

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**

**IGOR CARNEIRO RODRIGUES**

**APLICAÇÃO DO LOTE ECONÔMICO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE  
GARRAFAS PET EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Fortaleza

2013

**Igor Carneiro Rodrigues**

**APLICAÇÃO DO LOTE ECONÔMICO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE  
GARRAFAS PET EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Trabalho Final de Curso submetido à Coordenação do  
Curso de Engenharia de Produção Mecânica, como  
requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro  
de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Rogério Teixeira Mâsih

Fortaleza

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

R613a Rodrigues, Igor Carneiro.

Aplicação do lote econômico em uma linha de produção de garrafas PET em uma indústria de bebidas / Igor Carneiro Rodrigues. – 2013.

63 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2013.

Orientação: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih.

1. Gestão de estoques. 2. Lote econômico de produção. 3. Classificação ABC. I. Título.

CDD 658.5

---

**IGOR CARNEIRO RODRIGUES**

**APLICAÇÃO DO LOTE ECONÔMICO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE  
GARRAFAS PET EM UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS.**

Este Trabalho Final de Curso foi julgado adequado para  
obtenção do título de **Engenheiro de Produção Mecânica** da  
Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013

---

Prof. Heráclito Lopes Jaguaribe Pontes  
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

---

Prof. Rogério Teixeira Mâsih  
Orientador

---

Prof. Luiz Fernando Mahlmann Heineck  
Examinador – UFC

---

Prof. João Vitor Moccellini  
Examinador – UFC

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de propor melhorias no gerenciamento de estoques, assim como uma redução de custos de produtos acabados em uma indústria de refrigerantes no nordeste brasileiro.

O trabalho consistiu em utilizar ferramentas da gestão de estoques para determinar as prioridades da empresa em relação aos produtos acabados e definir o tamanho ideal do lote de produção de maneira a reduzir o custo do produto acabado.

Ao longo do trabalho será observado um problema muito comum de muitas empresas que buscam reduzir os estoques ao máximo e acabam prejudicando os custos com setups, não sendo realizado nenhum estudo para definir os tamanhos dos lotes de produção.

**Palavras-chave:** Gestão de estoques. Lote econômico de produção. Classificação ABC.

## **ABSTRACT**

This work was developed in order to propose inventory management improvements, as well as a cost reduction at a soft drink industry in northeastern Brazil.

The work consisted in using inventory management tools to find the industry management priorities and the economic order quantity in order to reduce the cost.

Throughout the work it might be noticed a very common mistake of many companies, that in order to reduce inventory costs they end up rising the setup cost.

**Keywords:** Inventory Management. Economic Order Quantity. ABC Classification.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de custo ideal.....	15
Figura 2 – Curva ABC.....	17
Figura 3 – Curva dente de serra.....	22
Figura 4 – Curva dente de serra com estoque mínimo. ....	23
Figura 5 – Curva dente de serra com estoque mínimo e ponto de reposição.....	23
Figura 6 – Curva do custo total.....	25
Figura 7 – Determinação do estoque médio no LEC.....	26
Figura 8 – Determinação do estoque médio no LEP.....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Velocidade das linhas</b> .....	40
<b>Tabela 2 – Demanda da empresa</b> .....	42
<b>Tabela 3 – Custo dos produtos acabados</b> .....	44
<b>Tabela 4 – Custo de estocagem</b> .....	45
<b>Tabela 5 – Valor movimentado</b> .....	47
<b>Tabela 6 – Classificação ABC</b> .....	48
<b>Tabela 7 – Classes A, B e C</b> .....	50
<b>Tabela 8 – Total materiais</b> .....	51
<b>Tabela 9 – Total produção e CQ</b> .....	52
<b>Tabela 10 – Custo setup</b> .....	52
<b>Tabela 11 – Cálculo do numerador</b> .....	54
<b>Tabela 12 – Calculo do denominador</b> .....	54
<b>Tabela 13 – Cálculo do lote econômico de produção</b> .....	55
<b>Tabela 14 – Custos do lote econômico</b> .....	56
<b>Tabela 15 – Custos do lote atual</b> .....	56

## SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO .....	8
1.1	Introdução.....	8
1.2	Objetivos.....	9
1.2.1	Objetivo Geral.....	9
1.2.2	Objetivos Específicos .....	9
1.3	Justificativa .....	9
1.4	Metodologia de Pesquisa .....	10
1.5	Estrutura do Trabalho.....	11
2	CAPÍTULO 02 – Administração de Estoques.....	12
2.1	Estoques.....	12
2.1.1	Classificação dos estoques .....	13
2.1.2	Custo de estocagem.....	14
2.2	Gestão de estoques .....	15
2.2.1	Curva ABC.....	16
2.2.2	Rotatividade do estoque .....	19
2.2.3	Estoque de Segurança .....	20
2.2.4	Estoque máximo.....	21
2.2.5	Gráfico dente de serra.....	21
2.3	Lote econômico .....	24
2.3.1	Lote econômico de compra .....	26
2.3.2	Lote econômico de fabricação.....	28
2.3.3	Lote econômico com descontos .....	31
2.4	Relatos de aplicação do lote econômico.....	32
2.5	Considerações finais do capítulo.....	33
3	CAPÍTULO 03 – ESTUDO DE CASO .....	34
3.1	Roteiro para desenvolvimento do estudo de caso .....	34
3.2	Desenvolvimento do estudo de caso .....	37
3.3	Considerações finais sobre o estudo de caso.....	58
4	CAPÍTULO 04 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	59
5	REFERÊNCIAS.....	62

## **CAPÍTULO 01 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 Introdução**

O balanceamento dos estoques é um problema enfrentado por muitas empresas nos dias de hoje, onde, por um lado, é bom ter estoques altos para evitar surpresas do mercado, e é a maneira mais simples de evitar falta de produtos e, conseqüentemente, clientes insatisfeitos. Martins e Alt (2006) diz que todas as empresas procuram uma vantagem competitiva, a oportunidade de atendê-los prontamente com a quantidade exata. No momento desejado, é uma vantagem competitiva, que é facilitada pela boa administração de estoques. Da mesma forma que possuir estoques é uma vantagem competitiva para a empresa, ele custa muito caro, e se dimensionado erroneamente pode agregar mais custos do que receitas para a empresa.

Um dos grandes desafios do administrador de estoques é fazer o correto balanceamento dos estoques da empresa sem agregar muitos custos e com a capacidade de atender a demanda da empresa.

Uma das formas de facilitar a administração de estoques é o uso da classificação ABC, por ela ser uma ferramenta que ajuda a diferenciar os itens no estoque que precisam de maior atenção e os que não necessitam de muito cuidado na hora de gerenciar o estoque. Com esta classificação, é possível separar uma pequena quantidade de itens responsáveis pela maior parte da movimentação do estoque, sendo esses itens classificados como classe A, portanto o alvo prioritário da atenção do administrador de estoques.

Atualmente, há muita pressão para manter baixos os níveis de estoques da empresa, justamente pelo fato de ele necessitar de um grande investimento e não gerar retorno a ponto de justificar esse investimento. As empresas utilizam a justificativa de manter baixos os estoques como uma maneira de gerarem maiores lucros, entretanto elas acabam aumentando demasiadamente os custos com setups envolvidos nos processos produtivos. Com isso, surgiu a necessidade de aplicar alguma ferramenta de gestão de estoques capaz de ajudar a reduzir os custos da empresa.

O lote econômico é um calculo matemático que foi desenvolvido com a finalidade de determinar o lote que vai gerar o menor custo total, que é o custo de

estocagem somado com os custos de setup, e com isso, menor custo para a empresa, é, portanto, junto com a classificação ABC, a ferramenta ideal para otimizar os custos de estocagem e setup em uma empresa que possui uma grande variedade de produtos.

Espera-se que as modificações nos tamanhos dos lotes de produção consigam diminuir o custo do produto acabado.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Analisar a aplicação do lote econômico em uma linha de produção de garrafas de Politereftalato de Etileno (PET) de uma indústria de bebidas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as principais formas de cálculo do lote econômico;
- Calcular o lote econômico de produção;
- Apresentar os ganhos obtidos com a aplicação do lote econômico.

## **1.3 Justificativa**

A indústria de refrigerantes no Brasil é muito competitiva, normalmente atende a uma grande quantidade de pontos de venda, precisando, assim, de um estoque capaz de suprir as necessidades do setor de vendas, o que torna essencial o correto gerenciamento do estoque, uma vez que o estoque representa uma parcela de capital investido na empresa e, portanto, gera um custo.

É muito importante o correto gerenciamento do estoque, pois a falta de um produto pode gerar a perda do cliente, que poderá facilmente optar pelo produto do concorrente. O aumento nos estoques da empresa gera um custo muito elevado, podendo tornar o produto mais caro, portanto dificultando a comercialização dos produtos da empresa.

Outro problema existente nas indústrias de bebidas é o alto custo de setup, uma vez que a cada troca de embalagem ou sabor tem que ser realizado todo um

processo de sanitização e controle de pragas. Esse processo além de consumir tempo consome muitos produtos químicos e água, além do trabalho de toda uma equipe de controle de qualidade para a liberação da linha para produção. Esses custos de setup também são agregados ao custo final do produto, sendo, portanto, necessário um estudo que aponte a quantidade ideal que deve ser produzida para minimizar o custo de setup por produto sem que, para isso, aumente demasiadamente os custos de estocagem.

#### **1.4 Metodologia de Pesquisa**

Algumas das maneiras de classificar a metodologia utilizada para o desenvolvimento de uma pesquisa são:

- Quanto à natureza – Nesse aspecto, este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, uma vez que gera conhecimentos para aplicação prática e para a solução de problemas específicos (GIL, 2002).

- Quanto à forma de abordagem do problema – A pesquisa apresenta enfoques quantitativos e qualitativos, uma vez que buscou compreender o fenômeno no contexto relacionando questões que puderam ser respondidas objetivamente. (SAMPIERI, 2006).

- Quanto aos objetivos – A pesquisa possui características de objetivos descritivos, pois visa descrever as características de determinado processo e as relações entre suas variáveis, envolvendo levantamento e coleta de dados para compor as variáveis (SAMPIERI, 2006).

- Quanto aos procedimentos técnicos – Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados os seguintes procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de pesquisa em livros e artigos abordando o tema de administração de materiais com ênfase nos conceitos relacionados ao lote econômico. A pesquisa documental foi realizada através de documentos e registros internos da empresa para obter as informações sobre custos de estocagem, custo de setup, demanda e taxa de produção. Por fim, optou-se por um estudo de caso no sentido de avaliar, em um ambiente real, a relação existente entre as variáveis através do cálculo do lote econômico de produção e comparando esses resultados com a situação atual da empresa (GIL, 2002).

