

REDIMENSIONAMENTO DO ESTOQUE DE SEGURANÇA E LOTE ECONÔMICO DE COMPRA DE MATÉRIA PRIMA EM UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS PESADOS

Aluno: **Thiago Henrique Braga**

Orientador: **Dr. Paulo Sérgio de Arruda**

LALT – Laboratório de Aprendizagem e Logística e Transporte

FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

No segmento de construção-civil, equipamentos pesados, os custos relacionados a matéria prima de uma indústria consomem uma boa parcela da margem de lucro. Sobre a visão Logística e Gestão de Suprimentos há, portanto uma busca constante por novos processos ou métodos que reflitam a redução de custos em gestão de estoque. Um dos fatores que compõe o custo do estoque, que por muitas empresas não é dado a devida importância, é o estoque de segurança juntamente ao lote econômico de compra. O objetivo deste trabalho é evidenciar a contribuição do custo do estoque de segurança e lote econômico de compra e propor uma redução nestes custos. Os resultados deste trabalho identificou que o atual método de dimensionamento de estoque de segurança da empresa não é adequado, onde o estoque de segurança é somente definido quando há uma parada de produção e a quantidade definida sempre é o lote econômico de compra. Com o novo método proposto podemos redefinir os estoques de segurança, podendo assim reduzir as paradas de produção e reduzir os custos em R\$18.107,35 efetivamente aplicados. Da mesma forma identificamos que o atual método de definição do lote econômico não é adequado, onde simplesmente é considerada a quantidade informada na cotação pelos fornecedores, causando excesso de material. Com o novo método a cada novo desenvolvimento o novo lote econômico de compra será calculado pelo comprador e negociado com o fornecedor, e para os atuais itens o lote econômico de compra foi calculado e identificou-se uma oportunidade de redução de R\$118.570,31 a ser aplicada de acordo com a negociação com a base de fornecedores.

ABSTRACT

In the segment of civil construction, heavy equipment, the costs related to raw materials of industry consumes a good portion of the profit margin. About the Logistics and supply Management vision there is a constant search for new processes or methods that reflect the cost reduction in inventory management. One of the factors that make up the cost of the stock, which in many companies is not given due importance, is the safety stock along with the economic lot of purchase. The aim of this paper is to highlight the contribution of the cost of safety stock and economic lot of purchase and propose a reduction in these costs. The results of this study identified that the current method of sizing of safety stock of the company is not appropriate where the safety stock is only defined when there is a stop of production and the amount set is always the economic lot of purchase. With the new method proposed can reset security stocks, and thus reduce production stops and reduce costs in R\$18.107,35 effectively applied. Similarly we have identified that the current method of setting economic batch is not suitable, where simply is considered the amount posted in the quote by suppliers, causing excess material. With the new method each new development the new batch of economic purchase will be calculated by the buyer and negotiated with the supplier, and for the current batch of economic purchase items was calculated and identified an opportunity to R\$ 118,570 .31 reduction to be applied according to the trading with the supplier base.

1. INTRODUÇÃO

A estratégia logística de uma empresa está diretamente relacionada com a redução de custos diante do fluxo de materiais e informações do processo logístico. O alinhamento estratégico ocorrerá quando a empresa estabelecer o equilíbrio entre ambos os objetivos, redução de custos e nível desejado de atendimento ao cliente, ou seja, eficiência em custos e entrega (Chopra, Meindl, 2003).

A utilização de estoques seja de segurança ou de cobertura para atender à demanda média

durante o lead time é extremamente importante porque possibilita um melhor nível de atendimento ao cliente e melhor competitividade da empresa em relação aos concorrentes (Santos, Rodrigues, 2006). Os estoques de segurança existem por causa das incertezas da demanda e do lead time de fornecimento. Se a demanda fosse determinística e a reposição fosse instantânea, não haveria a necessidade desse tipo de estoque (Ballou, 2006).

A operação em uma empresa multinacional fabricante de equipamentos pesados, com uma unidade fabril voltada para equipamentos de construção civil localizada no estado de São Paulo, será objeto deste caso especificamente sob a ótica do custo de gestão dos estoques.

O custo de inventário é composto por diversos fatores tais como: armazenagem, frete, embalagem, lote mínimo, estoque de segurança, etc. Dentre eles destaca-se o custo de estoque de segurança que é pouco analisado, mas que em alguns casos contribui para um considerável incremento no custo total do inventário.

No momento que uma empresa decide manter um estoque de segurança, ela está definindo que irá obter do fornecedor uma quantidade maior para atender à demanda planejada e que será utilizada no caso de uma eventualidade.

Os diversos tipos de estoques existentes em uma companhia podem gerar benefícios como o rápido atendimento ao cliente, redução de custos com economias de produção, na compra e no transporte, redução dos efeitos causados pela variabilidade entre o tempo de produzir e transportar e também o atendimento contra efeitos não previstos como greves, incêndios e variações bruscas na demanda.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é redimensionar o estoque de segurança e lote econômico de compra de matéria prima em uma indústria de equipamentos pesados para permitir redução dos níveis de estoque e garantir o nível de serviço.

1.2 PROBLEMA / OPORTUNIDADE

Manter estoque de segurança atualmente pode parecer um contrassenso, na medida em que isto significa manter estoque. Existem várias situações em que uma empresa não consegue ter controle sobre todas as variáveis que provocam algum tipo de incerteza, seja em seu ambiente interno, seja no externo. Nestes casos, o estoque é necessário porque permite compatibilizar o fornecimento com a demanda.

