

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**GERENCIAMENTO DE ESTOQUES: APLICAÇÃO DO
MODELO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA EM
UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Lucas Librelotto Rubin

Santa Maria, RS, Brasil

2016

**GERENCIAMENTO DE ESTOQUES: APLICAÇÃO DO
MODELO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA EM
UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO.**

POR

Lucas Librelotto Rubin

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção.**

Orientador(a): Prof. Dr. Eng. Denis Rasquin Rabenschlag

Santa Maria, RS, Brasil

2016

GERENCIAMENTO DE ESTOQUES: APLICAÇÃO DO MODELO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO.

LUCAS LIBRELOTTO RUBIN (UFSM)

lucas.rubin@hotmail.com

DENIS RASQUIN RABENSCHLAG (UFSM)

drr.ufsm@gmail.com

Em um cenário com forte concorrência de mercado como o que existe atualmente, as empresas necessitam explorar ao máximo suas vantagens competitivas para manterem-se ativas. Desse modo, a gestão eficaz de estoque necessita de notável atenção, pois acumulação de material sem controle gera custos elevados. Contudo, a falta de matéria-prima também pode acarretar em despesas, devido ao não atendimento da demanda. Diante disso, o artigo aborda o tema lote econômico de compra ao qual buscou pesquisar em artigos e bibliografias da área para a utilização de um modelo de LEC que atenda às necessidades de uma empresa do setor metalomecânico da cidade de Santa Maria-RS. Teve como objetivo calcular o lote econômico de compra para peças formadoras do componente cilindro hidráulico bem como comparar os custos totais de estocagem. Sendo essa uma pesquisa aplicada, exploratória, quantitativa e classificada como estudo de caso. Sendo assim, encontrou resultados satisfatório perante a empresa analisada.

Palavras-chave: PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO; GESTÃO DE ESTOQUES; LOTE ECONÔMICO DE COMPRA

In a scenario within tough market competitors such as the nowadays, the companies must to explore the maximum of their competitive advantages in order to keep in the market. Thereby, a great inventory management is needed, because an excessive hoarding without control leads to high costs. However, the lack of raw material also may result in expenses, because the production does not meet the demand. Therefore, this article addresses the theme of Economic Order Quantity, which sought to research in articles and bibliographies related with the issue to create a EOQ model able to meet the necessities of a metal-mechanic industry located in the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. The project objective was estimate economic order quantity to hydraulic cylinder parts and compare the total costs of storage. This article was applied, exploratory, quantitative research and classificated as a case study. Thus, satisfactory results were found towards the company analyzed. This article was applied, exploratory, quantitative research and classificated as a case study. Thus, satisfactory results were found towards the company analyzed.

Keywords: PRODUCTION PLANNING AND CONTROL; INVENTORY MANAGEMENT; ECONOMIC ORDER QUANTITY

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário com forte concorrência de mercado como o que existe atualmente, as empresas necessitam explorar o máximo suas vantagens competitivas para manterem-se ativas no mercado. Desse modo, a gestão eficaz de estoque necessita de notável atenção, pois acumulação de material sem controle gera custos elevados. Contudo, a falta de matéria-prima também pode acarretar em grandes despesas, devido ao não atendimento da demanda.

Sendo assim, o desafio é não baixar os estoques até o final afim de que se reduza custos, nem ter estoques de sobra para atender a todas as demandas, mas ter a quantidade ideal de estoque para alcançar as prioridades competitivas da empresa de modo mais eficaz (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009). Neste sentido, CORRÊA et al. (2010, p. 29) afirma que muitas empresas tiveram problemas em tentar baixar a zero seus estoques, seduzidos por uma interpretação equivocada do sistema Toyota de produção, uma vez que a interpretação adequada é buscar invariavelmente não ter um grama a mais de estoques do que o necessário.

Gerentes enfrentam pressões conflitantes para de um lado manter estoques baixos o suficiente e evitar elevados custos de armazenamento e, por outro, altos suficientes para reduzir os custos de pedido e preparação. Um bom ponto de partida para equilibrar essas pressões conflitantes e determinar o melhor nível de ciclo de estoque para o produto é encontrar o lote econômico de compra (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; POSSAMAI, MUNIZ e PALOMINO, 2013).

O processo de cálculo do tamanho de lote econômico de compra pode ser utilizado em diferentes áreas empresarias, como do ramo de perfumaria e cosméticos (PAIVA, GONÇALVES, CONTE, VIEIRA e SAMPAIO, 2015), do setor naval brasileiro (TABIM e ROYER, 2015), do setor têxtil (RODRIGUES, UTIYAMA e BARCO, 2014) e também utilizado na indústria automobilística dos Estados Unidos da América (CHUANG e CHIANG, 2016)

Tendo como objetivo o cálculo do tamanho do lote econômico, a empresa onde será realizado este estudo está localizada na cidade de Santa Maria - RS e atua no ramo metalomecânico, principalmente no setor de serviços em usinagem, fabricação de eixos, fresas, engrenagens e caixas de transmissão, bem como em projetos especiais de peças e componentes para indústrias de máquinas agrícolas.

A pesquisa possui como tema central o gerenciamento de estoque, mais especificamente o modelo de lote econômico de compra. Ao qual se buscará responder ao seguinte questionamento *“como dimensionar o lote econômico de compra e o ponto de reposição para os componentes da peça cilindro hidráulico em uma empresa do setor metal mecânico?”*.

A justificativa do trabalho surge a partir da importância desta prática para a empresa onde será realizado o estudo, uma vez que muitas organizações perdem suas vantagens competitivas por não conseguir exercer um bom gerenciamento de estoque. Dessa forma, o modelo de lote econômico busca intervir neste contexto ajudando a encontrar a quantidade correta de estoque, diminuindo o volume de material imobilizado, para assim reduzir custos.

Além disso, há inevitável necessidade de aplicação dos conteúdos teóricos na prática, a fim de desenvolver as competências profissionais em sua plenitude. O enriquecimento teórico gerado através do trabalho pode servir de exemplo para futuras aplicações de estudos com tema de gerenciamento do estoque, mais precisamente, para calcular um modelo de lote econômico de compra; como artigos, publicações e projetos de pós-graduação.

