facilidade, usam estoque de segurança menor (por exemplo, de uma semana), e em outros eram utilizados valores mais altos pelo critério de variabilidade. Para o novo método de cálculo proposto, além do maior critério na adoção de fórmulas e cálculos, utilizou-se arredondamento superior a fim de minimizar a probabilidade de faltas do insumo.

4. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS ALCANÇADOS

O estudo definiu políticas de compras e de gestão de estoques para os insumos de demanda dependente. Foram obtidos os parâmetros de quanto e quando pedir, o estoque mínimo e de segurança, o número de pedidos por ano, o intervalo de revisão entre os pedidos, e o nível de reposição dos insumos. Essas informações foram dispostas em planilhas do *Microsoft Excel*®, sendo a divisão por insumos (Grupo A) ou por fornecedor (Grupo B e C), como justificado no item anterior.

Fez-se uma avaliação do atual sistema de administração de compras e estoques, a fim de viabilizar sugestões e melhorias com a implantação das políticas propostas, tornando a gestão de estoques uma atividade mais dinâmica, funcional e principalmente eficiente na relação custo-benefício. Também foram definidos indicadores para medir o desempenho das políticas e considera-se que a manutenção dos mesmos, bem como uma prática evolutiva de dimensionamento dos estoques de segurança são fundamentais para o bom planejamento e controle de estoques.

4.1.1 Políticas Sugeridas

4.1.1.1 Lote Econômico

Esta foi a política adotada para os insumos do Grupo A, visto que é a mais indicada para itens mais caros, importantes, ou com alto custo de falta (CORRÊA; DIAS, 1998). Abaixo será exemplificado o tratamento sugerido para o item codificado como 1040, do Grupo A.

Primeiramente, apresenta-se alguns dados importantes do insumo, como a curva de demanda e de tempo de ressuprimento dos últimos 12 meses, dentre outros como peso, custo e restrições para formação de lotes de compra:

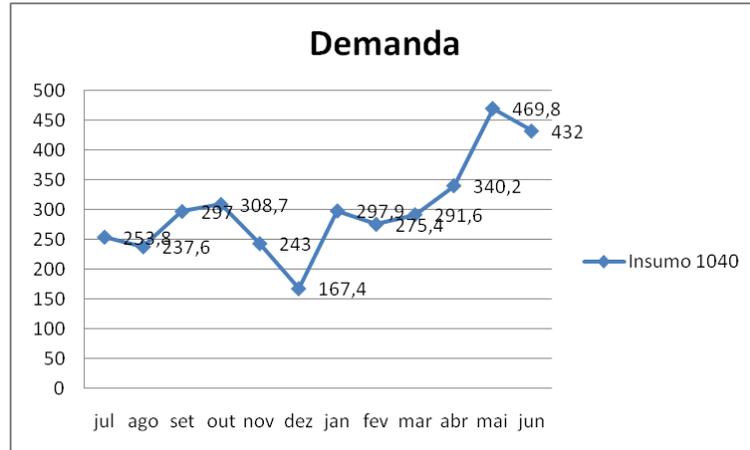


Figura 13 – Curva de Demanda dos últimos 12 meses do insumo codificado como 1040
Fonte: o autor

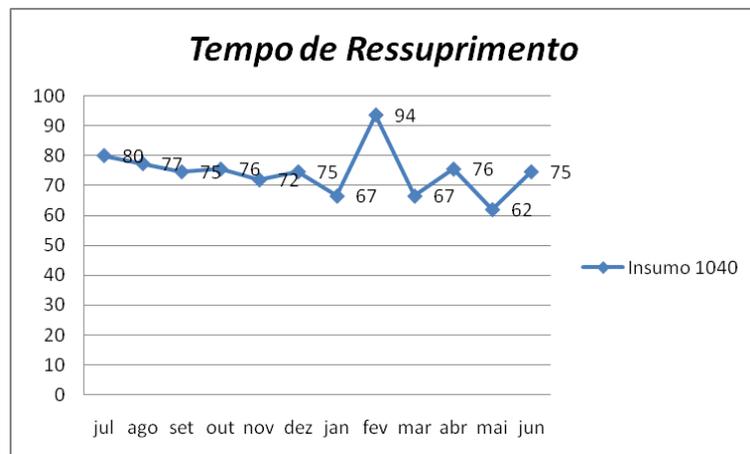


Figura 14 – Curva de Tempo de Ressuprimento dos últimos 12 meses do insumo codificado como 1040
Fonte: o autor

