

CÁLCULO DO LOTE ECONÔMICO DE COMPRA DE MATÉRIAS-PRIMAS UTILIZADAS NO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA CONSIDERANDO OS ESTOQUES DE SEGURANÇA E O LEAD TIME DOS FORNECEDORES



Lucas Soares Eleodoro (Unifran)
lucas.eleodoro@hotmail.com

Luiz Eduardo de Carvalho Chaves (Unifran)
luizchaves@hotmail.com

Renato de Camargo Bortholin (Unifran)
bortholin@gmail.com

Luis Fernando Paulista Cotian (Unifran)
luis.cotian@gmail.com

Sarah Ferreira Cintra (Unifran)
sarahcintra@aluno.unifran.br

As empresas, organizações e órgãos públicos, para se manterem firmes, adotam como método de sobrevivência a redução de custos desnecessários. Em uma empresa onde os custos de estoques apresentam uma grande parte no custo total de operação, deve se reestruturar o papel do estoque. Métodos inadequados de gestão de estoques podem gerar grandes custos. Numa empresa pública, onde os recursos financeiros são limitados, é de grande importância apresentar baixos custos de armazenagem. O objetivo deste estudo foi calcular o lote econômico de compra de matérias-primas que são utilizadas no processo produtivo de tratamento de água para abastecimento urbano levando em consideração as variáveis de estoque de segurança e o lead time dos fornecedores, buscando a quantidade certa de um pedido e quando colocar esse pedido para assim conseguir uma melhoria do controle de estoques com redução de excesso de gastos desnecessários, obsolescência, movimentação e otimização no layout. Como resultado obteve-se que os lotes econômicos de compra calculados para as matérias-primas mostrou-se viável para a maioria delas, porém um lote calculado se mostrou menor que o estoque de segurança devido ao grande lead time do fornecedor e teve que ser adaptado para se tornar conveniente.

Palavras-chaves: Gestão de Estoques; Redução de Custos; Lote Econômico de Compra

1. Introdução

Hoje, mais do que ontem, situações econômicas podem influenciar no aumento da competitividade do mercado globalizado, sendo necessário buscar melhorias sempre. Uma maneira usada por muitas empresas é aplicar técnicas de redução de custos para melhorar sua margem de lucro buscando na gestão de estoques ferramentas para obter vantagens competitivas com a redução de custos com armazenagem.

O grande questionamento das empresas é: Quanto manter em seus estoques? Quanto e quando pedir para minimizar os custos de estoque e não correr o risco de não conseguir atender a sua demanda? Muitos usam estoques de seus produtos acabados, processos e até de suas matérias-primas. Isso leva a um aumento dos custos de manutenção dos mesmos, bem como a um considerável volume de dinheiro parado, onde a gestão de estoques apresenta uma enorme atuação na rentabilidade das empresas.

O presente estudo aborda o estoque da Estação de Tratamento de Água do Departamento de Esgoto e Água da cidade de Guaíra, estado de São Paulo, que é responsável pela produção de água e abastecimento do município, onde é necessária uma gestão de estoques devido ao imenso cuidado com a demanda de água, buscando a redução de custos e aumentando o poder de investimento.

O objetivo deste é calcular o lote econômico de compra de matérias-primas utilizadas no processo de tratamento de água para abastecimento urbano levando em consideração todas as variáveis como estoque de segurança e o *lead time* dos fornecedores, buscando uma melhoria do controle de estoques com redução de excesso de gastos, obsolescência e movimentação.

O método de estudo orienta-se pela abordagem quantitativa e pelo procedimento de estudo de caso, revisão bibliográfica em teses de mestrado, artigos científicos e sites indexados.

Neste estudo foi possível demonstrar a extrema importância do conhecimento obtido com uma pesquisa para aplicar em um estudo de caso único, onde a pesquisa fornece informações para salientar e suscitar diretrizes e resoluções para a temática abordada, contribuindo assim para o desenvolvimento da nação.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Estoque e sua gestão

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010, p.163), “estoques são itens guardados por um tempo para posterior consumo dos clientes internos ou externos, ou seja, é um “*buffer*” (pulmão) entre o suprimento e a demanda”.

Muitas vezes o estoque pode fazer parte da estratégia da empresa, mas na maioria é uma fonte de despesa e da diminuição da rentabilidade.