É o caso de indústrias com cadeias de suprimentos muito internacionalizadas, nas quais os longos ciclos logísticos que separam o fabricante dos seus fornecedores geram uma incerteza que força o uso do estoque de segurança. Sendo assim muitas empresas acabam não dando a devida importância ao estoque de segurança e lote econômico de compra, focando apenas no nível de serviço. É esta a oportunidade identificada para este trabalho, o superdimensionamento do estoque de segurança.

1.3 JUSTIFICATIVA

Hoje, o entendimento de estoques é mais bem compreendido que já foi em anos atrás, o entendimento da estratégia de gestão de estoque é fator chave visto que o objetivo é reduzir

custos, mas não baixar a zero e afetar assim a disponibilidade. Cada vez mais as empresas estão buscando garantir disponibilidade de produto ao cliente final com o menor nível de estoque possível.

São diversos os fatores que vem determinando este tipo de política. A diversidade crescente no número de produtos, tornando mais complexa a contínua gestão dos níveis de estoque, dos pontos de pedido e dos estoques de segurança. Em empresas onde a cadeia logística é cada vez mais internacionalizada é fundamental um processo robusto de análise quantitativa e qualitativa visando atender a demanda com grande variação em curto espaço de tempo.

A tarefa de encontrar o ponto ideal no *trade-off* entre ter um estoque reduzido e atender o nível de serviço não é uma tarefa fácil, mas esta é uma tarefa atual e contínua nas empresas, com produtos complexos e com grande competitividade, onde a malha logística é sempre revista a fim de obter um melhor tempo de trânsito, sendo assim aumentando a possibilidade de diminuir os estoques internos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 GESTÃO DE ESTOQUES

Entende-se como definição de estoque um componente gerencial essencial na administração de hoje e do futuro. Nos anos 80, por exemplo, diversas empresas tiveram problemas estratégicos sérios por acharem que deveriam, a todo custo, baixar a zero seus estoques, devido a um entendimento equivocado das mensagens subliminarmente passadas pela superioridade incontestável dos sistemas de gestão japoneses daquele tempo, (Corrêa, Giansesi e Caon, 2011).

Os estoques são ativos tangíveis, adquiridos ou produzidos por uma empresa, objetivando a sua comercialização ou utilização própria em suas operações. A estratégia de manter um nível de inventário seguiria de acordo com a meta de nível de serviço e da política a ser adotada pela empresa, e essa decisão está relacionada à incerteza na demanda ou no fornecimento, (Faria e Costa, 2013).

2.1.1 TIPOS DE ESTOQUES

Os estoques existem em várias categorias, as quais apresentam características próprias e importâncias relacionadas às suas funções que desempenham, estoque de ciclo, estoque de segurança, estoque de produtos em processo e estoque de especulação.

- estoques de ciclo são gerados quando o tamanho do lote é maior que a demanda, por diversos motivos, negociações com fornecedores, lote mínimo de compra ou de fabricação, ou redução em outros custos como frete e armazenagem, e desta forma os estoques são reabastecidos ciclicamente a medida que diminuem conforme o consumo, (Schwitzky, 2001).
- estoque de segurança, que pode também ser conhecido como estoque mínimo, por definição deve ser a quantidade mínima de um estoque, utilizado com o objetivo para suprir eventuais divergências, sejam elas: atrasos na reposição; divergências de inventário; oscilação no consumo; rejeito por não conformidade de qualidade, (Dias, 2009).

- estoque de produtos em processo é qualquer peça ou componente que esta em utilização no processo fabril e são parcialmente acabados, de alguma forma foi processada e adquiriu outras características no final do processo (Dias, 2009).
- estoque de especulação conforme estratégia da companhia é gerado quando alguns produtos variam muito de preço e tem a expectativa de aumento futuro, e nestes casos adquirem uma grande quantidade para armazenar e vender futuramente quando os preços aumentarem, com isso cria-se valor ao produto correspondente a efetivação do lucro, (Schwitzky, 2001).

2.1.2 CLASSIFICAÇÃO ABC

Conhecida também como lei 80/20, ou curva ABC, baseada na lei de Pareto que mostra que uma pequena parcela de um grupo que pode representar a maior parte de uma determinada característica. Esta abordagem é utilizada para o agrupamento de SKUs (*stock keep unit*), traduzindo isto para a gestão de estoques, podemos dizer que os itens de classe A são os itens de maior valor, onde 20% dos itens em estoque correspondem a 80% do valor em estoque, em seguida temos os itens classe B, onde 30% dos itens em estoque correspondem a 15% do valor em estoque e os itens classe C que são os itens de menor valor, onde 50% dos itens em estoque representam 5% do valor em estoque (Jacobs e Chase, 2012). A figura 1 exemplifica melhor a representação da curva ABC.

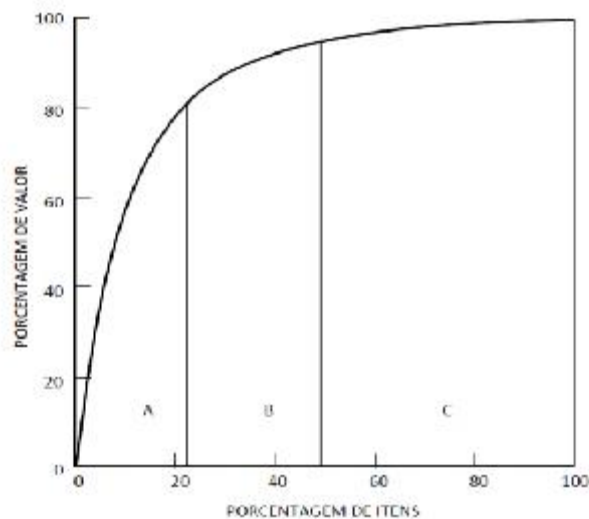


Figura 1: Classificação ABC

2.1.3 CUSTO TOTAL DO ESTOQUE

Os estoques implicam em custos, que mal gerenciados, podem exceder os ganhos obtidos com a sua existência. O conhecimento da existência desses custos é, portanto, fundamental para o dimensionamento e controle dos estoques. Os custos dos estoques podem ser divididos em três grupos: custos de pedido, custos de armazenagem e custos de faltas (Lustosa, Mesquita, Quelhas e Oliveira, 2011).