Por conseguinte, esta pesquisa apresenta como objetivo geral calcular o lote econômico de compra de insumos de uma empresa de Santa Maria – RS. E como objetivo específico têm-se: definir o ponto de reposição e comparar custos total de estoque.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Planejamento e controle da produção (PCP)

Planejamento e controle é a conciliação entre o que o mercado requer e o que as operações podem fornecer. As atividades de planejamento e controle proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009). Segundo Corrêa et al. (2010, p. 3) planejar é tarefa primordial em um sistema produtivo, uma vez que os materiais não devem chegar nem antes nem depois, nem em quantidade superior ou inferior do que as necessárias para atender a demanda.

Respectivamente, planejamento e controle são a primeira e a última fase do processo produtivo de uma organização. O planejamento é onde determina-se os objetivos e a maneira mais eficiente de alcançá-los. O controle verifica e garante o desempenho. Desse modo, unir

planejamento e controle faz com que se compare o programado e o realizado, e com isso, agregando-se flexibilidade ao sistema (TUBINO, 2000; OLIVEIRA, CARVALHO, BARROS e BATISTA, 2014). Sendo assim, o PCP existe para planejar antecipadamente e controlar criteriosamente a produção da organização e procurar aumentar a eficiência e eficácia da empresa (CHIAVARRO, 2005).

Segundo Tubino (2009) as atividades do PCP são exercidas em três níveis hierárquicos de planejamento e controle. São elas:

- Nível estratégico: São definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, onde o PCP participa do planejamento estratégico da produção, proporcionando um plano de produção;
- Nível tático: São definidas as políticas estratégicas de médio prazo para a produção, onde o PCP desenvolve o planejamento-mestre da produção, obtendo o plano-mestre de produção;
- Nível operacional: São preparados os programas de curto prazo da produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a programação da produção, administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando as ordens de compra, fabricação e montagem, bem como executa o acompanhamento e controle da produção, gerando relatórios de avaliação de desempenho.

Dessa maneira, o setor de PCP é imprescindível, em qualquer empresa, pois este apresenta um papel extremamente importante no desenvolvimento estratégico em um mercado competitivo (RENTES, 2008; RODRIGUES, UTIYAMA e BARCO, 2014).

2.2 Gestão de estoque

Dentro do planejamento e controle da produção, um dos mais importantes conceitos é o de estoque. O estoque pode ser definido como qualquer acúmulo de recursos materiais que fluem pelas redes de suprimentos, operações e processos (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON e BETTS, 2008; CORRÊA, GIANESI e CAON, 2010).

Segundo Corrêa et al. (2010, p. 29) estoque pode ser usado para “o bem” e para “o mal”. De fato, quanto mais estoque existir entre um processo e outro, mais independentes eles serão. Contudo, seu excesso acarreta em grande quantidade de recurso imobilizado. Seguindo essa lógica, Slack et al. (2008, p. 296) afirma que o estoque é visto como negativo por várias razões, incluindo

o impacto no capital de giro, na sua habilidade de ocultar problemas, nos custos de armazenagem. Entretanto, é indispensável como segurança contra incerteza, compensar a inflexibilidade do processo, antecipar demanda futura.

Segundo Slack et al. (2009, p.456) a Toyota identificou sete tipos de desperdícios, os quais estão aplicados em vários tipos de operações, tais como: superprodução; tempo de espera; transporte; processamento; estoques; movimentação; produtos defeituosos.

De acordo com Tubino (2009, p.68) os estoques estão relacionados a todas as sete perdas, que devem ser combatidas para se chegar a uma manufatura enxuta. Assim, um dos maiores indicadores de eficiência dos sistemas produtivos é a análise e acompanhamento do giro de estoques.

A gestão de estoques consiste em renovar constantemente itens disponíveis, para realizar as operações com sucesso e desta forma, produzir lucros. O seu objetivo essencial é evitar a falta de material, porém ao mesmo tempo não gerando excessos, buscando o equilíbrio entre nível de estoque ideal e redução de custos (TABIM e ROYER, 2015).

Portanto, uma gestão eficaz de estoque é essencial para concretizar o potencial pleno de qualquer cadeia de valor. Para tal, a gerência de estoques é um processo que requer informações sobre demanda esperadas, as quantidades de estoques disponíveis e pedidas para cada produto estocado (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

2.3 Lote econômico de compra

De acordo com o item 2.2, gerenciar corretamente os estoques é de extrema importância para uma empresa se manter ativa em um mercado competitivo. À vista disso, gerentes enfrentam pressões conflitantes para manter estoques baixos o suficiente para evitar elevados custos de armazenamento, porém altos suficientes para reduzir os custos de pedido e preparação. Um bom ponto de partida para equilibrar essas pressões conflitantes e determinar o melhor nível de ciclo de estoque para produto é encontrar o lote econômico de compra (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; POSSAMAI, MUNIZ e PALOMINO, 2013).

A abordagem para determinar o lote econômico de compra é baseada em cinco suposições: taxa de demanda para o produto constante; não há restrições na capacidade; único dois custos

relevantes são os custos de armazenamento e custos fixos de pedido; as decisões de um produto podem ser tomadas independentes ao de outro produto; o lead time é constante.

O lote econômico será ótimo se todas essas suposições forem satisfeitas. Contudo, muitas vezes ele é uma aproximação razoável do tamanho de lote apropriado, mesmo que várias suposições não se apliquem (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; PAIVA, GONÇALVES, CONTE, VIEIRA e SAMPAIO, 2015).

Então, para determinar o lote econômico de compra, primeiro teremos que analisar os custos incidentes. Sendo assim, o custo de armazenamento é definido por (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009; CORRÊA, GIANESI e CAON, 2010):

$$CA = Ce * \frac{Q}{2} \quad (1)$$

- CA: Custo de armazenamento (R\$);
- Ce: Custo de armazenamento de uma unidade em estoque por um ano (R\$/un);
- Q: Tamanho do lote (un).