2.1.1 Tipos de Estoque

A gestão de estoques tem uma influência direta e significativa no desempenho operacional e nas finanças das organizações. Para ajudar o processo de gestão de estoques as técnicas mais utilizadas são: giro de estoque, lote econômico de produção e lote econômico de compra (LEC), conceitos definidos na literatura e amplamente aplicados pelas práticas empresariais (ORTOLONI, 2002 apud RODRIGUES 2008, p. 22).

Os estoques são divididos em três grandes grupos: estoque de insumos, estoques que estão sendo processados e estoques de itens finais.

2.1.2.. Significado de controlar estoques

O controle de estoque surgiu para ajudar as empresas a administrar melhor seus materiais e deve ser controladas questões como: quem deve enviar a ordem de compra, a quem ela deve ser enviada, a ordem foi enviada, o fornecedor recebeu a ordem, os dados da ordem estão corretos e o que fazer se tiver algum tipo de erro (Fernandes; Godinho FILHO, 2010).

2.1.3. Custos relativos a gestão de estoques

De acordo com Garcia et al. (2006, p.15): “Os principais custos associados à gestão de estoque podem ser divididos em três áreas principais: custos de pedido, custos de manutenção de estoques e custo de falta”.

2.1.4. Posicionamento de estoques

Garcia et al. (2006) afirmam que estoques podem estar presentes em quase todas as etapas do processo de atendimento a uma demanda de uma organização, podem ser estoques de matérias-primas, produtos semi acabados (processo) ou de produtos acabados. Os níveis de estoque para cada momento vão depender das características operacionais da organização e do tempo demandado pelos clientes.

2.1.5. Classificação abc

A classificação ABC é um método usado para classificar as informações e separar os itens de maior importância ou maior impacto, é uma classificação estatística de materiais baseada do princípio de Pareto que se considera a importância de cada material, devido as quantidades utilizadas e seus valores ou até o seu grau de importância no produto.

2.2. Modelos para gestão de estoques

2.2.1. Modelo de lote econômico de compra

O modelo de lote econômico EOQ (*Economic Order Quantity*) é a quantidade econômica encomendada, cada vez que surge uma nova encomenda deve se saber a quantidade exata para uma aquisição de um produto. Esse modelo foi apresentado por *Ford Harris* como resultado de seu trabalho na *Westinghouse Corporation*, que ficou conhecido como lote de Wilson, devido a grandes consultorias que o mesmo aplicou em diversas empresas na época (GARCIA et al., 2006).

2.2.2. Sistema MRP I

O MRP (*Material Requirement Planning*) é o planejamento das necessidades de materiais, ele controla a produção para otimizar a gestão de forma a reduzir e minimizar os custos, mantendo os níveis de estoques corretos e necessários para os processos produtivos de uma empresa. Segundo Moreira, 2009, as perguntas básicas que devemos habilitar o MRP a responder são as seguintes:

- Que partes componentes serão necessárias para cumprir a demanda de produtos finais?
- Em que quantidade são essas partes necessárias?
- Quando essas partes são necessárias?

2.2.3. Sistema MRP II

O MRP I ainda é utilizado por algumas empresas hoje em dia, mas com o passar dos anos o MRP I foi evoluindo e incluindo elementos decisivos de compras, financeiros e de *marketing*, esta evolução é chamada de MRP II (*manufacturing resource planning*) ou planejamento dos recursos de produção. Com o MRP II é possível determinar-se além dos materiais, as necessidades de outros recursos de manufatura tais como equipamentos de mão de obra representando assim um sistema completo para a gestão da produção (SEVERO FILHO, 2006).

2.2.4. *Just in time*

O *Just-in-time* é um instrumento onde a produção é puxada a partir da demanda, produzindo em cada estágio somente os itens necessários, nas quantidades e momentos corretos. Apesar de ter sido um fator muito importante no processo produtivo do Japão, já se mostrou aplicável em todos os países. Basicamente usa práticas para gestão que priorizam a produção sem estoques, eliminação de desperdícios, produção de fluxo contínuo, esforço na redução de problemas e melhoria constante nos processos (OLIVEIRA et al., 2006).