Os custos de pedido estão relacionados à decisão de repor os estoques sem ter a variação no tamanho dos lotes. O custo de preparação das linhas de produção, atividades relacionadas a emissão de ordens de compra são alguns custos deste grupo. Quanto maior a frequência na

reposição dos estoques, os custos de pedidos irão aumentar. Os custos de armazenagem estão associados a quantidade de itens mantidos em estoque, ou seja, quanto maior o nível de estoque, maior será o custo de armazenagem, que ainda podem ser subdivididos em custo do capital, relacionado ao estoque ocioso que poderia ser utilizado para outros fins (custo de oportunidade), custo de estocagem e manuseio, relacionado ao custo das instalações, do pessoal e equipamentos dos armazéns, e custos de perda, relacionados a obsolescência e deterioração do estoque, já os custos de faltas conforme denominação ocorre devido a alguma falha em atender a demanda no tempo e na quantidade correta.

A equação 1 mostra o custo total do estoque que é a soma de dois fatores de custo, custo de pedido (B) e custo de armazenagem (I), (Dias, 2009).

$$CT = \left(\frac{C}{Q}\right) * B + \left(\frac{P * Q}{2}\right) * I \quad (1)$$

Sendo:

C – Consumo anual total do item.

Q – Número de peças compradas por pedido.

P – Preço unitário do item.

B – Custo unitário do item.

I – Taxa de armazenagem anual.

2.2 CONTROLE DE ESTOQUES

As principais definições de gestão de estoques de determinado item referem-se, a quando e quanto ressuprir (via compra, para itens comprados ou produção, para itens fabricados internamente) este item, à medida que ele vai sendo consumido pela demanda (novamente a questão é tentarmos, tanto quanto possível, coordenar consumo e suprimento do item em questão). Em outras palavras, é preciso que definamos o momento do ressuprimento e a quantidade a ser ressuprida, para que o estoque possa atender às necessidades da demanda, (Corrêa, Gianesi e Caon, 2011).

2.2.1 POLÍTICAS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE

O conceito de ponto de reposição trabalha da seguinte maneira. Todas as vezes que determinada quantidade do item é retirada do estoque, verifica-se a quantidade restante. Se esta quantidade restante é menor que uma quantidade predeterminada (chamada “ponto de reposição”), então compramos (ou produzimos internamente, conforme o caso) determinada quantidade chamada “lote de ressuprimento”. O fornecedor leva determinado tempo (chamado, “tempo de ressuprimento” ou lead time) até que possa entregar a quantidade pedida, ressuprindo o estoque. Para que este tipo de modelo possa ser usado, é necessário definirmos seus parâmetros: ponto de reposição e o tamanho do lote de ressuprimento, (Corrêa, Gianese e Caon, 2011). As duas políticas mais comuns utilizadas para controlar o ressuprimento de materiais são: sistema de revisão contínua e o sistema de revisão periódica.

2.2.2 SISTEMA DE REVISÃO CONTÍNUA

Podemos encontrar o modelo de revisão continua dos estoques sob vários nomes na literatura internacional: *continuous review model*, *reorder point policy*, *two-bin system*, entre outros. Esta

política consiste em estabelecer um nível fixo de reposição (r) que, ao ser atingido, dispara a emissão de um novo pedido de tamanho (Q) pré-definido. Esse nível também podemos definir como Ponto de Pedido (PP) (figura 2), (Rosa, Mayerle e Gonçalves, 2010).

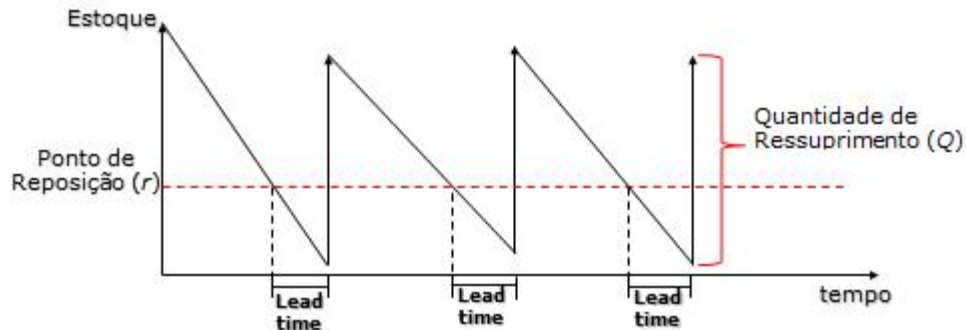


Figura 2: Sistema de revisão contínua

2.2.2 SISTEMA DE REVISÃO PERIÓDICA

Este sistema também pode ser encontrado com diversas nomenclaturas na literatura: *periodic review model*, *periodic order model*, *fixed reorder cycle system*, entre outros. Este modelo tem como objetivo definir um intervalo excelente entre cada solicitação de reposição, e a quantidade de reposição varia conforme o consumo no período anterior, sendo suficiente para atingir o nível de estoque predeterminado. Seu principal benefício é a flexibilidade na determinação da periodicidade a ser empregada (figura 3), (Rosa, Mayerle e Gonçalves, 2010).