Na Figura 1, mostra-se o comportamento do custo anual de armazenamento diante o crescimento do tamanho do lote.

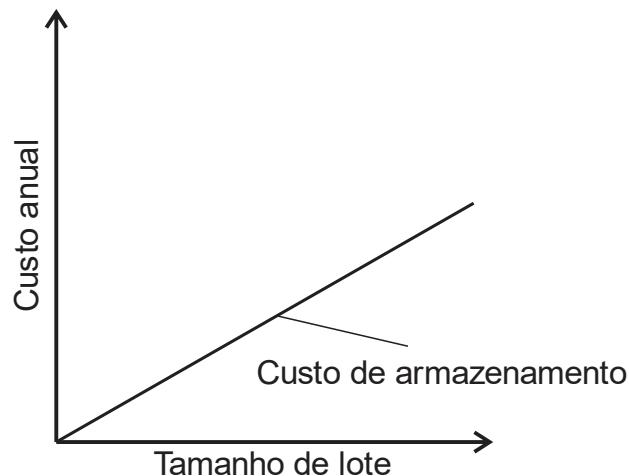


Figura 1 – Custo de armazenamento
Fonte: Adaptado Krajewski et al. (2009)

O custo de pedido é definido por (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009; CORRÊA, GIANESI e CAON, 2010):

$$CP = Cf * \frac{D}{Q} \quad (2)$$

- CP: Custo de pedido (R\$);
- Cf: Custo fixo de um pedido (R\$);
- D: Demanda anual (un);
- Q: tamanho do lote (un).

Na Figura 2, mostra-se o comportamento do custo de pedido anual diante o crescimento do tamanho do lote.

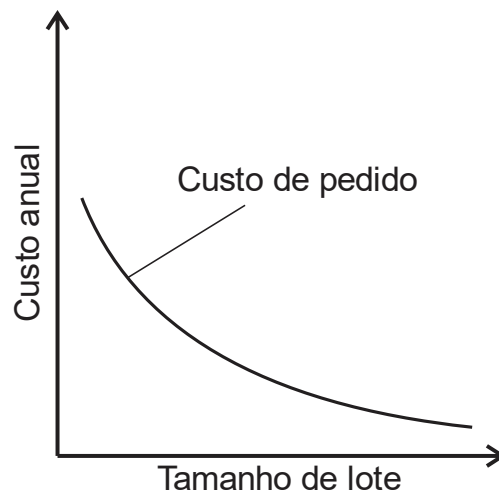


Figura 2 - Custo de pedido
Fonte: Adaptado Krajewski et al. (2009)

Logo, o custo total de estoque é definido como (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009; CORRÊA, GIANESI e CAON, 2010):

$$Ct = \frac{Q}{2} * Ce + \frac{D}{Q} * Cf \quad (3)$$

- Ct: Custo total (R\$);
- Cf: Custo fixo de um pedido (R\$);
- D: Demanda anual (un);
- Q: Tamanho do lote (un);
- Ce: Custo de armazenamento de uma unidade em estoque por um ano (R\$/un).

Na Figura 3 está representado o custo total anual, sendo a soma do custo de armazenamento e o custo de pedido.

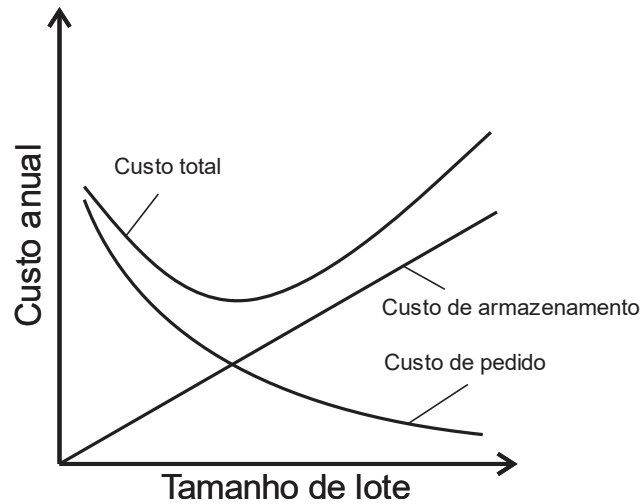


Figura 3 – Custo total
 Fonte: Adaptado Krajewski et al. (2009)

Para encontrar a equação do lote econômico de compra, deve-se igualar o custo de armazenagem com o custo de pedido e isolar a variável Q . Obtendo assim (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2009; CORRÊA, GIANESI e CAON, 2010):

$$LEC = \sqrt{\frac{2 * D * Cf}{Ce}} \quad (4)$$

- Cf: Custo fixo de um pedido (R\$);
- D: Demanda anual (un);
- LEC: Lote econômico de compra (un);

- C_e : Custo de armazenamento de uma unidade em estoque por um ano (R\$/un).

Na Figura 4 está representado o lote econômico de compra, sendo o menor valor do custo total, exatamente no encontro do custo de armazenamento e custo de pedido.

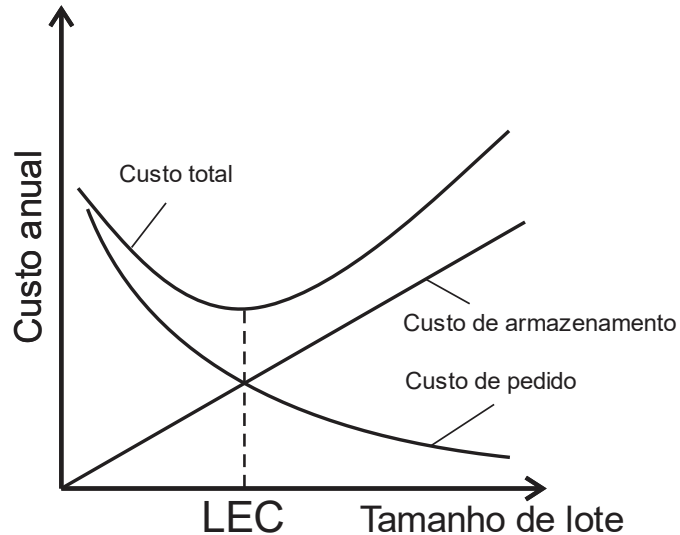


Figura 4 – LEC
Fonte: Adaptado Corrêa et al. (2010)