## **1.5 Estrutura do Trabalho**

O primeiro capítulo tem objetivo introdutório, apresentando os objetivos e as justificativas do trabalho, assim como a metodologia de pesquisa a ser utilizada.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre os assuntos abordados no trabalho, visando, principalmente, à gestão de estoques e suas ferramentas. Principalmente os custos de estocagem, classificação ABC e os princípios do lote econômico.

O terceiro capítulo apresenta a empresa em que foi realizado o estudo e uma descrição detalhada sobre o processo analisado, também é apresentado, nesse capítulo, todos os procedimentos utilizados para a obtenção dos dados com objetivo de, ao final do capítulo, fazer o cálculo do lote econômico.

O quarto capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir das informações obtidas no capítulo anterior.

## **CAPÍTULO 02 – Administração de Estoques**

### **2.1 Estoques**

As empresas se preocupam com o controle dos níveis de estoque, pois ele está relacionado diretamente com o desempenho da empresa, o que o torna uma das mais importantes funções da administração de materiais (POZO, 2007). Para Martins e Alt (2006), atender o cliente no momento e na quantidade desejada é uma vantagem competitiva para as empresas, uma boa administração de estoques pode ajudar na obtenção de resultados satisfatórios.

Segundo Martins e Alt (2006, p. 167), “como elemento regulador, quer do fluxo de produção, no caso do processo manufatureiro, quer do fluxo de vendas, no processo comercial, os estoques sempre foram alvo da atenção dos gerentes”. Se não administrados corretamente, os estoques podem vir a ser um ‘peso morto’, não gerando o retorno ao investimento que nele foi feito. Podendo gerar inclusive prejuízos, principalmente no caso de produtos do ramo alimentício em que os produtos possuem prazo de validade.

Para Dias (1993), é impossível uma empresa trabalhar sem estoque, e como ele custa caro e tende a aumentar continuamente, deve-se minimizar o estoque para maximizar o lucro sobre o capital investido, que é o principal objetivo da empresa.

Um grande dilema enfrentado pelos administradores é que uma vez os estoques altos, capazes de atender perfeitamente à demanda do mercado sem o risco de vendas perdidas, necessitam de um grande investimento, portanto maior capital de giro e um custo de produção maior. Por outro lado, um estoque pequeno pode diminuir o custo do produto, porém pode acarretar na falta de produto, podendo ocasionar perda de clientes (POZO, 2007).

### 2.1.1 Classificação dos estoques

Os estoques podem ser classificados em:

- Matérias-primas

São todos os produtos necessários para a produção do produto acabado, o estoque de matérias primas também pode consistir de produtos já processados que foram terceirizados ou transferidos de outras divisões da mesma empresa. Todas as empresas industriais possuem estoque de matérias-primas, a quantidade de cada item no estoque deve variar de acordo com a frequência de uso, investimento e tempo de reposição. Também devem ser consideradas características físicas, como tamanho e durabilidade. É importante que a matéria-prima esteja disponível no momento necessário com o mínimo de investimento possível (DIAS, 1993).

- Produtos em processo

São os materiais que já entraram no processo produtivo, mas que ainda não são produtos acabados. Para ser considerado produto em processo, é necessário que o material já tenha sido processado de alguma forma, mas que ainda vai ser transformado durante o processo produtivo (MARTINS; ALT, 2006).

- Produtos acabados

Consistem em itens que já foram produzidos e ainda não foram vendidos. Em empresas que produzem sobre encomenda, o estoque de produtos acabados normalmente é muito baixo, uma vez que os produtos já foram vendidos antes mesmo de começarem a serem produzidos. No caso de empresas que primeiro produzem para depois venderem, é necessário criar um estoque de produtos acabados, que muitas vezes o tamanho varia de acordo com a previsão de vendas, pelo processo e pelo investimento necessário. É importante observar o grau de liquidez dos produtos acabados, uma empresa que produz e vende bens de consumo popular pode manter um maior estoque com segurança de que o produto vai ser vendido, diferentemente de produtos especializados em que é necessário manter estoques baixos pela incerteza da venda rápida do produto (DIAS, 1993).

- Peças de manutenção

São as peças utilizadas pela equipe de manutenção. Deve ser dada a mesma importância para as peças de manutenção como para a matéria-prima, a falta do material de manutenção correto pode ocasionar diversos custos como mão de obra

parada, equipamento ocioso, atraso na entrega do produto e até mesmo a possível perda do cliente (DIAS, 1993).

### **2.1.2 Custo de estocagem**

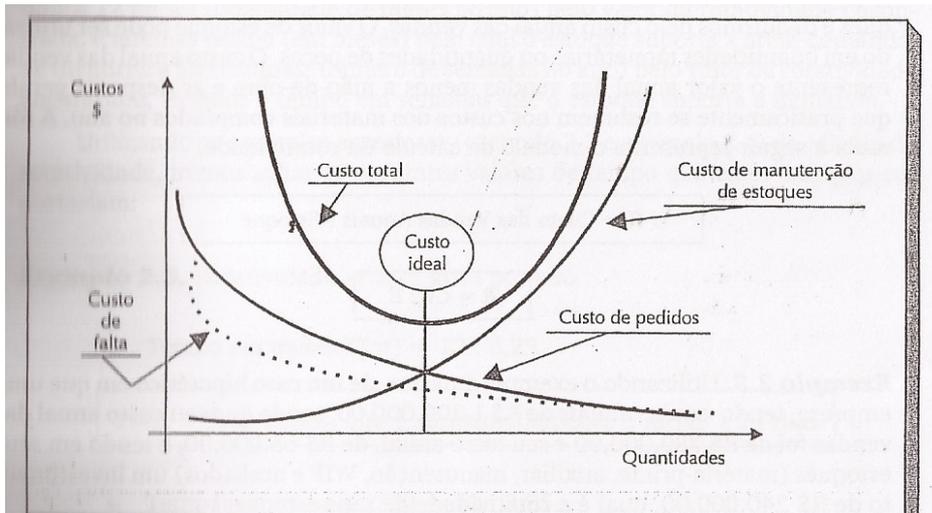
Os custos de armazenagem afetam de maneira direta a rentabilidade da empresa, o que atrai muita atenção do empresário. Todo armazenamento de material gera custos, tais como juros, depreciação, aluguel, movimentação, deterioração, obsolescência, seguros, salários e conservação. Esses custos aumentam diretamente de acordo com a quantidade e o tempo de permanência do estoque (DIAS, 1993).

Cada vez que é feito um pedido, há custos fixos e variáveis. Parte dos custos fixos é referente a salários do setor de compras e custos variáveis. Seguros e frete são exemplos de custos variáveis (POZO, 2007).

O custo por falta de estoque é o custo que a empresa tem que arcar devido à falta de algum dos tipos de estoques citados no 2.1.1. Segundo Dias (1993), não é possível calcular com precisão os custos por falta de estoque, eles podem ser devido à incapacidade de fornecer o produto ocasionando perda de pedidos, por meio de custos adicionais, como compra de produtos de terceiros, frete expresso, custos contratuais, multas por atraso e, ainda, pela denegrição da imagem da empresa.

Para Pozo (2007, p. 44), “devemos buscar um balanceamento dos custos de armazenagem, de pedidos e de falta para melhor atender à demanda de mercado e anseios dos acionistas”. Tem-se o custo de pedido que diminui conforme a quantidade do pedido que aumenta; o custo de armazenagem que aumenta com a quantidade a ser estocada; e o custo de falta que diminui conforme o pedido aumenta. Tem-se que o custo total de armazenagem é a soma desses 3 custos, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 – Curva de custo ideal.



Fonte: POZO, 2007

## 2.2 Gestão de estoques

Conforme Pozo (2007, p.39) “O maior objetivo da administração de materiais é prover o material certo, no local de produção certo, no momento certo e em condição utilizável ao custo mínimo para a plena satisfação do cliente e dos acionistas”. É mais fácil perceber quando a gestão de estoques não está sendo bem realizada, quando as matérias não estão disponíveis na quantidade e no momento exato para atender às necessidades do mercado.

De acordo com Martins e Alt (2006, p.198) “Como os estoques representam parcela substancial dos ativos das empresas, devem ser encarados como um fator potencial de geração de negócios e de lucros. Assim, cabe ao administrador verificar se estão tendo a utilidade adequada”. Durante períodos de inflação, é interessante manter estoques elevados, uma vez que os novos produtos serão mais caros do que os produtos adquiridos anteriormente, podendo gerar altos lucros, porém em uma economia estável, de baixa inflação, isso não acontece, podendo tornar uma boa gestão de estoques responsável pelo lucro da empresa. Cabe ao administrador verificar se o estoque está gerando lucro ou despesa.

Para Dias (1993), o administrador de estoques deverá conciliar os conflitos entre as áreas de vendas, financeira, produção e vendas, uma vez que cada uma possui um objetivo diferente relacionado aos estoques, para a área de vendas o

estoque alto significa que haverá vendas com entregas mais rápidas gerando uma boa imagem para o setor. Para o departamento de produção, o alto estoque dá uma segurança de que não vai faltar produto acabado e nem matéria-prima para a produção, tornando mais fácil administrar o setor. Para o departamento de compras, será possível negociar descontos em compras de grandes lotes. Já para o setor financeiro, tudo representa maior investimento, conseqüentemente, maior capital de giro e menor lucro da empresa.

É função da diretoria administrativa da empresa fornecer ao departamento de controle de estoques os objetivos da empresa para que os estoques possam se adequar a esses objetivos, uma empresa que prima pela entrega rápida do produto possui um estoque relativamente maior do que a concorrente que visa o custo como principal objetivo, nesses dois casos a adequação do controle de estoques é primordial (DIAS, 1993).