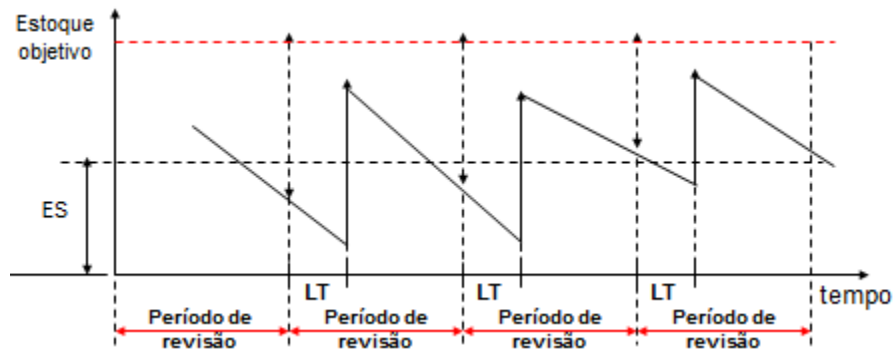


Figura 3: Sistema de revisão periódica

2.2.3 DIMENSIONAMENTO DO LOTE ECONÔMICO

A demanda e o lead time são parâmetros determinísticos, onde a tomada de decisão de quando e quanto pedir é fundamental. A análise da quantidade deve ser detalhada, pois uma grande quantidade irá resultar em altos níveis de estoque para uma baixa demanda, porém uma quantidade pequena irá impactar o atendimento da demanda devido aos baixos níveis de estoque. Com isso durante um determinado período o custo de estoque aumenta e custo de pedido diminui com o aumento do nível de estoque. E o objetivo do lote econômico é encontrar o ponto ideal minimizando o custo total (figura 4) (Garcia, Dos Reis, Machado e Filho, 2006).

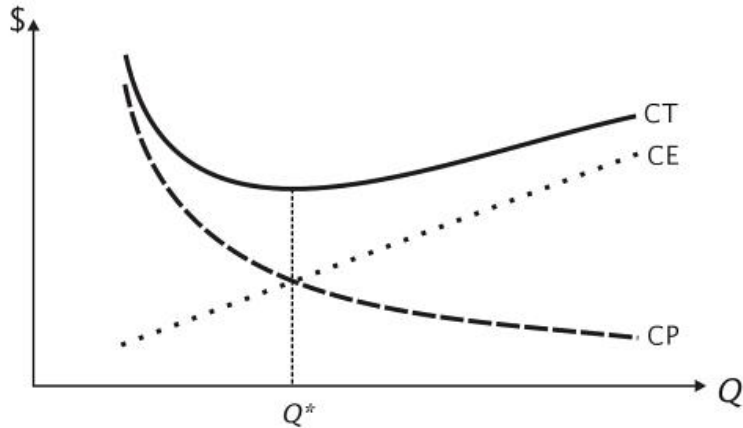


Figura 4: Custos como funções do lote de ressuprimento Q

Analisando a equação 2 do lote econômico podemos concluir que quanto maior o custo fixo por pedido F , o EOQ será maior, porém a economia pela diluição do custo fixo pelo tamanho do lote de ressuprimento será mais relevante. E da mesma forma podemos concluir para o custo de manutenção, quanto maior for h , menor será o lote econômico, reduzindo a quantidade média em estoque. O lote econômico EOQ (*Economic Order Quantity*) é dado por:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * F}{h}} \quad (2)$$

Sendo:

CT – Custo total referente ao ressuprimento do item.

CE – Custo de estoque por período.

CP – Custo de pedidos por período.

Q – Tamanho do lote de ressuprimento.

D – Demanda por período.

F – Custo fixo incorrido por pedido realizado.

h – Custo de manutenção de estoques por unidade estocada por período.

2.3 ESTOQUE DE SEGURANÇA

O estoque de segurança é utilizado como estratégia devido aos erros de previsão de demanda, incertezas na entrega devido a atrasos no ressuprimento ou um baixo rendimento na produção. O seu dimensionamento deve ser analisado com cuidado, pois o seu excesso gera custos desnecessários de manutenção de estoques, mas o sub-dimensionamento pode gerar faltas e impactar negativamente as vendas, com um nível de serviço insatisfatório. Os dois métodos utilizados para determinar o estoque de segurança são baseados no sistema de demanda, reativo (DS) onde quantifica o estoque de segurança com base na variabilidade da demanda, em outras palavras calcula o desvio padrão da demanda e considera a previsão futura como a média do histórico, e temos o método ativo (FS), onde utiliza os erros de variabilidade da demanda, com métodos como séries temporais ou regressão linear (Staudt, 2011).

2.3.1 SISTEMA DE DEMANDA REATIVO

No modelo reativo a previsão para cada período será considerada a demanda média, e podemos ter opções de fórmulas para cálculo do estoque de segurança (Wanke, 2003). Na equação 3 com um cenário mais conservador será obtido um estoque de segurança maior, pois é avaliado a demanda e o tempo de respostas como duas variáveis independentes. Na equação 4 é considerado que podem ocorrer compensações na variabilidade da demanda durante o tempo de resposta, tendo assim um desvio padrão da demanda no tempo de resposta (Wanke, 2003).