É visto que o LEC é a quantidade de pedido onde o custo total de pedido é igual ao custo total de armazenamento (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Em vista disso, o lote econômico é a abordagem mais usual para decidir a quantidade de um pedido, seu cálculo procura encontrar o tamanho do lote que minimiza os custos totais (SLACK, CHMBERS E JOHNSTON, 2009; KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

2.4 Ponto de reposição

Dentro do modelo de lote econômico de compra, tem-se outro conceito importante, chamado ponto de reposição (PR). O ponto de reposição ajuda-nos a responder uma pergunta essencial para o processo de gerenciamento de estoques: “quando devemos colocar um pedido novo?”.

Desse modo, o modelo do ponto de reposição funciona da seguinte forma: toda a vez que determinada quantidade do item é retirada do estoque, verifica-se a quantidade restante. Se esta quantidade é menor que uma quantidade predeterminada (chamado “ponto de reposição”), compramos determinada quantidade chamado “lote de ressuprimento” (nesse caso, será o lote

econômico de compra). O fornecedor levará um tempo determinado (chamado lead time) até que possa entregar a quantidade pedida, ressuprindo o estoque (TUBINO, 2009; CORRÊA, GIANESI, CAON, 2010).

A Figura 5 mostra-se o ponto de reposição.

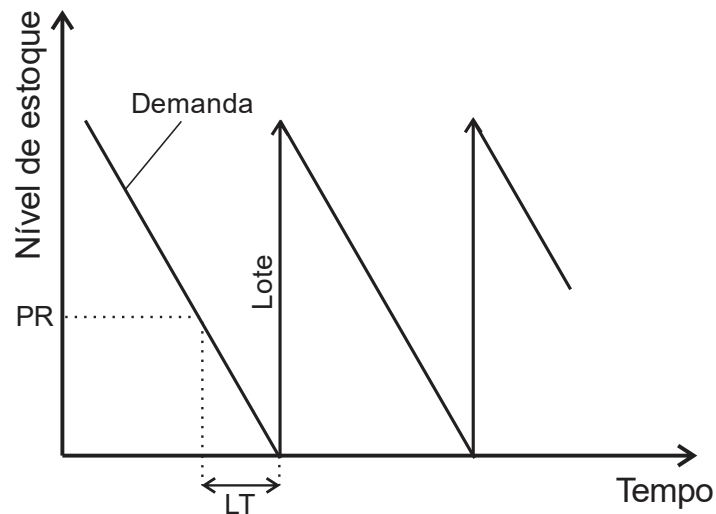


Figura 5 – Ponto de reposição
Fonte: Adaptado Corrêa et al (2010)

Para calcular o ponto de reposição, basta multiplicarmos a taxa de demanda por unidade de tempo pelo Lead Time (na mesma unidade de tempo da demanda) (CORRÊA, GIANESI, CAON, 2010):

$$PR = d * LT + Es \quad (5)$$

- PR: Ponto de reposição (un);
- d: Taxa de demanda por unidade de tempo (un/unidade de tempo);
- LT: Lead time (unidade de tempo);
- Es: Estoque de segurança (un).

2.5 Estoque de segurança

O estoque de segurança tem como objetivo compensar as incertezas inerentes a fornecimento e demanda (SLACK, CHMBERS E JOHNSTON, 2009; KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009; TABIM e ROYER, 2015). Logo, é indispensável em qualquer sistema produtivo que se tenha, de algum modo, tanto quantitativo ou qualitativo, um estoque de segurança que possa compensar essas incertezas de fornecimento e demanda.

Na Figura 6, mostra-se o uso do nível de estoque sendo usado com o aumento da demanda.

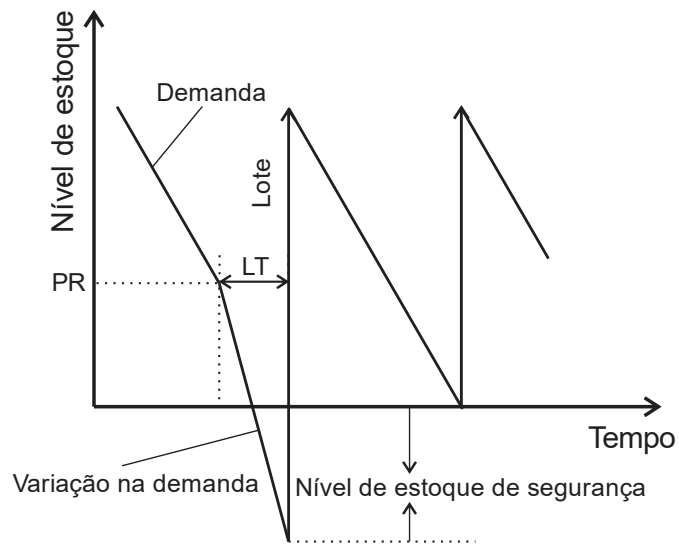


Figura 6 – Variação da demanda
Adaptado Corrêa et al (2010)

Logo, é indispensável em qualquer sistema produtivo que se tenha, de algum modo, tanto quantitativo ou qualitativo, um estoque de segurança que possa compensar essas incertezas de fornecimento e demanda.

3 METODOLOGIA

3.1 Cenário

A empresa na qual será realizado o estudo está localizada na cidade de Santa Maria-RS e atua no ramo metalomecânico, principalmente no setor de serviços em usinagem, fabricação de eixos, fresas, engrenagens e caixas de transmissão, bem como em projetos especiais de peças e componentes para indústrias de máquinas agrícolas.

Este trabalho focou o estudo em uma peça desenvolvida recentemente pela empresa para atender a demanda de um novo mercado, chamada cilindro hidráulico, a qual para produzi-la seria necessário uma certa quantidade de componentes. Portanto, o estudo será realizado baseado nestas peças que compõem os insumos do cilindro hidráulico.