Dados insumo 1040	
Peso do insumo (Kg)	0,00073944
Lote mínimo (unid)	34
Lote múltiplo (unid)	34
Custo unitário (\$)	4,86
Demanda anual (unid)	3614
Demanda diária média (unid)	9,90
Desvio padrão da demanda	2,76
Lead time médio (dias)	74,48
Desvio padrão do lead time	7,93

Quadro 3 – Dados do insumo codificado como 1040
Fonte: o autor

Encontrou-se o Custo Total ótimo, através da fórmula anteriormente apresentada:

$$CT = S \times \left(\frac{Ra}{Q} \right) + \left(\frac{Q}{2} \right) \times H \times Ca$$

Sabe-se que S é o Custo de Pedido Individual. Quando este insumo é solicitado pelo cliente ao fornecedor, o mesmo é transportado via empresa do setor de transporte rodoviário, aqui codificada como “TB”, que possui a seguinte tabela de preço por faixa de peso:

Faixas de peso (Kg)	Frete (R\$)
0 à 20	R\$ 21,06
21 à 50	R\$ 23,67
51 à 70	R\$ 26,46
71 à 100	R\$ 28,98

Quadro 4 – Frete por Faixas de Peso da transportadora codificada como “TB”
Fonte: o autor

O Custo de Pedido Total varia, então, de acordo com o peso do pedido, e consequentemente, com o tamanho do lote.

Aplicando-se os dados apresentados nos Quadros 4 e 5 à fórmula do Custo Total, tem-se:

$$CT = S \times \left(\frac{3614}{L \times 34} \right) + \left(\frac{L \times 34}{2} \right) \times 4,86 \times 0,1375$$

Para os casos como este, em que o custo de ressuprimento não é fixo, foi utilizado o *Solver* (Microsoft Excel®) como ferramenta de auxílio nos cálculos para encontrar o custo ótimo, considerando-se estas faixas como restrições.

The image shows a screenshot of the Microsoft Excel Solver tool. The Solver Parameters dialog box is open, showing the target cell as \$F\$9 (Calculation of Total Cost) and the variable cells as \$B\$9. Constraints are listed as \$B\$9 = número, \$B\$9 >= 0, and \$B\$9 >= 1. The background spreadsheet shows columns for 'Valor da nota' (R\$ 1.846,80) and 'Quantidade de lotes' (9), with a total cost of R\$ 488,54.

Figura 15 – Representação da utilização da ferramenta Solver (Microsoft Excel®)
Fonte: o autor

O resultado ótimo poderia estar em qualquer uma das faixas. O gráfico abaixo apresenta a variação do Custo Total para diferentes quantidades de lote por pedido

(lembrando que cada lote, para este caso, possui 38 unidades do produto), que consequentemente geram diferentes Custos de Pedido:

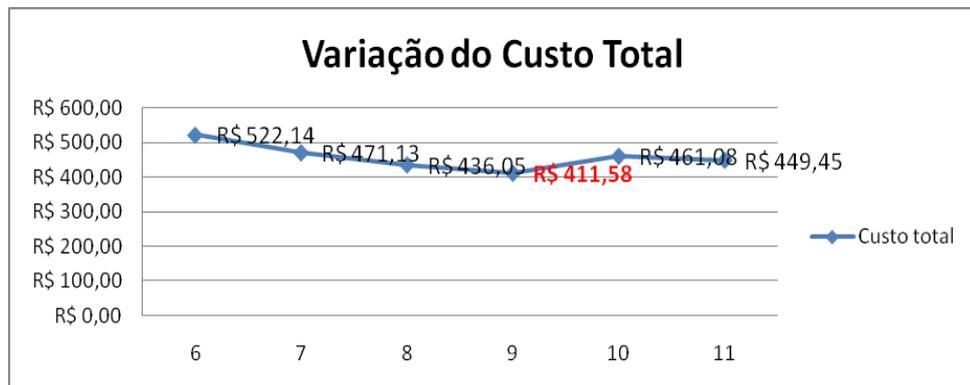


Figura 16 – Curva do Custo Total do insumo codificado como 1040
Fonte: o autor

Portanto, percebe-se que o Custo Total ótimo é de R\$ 488,54, equivalente à 9 lotes por pedido, ou seja, Lote Econômico de $9 \times 34 = 306$ unidades. O peso total do pedido é de $306 \times 0,00073944 = 0,22626$ Kg, que se enquadra na primeira faixa de peso da transportadora, com frete de R\$ 21,06. Com o acréscimo de outras taxas na nota da transportadora (ICMS, GRIS e Pedágio) em função do valor da nota fiscal, chegou-se à um Custo de Pedido Individual de R\$28,13.

Em seguida, calculou-se o Estoque de Segurança:

$$ES = K \sqrt{(TR \times \sigma Rd)^2 + (Rd \times \sigma TR)^2 + (\sigma Rd \times \sigma TR)^2}$$

$$ES = 1,645 \sqrt{(74,48 \times 2,76)^2 + (9,90 \times 7,93)^2 + (2,76 \times 7,93)^2} = 363,76$$

Arredondando para o superior, chegou-se à um estoque de segurança de 364 unidades.

E o Ponto de Ressuprimento:

$$PR = TR \times Rd + ES$$

$$PR = 74,48 \times 9,90 + 363,76 = 1101,11$$

Arredondando para o superior, chegou-se à um ponto de ressuprimento de 1102 unidades.

Além disto, algumas análises foram diferenciadas de acordo com particularidades no ressuprimento de alguns insumos:

Por exemplo, para insumos em que o custo de ressurgimento alterava-se em função apenas do peso, e não também pelo valor da nota fiscal, calculou-se o Lote Econômico para cada faixa de peso (utilizando o custo de pedido da faixa) e adotou-se aquele cuja quantidade se adéqua à faixa de peso em questão, que conseqüentemente apresenta o menor custo total, obtido através do Solver®. Um exemplo deste caso é o insumo codificado como 1055:

Dados insumo 1055	
Peso do insumo (Kg)	0,01673397
Lote mínimo (unid)	45
Lote múltiplo (unid)	5
Custo unitário (\$)	16,68
Demanda anual (unid)	2579
Demanda diária média (unid)	7,07
Desvio padrão da demanda	2,07
Lead time médio (dias)	32,02
Desvio padrão do lead time	10,75

Quadro 5 – Dados do insumo codificado como 1055
Fonte: o autor

Faixas de peso (Kg)	Frete (R\$)
até 0,3	R\$ 8,65
0,3 a 1	R\$ 9,32
1 a 2	R\$ 10,44
2 a 3	R\$ 11,38
3 a 4	R\$ 12,51
4 a 5	R\$ 13,57
5 a 6	R\$ 14,70
6 a 7	R\$ 15,82

Quadro 6 – Frete por Faixas de Peso da transportadora codificada como “TC”
Fonte: o autor