2.3. Estocagem e movimentação dos materiais

2.3.1. Conceito para estocagem e movimentação dos materiais

O processo de estocagem de um material é necessário quando a empresa necessita guardar seus produtos ou matérias-primas em um armazém, ou seja, vai estocá-lo, todos os materiais mantidos no estoque devem ser bem colocados nas prateleiras e devem ser organizados por categorias de itens. A movimentação dos materiais significa todo e qualquer tipo de produto ou matéria-prima movimentado de um lugar para o outro, movidos corretamente e embalados adequadamente para que não haja problemas com perdas ou danos de produtos. (PASCOAL, 2008).

2.3.2. Armazenagem complexa

De acordo com Viana (2002) apud Pascoal (2008, p. 32), a armazenagem pode ser simples ou complexa. Dependendo de algumas características intrínsecas dos materiais, a armazenagem torna-se complexa em virtude da fragilidade, combustibilidade, volatilização, oxidação, explosividade, intoxicação, radiação, corrosão e forma.

2.3.3. Estrutura de armazenagem

As estruturas de armazenagem possibilitam uma maior organização do armazém, melhorando o espaço e os processos de armazenagem. Uma boa estrutura pode ajudar a diminuir os riscos com a segurança dos produtos estocados e os operários de estoques, ou seja, irá reduzir custos com perdas de produtos danificados ou com riscos de acidentes (PASCOAL, 2008).

2.3.4. *Layout* do local de estocagem

Quando se executa uma operação eficiente de armazenagem, para que isso aconteça é necessário a existência de um *layout* ótimo, que determina qual o grau de acesso a esse material, os tipos de fluxos, locais obstruídos, eficiência na mão de obra e segurança (PASCOAL, 2008).

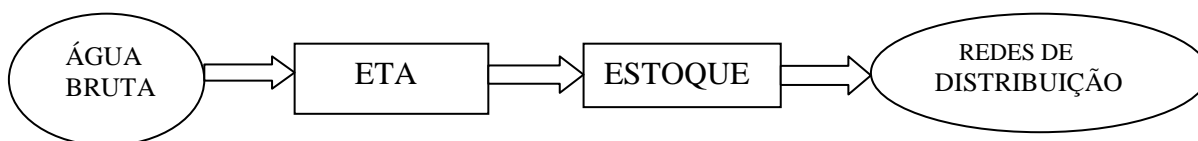
2.3.5. Localização dos estoques

“A localização dos estoques é uma forma de endereçamento dos itens estocados para que eles possam ser facilmente localizados. Com a automatização dos almoxarifados, definição de um critério de endereçamento é imprescindível” (VIANA, 2002 apud PASCOAL, 2008, p. 39).

2.4. Processo produtivo para produção de água tratada

2.4.1. Esquema do sistema de abastecimento com água tratada

A água bruta é captada em um curso natural, logo em seguida é bombeada para uma estação de tratamento de água (ETA) e após passar por todos os processos ela é conduzida para os reservatórios (estoques) de onde seguem para as redes de distribuição.



FONTE: Elaborado pelo autor

2.4.2. Estação de tratamento de água

A estação de tratamento de água é constituída por uma série de canais, tanques e filtros. De maneira geral as partes que envolvem as funções em uma ETA são: coagular e flocular o material sólido dissolvido na água bruta, decantar os flocos formados de maneira a clarificar a água, filtrar a água pós-decantada removendo as partículas que não decantarem e desinfetar e fluoretar a água a ser tratada.

2.4.3. Fases do tratamento

2.4.3.1. Coagulação

A Coagulação é o fenômeno químico da desestabilização das cargas superficiais, geralmente negativas, das partículas coloidais e em suspensão presentes na água, a partir da adição de um coagulante. Os coagulante mais usados são os sais de alumínio e de ferro, no caso estudado é o sulfato férrico.

2.4.3.2. Mistura rápida

A mistura pode ser feita em tanques com agitadores mecânicos ou em canais com a calha “Parshall”, é nesse momento que ocorre o contato das partículas de impurezas da água com as moléculas do sulfato férrico utilizado como coagulante, que ocorre em uma fração de segundos (ELEODORO, 2007).

2.4.3.3. Floculação

Após a fase de desestabilização das partículas, deve haver o encontro entre elas para que se juntem ganhando tamanho, peso e densidade compatíveis com o processo de separação sólido-líquido (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud ELEODORO, 2007).