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{\mu_{TR} * \sigma_D^2 + \mu_D^2 * \sigma_{TR}^2} \quad (3)$$

$$ES = Z_{\alpha} \sqrt{(\mu_{TR} * \sigma_D)^2 + (\mu_D * \sigma_{TR})^2 + \sigma_D^2 * \sigma_{TR}^2} \quad (4)$$

Sendo:

Z_{α} – nível de atendimento

μ_{TR} – tempo médio de ressuprimento

μ_D – demanda média

σ_D – desvio-padrão da demanda

σ_{TR} – desvio-padrão do tempo de ressuprimento

O nível de serviço que será praticado pela empresa é uma decisão que envolve custos de capital imobilizado, a vantagem em utilizar o nível de serviço desta forma é com base nas tabelas da probabilidade de faltar estoque medido em números de desvios padrão em relação à média da amostra de dados (Figueiredo e Netto, 2001). E para obter uma distribuição normal padrão de acordo com as características da base de dados as probabilidades acima e abaixo da média devem ser iguais, ou seja, $\mu=0$ e $\sigma=1$. Assim a equação 5 demonstra o nível de serviço Z_{α} que se da com a demanda x se tem distribuição normal com média μ e desvio-padrão σ (Devore, 2006).

$$Z_{\alpha} = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (5)$$

2.3.2 SISTEMA DE PREVISÃO ATIVO

Diferentemente do sistema reativo onde utiliza o desvio padrão da variação da demanda durante um período de tempo, o modelo ativo calcula o estoque de segurança a partir das diferenças entre previsão e demanda. A partir do pressuposto que as previsões estão propensas a erro e quanto maior o horizonte de previsão, maior será o erro, aumentando mais que proporcionalmente (Christopher, 2007). Com o histórico da demanda do produto que pode variar de acordo com o método de previsão a ser aplicado é possível implementar este sistema. Desta forma o desvio padrão é realizado através da equação 6.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2}{n-1}}$$

(6)

Sendo:

X_i – valor de determinada diferença entre previsão de demanda e demanda

X_m – média das diferenças entre previsão de demanda e demanda

n – número de períodos analisados

Com o desvio padrão calculado é possível determinar o estoque de segurança para os sistemas de revisão contínua através da equação 7 e revisão periódica conforme equações 8:

$$ES = Z_{\alpha} * \sigma_D * \sqrt{TR}$$

(7)

$$ES = Z_{\alpha} * \sigma_D * \sqrt{IR + TR}$$

(8)

As variáveis de intervalo entre revisões (IR) e o tempo de ressuprimento (TR) já são conhecidos e o cálculo de Z_{α} e desvio padrão foram analisados anteriormente. Para uma empresa que tem a produção realizada em função de previsões de demanda, recomenda-se que o desvio padrão seja calculado através das diferenças entre previsão e demanda para o dimensionamento do estoque de segurança. Isto se dá basicamente por dois motivos, o primeiro é que o estoque de segurança não consegue garantir o nível de serviço quando a variação da demanda é pequena e os erros de previsão são grandes. O segundo motivo é quando o estoque de segurança é superdimensionado devido a uma alta variação de demanda e os erros de previsão são pequenos (Schwitsky, 2001).

3. MÉTODO

Para implementação deste projeto as ferramentas acima descritas servirão de base para o dimensionamento correto do estoque de segurança e lote mínimo para os itens da empresa “American Business”. O método é um estudo de caso exploratório, que significa seguir quatro etapas: preparação e coleta de dados; análise quantitativa dos dados; análise qualitativa dos dados e efetivação dos dados (figura 5).

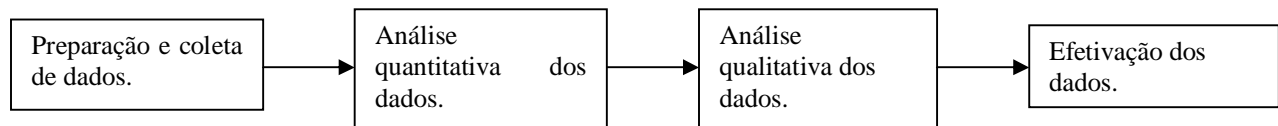


Figura 5: etapas do estudo de caso

3.1 PREPARAÇÃO E COLETA DE DADOS

Na primeira etapa deste estudo de caso é necessário obter o maior número possível de informações possíveis para as etapas seguintes, e neste caso informações como histórico de consumo, estoque de segurança atual, lote mínimo atual, demanda futura, ajustes de inventários,

entre outras serão fundamentais para análise e compreensão dos dados com a máxima eficiência possível. Todas estas informações serão coletadas através do sistema ERP (*Enterprise Requirements Planning*) utilizado pela empresa.

3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS DADOS

A etapa seguinte é a análise quantitativa dos dados, onde com os dados adquiridos na primeira etapa será calculado conforme equação 7 o estoque de segurança dos materiais afetados, assim como o lote mínimo será calculado conforme equação 2 para todos os itens.

3.3 ANÁLISE QUALITATIVA DOS CASOS

Assim como a etapa anterior a etapa de análise qualitativa se baseia nos dados obtidos na etapa de preparação e coleta de dados, mas também o seu principal objetivo é entender os resultados da análise quantitativa, para isso é analisado alguns riscos da operação como: ajustes de inventário, alteração de demanda não prevista e particularidades que cada fornecedor possa apresentar. Estes riscos identificados podem confirmar os parâmetros calculados ou que nenhuma ou parcial alteração deve ser realizada.

3.4 EFETIVAÇÃO DOS DADOS

A ultima etapa e não menos importante é a efetivação dos dados, onde os dados obtidos, calculados e analisados serão efetivamente alterados no sistema ERP, e assim a redução de custo definida será aplicada na prática, encerrando assim este estudo de caso.

4. APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1 PERFIL DA EMPRESA

A “American Business” é uma empresa multinacional com foco em equipamentos agrícolas e equipamentos para construção civil, para este trabalho esta em análise uma unidade que esta instalada no estado de São Paulo e produz equipamentos para construção civil. Esta unidade atualmente atende o mercado local assim como toda América do Sul, atualmente há 27 distribuidores no Brasil e um centro de reposição de peças que atende tanto o mercado agrícola como o de construção civil.

A unidade fabril em análise teve seu inicio de produção a apenas dois anos, Outubro de 2013, onde inicialmente havia uma grande perspectiva de vendas devido ao crescimento brasileiro no segmento de construção civil, porém atualmente sofre com a crise econômica instalada no país, onde tem afetado este segmento em especifico atingindo reduções de 70% na produção. Isto torna cada vez mais necessário os esforços em redução de custos, principalmente na gestão dos estoques.

Com a atual situação econômica no Brasil, o foco em redução de custos por partes das empresas tem se tornado fator chave para conseguir manter as unidades fabris em operação, sendo assim a gestão dos estoques se torna uma grande opção nesta redução.

Na “American Business” que possui um inventário de 2579 itens, totalizando R\$28 milhões, itens que 40% do valor são supridos por fornecedores importados, onde possuem grande impacto no tempo de ressuprimento e um lote mínimo excessivo e os 60% restante são de fornecedores locais, onde o *lead time* é menor assim como o lote mínimo, mas necessitam do mesmo foco em

redução. Atualmente 532 itens estão cadastrados com estoque de segurança, totalizando R\$136 mil, o cadastro de lote mínimo não é diferente, pelo contrário, o impacto é até maior, com 250 itens com um lote mínimo cadastrado que supera a demanda de um ano de produção e totalizando R\$2.08 milhões.

4.2 PERFIL DOS PRODUTOS

Atualmente são produzidos três tipos de equipamentos, retroescavadeiras, com um modelo apenas e diversos opcionais, temos as pás carregadeiras com cinco modelos e as moto-niveladoras que são produzidas no método SKD (*Semi Knock-Down*), onde recebemos os subconjuntos dos equipamentos e é realizada a montagem no Brasil. Todos estes equipamentos podem atuar nas mais diversas aplicações, construção civil, agrícola, setor canavieiro, etc. E a matéria prima para estes produtos é que está em análise neste estudo de caso.

4.3 SITUAÇÃO ATUAL

Como era esperado com a preparação e coleta dos dados, identificamos um alto valor em estoque de segurança e lote mínimo. A tabela 1 resume a quantidade de *Part Numbers*, com a classificação ABC podemos verificar a quantidade e o valor atual para todos os itens com estoque de segurança, dando assim de forma concreta o impacto em custo de se manter o estoque de segurança e neste caso temos 532 itens totalizando R\$156.064,00.

Tabela 1: Estoque de segurança atual

	Qtd PNs	Estoque de Segurança atual (Unidades)	Valor Atual
A	163	51.388	R\$ 106.103,64
B	153	45.914	R\$ 42.673,19
C	216	28.499	R\$ 7.288,03
Total	532	125.801	R\$ 156.064,86

Conforme tabela 2, da mesma forma classificando os itens, podemos identificar o impacto do lote mínimo no inventário, e verificamos uma grande oportunidade para os itens de classe A, pois apenas 50 itens afetam em R\$1,6 milhões o inventário, de um total de R\$2 milhões de inventário em lote mínimo.

Tabela 2: Lote mínimo atual

	Qtd PNs	Lote Mínimo Atual (Unidades)	Valor Atual
A	50	24.197	R\$ 1.670.372,12
B	84	89.901	R\$ 316.721,96
C	116	78.613	R\$ 95.376,11
Total	250	192.711	R\$ 2.082.470,19

4.4 SITUAÇÃO FUTURA

Como parte da análise quantitativa podemos calcular o estoque de segurança para os 532 itens afetados e assim identificar qual será a redução. Utilizando a equação 7, com base no nível de serviço desejado de 98% que será aplicado para todos os itens, pois qualquer item pode causar o mesmo impacto no caso de falta de material para produção, desvio padrão e tempo de ressurgimento de cada item. E assim identificamos que os 163 itens A deveriam ter um estoque

de segurança de 44.446 unidades, totalizando R\$94.505,76, os 153 itens B 33.037 unidades com um total de R\$36.163,72 e consecutivamente os 216 itens C deveriam ter 18.706 unidades e R\$5.323,26 em estoque de segurança. E assim de acordo com a tabela 3 chegamos ao resultado de 96.189 unidades totalizando R\$135.992,74.

Tabela 3: Estoque de segurança calculado

	Qtd PNs	Estoque de Segurança Calculado (Unidades)	Valor Calculado
A	163	44.446	R\$ 94.505,76
B	153	33.037	R\$ 36.163,72
C	216	18.706	R\$ 5.323,26
Total	532	96.189	R\$ 135.992,74

O cálculo para o lote econômico de compra utilizou como base a equação 2, onde identificamos a demanda, o custo por pedido e o custo de manutenção dos estoques. Seguindo os cálculos conforme a tabela 4 os 50 itens classe A chegaram a uma quantidade total calculada de 21.041 unidades totalizando R\$1.52 milhões. Os itens B obtiveram um resultado final de 76.187 unidades e um valor de R\$300.210,39. Os itens C com um valor agregado menor, porém não desconsiderados para este estudo totalizaram 73.470 unidades e R\$90.834,39.