3.2 Método de pesquisa

Quanto à natureza a pesquisa é classificada como pesquisa aplicada. Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias (GIL, 2010).

Quanto aos objetivos, ela é exploratória. Sendo assim, envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão (TURRIONI e MELLO, 2012).

Quanto à abordagem é quantitativa. Pelo uso da quantificação, tanto na coleta quanto no tratamento das informações, utilizando-se técnicas estatísticas, objetivando resultados que evitem possíveis distorções de análise e interpretação, possibilitando uma maior margem de segurança (DIEHL, 2004).

Quanto aos procedimentos é classificada como estudo de caso. Pois, o estudo de caso envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (TURRIONI e MELLO, 2012).

3.3 Etapas da pesquisa

O estudo de caso foi realizado na empresa no decorrer do ano de 2016. A primeira atividade para a execução do projeto foi definir o tema e verificar sua relevância para o meio acadêmico e empresarial. Após, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e verificado suas aplicações em diversas áreas organizacionais por meio de artigos científicos. Em seguida, foi feita a escolha da empresa onde foi desenvolvido o estudo. A escolha da empresa se deu através de análise do mercado de Santa Maria-RS, ao qual essa organização é uma das maiores do ramo na cidade. Após a empresa aceitar a realização do estudo, foi feita a escolha dos insumos a serem estudados. Nesse ponto existiu intervenção direta dos gestores da empresa, que sugeriram a aplicação do trabalho em uma peça desenvolvida recentemente, chamada cilindro hidráulico. Em seguida, houve a coleta de dados durante o segundo semestre do ano de 2016.

Posteriormente, foram realizados os cálculos para o modelo de lote econômico de compra proposto, objetivo deste trabalho. Após a realização do cálculo, foram apresentados os resultados para a empresa, a partir de dois caminhos distintos: com ponderação no custo de armazenagem e sem ponderação. Por fim, calculou-se o ponto de reposição das peças que formam o cilindro hidráulico.

A Figura 7 mostra um fluxograma contendo todas as etapas da pesquisa:

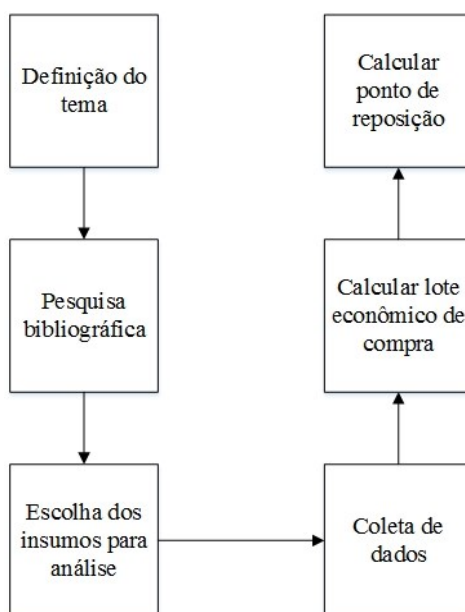


Figura 7 – Etapas da pesquisa

Elaborado pelo autor (2016)

4 RESULTADOS

O cilindro hidráulico necessita para ser produzido 12 peças, ao qual forma-se o kit de montagem do cilindro. Mostra-se na Tabela 1 as peças que são usadas para a formação do kit.

Tabela 1 – Peças do kit

Peças	Quantidade (und)
P1	1
P2	2
P3	1
P4	1
P5	1
P6	2
P7	1
P8	1
P9	1
P10	1
TOTAL	12

Elaborado pelo autor (2016)

Para obter o dimensionamento de lote econômico de compra foi realizado, durante o segundo semestre do ano de 2016, uma coleta de dados na empresa em questão ao qual averiguou-se os custos relacionados com a preparação do pedido e os custos relacionados com o armazenamento das peças. A Tabela 2 e Tabela 3 apresentam a coleta de dados com os custos averiguados.

Tabela 2 – Custo por pedido

Gastos do setor de compra	Valor por pedido (R\$)
Pessoal direto	2,79
Material de escritório	1,99
Telefone	1,73

Elaborado pelo (2016)

Tabela 3 – Custo anual de armazenagem

Armazenagem	Valor anual (R\$)
Seguros	720
Custo de pessoal direto	32.560,00
Outras despesas	4.080,00

Elaborado pelo autor (2016)

Sabe-se que a quantidade de material no estoque da empresa é de 14.984 peças e que a demanda do cilindro hidráulico é constante e igual a 260 unidades. Cabe ressaltar que empresas desse setor dificilmente possuem suas demandas constantes, contudo como o lote econômico de compra foi dimensionado para um produto fornecido diretamente para uma empresa do próprio grupo, não houve oscilação na demanda no último ano. Com isso tem-se todos os parâmetros necessários para a realização do lote econômico de compra segundo a equação proposta na etapa 2.3. Nesse ponto do trabalho tomou-se dois caminhos diferentes para fins de comparação: levar em conta o volume das peças em estoque a fim de atribuir uma ponderação para as peças com volumes maiores tenham custos de armazenagem mais altos ou atribuir o mesmo valor de custo de armazenamento.

4.1 Sem ponderação

O primeiro caminho seguido é atribuir o mesmo valor de custo de armazenamento para todas as peças do cilindro hidráulico, para calcular o custo de armazenagem sem ponderação foi usado a seguinte fórmula:

$$CAS = \frac{VAA}{Qme} \quad (6)$$

- CAS: Custo de armazenagem sem ponderação (R\$);
- Qme: Quantidade de material em estoque (und);
- VAA: Somatório do valor anual de armazenagem (R\$);

Desse modo, o lote econômico de compra é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Lote econômico de compra sem ponderação

Peça	Quantidade LEC (und)
P1	37
P2	52
P3	37
P4	37
P5	37
P6	52
P7	37
P8	37
P9	37
P10	37

Elaborado pelo autor (2016)

Apresenta-se, na Figura 8, o gráfico dos custo de pedido, custo de armazenamento e custo total para as peças P1, P3, P4, P5, P7, P8, P9 e P10. Na Figura 9 é apresentado o gráfico com os custos das peças P2 e P6.