2.4.3.4. Decantação

É o processo no qual a força da gravidade é utilizada para separar as partículas de densidade maior que a da água, depositando-as em uma superfície ou zona de armazenamento. Os

principais tipos de decantadores são os laminares, de alta taxa e os convencionais de escoamento horizontal (BDT, 2009).

2.4.3.5. Filtração

Na filtração ocorre o processo de separação sólido – líquido, onde são envolvidos os fenômenos físicos, químicos e as vezes até biológicos. Seu objetivo é remover as impurezas da água fazendo-a passar através de um meio poroso.

2.4.3.6. Desinfecção

A desinfecção é responsável pela destruição ou inativação de organismos patogênicos e é feita através de agentes desinfetantes como: oxidantes químicos, dióxido de cloro e ozônio, cloro e radiação ultravioleta (ELEODORO, 2007).

2.4.3.7. Correção do PH

Correção do pH é um método preventivo para evitar corrosão dos encanamentos por onde a água tratada é veiculada até os consumidores. Consiste na alcalinização da água para remover o gás carbônico livre e para provocar a formação de uma película de carbonato na superfície interna das canalizações (BDT, 2009).

2.4.3.8. Fluoretação

A fluoretação tem o objetivo de ajudar na prevenção de cáries dentárias e por isso é reconhecida mundialmente. Na fluoretação é usado o ácido fluossilíco ou mais conhecido como flúor, o flúor causa a opacidade do esmalte ou fluorose. (ELEODORO, 2007).

3. Estudo de caso

O estudo em questão aborda o estoque de uma estação de tratamento de água do Departamento de Esgoto e Água de Guaíra, que é responsável pela produção de água tratada do município de Guaíra, estado de São Paulo, onde é necessária uma boa gestão de estoques devido ao imenso cuidado com a demanda da produção de água e a manutenção do sistema de distribuição, para reduzir custos e aumentar o poder de investimento em seu sistema, sem correr o risco de faltar alguma matéria prima. Foram calculados os Lotes Econômicos de Compra de Matérias-Primas para o processo de produção de água tratada, buscando o ponto de equilíbrio entre os custos totais, custos de armazenagem e custos de pedidos. Logo após estes cálculos foram utilizadas análises gráficas levando em consideração as variáveis de estoque de segurança e o lead time dos fornecedores para encontrar o ponto correto para a colocação dos pedidos e, se necessário, ajustar o tamanho dos lotes para que o mesmo torne-se o mais conveniente. O estudo mostra os cálculos e análises gráficas para cada lote das matérias-primas utilizadas, e avalia a viabilidade dos lotes.

3.1 Departamento de esgoto e água de Guaíra

O Departamento de Esgoto e Água de Guaíra estado de São Paulo, emprega cerca de duzentos profissionais na cidade, distribuídos entre o departamento administrativo, setor de obras e a estação de tratamento de água.

3.2. Descrição da gestão de estoques da ETA

O controle de estoques é realizado através de um sistema de informação denominado CIRP, que apenas cuida de dados de entrada e saída do estoque, as informações são coletadas pelos colaboradores e passadas para um responsável do controle para alimentar o sistema, informando sobre o andamento dos estoques.

Não há um controle específico de compra de matérias-primas causando vários problemas entre o setor de controle de estoques e a contabilidade.

3.3. Pontos Críticos

Verificou-se que a estação de tratamento de água em questão apresenta pontos positivos e pontos negativos no que se refere à gestão de estoques de matérias-primas. Para analisar o processo da escolha das colocações de pedidos de compra das matérias-primas, foram observados os seguintes aspectos: Cada um dos itens possui uma armazenagem específica, mas não são estudadas suas quantidades de pedido que propiciem uma gestão racional, o planejamento de estoques é feito anualmente somente pelo controle de estoques, não havendo integração entre produção, estoques e compras. Não existe variação excessiva da demanda de matérias-primas, ou seja, a demanda é praticamente constante e previsível, verificou-se que não há paradas na produção de água tratada por falta de matérias-primas, isso se dá principalmente pelas parcerias feitas com os fornecedores.

Mesmo com a previsibilidade muito alta da demanda, não existe um controle de pedido de reabastecimento, comprando em altas quantidades gerando obsolescência e custos.