Faixas de peso (Kg)	Frete (R\$)	LE	LE arredondado	Peso (Kg)	CT	CT ajustado
até 0,3	R\$ 8,65	132,345	135	2,79	R\$ 337,20	R\$ 405,52
0,3 à 1	R\$ 9,32	137,349	140	2,88	R\$ 349,91	R\$ 405,52
1 à 2	R\$ 10,44	145,404	150	3,07	R\$ 370,49	R\$ 405,52
2 à 3	R\$ 11,38	151,785	155	3,16	R\$ 386,66	R\$ 405,52
3 à 4	R\$ 12,51	159,165	160	3,35	R\$ 405,52	R\$ 405,52
4 à 5	R\$ 13,57	165,789	170	3,44	R\$ 422,33	R\$ 405,52
5 à 6	R\$ 14,70	172,521	175	3,63	R\$ 439,54	R\$ 405,52
6 à 7	R\$ 15,82	179,001	180	3,72	R\$ 455,99	R\$ 405,52
7 à 8	R\$ 16,94	185,211	190	3,9	R\$ 471,89	R\$ 405,52
8 à 9	R\$ 18,06	191,259	195	4	R\$ 487,24	R\$ 405,52
9 à 10	R\$ 19,19	197,127	200	4,09	R\$ 502,16	R\$ 422,33
10 à 11	R\$ 20,03	201,384	205	4,18	R\$ 512,99	R\$ 422,33

Quadro 7 – Resultados encontrados para o insumo codificado como 1055
Fonte: o autor

Percebe-se que com o ajuste do Custo Total segundo a faixa de peso real, este permanece como R\$ 405,52 para um lote que pode variar de 135 à 195 unidades. Indica-se, então, 195 unidades como o lote econômico para este insumo.

Em seguida, calculou-se o Estoque de Segurança e o Ponto de Ressuprimento que resultaram em, respectivamente, 189 unidades e 441 unidades.

4.1.1.2 Revisão Periódica

A política de Revisão Periódica foi adotada para os insumos dos grupos B e C. Apesar de ser uma política que absorve as variações de demanda, é mais indicada para produtos que não são os mais importantes no processo, por oferecer um custo de falta do insumo mais alto que a Política do Lote Econômico.

Como os insumos foram agrupados segundo o fornecedor, os N's (número de revisões a serem realizadas anualmente) devem ser os mesmos para os insumos de um mesmo grupo, o que otimiza (dentro desta premissa) os custos e o tempo envolvido na elaboração de um pedido. Os custos de transporte foram rateados igualmente entre os insumos do fornecedor.

É importante ressaltar que, a cada intervalo de revisão, deve-se contar o estoque e, caso a quantidade seja inferior ao nível máximo de estoque, faz-se um pedido que seja igual a: $\text{Nível Máximo de Estoque} - (\text{Estoque presente} + \text{Quantidade pendente})$.

Esta quantidade pendente faz referência à compras que já foram processadas e ainda não chegaram. Caso a quantidade (Q) não atinja o mínimo exigido pelo fornecedor, deve-se fazer com que a quantidade a ser pedida seja este valor mínimo. Caso a quantidade não seja um valor múltiplo do estipulado pelo fornecedor, deve-se arredondar o pedido para o múltiplo superior mais próximo. Essa quantidade a mais pedida será compensada no próximo pedido. Abaixo será exemplificado o tratamento sugerido para os itens do fornecedor codificado como "FA", do Grupo C.

Dados dos insumos	1080	1116	1235	1115
Peso (Kg)	0,000306	0,000612	0,002574	0,000279
Lote mínimo (unid)	90	90	90	180
Lote múltiplo (unid)	90	90	90	90
Custo unitário (\$)	0,07	0,21	0,41	0,02
Demanda anual (unid)	8029	2159	845	2702
Demanda diária média (unid)	22,00	5,91	2,31	7,40
Desvio padrão da demanda	12,32	1,57	1,54	4,21
Lead time médio (dias)	13,50	6,90	11,88	13,84
Desvio padrão do lead time	5,69	5,79	5,53	5,77

Quadro 8 – Dados dos insumos do fornecedor codificado como “FA”

Fonte: o autor

O gráfico abaixo apresenta a variação do Custo Total para diferentes valores de N (quantidade de pedidos anual):