### **2.2.1 Curva ABC**

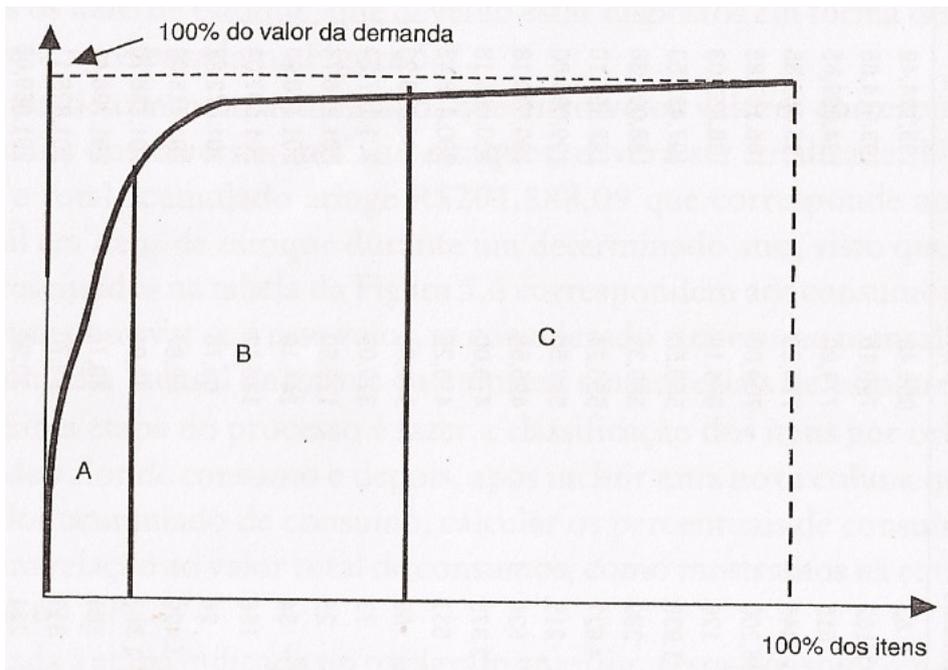
“O principal objetivo da análise ABC é identificar os itens de maior valor de demanda e sobre eles exercer uma gestão mais bem refinada, especialmente por que representam altos valores de investimento” (GONÇALVES, 2010, p. 170). Para Viana (2009), a curva ABC trata-se de um método aplicável em qualquer situação onde é possível definir uma tarefa mais importante do que outra, classificando-as em A, B ou C.

Classe A: é um grupo onde ficam os itens mais importantes, de maior demanda ou maior importância financeira, normalmente são 10 a 20 por cento do total de itens que representam entre 35 a 70 por cento do valor movimentado dos estoques. Esse grupo merece um estudo mais detalhado (MARTINS; ALT, 2006).

Classe B: são os itens intermediários entre as classes A e C, são o segundo grupo em ordem de importância e devem corresponder a algo em torno de 15 a 30 por cento do valor dos estoques (POZO, 2007)

Classe C: é a classe com os itens menos importantes, correspondem acerca de 75 por cento dos itens em estoque, essa grande parte dos itens no estoque representa apenas 5 por cento do valor monetário. São os itens menos importantes financeiramente e, portanto, requerem menos atenção no gerenciamento (VIANA, 2009). Colocando as classes em um gráfico, obtém-se a figura 2.

Figura 2 – Curva ABC.



Fonte: GONÇALVES, 2010

É importante salientar que mesmo sendo itens de menor importância financeira, a falta de alguns itens da classe C poderá influenciar em uma parada de produção podendo causar atrasos na entrega do pedido (BERTAGLIA, 2003 apud TRAJANO, 2008, p. 30).

Para fazer uma análise ABC, primeiramente devem-se listar todos os itens do estoque, com seus respectivos consumos e seus respectivos preços. É preciso calcular o valor do consumo, basta multiplicar a quantidade consumida pelo preço, logo depois se ordena a matriz em ordem decrescente do valor de consumo. Depois é feito o cálculo do consumo acumulado, nessa coluna, será colocada a soma do consumo do item da linha em questão com o consumo acumulado do item anterior, depois é feito um cálculo para descobrir a porcentagem do consumo acumulado em relação ao consumo total. Por último, basta classificar os itens nas classes A, B ou

C, de acordo com os critérios já mencionados, lembrando que esses não são rígidos, podendo sofrer alterações em função do perfil da curva (GONÇALVES, 2010).

Existem também categorias ABC que levam em consideração fatores que, normalmente, não são considerados na classificação ABC simples. É chamado de ABC com critério múltiplo e leva em consideração alguns fatores não econômicos, antes, ignorados pelo cálculo ABC (BERRY *et al.*, 2006, apud PESSOA, 2011, p. 18).

Um item simples, como um parafuso, é facilmente classificado como item C da curva ABC, porém sua falta pode interromper a operação de um equipamento essencial para a produção ou segurança da fábrica. O ABC com critério múltiplo leva em consideração, na avaliação dos itens, o impacto que sua falta vai causar na operação da fábrica, na imagem da empresa perante os clientes e na facilidade de reposição ou substituição do item por outro (MARTINS; ALT, 2006).

“A classificação com criticidade é feita baseando-se na classificação ABC comum, desta forma são criadas duas tabelas, uma com cada classificação, que posteriormente são cruzadas, formando uma classificação conjunta” (PESSOA, 2011, p. 19).

No conceito da criticidade dos itens, pode-se classificá-los em A, B ou C. Onde os itens cuja falta provoca a interrupção da produção dos bens ou serviços e possuem difícil substituição sem fornecedores alternativos são classificados como classe A; já na classe B, são classificados os itens que a falta não afeta a produção no curto prazo; e os demais itens são alocados na classe C. Uma classificação sugerida é chamar de classe AA os itens que foram classificados como AA, AB e BA, os que foram classificados como AC, BB e CA como classe BB e os demais como classe CC (MARTINS; ALT, 2006).

### 2.2.2 Rotatividade do estoque

Na visão de Dias (1993, p. 73), “a rotatividade ou giro do estoque é uma relação existente entre o consumo anual e o estoque médio do produto.”

$$\text{Rotatividade} = \frac{\text{consumo médio período}}{\text{estoque médio período}} \quad (1)$$

A unidade da rotatividade é “vezes/período”, podendo ser, por exemplo, 8 vezes/ano ou 10 vezes/mês. A rotatividade também pode ser calculada para valores monetários de estoque e consumo (DIAS, 1993).

Sabendo o valor da rotatividade, Martins e Alt (2006) faz o cálculo da cobertura do estoque, que indica o número de unidades de tempo que o estoque médio será capaz de cobrir para a demanda média.

$$\text{cobertura} = \frac{\text{número de dias do período em estudo}}{\text{giro}} \quad (2)$$

Para o cálculo da cobertura média, Corrêa (1974, p. 89) diz que “basta dividir a média dos estoques mensais ( $E_m$ ) pelo valor médio das saídas mensais ( $C_m$ ). Assim, diremos que a cobertura média será:”

$$\text{Cobertura} = \frac{E_m}{C_m} \quad (3)$$

Por exemplo, se o estoque médio de um mês é de 100 Cxf, e seu consumo mensal é de 50 Cxf, sua cobertura será de 2 meses. Da mesma forma, se estoque atual for de 100 Cxf, e o consumo diário for de 10 Cxf, a cobertura do estoque atual será de 10 dias.

### 2.2.3 Estoque de Segurança

“Se conhecêssemos perfeitamente todos os fatores que influenciam a demanda de produtos e se esses fatores pudessem ser representados por uma função, mesmo a mais complexa delas, então seria possível fazer previsões de demanda com exatidão. Porém, essa possibilidade na prática não existe” (GONÇALVES, 2010, p. 112). Clima, economia, políticas governamentais, diversos fatores imprevisíveis podem afetar consideravelmente a demanda de um determinado produto. Uma empresa que fabrica guarda-chuva, por exemplo, nos períodos de verão praticamente não possui venda, mas se começar a chover continuamente, a procura por guarda-chuvas vai ser grande; um caminhão que carrega uma carga de extrema importância para a produção da fábrica pode se acidentar ocasionando um atraso na entrega ou até mesmo a perda da carga. Esses tipos de incertezas trazem a necessidade de criar um estoque adicional para amortecer os efeitos da imprevisibilidade, esse estoque adicional será chamado de estoque de segurança.

O estoque de segurança, também conhecido por estoque mínimo, é a quantidade mínima que deve existir no estoque, ele é uma das informações mais importantes para o controle de estoque, pois afeta diretamente o custo de estocagem do material, devendo ser calculada com bastante critério, uma vez que representa um capital investido inoperante (DIAS, 1993).

Martins e Alt (2006) diz que as hipóteses levantadas para os estudos dos estoques como a demanda constante, entrega instantânea ou prazo de atendimento fixo são muito difíceis de serem encontrados, porém se faz necessário seu uso para dar certa segurança ao processo produtivo, não sendo necessário pará-lo constantemente por falta de materiais no estoque, a certeza do atendimento possui um custo muito elevado, para isso são utilizados cálculos estatísticos para chegar a um estoque mínimo que atenda à expectativa da empresa tanto no âmbito financeiro como produtivo.

#### 2.2.4 Estoque máximo

O estoque máximo é o maior nível que o estoque deve ter, ele é calculado como a soma do estoque mínimo com o lote de compra ou produção.

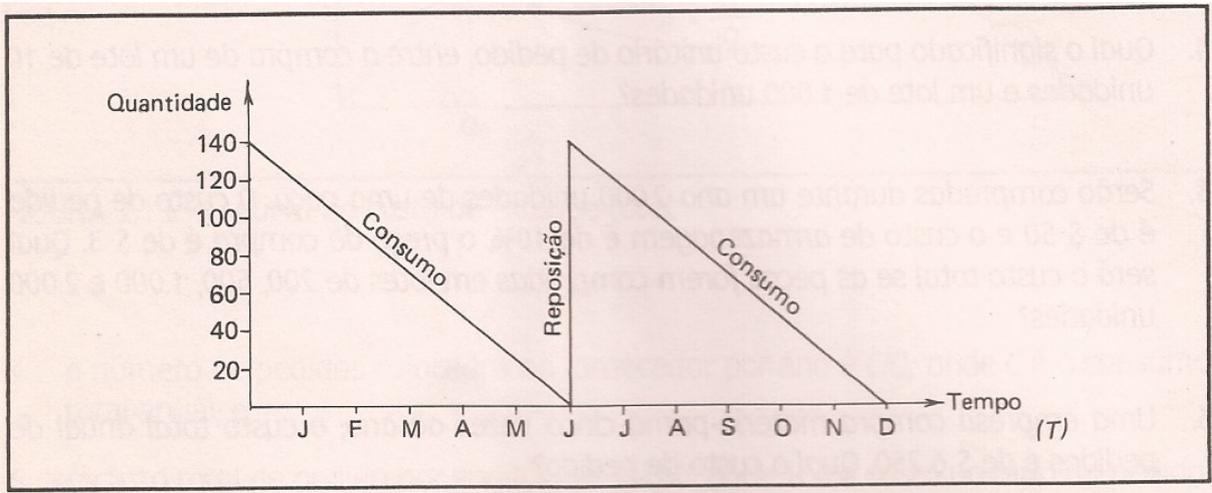
$$\textit{Estoque Máximo} = \textit{Estoque Mínimo} + \textit{Lote} \quad (4)$$

Esse lote pode ou não ser o lote econômico, em condições normais o estoque deve variar entre os limites máximos e mínimos. O conceito de lote máximo não é válido do ponto de vista financeiro, uma vez que a inflação ou até mesmo a especulação pode alterar significativamente seu valor (DIAS, 1993). Pozo (2007) ressalta a importância de manter um nível máximo de estoque, ele deve ser grande o suficiente para suportar variações normais de demanda, porém não grande a ponto de onerar os custos de manutenção do estoque.