3.4. Levantamento de dados para o estudo

Para o estudo de caso foi feita a análise de documentos e arquivos da demanda de matérias-primas, custos de colocação de pedidos, custos de manutenção de estoques e custos de aquisição, também foi analisado os dados de estoque mínimo para a decisão sobre o tempo certo de quando colocar um pedido em relação ao Lead time do fornecedor. A análise será de muita importância para configurar uma futura mudança nas ocorrências dos problemas com a gestão de estoque dessas matérias-primas, fornecendo a quantidade exata dos itens para os pedidos e o tempo certo de colocação dos mesmos. A Tabela 1 mostra as cinco matérias-primas em estudo e os dados analisados:

Tabela 1 – Dados analisados.

ITENS	DEMANDA (KG/ANO)	CUSTO DE MANUTENÇÃO (R\$/KG)	CUSTO DE COLOCAÇÃO DE PEDIDO	CUSTO DE AQUISIÇÃO R\$/KG	ESTOQUE DE SEGURANÇA (KG)	LEAD TIME DO FORNECEDOR (DIAS)
Sulfato Férrico	129525,0	0,25	16,0	0,90	2591	7
Cal hidratada	38000,0	0,2	16,0	0,42	4824	45
Ácido Fluorssilícico	16800,0	0,1	16,0	0,58	465	10
Hipoclorito de sódio	3000,0	0,05	16,0	0,99	82	10
Ortopolifosfato econox	6300,0	0,02	16,0	5,60	520	30

Fonte: Deagua, 2002

3.5. Cálculo do lote econômico de compras

Para o cálculo do lote econômico de compra foi utilizada a seguinte expressão:

$$LEC = ((2 * C_p * D) / C_e)^{1/2}$$

Onde:

LEC: lote econômico de compra;

C_p: Custo de pedido;

Ce: Custo de Manutenção.

O tempo entre pedidos foi calculado pela expressão:

$$T_p = LEC/D$$

Onde:

T_p : Tempo entre pedidos

LEC: Lote econômico de compra

D: Demanda

A frequência de pedidos foi obtida pela expressão:

$$F = D/LEC$$

Onde:

F: Frequência de pedidos

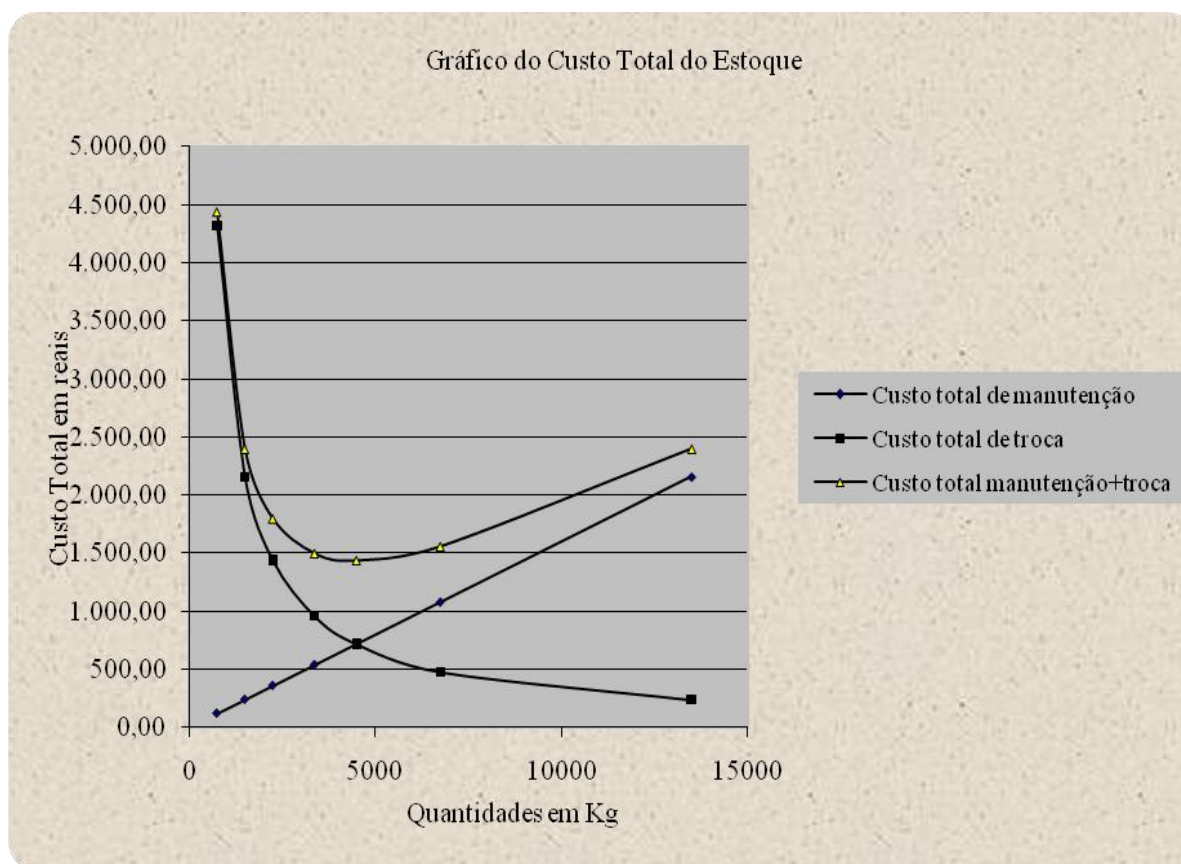
D: Demanda

LEC: Lote econômico de compra

3.6. Resultados obtidos

Com a análise dos dados de todas as matérias-primas, foi calculado o lote econômico, o tempo entre pedidos e a frequência, o gráfico abaixo ilustra uma simulação entre pedidos maiores e menores apresentando o ponto de equilíbrio entre os custos totais de manutenção e os custos totais de troca, mostrando a viabilidade do lote econômico de compra calculado, atingindo o ponto mais baixo de custos totais no estudo.

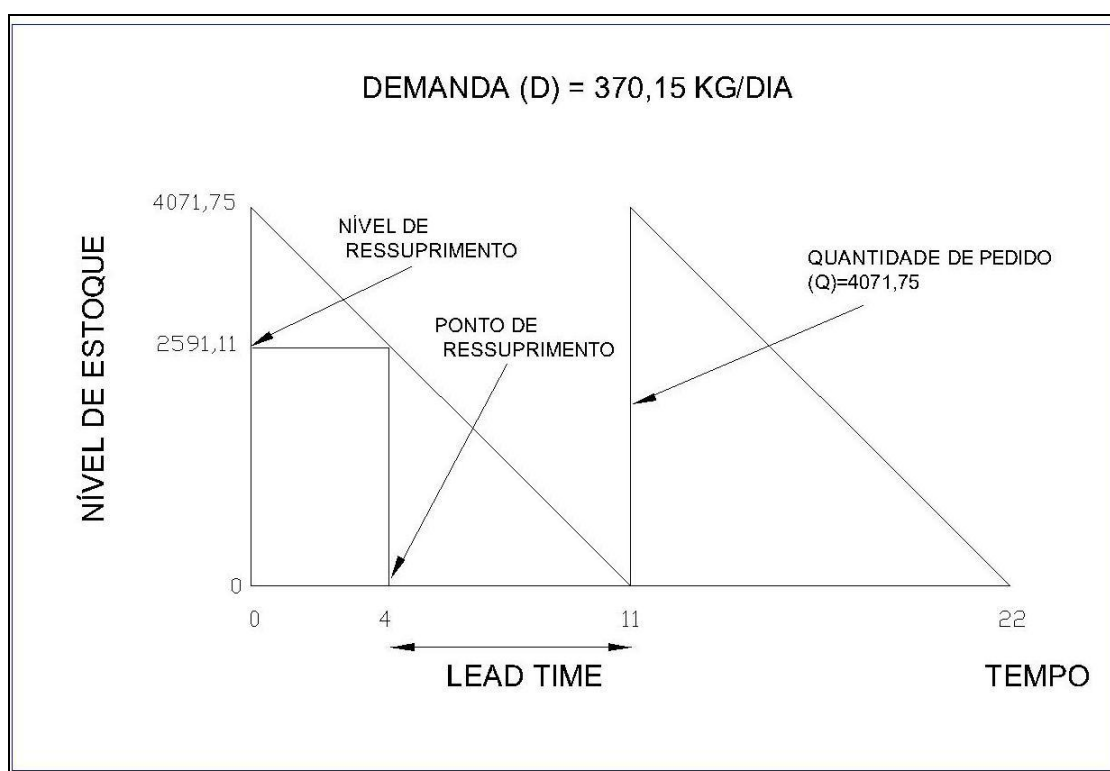
Gráfico 1- Custo total do estoque de sulfato férrico.