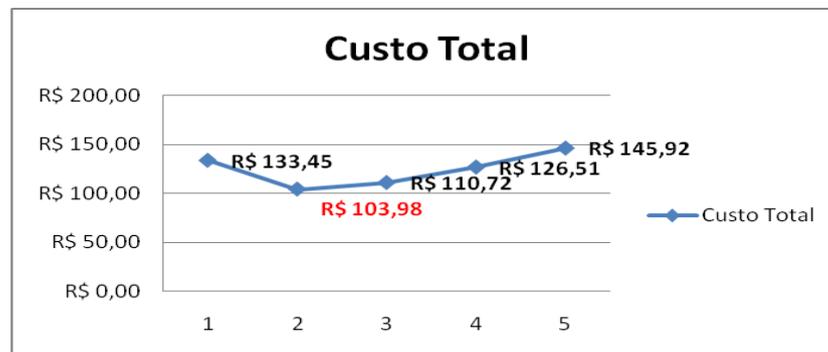


Figura 17 – Curva do Custo Total dos insumos do fornecedor codificado como “FA”

Fonte: o autor

Portanto, percebe-se que o Custo Total ótimo é de R\$ 103,98, equivalente à 2 pedidos por ano, ou seja, um intervalo de 182 dias entre pedidos. Para este N, tem-se os seguintes níveis máximos de estoque (M):

$$M = Rd \times (ND + TR) + ES$$

Nível Máximo de Estoque (unid)
4802
1205
508
1621

Quadro 9 – Níveis máximos de estoques encontrados para os insumos do fornecedor codificado como “FA”

Fonte: o autor

4.1.1.3 Demanda no lead time

Alguns insumos dos grupos B e C são fornecidos sem custo de transporte. A princípio, adotou-se a utilização da fórmula do custo total, zerando-se a parte referente ao

custo total de ressurgimento. Porém, ao usar esta fórmula na célula de destino do *Solver*®, o resultado encontrado tendeu a um N (número de pedidos anual) infinito, como era de se esperar. Como isto torna a utilização do modelo inviável, uma vez que indica uma política integralmente “*just in time*”, adotou-se um tratamento que foi denominado “Demanda no *lead time*”: com os valores da demanda diária do insumo e o *lead time* real do fornecedor do insumo, o pedido deve ser feito em intervalos que sejam iguais a esse *lead time* e a quantidade a ser pedida deve ser igual:

$$Q = (TR \times Rd) + ES$$

Este caso será exemplificado através do insumo codificado como 1221, que possui os seguintes dados:

Dados insumo 1221	
Lote mínimo (unid)	1
Lote múltiplo (unid)	1
Custo unitário (\$)	1,242
Demanda anual (unid)	993
Demanda diária média (unid)	2,72
Desvio padrão da demanda	1,95
<i>Lead time</i> médio (dias)	3,42
Desvio padrão do <i>lead time</i>	3,20

Quadro 10 – Dados do insumo codificado como 1221

Fonte: o autor

Foram encontrados, então, os seguintes resultados:

Demanda no LT (unid)	10,33
Custo total (\$)	0,98
ES (unid)	23,14

Quadro 11 – Resultados encontrados para o insumo codificado como 1221

Fonte: o autor

Cabe ressaltar que o intervalo do *lead time* é o tempo máximo de intervalo de revisão, e como não há custo de transporte sugeriu-se que a Proveu analisasse com seus fornecedores a viabilidade de definir um intervalo de revisão tão menor quanto possível.

4.1.2 Escolha de Transportadoras

Na análise dos custos de ressurgimento, para alguns casos fez-se também uma comparação entre as transportadoras possíveis de serem utilizadas. Isto porque, com frequência, havia necessidade de a empresa fazer compras urgentes, em que os pedidos tinham que ser transportados por uma empresa aqui codificada como “TC”. Então, foram

feitos testes para os fornecedores que utilizam os serviços da “TC”, simulando o transporte através de uma transportadora disponível a fim de perceber qual ofereceria um custo menor, e auxiliar a empresa na tomada de decisões sobre como transportar seus insumos incorrendo em preços menores. Os seguintes exemplos representam os resultados encontrados:

Para o insumo codificado como 1055, transportado na maioria das vezes pela “TC”, foi constatado que o mesmo deve continuar utilizando esta forma de transporte, pois esta fornece um Custo Total (CT), bem como um Custo de Ressuprimento (CR) menor quando comparada com o valor fornecido pela outra opção de transportadora, codificada como “TB”. Esta foi uma informação considerada de muita importância pela empresa, visto que esta opção de transporte via “TC”, apesar de comumente utilizada, era vista como transporte de alto custo, que deveria ser acionado apenas em casos de urgência.