#### 2.2.5 Gráfico dente de serra

A representação em um plano cartesiano da movimentação de uma peça dentro do sistema de estoque em que a abscissa aumenta em função do tempo e a ordenada mede a quantidade do referente item em um sistema com consumo constante gera um gráfico chamado curva dente de serra, que é apresentado na figura 3 (DIAS, 1993).

Figura 3 – Curva dente de serra.

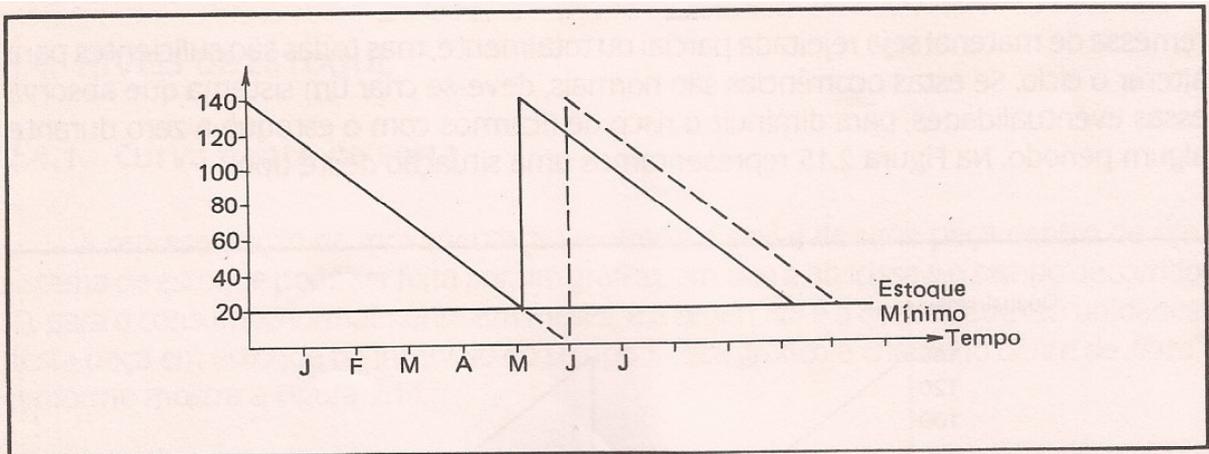


Fonte: DIAS, 1993

Além do consumo constante é preciso que não haja problemas de atraso do fornecedor, problemas relacionados ao controle de qualidade no recebimento do produto e não existirem falhas administrativas que possam provocar o atraso do pedido, atrasando, assim, a chegada do material. Como dificilmente essas quatro condições serão satisfeitas, e qualquer um desses quatro erros podem ter como consequência a falta do item no estoque, a administração do estoque deverá impedir esse problema de forma mais econômica possível (DIAS, 1993). Uma das maneiras de evitar esses problemas é o uso do estoque de segurança, mencionado no item 2.2.3

No exemplo em que o estoque de segurança é de 20 unidades e o estoque inicial de 140 unidades, ele seria consumido e no momento em que chegasse a 20 unidades seria repostas as 120 unidades consumidas, assim as 20 peças de estoque de segurança serve de proteção para eventuais problemas que possam acontecer. A curva dente de serra com estoque mínimo é apresentada na figura 4. (DIAS, 1993).

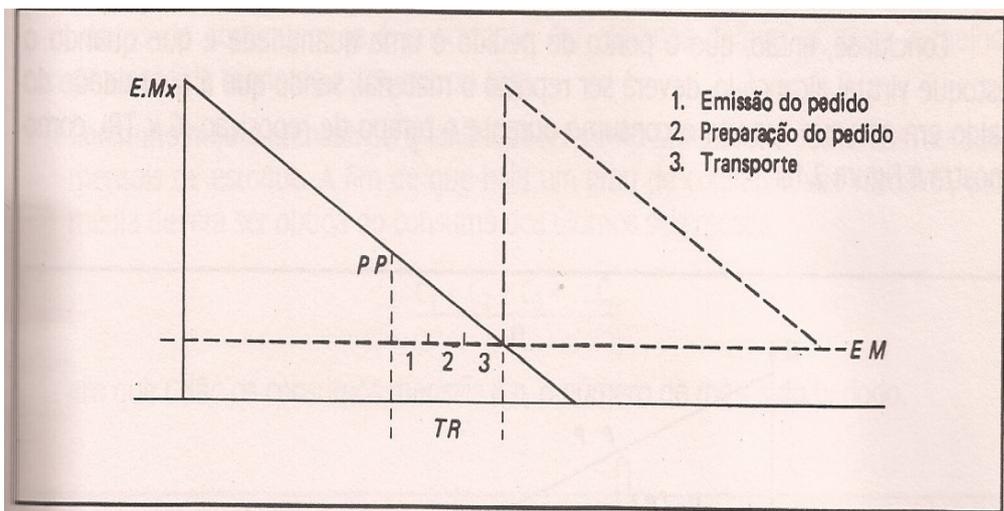
Figura 4 – Curva dente de serra com estoque mínimo.



Fonte: DIAS, 1993

Dias (1993) calcula o tempo de reposição caso a entrega do produto não seja imediata, ela leva em conta a emissão, a preparação e o transporte do pedido, ou seja, o tempo gasto para repor no estoque o produto. Com esse conhecimento, somado ao consumo médio mensal é preciso fazer um pedido de modo que ele chegue ao momento em que o estoque chegar a zero, ou na maioria dos casos, quando chegar ao nível do estoque de segurança, como demonstrado na figura 5.

Figura 5 – Curva dente de serra com estoque mínimo e ponto de reposição.



Fonte: DIAS, 1993

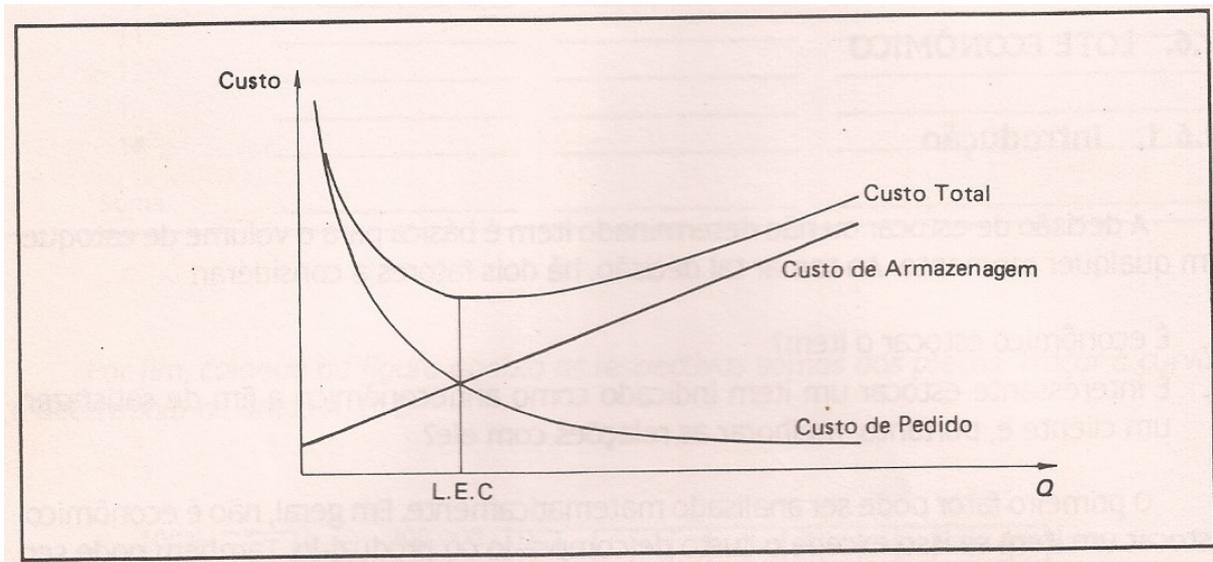
### 2.3 Lote econômico

É muito comum, no setor de compras, dúvidas a respeito da quantidade a ser comprada, principalmente quando existem descontos para determinadas quantidades. Para Pozo (2007), toda vez que a quantidade do pedido é aumentada seu custo de pedido diminui, porém estoque médio fica maior, aumentando assim os custos referentes à armazenagem, da mesma forma, que ao diminuirmos a quantidade do pedido, teremos menores custos de estocagem, porém será preciso fazer mais pedidos e, assim, haverá mais gastos relacionados ao pedido. De forma que ao diminuir um custo, aumenta-se o outro.

A determinação do tamanho ideal dos lotes é obtida através da análise dos custos de armazenagem e reposição dos itens, o menor custo total será o lote econômico, para isso utiliza-se uma expressão matemática para fazer o cálculo do tamanho da ordem de pedido que vai gerar o menor custo total, sendo essa quantidade conhecida como lote econômico (TUBINO, 2007). Corrêa (1974) complementa falando que o menor custo total ocorrerá no momento em que os custos de armazenagem forem iguais ao custo de reposição dos itens, sendo esse o ponto do lote econômico.

O chamado custo total é a soma de todos os gastos com pedidos e com os custos de manter o material no estoque. O custo total leva em consideração tudo que envolve o processo de pedir e armazenar o material, sendo o objetivo do administrador de estoque mantê-lo o mais baixo possível. Colocando os custos de pedido, de estocagem e o custo total em um plano cartesiano, obtém-se o seguinte gráfico, mostrado na figura 6 (CORRÊA, 1974).

Figura 6 – Curva do custo total.



Fonte: DIAS, 1993

É possível perceber o aumento dos custos de armazenagem conforme a quantidade do pedido ( $Q$ ) aumenta, esse aumento nos custos se deve a maior quantidade a ser armazenada, a curva mais baixa indica o custo do pedido, que diminui conforme aumenta a quantidade do pedido, a curva superior é a do custo total, tem-se também indicado na ilustração o lote econômico, que se encontra no menor valor da curva do custo total (DIAS, 1993).

Também se pode observar na curva do custo total que ela sofre pouca variação em torno do ponto mínimo, portanto se o lote repostor for um pouco maior, ou um pouco menor do que o lote econômico o reflexo nos custos totais não será representativo, por isso existe uma faixa em que os custos totais são baixos, porém à medida que o lote se afasta do tamanho ideal, os custos crescem rapidamente (TUBINO, 2007).