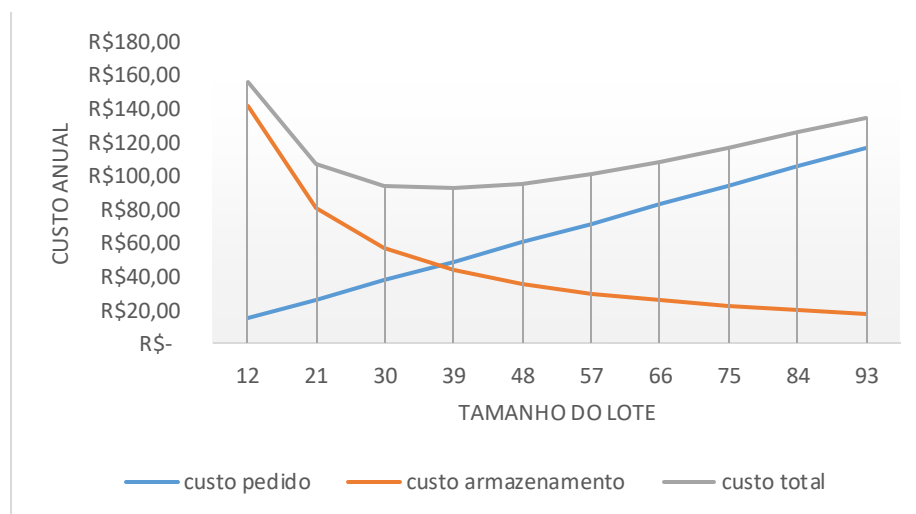


Figura 8 – Gráfico de custo para as peças P1, P3, P4, P5, P7, P8, P9 e P10
Elaborado pelo autor (2016)

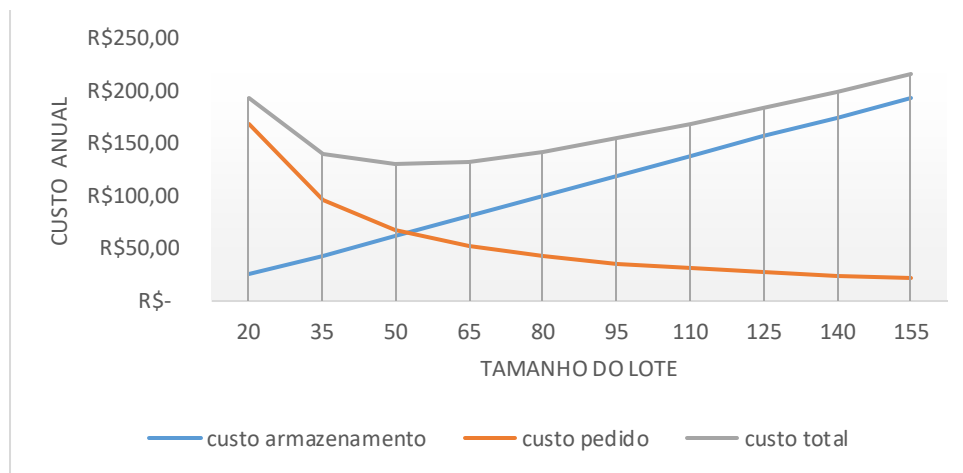


Figura 9 – Gráfico de custo para as peças P2 e P6
Elaborado pelo autor (2016)

Verificando o gráfico dos custos na Figura 8 e na Figura 9 observa-se que os mesmos se assemelham ao encontrado na literatura conforme apresentados na Figura 3 exposto no item 2.3. O custo total para as peças P1, P3, P4, P5, P7, P8, P9 e P10 foi de R\$92,11 e para as peças P2 e P6 foi de R\$130,26, essa diferença existiu pois a demanda das peças P2 e P6 é o dobro das demais peças.

4.2 Com ponderação

Outro caminho explorado é analisar o volume das peças que formam o cilindro hidráulico para encontrar uma ponderação que atribua valor de armazenamento maior para volumes maiores. Esse caminho mostrou-se necessário a fim de satisfazer a necessidade da empresa apresentada em reunião, ao qual o engenheiro de processos fez um importante questionamento “como peças de tamanhos diferentes podem possuir mesmo custo de armazenamento?”. Sendo assim, o volume das peças estão na Tabela 5.

À vista disso, encontrou-se uma ponderação que atribuiu custo de armazenamento para cada peça, sendo as peças com volumes maiores possuírem custos de armazenagem mais altos. A ponderação usada para obter o custo de armazenamento de cada peça apresenta-se a seguir:

$$CAP(n) = \frac{Vp(n)}{\frac{\sum_{i=1}^n Vp(n), i = 1,2,3, \dots, 10}{10}} * CAS \quad (7)$$

- CAP(n): Custo de armazenagem ponderado para peça n (R\$);
- Vp(n): Volume da peça n (cm³);
- $\sum_{i=1}^n Vp(n), i = 1,2,3, \dots, 10$: Vp é o volume das peças formadoras do cilindro hidráulico com índice *i* (cm³);
- CAS: Custo de armazenagem sem ponderação (R\$);

Tabela 5 – Lote econômico de compra com ponderação

Peça	Volume (cm³)
P1	861
P2	15,64
P3	4490
P4	590
P5	181
P6	148
P7	816
P8	183
P9	883
P10	60

Elaborado pelo autor (2016)

O lote econômico de compra com a ponderação é apresentado na Tabela 6.

Com propósito de comparação foi escolhido o gráfico de lote econômico de compra de duas peças, na Figura 10 apresenta-se o da peça P4 e na Figura 11 o da peça P9.