Esta análise também foi realizada para alguns insumos dos Grupos B e C, resultando em diferentes possibilidades a serem utilizadas pela Proveu na decisão por qual transportadora contratar, visando sempre minimizar seus custos.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os modelos de gestão de estoques, principalmente a definição dos estoques de segurança, têm uma série de pressupostos e são simplificadores. É importante que, em termos de uso prático, estes e seus resultados sejam vistos como boas aproximações, mas não como verdades absolutas. De qualquer modo, espera-se obter algumas melhorias significativas:

- ✓ Diminuição dos custos de gestão de estoques;
- ✓ Melhoria no nível de atendimento ao cliente;
- ✓ Aumento da competitividade empresarial;
- ✓ Melhorias no sistema atual de compras.

Quanto à sistema de compras, segundo Corrêa e Dias (1998), o ideal é buscar modalidades de aquisição que reduzam os custos da colocação de uma ordem de compra, seja através do uso das compras em aberto, seja através do uso de aquisições através da internet. Negociações com fornecedores que sejam capazes de fornecer a real quantidade demandada na hora certa são fundamentais para a redução do custo de compra. Importante ainda cuidar da utilização de modais mais eficientes para transporte de pequenos lotes e conseguir dos fornecedores processos de qualidade que permitam a certeza das quantidades fornecidas.

Sugere-se que este Modelo de Gestão de Estoques seja revisado preventivamente trimestralmente, buscando detectar possíveis falhas ou correções, principalmente no que tange aos dados, como demanda e *lead time*. Além disso, pode-se estar atuando de forma corretiva, caso o valor do estoque de segurança caia mais de $2/3$ do valor inicial. Pode-se também revisar o modelo caso haja uma entrada considerável de novos insumos.

5. CONCLUSÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os objetivos estabelecidos, conclui-se que o trabalho possibilitou o desenvolvimento de uma proposta de um modelo de gestão de estoques viável econômico e operacionalmente à empresa em estudo, além de proporcionar benefícios relevantes a mesma sob a ótica do custo/benefício, respeitando o nível de serviço ao consumidor sem altos níveis de estoques ou elevados custos de manutenção.

A geração de informações atualizadas sobre quanto e quando é necessário o suprimento de recursos materiais, bem como o conhecimento dos custos de aquisição e manutenção dos estoques para atender as necessidades de consumo do fluxo produtivo são vistos como principais resultados do estudo. Comenta-se que tal benefício também pode ser visto como facilitador de uma possível sistematização e padronização da Gestão de Estoques na empresa. Pode-se destacar também a redução de custos de gestão de estoques, melhorias no sistema de compras, melhorias no sistema de gestão de estoques e nível de atendimento ao cliente, bem como aumento da competitividade empresarial, como consequência da exposição de dados sólidos, vitais para qualquer empresa que deseja lançar-se competitiva no mercado atual. Ressalta-se também que o conjunto de planilhas técnicas com informações para cada insumo ou grupo de insumos disponibilizado, possibilitou que o processo de gestão de estoques se tornasse funcional e dinâmico.

Conforme revisão da literatura, observou-se a existências de várias propostas para a implementação de um programa de gestão de estoques e suprimentos. Este processo pode ocorrer de várias maneiras conforme as características e necessidades da empresa em questão. Deste modo, diz-se que não existe uma estrutura formal de implementação de um sistema de gestão de estoques e suprimentos e, portanto, os resultados e conclusões apresentados são válidos apenas para o caso analisado, não devendo ser generalizados sem um estudo sólido e detalhado.