Fonte: Desenvolvido pelo autor

Quando se tem pedidos entregues instantaneamente, é evidente a decisão de quando colocar um pedido para reabastecimento dos estoques, ou seja, seria colocado quando o nível de estoque atingisse zero e ele chegaria instantaneamente e evitaria qualquer problema de falta de estoque. No caso em estudo foi observado que há uma lacuna entre o pedido e a chegada do mesmo no estoque, essa lacuna é chamada de lead time. Observando os dados do lead time para os fornecimentos das matérias-primas, bem como os estoques de segurança para garantir o atendimento da demanda, e também partindo de que a demanda da maioria das matérias-primas são de alta previsibilidade com baixas variações, praticamente desprezíveis, inferiu-se que o ponto de ressuprimento é o ponto que o estoque vai para zero após a entrega do lote menos o lead time do pedido. O gráfico a seguir mostra uma simulação que foi feita para determinada matéria-prima, que mostra o ponto de ressuprimento.

Gráfico 2 – Dente de serra para o ponto de ressuprimento.



Fonte: Desenvolvido pelo autor

3.7. Resumo dos resultados obtidos

A Tabela 2 mostra o resumo dos resultados obtidos quando analisadas todas as matérias-primas.

Tabela 2 – Resultados obtidos

	Sulf.Fér	Cal Hid	Cal Hid. Adap	Ác. Flu	Hip.de Sód	Ort. Econox
Lote Econômico Calculado (kg)	4071,75	2465,76	7182,4	2318,62	1385,64	3174,9
Tempo entre pedido (dias)	11,47	23,68	67	50,37	168,58	183,94
Frequência (pedidos no ano)	31,81	15,41	5,44	7,24	2,16	1,98
Ressup. (dias após a entrega do lote)	4	-	22	40	158	153
Lead time (dias)	7	45	45	10	10	30
Estoque de segurança (Kg)	2591,11	4824	4824	465	82	520

Fonte: Desenvolvido pelo autor

Como pode ser observado o cálculo do lote econômico de compra para Cal Hidratada mostrou-se inferior ao estoque de segurança, que garante o atendimento da demanda, isso acontece devido ao grande lead time do fornecedor, para resolver esse problema foi adaptado o lote econômico de compra ajustando com o nível de estoque de segurança. A solução

economicamente viável neste caso seria desenvolver novos fornecedores de Cal Hidratada que conseguissem entregar os pedidos antes do vigésimo terceiro dia e que o lote econômico de compra calculado iria zerar após sua entrega, assim seria assegurado a colocação do lote, mas de acordo com relatos da diretoria os fornecedores de Cal Hidratada que conseguem entregar seus pedidos em um prazo menor do que 23 dias, somente possuem Cal Hidratada rico em cálcio o que não é muito bom para a qualidade da água, já o fornecedor atual que trabalha com um lead time de entrega de 45 dias tem a Cal Hidratada rica em magnésio o que é excelente para o tratamento de água de alta potabilidade para o consumo humano.

4. Conclusão

O estudo apresenta os dados coletados de demanda, estoque de segurança, lead time dos fornecedores e os custos de colocação de pedidos, aquisição e manutenção do Departamento de Esgoto da cidade de Guaira estado de São Paulo. Diante disso foi elaborado um estudo técnico seguindo o Modelo de Cálculo do Lote Econômico de Compra, que analisa os dados e mostra a quantidade correta das matérias-primas a serem pedidas para o ponto mais baixo de custos totais de estoque. Esta análise teve como foco evidenciar a viabilidade do lote econômico de compra calculado em relação aos estoques de segurança e ao lead time dos fornecedores, para isso foram feitas análises gráficas que conseguem ajudar a encontrar o ponto correto para a colocação dos pedidos e se necessário ajustar o tamanho dos lotes para que o mesmo torne-se o mais eficiente.

Através deste estudo, foi possível mostrar que das cinco matérias-primas utilizadas no processo de tratamento de água o lote econômico calculado levando em consideração as variáveis de estoque de segurança e o lead time dos fornecedores se apresentou viável para quatro delas: o sulfato férrico, ácido Fluorssilícico, hipoclorito de sódio e o Ortopolifosfato econox já para a Cal Hidratada o lote econômico de compra se mostrou inferior ao estoque de segurança devido ao grande lead time do fornecedor, para ajustar o lote econômico mais conveniente para a Cal Hidratada foi utilizado o tempo em que o estoque de segurança zera em relação ao lead time do fornecedor levando em consideração que a demanda é altamente previsível, desta forma foi encontrado o lote mais conveniente para situação e o ponto de ressurgimento assim que atingir o início do estoque de segurança.