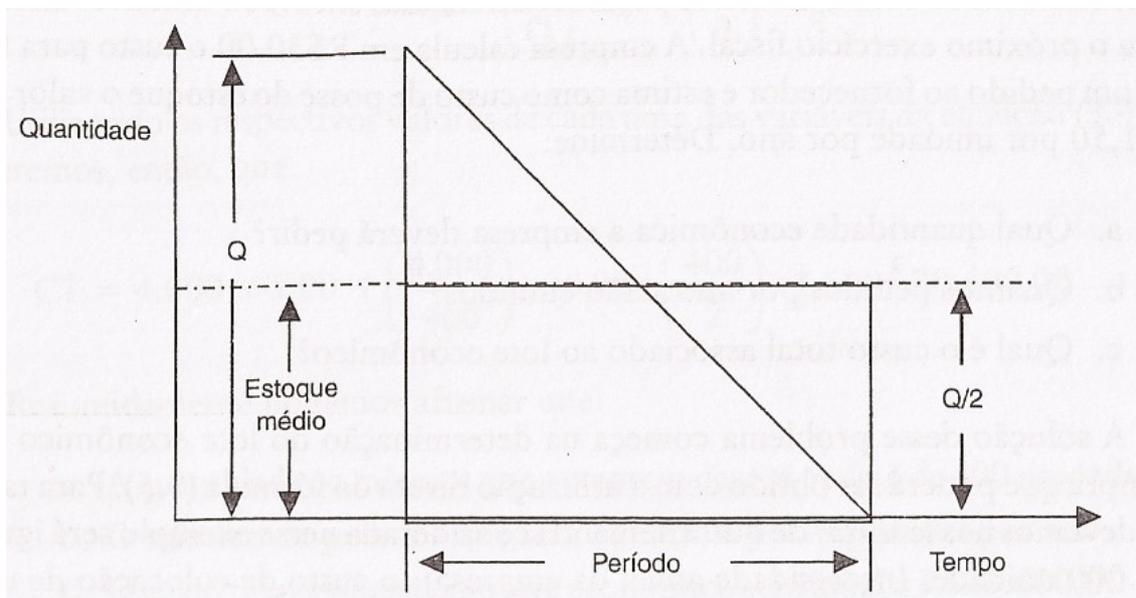
O princípio do lote econômico é exatamente fazer um cálculo matemático para definir o tamanho do lote que vai proporcionar o menor custo total para a empresa (CORRÊA, 1974). Existem várias situações e, portanto, várias fórmulas para o cálculo dos lotes econômicos, basta desenvolver uma equação de custos que represente a situação e fazer o cálculo do valor mínimo dos custos (TUBINO, 2007).

### 2.3.1 Lote econômico de compra

O lote econômico básico, também conhecido como lote econômico de compra, é a opção que tem o custo unitário do produto fixo, e a entrega feita de uma única vez (TUBINO, 2007).

Para desenvolver uma fórmula e fazer uma análise dos custos do lote econômico, é preciso fazer algumas considerações. A primeira delas é que o estoque assume comportamento semelhante à curva dente de serra, que a demanda anual é conhecida e constante. Considerando as entradas e saídas de estoque durante o ano, tem-se um valor chamado de estoque médio, que será igual à média do lote de entrada, como mostrado na figura 7 (GONÇALVES, 2010).

Figura 7 – Determinação do estoque médio no LEC.



Fonte: GONÇALVES, 2010

Logo o custo de armazenagem do estoque ( $CTe$ ) seria o estoque médio ( $E_{med}$ ) multiplicado pelo custo de posse do estoque ( $C_e$ ), que é o percentual que representa o gasto anual ( $T_e$ ) multiplicado pelo custo unitário do produto ( $C_u$ ) (CORRÊA, 1974).

Tubino (2007) menciona que o principal custo de posse de estoque é o custo do capital investido, ou taxa mínima de atratividade da empresa.

$$Emed = \frac{Q}{2} \quad (5)$$

$$Ce = Cu \times Te \quad (6)$$

$$CTe = Emed \times Ce \quad (7)$$

Considerando que o estoque vai ser abastecido por quantidades fixas (Q), e que a demanda (D) é constante, pode-se descobrir a quantidade de pedidos a serem realizados, multiplicando esses pedidos pelo custo do pedido (Cp), tem-se a fórmula que vai descrever o custo de reposição (CTr) (GONÇALVES, 2010).

$$CTr = \frac{D}{Q} Cp \quad (8)$$

Somando os custos totais de reposição apresentado na equação 8 com os custos de armazenagem do estoque, vistos na equação 7, tem-se a fórmula do custo total. (CORRÊA, 1974)

$$CT = CTr + CTe \quad (9)$$

$$CT = \frac{Q}{2} Ce + \frac{D}{Q} Cp \quad (10)$$

Como o único parâmetro variável é a quantidade do pedido (Q), ao calcular a derivada da equação 10 em função do tamanho de lote (Q) e, depois do processo de derivação, igualar a função resultante a zero, obtendo assim a equação que calcula o valor ótimo da variável procurada que minimiza o custo total, expressa pela equação 11 (GONÇALVES, 2010).

$$Q = \sqrt{\frac{2xDxCp}{Ce}} \quad (11)$$

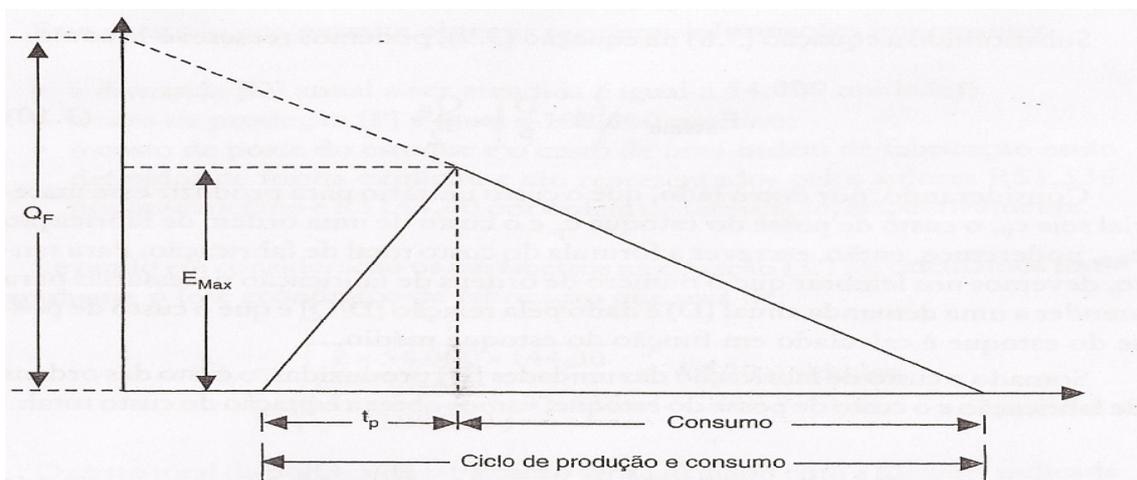
A solução da equação 11 leva ao valor de Q que minimiza o custo total, sendo, portanto o Lote Econômico de Compra (LEC), ao fazer o cálculo do LEC pode-se utilizar a equação do custo total para analisar os gastos que ocorreram ao longo do ano com estocagem e pedidos (MARTINS; ALT, 2006).

### 2.3.2 Lote econômico de fabricação

Também existe a alternativa de a entrega ser feita através de uma taxa, onde não é necessário esperar o término do lote para se ter acesso aos itens produzidos. Nesse caso, também é preciso ter a demanda constante. Devido à semelhança com processos de fabricação, esse lote econômico é conhecido como Lote Econômico de Produção (LEP) (TUBINO, 2007).

Quando se trata do LEP, as condições de entrada do material no estoque são diferentes em relação ao LEC, o nível do estoque sofre alterações, pois o material produzido é consumido mesmo durante a produção. A figura 8 mostra o comportamento do estoque durante esse ciclo de fabricação e consumo (GONÇALVES, 2010).

Figura 8 – Determinação do estoque médio no LEP.



Fonte: GONÇALVES, 2010

Dias (1993) menciona outra diferença entre o LEP e o LEC, enquanto no lote econômico de compra considera-se o custo do pedido ( $C_p$ ), no lote econômico de produção consideramos o custo do setup ( $C_s$ )

Apenas é justificado o cálculo do lote econômico de produção quando a velocidade de produção for superior à velocidade com que o material é consumido, nesse caso há acúmulo de estoque justificando o cálculo do LEP. Em outra situação, quando a velocidade de consumo do produto for igual à velocidade de produção não há necessidade do cálculo do LEP, uma vez que não há acúmulo de itens produzidos. Quando a velocidade de produção for menor do que a velocidade de consumo, será preciso comprar de terceiros o material faltando, sendo possível, nesse caso, fazer o cálculo do lote econômico de compra (MARTINS; ALT, 2006).

Supondo que o material é fabricado a uma taxa de produção ( $P$ ), e que esse material seja consumido pela taxa de demanda ( $D$ ), ambos na mesma unidade, observando a figura 8, observa-se que o lote de produção ( $Q_f$ ) é maior que o estoque máximo ( $E_{max}$ ), justamente pelo fato de ele ser consumido durante a produção, caracterizando, assim, o cálculo do LEP (GONÇALVES, 2010).