Durante a entrega dos resultados recomendou-se também a utilização de ferramentas de medição e diagnóstico, a exemplo das que foram apresentadas neste trabalho, giro de estoque e acurácia. Além de possibilitar o controle e acompanhamento dos resultados, contribui na identificação de possíveis pontos fracos no processo e, desse modo, consegue-se alinhar esforços para a melhoria contínua em todos os aspectos da organização.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Conforme contextualizado no item 2.6, recomenda-se que a prática intitulada como VMI esteja entre os itens de análise na continuidade ou revisão deste estudo, a fim de verificar as possibilidades de incremento na gestão de estoques e suprimentos da Proveu. É importante garantir que os benefícios oferecidos pelo VMI sejam interessantes para o momento de maturidade da empresa, bem como que os riscos envolvidos sejam possíveis de serem monitorados e/ou minimizados.

Outra recomendação para trabalhos futuros consiste em um estudo dos problemas/desafios encontrados no uso de Sistemas de Informação para Gestão de Estoques. Este estudo se faz importante como tentativa de garantir que tais Sistemas de Informação sejam aderentes às necessidades de atualizações e melhoramentos contínuos pelas empresas que usam ou pretendem usar de métodos de Gestão de Estoques de modo sistematizado, porém flexíveis às adaptações necessárias.

6. REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- ASSAF NETO, A.; SILVA, C. A. T. **Administração do capital de giro**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Boockman, 2006.
- BERNSTEIN, P.L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. 6 ed. São Paulo: Editora Campus, 1997.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. 1 ed. Sao Paulo: Atlas, 2001.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos. Estratégia, planejamento e operação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall Brasil, 2003.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimento: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- CORRÊA, H. L.; DIAS, G. P. P. D. De volta a gestão de estoques: as técnicas estão sendo usadas pelas empresas? In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 1998, São Paulo. **Anais**: São Paulo, FGVSP, 1998.
- COUNCIL OF SUPPLY MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Glossário**. Lombard, United States, 2010. Disponível em: <<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>. Acesso em: 03 jul. 2010.
- GANDHI, U. **Vendor Managed Inventory: a New Approach to Supply Chain Management**. 2003. 132 f. Dissertação (*The Master of Industrial and Systems Engineering*) – Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA, EUA, 2003.
- GARCIA, E. S.; LACERDA, L. S.; AROZO, R. Gerenciando incertezas no planejamento logístico: o papel do estoque de segurança. **Revista Tecnológica**, v. 63, p. 36-42, fev. 2001.
- GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GONÇALVES, C.; PAMPLONA, E. O. Obtenção de dados para cálculo de custos em micro e pequenas empresas: uma aplicação em uma pequena empresa do setor. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador, Bahia. **Anais**: Salvador, ABEPRO, 2001.
- LIMA, M. P. **Estoque: Custo de Oportunidade e impacto sobre os indicadores financeiros**. CEL - Centro de Estudos em Logística - CEL – COPPEAD - UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2003.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MELLO, L. C. B. B.; BANDEIRA, R. A. M. B.; LEUSIN, S. Analizando uma proposta de alinhamento entre o suprimento e a demanda: o caso do setor de gases industriais no Brasil. **Revista Produção**, São Paulo, v. 6, n. 1, 2006.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONTANHEIRO, W. J.; FERNANDES, L. A. Gestão de estoques de materiais em uma confecção. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 5., 2008, Resende. **Anais**: Resende, Associação Educacional Dom Bosco, 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PALOMINO, R. C.; CARLI, F. S. Proposta de modelo de controle de estoques em uma empresa de pequeno porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais**: Rio de Janeiro, ABEPRO, 2008.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, R. A. C.; MARTINS, D. D. S.; MARTINS, M. F. Desenvolvimento de uma ferramenta voltada para o planejamento do consumo e da compra de farinha de trigo em uma pequena empresa industrial. In: SIMPÓSIO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3., 2007, Viçosa. **Anais**: Viçosa, UFV, 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, 2002.

TEIXEIRA, J. A. J. T. **Metodologia para implementação de um sistema de gestão de estiques baseado em previsão de demanda**. 2004. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

7. ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral¹ e criminais previstas no Código Penal², além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20 ____.

NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

Matrícula

ASSINATURA

CPF

¹ LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

² Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.