Tabela 6 – Lote econômico de compra com ponderação e custo total

Peça	Quantidade LEC (und)	Custo total (R\$)
P1	36	94,22
P2	373	18,16
P3	16	215,2
P4	43	78
P5	111	61,1
P6	87	39,06
P7	37	91,73
P8	78	43,44
P9	35	95,42
P10	136	24,87

Elaborado pelo autor (2016)

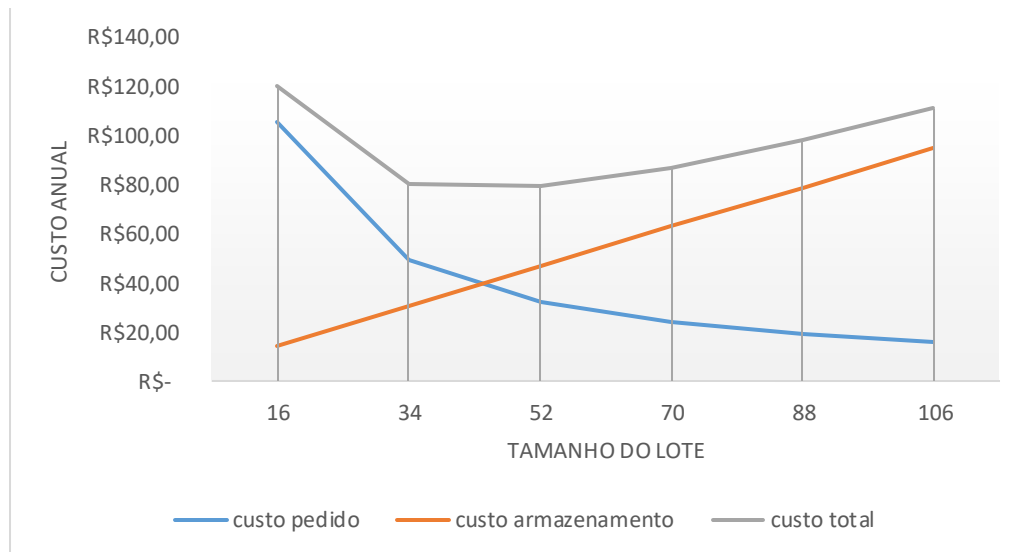


Figura 10 – Gráfico de lote econômico de compra para a peça P4
Elaborado pelo autor (2016)

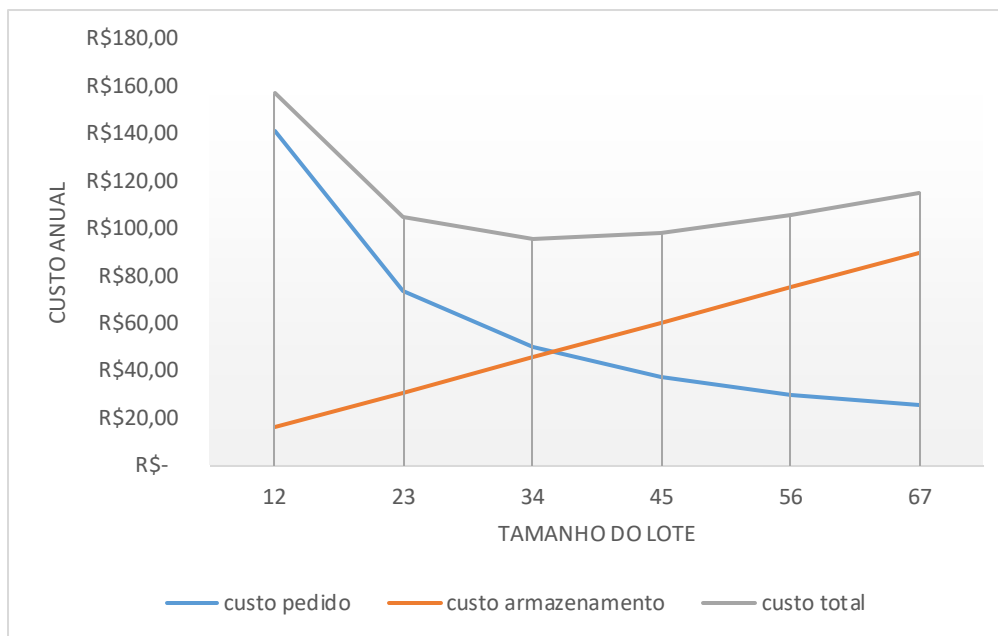


Figura 11 – Gráfico de lote econômico de compra para a peça P9
Elaborado pelo autor (2016)

Examinando o comportamento dos gráficos de lote econômico de compra na Figura 10 e na Figura 11 observamos que os mesmos se assemelham ao encontrado na literatura conforme apresentados na Figura 3 exposto no item 2.3. Sendo o custo total da peça P9 R\$17,42 reais mais alto que da peça P4, já que a peça P9 é 293 cm³ maior que a peça P4.

4.3 Comparação

Na busca de um melhor entendimento foi proposto uma tabela com a comparação entre o lote econômico de compra com ponderação e sem ponderação. A Tabela 7 apresenta essa comparação.

Aos olhos dos gestores da empresa, o LEC que melhor se adapta a realidade da organização é o com ponderação, devido as peças menores possuem disponibilidade de serem armazenadas em maiores quantidades. Levando em consideração que a peça P2 possui o LEC de 373 unidades, que representa pouco mais de um ano de uso, por se tratar de uma peça muito pequena, menor que um parafuso, não representaria um problema sua estocagem em maior quantidade. Ao contrário da peça P3 que possui um volume alto e deve ser armazenada em menor quantidade.

Tabela 7 – Comparação entre LEC com ponderação e sem ponderação

Peça	LEC com ponderação		LEC sem ponderação	
	LEC (und)	Custo total (R\$)	LEC (und)	Custo total (R\$)
P1	36	94,22	37	92,11
P2	373	18,16	52	130,26
P3	16	215,17	37	92,11
P4	43	78	37	92,11
P5	111	61,1	37	92,11
P6	87	39,06	52	130,26
P7	37	91,73	37	92,11
P8	78	43,44	37	92,11
P9	35	95,42	37	92,11
P10	136	24,87	37	92,11

Elaborado pelo autor (2016)

4.4 Ponto de pedido

Com o lote econômico de compra dimensionado, podemos analisar quando um novo pedido deve ser colocado através do ponto de pedido, sabe-se que o fornecedor demora 5 dias para entregar o pedido e que a empresa, segundo gestores, não trabalha com peças de estoque de segurança. Sendo assim temos todos os dados necessários para usar a fórmula apresentada no item 2.4. A Tabela 8 apresenta o ponto de reposição para o kit de montagem do cilindro hidráulico.