Para fazer o cálculo do estoque máximo, basta fazer a diferença entre a quantidade produzida e a quantidade consumida durante o tempo de produção ( $T_p$ ), uma vez que, no momento em que é terminada a produção, o estoque vai estar na quantidade máxima, é possível concluir três equações dessas observações. A primeira é a quantidade produzida ( $Q_p$ ), que se encontra multiplicando a taxa de produção ( $P$ ) pelo tempo de produção ( $T_p$ ), da mesma forma a demanda durante o período de produção ( $D_{tp}$ ) é encontrada multiplicando a taxa da demanda ( $D$ ) pelo tempo de produção ( $T_p$ ). A terceira equação é utilizada para calcular o estoque máximo ( $E_{max}$ ) que é a quantidade produzida ( $Q_p$ ) menos a demanda durante o período de produção ( $D_{tp}$ ) (CORRÊA, 1974).

$$Q_p = P \times T_p \quad (12)$$

$$D_{tp} = D \times T_p \quad (13)$$

$$E_{max} = Q_p - D_{tp} \quad (14)$$

Substituindo a equação 12 e 13 na equação 14 e fazendo algumas simplificações tem-se a equação 15.

$$E_{max} = \left(1 - \frac{P}{D}\right) x Qp \quad (15)$$

Assim como no cálculo do lote econômico de compras, o custo de total de estocagem (CTe) é calculado considerando o estoque médio, que nesse caso é a metade do estoque máximo (E<sub>max</sub>), substituindo as equações 15 e 16 na equação 7 tem-se a equação 17, que calcula o custo total de estocagem. Substituindo as equações 8 e 17 na equação 9, tem-se a equação 18.

$$E_{med} = E_{max}/2 \quad (16)$$

$$CTe = \left(1 - \frac{D}{P}\right) x \frac{Qp}{2} x Ce \quad (17)$$

$$CT = \left(\frac{D}{Qp}\right) x Cp + \left(1 - \frac{D}{P}\right) x \frac{Qp}{2} x Ce \quad (18)$$

Da mesma forma que no lote econômico básico, como o objetivo é minimizar o custo total para encontrar o lote econômico de produção, também conhecido como lote econômico de fabricação. Novamente deve-se considerar que o único parâmetro variável nessa análise é o tamanho do lote, podendo assim encontrar a quantidade ótima derivando a equação em relação à (Q<sub>p</sub>). Substituindo o custo do pedido (C<sub>p</sub>) pelo custo do setup (C<sub>s</sub>) e igualando a respectiva derivada a zero, encontra-se, então, a equação da quantidade ótima do lote econômico de fabricação (GONÇALVES, 2010).

$$Qp = \sqrt[2]{\frac{2xDxCs}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)xCe}} \quad (19)$$

Tubino (2007) considera o custo de produção, no caso do LEP, e o custo de compra, no caso do LEC, no cálculo do custo total. Como a expressão que define o custo do produto ( $C_p$ ) é uma multiplicação da demanda ( $D$ ) pelo custo individual ( $C_u$ ), tem-se a seguinte fórmula do custo ( $CTa$ ).

$$CTa = CTr + CTe + Cp \quad (20)$$

$$Cp = D \times Cu \quad (21)$$

O custo do produto não é levado em consideração para o cálculo do tamanho do lote econômico, o que é bem lógico, pois qualquer que seja o tamanho do lote, econômico ou não, a demanda tem que ser atendida, os gastos com a compra ou fabricação do produto vão ocorrer independente do tamanho do lote, e será constante, igual ao produto da demanda pelo custo individual do produto. No momento em que se calcula a derivada em função do lote ( $Q$ ), o valor do custo do produto, que é constante, vai virar zero, não influenciando no tamanho do lote.

### 2.3.3 Lote econômico com descontos

Existem situações em que o fornecedor oferece descontos para determinados tamanhos do lote, por exemplo, a partir de mil unidades desconto de 5 por cento; a partir de dez mil unidades desconto de 10 por cento. Nesses casos, também é possível calcular o lote econômico.

Alguns autores desenvolveram complicadas fórmulas matemáticas para o cálculo do lote econômico com descontos. Porém, a forma mais simples de se calcular o lote econômico com descontos é aplicar a equação do custo total com a equação 20 para as diversas situações de descontos oferecidos. A solução se inicia com o cálculo do lote econômico básico utilizando a equação 11 e seu respectivo custo total, calculado pela equação 20; repetindo o cálculo do custo total para cada uma das situações de desconto, considerando a quantidade mínima para se obter o

desconto, a quantidade que tiver menor custo total será o lote econômico (GONÇALVES, 2010).

#### **2.4 Relatos de aplicação do lote econômico**

Em sua aplicação do lote econômico em uma indústria injetora de plásticos, Deodato (2009) menciona que as ordens de produção eram criadas de acordo com a chegada dos pedidos, sem levar em consideração o tamanho de lotes, não existindo nenhum controle de programação e sequer um setor de planejamento e controle da produção. O foco do estudo foi o item que possui maior produtividade e rotatividade, portanto sendo um item que demanda maiores recursos da empresa, com demanda mensal de 120 mil unidades e capacidade de produção de 4000 unidades por hora. Com os custos determinados, chegou-se a uma conclusão que o lote ideal seria de 27.175 peças, esse resultado serviu como base para equacionar o problema do tamanho dos lotes de produção e dos estoques, sendo importante para uma análise das quantidades a serem produzidas.

Ben e Garziera (2007) fizeram uma aplicação semelhante em uma empresa que pertence ao segmento de metalurgia. A empresa organizava a produção de acordo com os pedidos dos clientes, porém estava com dificuldades operacionais, pois os pedidos estavam ficando cada vez menores, portanto a quantidade de setups estava muito alta demandando muito tempo e gastos. Depois de estudos, o lote foi aumentado de 5 unidades para 50 unidades, e a produção deixou de ser baseada nos pedidos e passou a ser baseada nos produtos a serem produzidos, diminuindo assim, significativamente, os custos de setup, até 69% no caso do produto calceiro. Contudo, houve um aumento nos custos de estocagem, mesmo assim houve uma diminuição de até 15% nos custos totais, além de aumentar, significativamente, a capacidade produtiva da empresa.

Trajano (2008), primeiramente, fez uma classificação de produtos em produtos com demanda estável e produtos de oportunidade de mercado. No primeiro caso, existe uma demanda estável que pode ser calculada, portanto sendo possível fazer o cálculo do lote econômico; no segundo caso, a demanda é variável, assim,

foram separados em duas grandes famílias, as de demanda constante e de demanda variável. Foi feito um estudo ABC, realizando o estudo do lote econômico apenas nos produtos de classe A e B com demanda estável. Com a aplicação do lote econômico, foi possível reduzir os gastos em 3,4 milhões de reais, diminuindo em mais da metade o número de setups, extremamente custoso.

## **2.5 Considerações finais do capítulo**

Chega-se, portanto, ao final deste capítulo destacando que:

O principal objetivo da administração de estoques é prover o material certo no tempo e quantidades necessários, sem que, para isso, haja excesso de itens em estoque, lembrando que o estoque é um capital investido que não gera retorno financeiro para a empresa.

A curva ABC é uma ferramenta que ajuda o administrador de estoques a focar a atenção nos itens que, mesmo em menor quantidade, são responsáveis pelos maiores investimentos e necessidades da empresa.

O lote econômico é uma ferramenta que através de um cálculo matemático ajuda o administrador da empresa a comprar ou fabricar a quantidade que vai gerar menos gastos, com armazenagem e pedidos (ou setups).

Com a utilização do lote econômico, é possível definir o tamanho do lote que vai gerar menos custos totais à empresa. Normalmente as empresas calculam o tamanho do lote considerando apenas os custos de estocagem ou apenas os custos de setup, com essa ferramenta, é possível considerar os dois e obter o menor custo de estocagem e setup possível. O lote econômico, além de dar o menor valor possível, gera uma área de valores baixos, podendo adaptar o tamanho do lote à necessidade da empresa.

## **CAPÍTULO 03 – ESTUDO DE CASO**

Neste capítulo, será relatado o estudo de caso desenvolvido ao longo da pesquisa/trabalho. Alinhado com o objetivo geral deste trabalho, que é analisar a aplicação do lote econômico em uma linha de produção de garrafas PET em uma indústria de bebidas. O estudo de caso propõe-se a aplicar os conceitos relacionados à gestão de estoque em um ambiente real de uma indústria. Este capítulo encontra-se estruturado em: etapas da pesquisa, relatório do estudo de caso e considerações finais.

### **3.1 Roteiro para desenvolvimento do estudo de caso**

#### **Etapa 1 – Caracterização da empresa**

A primeira etapa do estudo de caso vai caracterizar o ambiente empresarial em que a pesquisa será desenvolvida. Deve-se descrever a empresa, falando da sua área de atuação, sua capacidade produtiva, seus principais produtos e algumas informações importantes para sua adequada caracterização, além de razões que a levaram a ser escolhida para o estudo de caso.

#### **Etapa 2 – Descrição do processo em estudo**

Como a primeira etapa do estudo de caso abordará uma descrição do ambiente onde o estudo será desenvolvido, faz-se necessário descrever o processo onde a pesquisa será realizada. Neste sentido, será abordado o processo como um todo e depois será mais específico com o setor em estudo. É importante falar a respeito das capacidades produtivas, *mix* de produtos além do motivo da seleção do processo em questão para o estudo de caso desenvolvido neste trabalho.

### **Etapa 3 – Conseguir informações sobre a demanda da empresa**

A terceira etapa da pesquisa será voltada a conseguir informações sobre a demanda da empresa. Essas informações são importantes para fazer um estudo dos produtos e classificá-los de acordo com os critérios da curva ABC, assim como a demanda é uma importante variável do cálculo do lote econômico que será feito na empresa. As informações da demanda devem ser obtidas através do setor responsável por projetar as vendas da empresa.

### **Etapa 4 – Obter o custo de estocagem dos produtos da empresa**

Outra etapa importante do estudo de caso é obter os dados relacionados ao custo de estocagem de cada produto da empresa. Para a realização dessa etapa, primeiro é necessário coletar dados de custos dos produtos. Esses dados devem ser transformados em valor monetário por unidade de produção, essa unidade de produção deve ser semelhante à unidade utilizada na demanda calculada na etapa 3. Essa informação é útil tanto para o cálculo da curva ABC, a ser realizada na etapa 5, como para o cálculo do lote econômico, a ser realizado na etapa 8 do estudo de caso.

Para terminar o cálculo do custo de estocagem, é necessário pegar informações do custo anual de estocagem da empresa. Esse custo deve envolver todos os gastos com o produto estocado, assim como seu custo de capital. Essa informação deve ser transformada utilizando matemática financeira para a unidade de tempo (valor do dinheiro no tempo) utilizada no estudo de caso, para que seja utilizada a equação 7, que tem como objetivo descobrir o custo total de estocagem dos produtos.

### **Etapa 5 – Classificar os itens de acordo com os critérios da curva ABC**

Na quinta etapa do estudo de caso, será feita uma classificação seguindo os critérios da curva ABC. Primeiramente, serão listados os produtos vendidos na empresa com sua respectiva demanda em uma planilha, depois serão incluídas as informações dos custos de fabricação dos produtos encontrados na etapa 4 do estudo de caso. Com essas informações, serão calculadas as colunas de porcentagem e porcentagem acumuladas. Com base nessas informações, os itens devem ser classificados em A, B ou C. Essa etapa é de extrema importância para se focarem os estudos na minoria dos produtos, que vão gerar maior retorno financeiro.

### **Etapa 6 – Calcular o custo do setup**

Na sétima etapa do estudo de caso, será obtido o custo do setup do processo em estudo. Para o cálculo do custo de setup, deve-se levar em consideração a mão de obra utilizada, assim como os encargos sociais e benefícios pagos, e o custo dos materiais gastos durante o setup. Essa informação deverá ser apresentada em valores monetários. Este custo será útil para fazer os cálculos na próxima etapa do estudo de caso.