Tabela 4: Lote econômico de compra calculado

	Qtd PNs	Lote Mínimo Calculado (Unidades)	Valor Atual
A	50	21.041	R\$ 1,572,855.10
B	84	76.187	R\$ 300,210.39
C	116	73.470	R\$ 90,834.39
Total	250	170.698	R\$ 1,873,065.49

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.5.1 ESTOQUE DE SEGURANÇA

Com a confirmação dos cálculos que era possível obter uma redução no custo do estoque de segurança foi realizado então uma análise qualitativa juntamente ao departamento de planejamento de materiais e produção. Foi analisado principalmente o risco de impacto no nível de serviço, analisamos então ajustes de inventário e possíveis variações de demanda que pudessem ocorrer ao longo do tempo. Sendo assim foi decidido em conjunto em aplicar a alteração no ERP conforme demonstraram a tabela 5 em quantidade e a tabela 6 em valor.

A tabela 5 demonstra que para os 163 itens A com estoque de segurança obtivemos uma redução de 6.942 unidades, para os 153 itens B houve uma redução de 12.877 unidades e para os 216 itens C identificamos uma redução de 9.793, totalizando então uma redução de 19.819 unidades para os 532 itens com estoque de segurança.

Tabela 5: Redução da quantidade do Estoque de Segurança

	Qtd PNs	ES atual (Unidades)	ES Calculado (Unidades)	Redução da Quantidade
A	163	51.388	44.446	6.942
B	153	45.914	33.037	12.877
C	216	28.499	18.706	9.793
Total	532	125.801	96.189	19.819

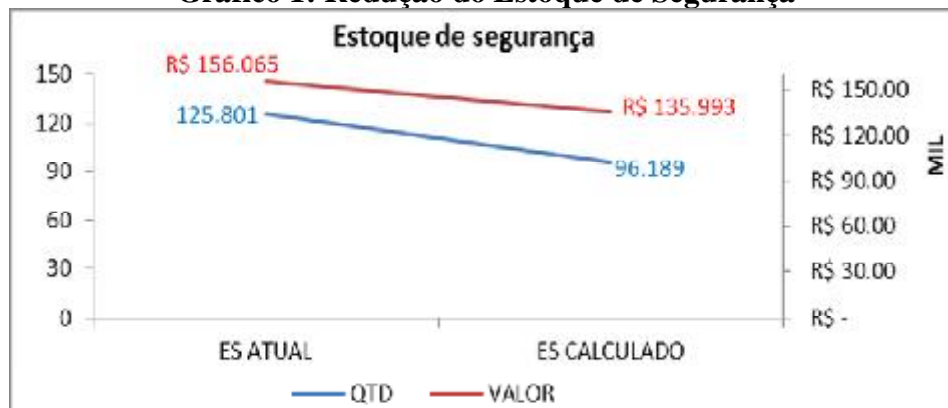
Já a tabela 6 é possível verificar a redução em valor aplicada para o estoque de segurança. Os itens A houve uma redução de R\$11.597,88, os itens B aplicamos uma redução de R\$6.509,47 e para os itens C obtivemos uma redução de R\$1.964,35. Desta forma obtivemos então uma redução total de R\$18.107,35.

Tabela 6: Redução em valor do Estoque de Segurança

	Qtd PNs	ES Valor Atual	ES Valor Calculado	ES Redução do Custo
A	163	R\$ 106.103,64	R\$ 94.505,76	R\$ 11.597,88
B	153	R\$ 42.673,19	R\$ 36.163,72	R\$ 6.509,47
C	216	R\$ 7.288,03	R\$ 5.323,26	R\$ 1.964,77
Total	532	R\$ 156.064,86	R\$ 135.992,74	R\$ 18.107,35

Com o gráfico 1 podemos entender melhor qual foi a redução aplicada para o estoque de segurança, em quantidade e valor. Podemos ver que a redução obtida em valor representa 11% e a redução em quantidade representa 16% do total.

Gráfico 1: Redução do Estoque de Segurança



4.5.2 LOTE ECONOMICO DE COMPRA

As análises dos dados atuais com os cálculos realizados mostram uma grande oportunidade de redução de custo para a redefinição do lote econômico de compra, se aplicarmos a alteração nos 250 itens analisados é possível obter 11% na diminuição do volume total e 5% do custo total. A tabela 7 apresenta a redução obtida para cada grupo de material, os itens de classe A comparado com a situação atual podem obter uma redução de 3.156 unidades, para os itens de classe B foi identificada uma oportunidade de redução de 13.714 unidades e os itens classe C a possibilidade de reduzir em 5.143 unidades, totalizando assim a possibilidade real de 22.013 unidades.

Tabela 7: Redução de quantidade (unidades) do Lote econômico de compra

	Qtd PNs	Lote Mínimo Atual (Unidades)	Lote Mínimo Calculado (Unidades)	Redução da Quantidade
A	50	24.197	21.041	3.156
B	84	89.901	76.187	13.714
C	116	78.613	73.470	5.143
Total	250	192.711	170.698	22.013