Pode-se verificar que o ponto de pedido é baixo, devido ao lead time de entrega das peças ser pequeno, somente 5 dias úteis após a emissão do pedido as peças são entregues na empresa. Outro motivo para o ponto de pedido ser baixo é a demanda anual ser de 260 unidades, fazendo com que a demanda diária, mesma unidade do tempo de entregue, ou seja, em dias, seja pequena.

Tabela 8 – Ponto de pedido

Peça	Ponto de pedido (und)
P1	6
P2	12
P3	6
P4	6
P5	6
P6	12
P7	6
P8	6
P9	6
P10	6

Elaborado pelo autor (2016)

5 CONCLUSÃO

Como parte da gestão de estoques e na busca por um diferencial competitivo, o lote econômico de compra apresenta-se como uma ferramenta importante de auxílio na tomada de decisão para as empresas. Quando bem implementado, contribui na redução de custos, pois seu método tenta encontrar um ponto mínimo, ou seja, onde o custo total é minimizado. Portanto, o correto dimensionamento do lote econômico é indispensável para garantir bons resultados financeiros para as empresas.

Em vista disso, o estudo apresentou um método simples de dimensionamento de lote econômico de compra, visando auxiliar a empresa no dimensionamento do estoque para uma nova peça disponibilizada ao mercado. Desse modo, foram realizadas diversas análises e estimativas de custos característicos ao processo, bem como armazenamento e pedido. Além disso, buscou-se propiciar dois caminhos diferentes de estudo, um com ponderação no custo de armazenagem e outro sem ponderação, sendo possível uma comparação entre as possibilidades e apresentado duas soluções para a empresa.

Com base nessa comparação, encontrou-se uma solução que agradou gestores da empresa que ainda não possuíam estoque para essas peças. A solução consiste em um LEC, ao qual chegou-se nesses resultados através de reuniões com gestores da empresa que propuseram encontrar um meio em que os custos de armazenamento para as peças maiores fossem mais altos e de cálculos realizados a partir de um modelo de LEC encontrado na literatura da área.

A aplicação do trabalho em uma empresa real do setor de metalomecânico do mercado brasileiro foi de grande relevância, pois obteve-se resultados que irão auxiliar na tomada de decisão dos gestores da empresa, como por exemplo, dimensionar a quantidade de estoque ideal. Ainda, acrescenta-se que futuras análises podem ser realizadas em cima desse tema, como achar uma ponderação que se adapte melhor ou até mesmo encontrar outros modelos de lote econômico de compra.

Como ressalva, coloca-se que o lote econômico de compra é um ótimo ponto de partida para quantificar as compras de uma empresa, contudo, apresenta suas restrições que ficam nítidas ao longo do seu uso, como encontrar medidas e parâmetros constantes para os processos.

6 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CHIAVENATO, I. **Administração da produção - uma abordagem introdutória**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHUANG, Chia-Hung; CHIANG, Chung-Yean. Dynamic and stochastic behavior of coefficient of demand uncertainty incorporated with EOQ variables: An application in finished-goods inventory from General Motors' dealerships. **Production Economics** 172 (2016) 95–109, 2016.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N.; CAON, Mauro. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DIHEL, Astor A.; TATIM, Denise C. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas: métodos e Técnicas**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

OLIVEIRA, Altina Silva; CARVALHO, Tiago Rodrigues; BARRO, Marta Duarte de; BATISTA, Fábio Barbosa. Planejamento e controle da produção: estudo de caso em uma farmácia universitária. **ACTA Biomedica Brasiliensia** v. 5, n. 2, 2014.

PAIVA, Henrique L.; GONÇALVES, Marcelo C.; CONTE, Viviane C. B.; VIEIRA, Paula F. G.; SAMPAIO, Raimundo J. B. Planejamento de necessidades materiais utilizando o modelo de lote econômico: Uma aplicação em uma empresa de perfumaria e cosméticos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Bauru. **Anais eletrônicos**. Bauru: SIMPEP. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=10&art=1012&cad=22759&opcao=com_id >. Acesso em: abril/2016

PALOMINO, Reynaldo C.; CARLI, Frederico S. C. Modelo de controle de estoque em uma empresa de pequeno porte. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_080_613_10751.pdf >. Acesso em: abril/2016.

POSSAMAI, Osmar; MUNIZ, Emerson C. L. Análise e seleção de uma política de controle de estoques com base em ferramentas e métodos da gestão de estoques. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador. **Anais eletrônicos**. Salvador: ABEPRO, 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_014_22262.pdf >. Acesso em: abril/2016.

RODRIGUES, Leticia R.; UTIYAMA, Marcel H. R.; BARCO, Clarissa F. Aplicação de conceitos básicos de planejamento e controle da produção para melhoria do desempenho produtivo em uma empresa do setor têxtil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Salvador. **Anais eletrônicos**. Salvador: ABEPRO, 2014. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/sessao_tematica.asp?cod_sessao=552 >. Acesso em: abril/2016.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e prática de impacto estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TABIM, Verônica M.; ROYER, Rogério. Gerenciamento de estoques: Racionalização em uma empresa do setor naval brasileiro. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Bauru. **Anais eletrônicos**. Bauru: SIMPEP, 2015. Disponível em: < http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=10&art=730&cad=549&opcao=com_id >. Acesso em: abril/2016

TUBINO, D. F. **Planejamento de Controle da Produção: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2009.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Universidade Federal de Itajubá, Programa de pós-graduação em engenharia de produção, curso de especialização em qualidade e produtividade, Itajubá, 2012.

RENTES, António Freitas. Gestão de Operações. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). **Introdução à engenharia de produção**. São Paulo: Elsevier, 2008