### **Etapa 7 – Fazer o cálculo do lote econômico**

Nesta etapa, será escolhido o modelo do lote econômico que mais se adequa ao processo em estudo; será feito o cálculo do lote e dos custos totais, do lote atual e do lote econômico para os produtos classificados como classe A da curva ABC que são fabricados no processo em estudo. Também será feito um gráfico para mostrar os possíveis ganhos monetários para a empresa com o aumento ou redução do lote atual, assim como adequar o tamanho do lote às necessidades da empresa, sempre visando o menor valor na curva de custo total.

## **Etapa 8 – Análise dos dados**

Na oitava e última etapa do estudo de caso, será feita uma discussão a respeito dos resultados obtidos na etapa 7 deste estudo.

### **3.2 Desenvolvimento do estudo de caso**

#### **Etapa 1 – Caracterização da empresa**

A empresa em estudo é uma empresa de bebidas fundada em 1998, a partir da união dos franqueados da Coca-Cola nos estados do Ceará, Bahia, Piauí e Rio Grande do Norte. A empresa conta com 5 fábricas que também funcionam como centro de distribuição, localizadas nos municípios de Maracanaú (CE), Simões Filho (BA), Vitória da Conquista (BA), Teresina (PI) e Macaíba (RN); com 5 outros centros de distribuição, localizados no Crato (CE), Mossoró (RN), Feira de Santana (BA), Ilhéus (BA) e Porto Seguro (BA), contando ainda com 2 centros de vendas localizados na Bahia e no Ceará, e um escritório central, localizado em Fortaleza, capital do Ceará, totalizando, assim, 13 plantas, e um total de mais de 5 mil funcionários.

A empresa possui um portfólio de bebidas que abrange as áreas de refrigerantes, sucos, chás, águas, energéticos, hidrotônicos e isotônicos, além de distribuir os produtos de uma das maiores cervejarias do mundo.

A área de atuação nos quatro estados chega a 900 mil quilômetros quadrados, cerca de 10% do território brasileiro com cerca de 150 mil pontos de vendas, sendo líder no mercado de refrigerantes.

A unidade em que foi realizado o estudo é a fábrica de Maracanaú (CE), maior fábrica da empresa, responsável por 46,79% da produção da empresa em litros no ano de 2011, com 6 linhas de produção funcionando 24 horas por dia, 7 dias por semana, com capacidade de produção superior a 40 milhões de litros de

refrigerante por mês, tendo ainda uma sétima linha em fase de testes. A unidade de Maracanaú também funciona como um centro de distribuição onde diariamente mais de 200 caminhões saem para fazer a distribuição dos produtos.

A fábrica de Maracanaú conta com 3 linhas de garrafas plásticas conhecidas como PET, uma delas com capacidade para produzir 15 sabores de refrigerantes nas embalagens de 1500ml, 1000ml, 600ml, 510ml e 500ml, podendo produzir mais de 17 mil garrafas plásticas de 0,6 litros por hora. Uma segunda linha é capaz de produzir 11 sabores na embalagem de 2 litros, com capacidade de 12 mil garrafas PET por hora. A terceira linha de PET produz 11 sabores nas embalagens de 1, 1.5, 2, 2.25, 2.5 e 3 litros, com capacidade de produzir 12 mil garrafas de 1.5 litros por hora, as linhas de PET são responsáveis por 68,53% da produção da fábrica de Maracanaú. Duas linhas de retornáveis: uma em fase de testes, não produzindo comercialmente ainda; e outra que produz 4 sabores em 3 tamanhos diferentes, as populares KS (do inglês *King Size*), as LS (do inglês *Large Size*) e NS (do inglês *Normal Size*), totalizando uma produção de 120 mil litros por dia, representando 11,85% da produção de Maracanaú. A linha de latas com capacidade de produzir 900 latas por minutos, ou 4500 caixas físicas (Cxf) por hora em 11 sabores, nos tamanhos de 350ml e de 250ml, além de dois tipos de embalagens: as embalagens normais e as promocionais. A linha de lata é responsável por 17,83% da produção da fábrica de Maracanaú. Existe, também, o chamado Bag-In-Box (BIB), que faz os refrigerantes que, costumeiramente, é visto em máquinas nas redes de *fastfoods* e cinemas. O BIB é responsável apenas por 1,79% da produção em litros, da fábrica de Maracanaú.

## **Etapa 2 – Descrição do processo em estudo**

Dentro da fábrica de Maracanaú, o estudo dar-se-á em torno das linhas de PET, que concentram maior volume de produção, portanto requerendo maior atenção no momento de gerir os estoques de produtos acabados.

O processo produtivo começa com a chegada da água bruta, fornecida pela companhia gestora de águas da região. Essa água é tratada em uma Estação de

Tratamento de Afluentes (ETA). A água é resfriada a uma temperatura de 4 graus célsius para se juntar com CO<sub>2</sub>, tornando-se água gaseificada, para depois se misturar com o xarope e virar a bebida, isso acontece em um equipamento chamado Paramix.

Enquanto o processo de tratamento de água acontece, há o processo de produção das embalagens, elas são produzidas por uma fábrica terceirizada que se localiza dentro da fábrica de Maracanaú, de maneira a reduzir ao máximo possível os estoques de garrafas e seu custo com transporte. O processo de produção dessa garrafa começa com pequenos tubos de plástico conhecidos como pré-forma, que são aquecidas a uma temperatura de 120 graus célsius, e logo depois infladas dentro de um molde, assumindo o formato final da garrafa plástica. Depois que as garrafas são infladas, elas recebem o rótulo do devido produto e partem por um sistema de transporte, chamado transporte aéreo, que passa próximo ao teto da fábrica até a chegada à sala de envase.

Quando a garrafa chega à sala de envase, que é uma área séptica, primeiramente ela é lavada em um equipamento chamado Rinser, para depois entrar na enchedora, que é o equipamento que realmente envasa a bebida. Na enchedora, a bebida chega pronta, que foi preparada no Paramix, e as garrafas. Esta enchedora é responsável apenas pelo processo de encher a garrafa até o volume ideal. Logo após a enchedora, há um equipamento chamado de arrolhador, que tampa o produto e o coloca em uma esteira, onde há vários dispositivos de segurança para evitar que nenhuma garrafa com nível abaixo do ideal ou com alguma imperfeição siga para a próxima etapa.

Depois de passar por esses dispositivos de segurança, as garrafas passam por um sistema de contagem de garrafas desenvolvido pela Receita Federal do Brasil, chamado Sistema de Controle de Bebidas (SICOBEB), que tira fotos e marca cada garrafa produzida para a correta tributação. Depois do SICOBEB, tem-se o codificador, que coloca a data, hora e linha de produção, assim como a validade em cada garrafa produzida.

Depois desse processo, a garrafa sai da sala de envase e é transportada por uma esteira indo para a plastificadora, equipamento responsável por separar as garrafas em grupos de 6 ou 12, dependendo do produto. As garrafas são envolvidas

por um filme plástico, fazendo aqueles pacotes que costumemente veem-se nos supermercados. Depois deste processo, os pacotes passam a ser chamados de caixa física (Cxf), unidade usada pela empresa para mensurar os produtos, sendo uma Cxf um pacote com 6 ou 12 garrafas, dependendo do produto. As caixas físicas são agrupadas em palettes, marcados e contados para depois serem envolvidos por uma película plástica com fins de proteção; depois os palettes são armazenados nos estoques de produtos acabados. Esse é um processo que se repete na faixa de 1 palette com 100 Cxf, ou 600 garrafas a cada 3 minutos no caso da linha de PET 2 litros.

Foram colhidas informações a respeito das velocidades nominais dos equipamentos; as velocidades mudam de acordo com a linha e tamanho da embalagem, que foram listadas na tabela 1.

Tabela 1 – Velocidade das linhas

Linha	Tamanho	Velocidade
		CX/HORA
1	Pet 1,00L	1.500
	Pet 1,50L	1.500
	Pet 1,75L	1.500
	Pet 2,00L	1.400
	Pet 2,25L	1.400
	Pet 2,50L	1.100
	Pet 3,00L	800
2	Pet 2,00L	1.800
3	Pet 500ml	1.800
	Pet 510ml	2.000
	Pet 600m	1.250
	Pet 1L	1.800
	Pet 1,50L	800

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

### **Etapa 3 – Obter informações sobre a demanda da empresa**

Os dados foram obtidos com o gerente comercial, com a ajuda de um software chamado Preview, que faz os cálculos da demanda levando em consideração informações históricas da empresa, expectativa de crescimento e sazonalidade. Essas informações são muito fortes para alguns produtos, como o PET 3 litros, que não é comercializado em diversos períodos do ano, uma vez que não possui demanda de venda, todavia, próximo ao fim do ano, com os eventos natalinos e de fim de ano, a demanda é bem alta. Há também um ajuste fino da demanda que é feito pelo pessoal do setor de vendas, que leva em consideração o comportamento do mercado e as expectativas de eventos próximos. Um aumento de preço, por exemplo, vai fazer com que os vendedores aumentem seu estoque com produtos do preço antigo e diminuam a compra no período seguinte. Esses ajustes são realizados para o período seguinte de 3 meses, ficando mais preciso com a proximidade do período, por esse motivo será filtrada a demanda anual para os 3 meses seguintes, tendo em vista serem números mais precisos.

Os dados foram recebidos em uma planilha eletrônica, com as demandas previstas e filtradas nos três meses seguintes, mês X, Y e Z. Os dados estavam em caixas físicas por mês. Para fazer o estudo do lote econômico, o volume de vendas previsto foi transformado em uma taxa da demanda por dia, simplesmente pegando o total de demanda dos 3 meses em questão, considerando o mês com 30 dias; foi feita uma divisão do total por 90, conseguindo assim a demanda por dia de cada produto fabricado pela empresa com demanda prevista para os 3 meses seguintes ao estudo. Também foi aplicado um filtro por embalagem, para mostrar apenas os produtos produzidos nas três linhas de PET, que são o foco do estudo de caso, organizado pelo tamanho da embalagem. O resultado consta na tabela 2.