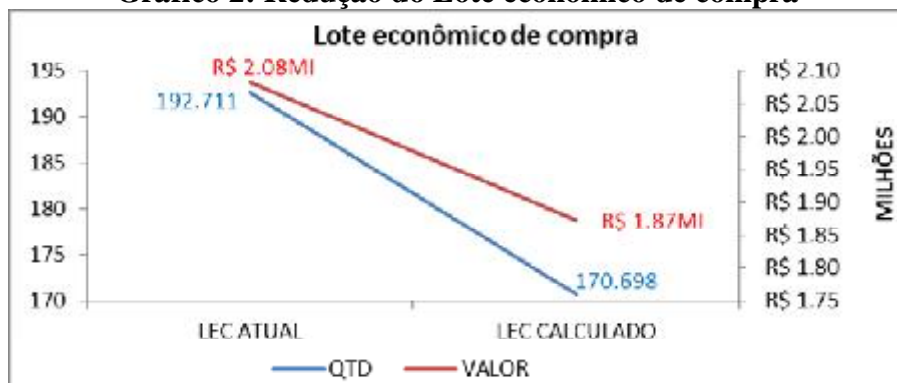
Já a tabela 8 nos mostra os resultados em valores, para os 163 itens A apresentaram um oportunidade de redução de R\$97.517,02, os itens B uma redução de R\$16.511,57 e os itens C uma redução de R\$4.541,72, mostrando assim um excelente resultado de oportunidade em redução de R\$118.570,31.

Tabela 8: Redução do valor do Lote econômico de compra

	Qtd PNs	Valor Atual	Valor Calculado	Redução do Custo
A	50	R\$ 1.670.372,12	R\$ 1.572.855,10	R\$ 97.517,02
B	84	R\$ 316.721,96	R\$ 300.210,39	R\$ 16.511,57
C	116	R\$ 95.376,11	R\$ 90.834,39	R\$ 4.541,72
Total	250	R\$ 2.082.470,19	R\$ 1.873.065,49	R\$ 118.570,31

No gráfico 2 podemos observar a representação da oportunidade encontrada na redução do lote econômico de compra, em quantidade e valor. Oportunidade esta para que para ser concretizada deve-se então negociar com os fornecedores afetados os valores encontrados de cada item, para então efetivar a alteração no ERP da empresa, e neste caso o planejamento é que podemos finalizar a negociação dos 250 até Março de 2016.

Gráfico 2: Redução do Lote econômico de compra



5. CONCLUSÃO

Este estudo mostra que o método atual utilizado pela empresa para dimensionamento de estoque de segurança e definição de lote econômico de compra mostram deficiências causando excesso de inventário, alto custo de manutenção dos estoques e baixo atendimento as variações de

demanda. Mais do que reduzir o custo por si só, este trabalho permitiu destacar a importância de analisar o processo atual de definição de estoque de segurança e lote mínimo com uma visão crítica, tendo assim grandes benefícios financeiros e operacionais. Paradigmas de que parâmetros de estoque de segurança e lote mínimo são valores fixos foi uma barreira ultrapassada neste estudo de caso, onde pessoas não tinham a visão clara do objetivo e como devem ser definidos, e que devem ser revisados sempre que houver uma alteração no cenário econômico e produtivo da companhia.

Ter atingido o objetivo deste trabalho, que foi o redimensionamento do estoque de segurança para uma indústria de equipamentos pesado, nos mostrou uma grande oportunidade de redução de custo, mas podemos concluir que o ganho maior foi a implementação de um método onde o estoque de segurança será calculado a cada alteração de demanda e não definido por suposições, assim como o lote econômico de compra que sempre será calculado a cada item novo desenvolvido e não definido pelo fornecedor, obtendo assim uma otimização nos estoques, redução de custo de manutenção e um aumento no atendimento das variações de demanda.

Concluímos então que o problema utilizado de base para este trabalho foi resolvido, com a implementação de um novo método para definição de estoque de segurança obtendo uma redução de custo de R\$18.107,35 e um novo método para definição do lote econômico de compra com uma oportunidade de redução de custo de R\$118.570,31, valor este que deve ser negociado e implementado até Março de 2016.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLOU, R. Gerenciamento da cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.
- CORRÊA, H.; GIANESI, I.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção. São Paulo: Editora Atlas, 2011.
- CHOPRA, S. MEINDL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação. São Paulo. Prentice Hall, 2003.
- CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor. 2. ed. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2007.
- DEVORE, J. L. Probabilidade e estatística: para engenharia e ciências. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2006.
- DIAS, M. A. P. Administração de Materiais: princípios, conceitos e gestão. 5.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- FARIA, A.; COSTA, M. Gestão de Custos Logísticos. São Paulo: Atlas, 2013.
- FIGUEIREDO, E. D.; NETTO, M. A. C. Modelo de centralização de estoques para a logística de suprimento da exploração e produção da Petrobras. Pesquisa Operacional, v. 21, n.2, p.137-158, julho a dezembro de 2001.
- GARCIA, S. E.; DOS REIS, V. T. M. L.; MACHADO, R. L.; FILHO, F. M. J.V. Gestão de Estoques: otimizando a logística e a cadeia logística. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.
- JACOBS, R. F.; CHASE, B. R. Administração de Operações e da Cadeia de Suprimentos. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2012.
- LUSTOSA, L; MESQUITA. A. M; QUELHAS. O; OLIVEIRA. R. J. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011.
- ROSA, H.; MAYERLE, S.F.; GONÇALVES, M.B. Controle de estoque por revisão contínua e

revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. *Produção*, SC, v. 20, n. 4, out./dez. 2010, p. 626-638.

SCHWITZKY, M. Acuracidade dos métodos de previsão e a sua relação com o dimensionamento dos estoques de produtos acabados. 2001

STAUDT, F. Cálculo do estoque de segurança. *Mundo Logística*, Ed.18, 2010.

WANKE, P. Gestão de estoques na cadeia de suprimento: decisões e modelos quantitativos. São Paulo: Editora Atlas, 2003.