Pode-se concluir com os cálculos estudados que é viável a colocação dos lotes econômicos de compra das matérias-primas para a estação de tratamento da cidade de Guaíra estado de São Paulo onde serão minimizados os custos de estoques com o custo de manutenção, custo de colocação de pedido, custo de obsolescência, custo de faltas, além da redução do espaço físico utilizado para a armazenagem dos estoques podendo assim fazer uma adequação no layout para melhor uso da área de armazenagem. Foi notado no estudo que as empresas ou órgãos públicos devem usar os lotes econômicos de compra para minimizar os custos totais de estoques mas que nem sempre os lotes econômicos de compra calculados são os mais convenientes mesmo com a minimização dos custos existem casos que devem se adaptar as variáveis externas, como o lead time dos fornecedores, para não deixar de atender a demanda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BDT. *Biblioteca Didática de Tecnologias Ambientais. Aeração ou arejamento.* 2009. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~bdta/f-aeracao.htm>>. Acesso em: 13 set. 2012.

COMMONS. *Wikimedia commons.* 2008. Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Imagem_5.png>. Acesso em: 13 set. 2012.

DEAGUA. *Departamento de Esgoto e Água de Guaira.* 2012. Disponível em: <<http://deagua.com.br/novosite/>>. Acesso em: 13 set. 2012.

DEC. *Noções sobre tratamento de água.* UFCG. 2012. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Tratam01_int.htm>. Acesso em: 13 set. 2012.

ELEODORO, T. S. *Viabilidade econômica com a substituição do sulfato de alumínio pelo sulfato férrico no tratamento de água de abastecimento urbano.* 2007. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade de Franca, Franca.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. *Planejamento e controle da produção - dos fundamentos ao essencial.* São Paulo: Atlas, 2010.

GARCIA, E. S. et al. *Gestão de estoques otimizando a logística e a cadeia de suprimentos.* Rio de Janeiro: E-PAPERS, 2006.

LAURINDO, F. J. B.; MESQUITA, M. A. de. *Material requirements planning: 25 anos de história - uma revisão do passado e prospecção do futuro.* *Gest. Prod.* v. 7. n. 3. São Carlos, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2000000300009&script=sci_arttext>. Acesso em: 13 set. 2012.

LUSTOSA, L. et al. *Planejamento e controle da produção.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MOREIRA, DANIEL AUGUSTO. *Administração da Produção e Operações.* 2009, Editora Cengage Learning.

OLIVEIRA, O. J. et al. *Gestão da qualidade tópicos avançados.* São Paulo: Thomson, 2006.

PASCOAL, J. A. *Gestão estratégica de recursos materiais: controle de estoque e armazenagem.* 2008. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Centro Universitário de João Pessoa, UNIPÊ, João Pessoa – PB.

RODRIGUES, P. C. C. *A gestão de estoques em sistemas produtivos engineering-toorder e make-to-stock: estudo de casos em empresas do setor gráfico.* 2008. 54f. Monografia de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Bauru.

SACOMANO, J. B. et al. *Administração de produção na construção civil - o gerenciamento de obras baseados em critérios competitivos.* São Paulo: Arte e Ciência, 2004.

SEVERO FILHO, J. *Administração de logística integrada materiais, PCP e marketing.* Rio de Janeiro: E-Papers Serviços Editoriais Ltda, 2006.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. *Cadeia de suprimentos projeto e gestão, conceitos estratégicos e estudo de caso.* São Paulo: Artmed, 2003.

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

UNIAGUA. Universidade da Água. *Estação de tratamento.* Esquema de tratamento da água. 2011. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/public_html/website/default.asp?tp=3&pag=tratamento.htm>. Acesso em: 13 set. 2012.

WANKE, Peter. *Aspectos fundamentais da gestão de estoques na cadeia de suprimentos.* 1999. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/index.php?option=com_content&task=view&id=1076&Itemid=74&lang=br>. Acesso em: 13 set. 2012.