Tabela 2 – Demanda da empresa

<b>Embalagem</b>	<b>Código</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>	<b>Total</b>	<b>Cxf/dia</b>	<b>Desvio padrão</b>
PET 1,5L	1307	1.801	1.449	1.631	<b>4.881</b>	<b>54</b>	<b>176</b>
PET 1,5L	212	127.729	121.416	129.135	<b>378.280</b>	<b>4.203</b>	<b>4.111</b>
PET 1,5L	864	16.848	16.170	16.506	<b>49.524</b>	<b>550</b>	<b>339</b>
PET 1,5L	214	32.716	30.739	32.236	<b>95.692</b>	<b>1.063</b>	<b>1.031</b>
PET 1,5L	215	15.041	14.230	14.613	<b>43.884</b>	<b>488</b>	<b>406</b>
PET 1,5L	331	25.712	24.099	25.417	<b>75.228</b>	<b>836</b>	<b>859</b>
PET 1L	7	203.753	208.318	220.655	<b>632.726</b>	<b>7.030</b>	<b>8.744</b>
PET 1L	855	17.584	18.188	18.014	<b>53.786</b>	<b>598</b>	<b>311</b>
PET 1L	37	56.612	56.843	59.273	<b>172.727</b>	<b>1.919</b>	<b>1.474</b>
PET 1L	360	18.137	18.094	19.199	<b>55.431</b>	<b>616</b>	<b>626</b>
PET 2,25L	713	43.028			<b>43.028</b>	<b>1.434</b>	<b>-</b>
PET 2,25L	566	8.789			<b>8.789</b>	<b>293</b>	<b>-</b>
PET 2,25L	567	23.499	10.091	16.924	<b>50.513</b>	<b>561</b>	<b>6.704</b>
PET 2,5L	407	59.988	55.492	60.264	<b>175.744</b>	<b>1.953</b>	<b>2.679</b>
PET 2,5L	1379	8.012	7.025	7.845	<b>22.882</b>	<b>254</b>	<b>528</b>
PET 2L	5	548.476	526.244	545.855	<b>1.620.576</b>	<b>18.006</b>	<b>12.150</b>
PET 2L	856	27.194	27.185	27.309	<b>81.687</b>	<b>908</b>	<b>69</b>
PET 2L	1568	4.193	3.929	4.243	<b>12.365</b>	<b>137</b>	<b>169</b>
PET 2L	149	152.642	148.801	154.263	<b>455.706</b>	<b>5.063</b>	<b>2.805</b>
PET 2L	150	70.907	69.506	71.355	<b>211.768</b>	<b>2.353</b>	<b>965</b>
PET 2L	158	92.348	90.117	91.843	<b>274.307</b>	<b>3.048</b>	<b>1.170</b>
PET 2L	726	9.836	9.558	9.652	<b>29.046</b>	<b>323</b>	<b>141</b>
PET 2L	152	26.615	26.102	27.035	<b>79.752</b>	<b>886</b>	<b>467</b>
PET 3L	560	6.261	25.044	18.783	<b>50.087</b>	<b>557</b>	<b>9.564</b>
PET 500ml	570	22.302	19.682	21.354	<b>63.337</b>	<b>704</b>	<b>1.327</b>
PET 500ml	575	13.529	11.945	13.110	<b>38.585</b>	<b>429</b>	<b>821</b>
PET 510ml	1325	16.308	12.981	14.880	<b>44.169</b>	<b>491</b>	<b>1.669</b>
PET 510ml	1622		10.491	10.811	<b>21.303</b>	<b>355</b>	<b>226</b>
PET 510ml	1306	121.434	95.856	110.601	<b>327.890</b>	<b>3.643</b>	<b>12.839</b>
PET 510ml	1544	7.905	6.231	7.116	<b>21.253</b>	<b>236</b>	<b>837</b>
PET 510ml	1308	13.084	10.215	11.646	<b>34.945</b>	<b>388</b>	<b>1.435</b>
PET 600ml	8	197.542	178.316	191.345	<b>567.204</b>	<b>6.302</b>	<b>9.813</b>
PET 600ml	893	34.091	30.045	32.575	<b>96.711</b>	<b>1.075</b>	<b>2.044</b>
PET 600ml	1569	1.523	1.365	1.519	<b>4.406</b>	<b>49</b>	<b>90</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Analisando o desvio padrão, pode-se observar que, na maioria dos itens, o consumo é semelhante durante os 3 meses, apenas alguns itens, que sofrem mais com sazonalidade, possuem um maior desvio padrão. O que se dá uma certa segurança ao fazer o cálculo da demanda por dia, com algumas exceções, como no caso dos produtos com código 566, 713 e 1622, que são produtos que sofrem ainda mais alterações por sazonalidade; não sendo nem comercializados durante certos

períodos. Portanto, no cálculo da taxa de demanda foram utilizados 30 dias, no caso dos produtos 566 e 713 e 60 dias, no caso do produto 1622. Foram utilizadas essas taxas diferentes, pois, durante 1 mês, no caso do produto 1622, e 2 meses, no caso dos produtos 566 e 713, não há previsão de vendas, não sendo necessário fabricar o produto nos períodos sem previsão.

Os resultados obtidos são os valores na coluna Cxf/Dia, que informa a taxa diária de consumo do produto por dia, sendo essa a informação a ser utilizada no cálculo da curva ABC e na hora de aplicar a fórmula do lote econômico.

#### **Etapa 4 – Obter o custo de estocagem dos produtos da empresa**

A empresa utiliza um sistema de custeio por absorção, sendo os custos calculados para cada produto. Esses dados foram obtidos através do histórico de informações no software utilizado pela empresa, onde foi possível ver o somatório dos custos diretos e indiretos de fabricação do mês em que foi realizada a consulta para cada produto. Para deixar informações mais próximas da realidade, foram obtidos os valores de custos de produção do último mês, antes da realização desse estudo de caso.

O resultado sai como um somatório de todos os custos diretos e custos indiretos de produção, para cada produto, assim como o custo para cada unidade produzida, além de ser custo por Cxf, foi montada a tabela 3. Lembrando que os custos foram multiplicados por um fator para preservar as informações da empresa.

Tabela 3 – Custo dos produtos acabados

CÓD	CUSTO CXF	CÓD	CUSTO CXF	CÓD	CUSTO CXF
3	R\$ 44,4066	328	R\$ 29,3909	893	R\$ 24,0903
5	R\$ 58,0334	330	R\$ 32,5126	971	R\$ 161,9142
7	R\$ 33,6501	331	R\$ 39,1967	972	R\$ 277,8204
8	R\$ 43,8541	360	R\$ 30,2723	1067	R\$ 29,0963
12	R\$ 403,7304	407	R\$ 67,7772	1068	R\$ 31,6377
13	R\$ 50,9912	479	R\$ 36,7510	1069	R\$ 32,2954
22	R\$ 229,9848	487	R\$ 30,8484	1120	R\$ 30,4525
32	R\$ 132,1550	566	R\$ 68,4792	1160	R\$ 87,7281
37	R\$ 35,5697	567	R\$ 54,5584	1164	R\$ 36,0953
42	R\$ 237,1680	560	R\$ 85,2315	1257	R\$ 36,2296
50	R\$ 243,4730	570	R\$ 24,6126	1306	R\$ 21,9660
51	R\$ 131,4540	575	R\$ 24,8109	1307	R\$ 61,2817
62	R\$ 273,1404	576	R\$ 31,8129	1308	R\$ 22,0359
149	R\$ 62,2386	606	R\$ 30,8198	1325	R\$ 20,3871
150	R\$ 69,8440	673	R\$ 32,3418	1357	R\$ 59,5770
152	R\$ 63,8911	674	R\$ 32,4351	1361	R\$ 29,7827
158	R\$ 50,9321	713	R\$ 62,3027	1379	R\$ 73,3752
166	R\$ 33,0401	725	R\$ 30,1814	1522	R\$ 105,0621
212	R\$ 45,8016	726	R\$ 52,2154	1523	R\$ 185,5920
214	R\$ 51,5085	855	R\$ 37,0177	1544	R\$ 21,1979
215	R\$ 56,0968	856	R\$ 61,2541	1567	R\$ 18,6423
300	R\$ 27,3610	858	R\$ 33,3346	1568	R\$ 109,1317
325	R\$ 32,6303	859	R\$ 32,3240	1569	R\$ 39,9944
326	R\$ 35,5593	864	R\$ 49,8614	1622	R\$ 21,4630

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

O custo do setor de estoques da empresa é calculado levando em consideração os salários do setor, depreciação do armazém e custo de capital. O

valor que representa o custo do setor de estoques é estimado em 28% ao ano, esse valor foi informado pelo coordenador responsável pela gestão de estoques na unidade em estudo.

Sabendo da informação que o custo do setor de estoques é de 28% ao ano, utilizando matemática financeira e considerando o ano com 12 meses de 30 dias, foi obtido um custo de 0,068596% ao dia, como o valor é um percentual a ser aplicado sobre o valor, o mesmo percentual pode ser aplicado sobre o custo por Cxf.

Para o cálculo do custo de estocagem é preciso multiplicar o valor do item pelo custo percentual de estocagem, como mostrado na equação 6, conforme é apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Custo de estocagem

<b>Codigo</b>	<b>CUSTO UNITARIO</b>	<b>Estocagem</b>	<b>Custo total de estocagem por Cxf dia</b>
1307	R\$ 61,28	0,0686%	R\$ 0,04204
212	R\$ 45,80	0,0686%	R\$ 0,03142
864	R\$ 49,86	0,0686%	R\$ 0,03420
214	R\$ 51,51	0,0686%	R\$ 0,03533
215	R\$ 56,10	0,0686%	R\$ 0,03848
331	R\$ 39,20	0,0686%	R\$ 0,02689
7	R\$ 33,65	0,0686%	R\$ 0,02308
855	R\$ 37,02	0,0686%	R\$ 0,02539
37	R\$ 35,57	0,0686%	R\$ 0,02440
360	R\$ 30,27	0,0686%	R\$ 0,02077
713	R\$ 62,30	0,0686%	R\$ 0,04274
566	R\$ 68,48	0,0686%	R\$ 0,04697
567	R\$ 54,56	0,0686%	R\$ 0,03742
407	R\$ 67,78	0,0686%	R\$ 0,04649
1379	R\$ 73,38	0,0686%	R\$ 0,05033

5	R\$	58,03	0,0686%	R\$	0,03981
856	R\$	61,25	0,0686%	R\$	0,04202
1568	R\$	109,13	0,0686%	R\$	0,07486
149	R\$	62,24	0,0686%	R\$	0,04269
150	R\$	69,84	0,0686%	R\$	0,04791
158	R\$	50,93	0,0686%	R\$	0,03494
726	R\$	52,22	0,0686%	R\$	0,03582
152	R\$	63,89	0,0686%	R\$	0,04383
560	R\$	85,23	0,0686%	R\$	0,05847
570	R\$	24,61	0,0686%	R\$	0,01688
575	R\$	24,81	0,0686%	R\$	0,01702
1325	R\$	20,39	0,0686%	R\$	0,01398
1622	R\$	21,46	0,0686%	R\$	0,01472
1306	R\$	21,97	0,0686%	R\$	0,01507
1544	R\$	21,20	0,0686%	R\$	0,01454
1308	R\$	22,04	0,0686%	R\$	0,01512
8	R\$	43,85	0,0686%	R\$	0,03008
893	R\$	24,09	0,0686%	R\$	0,01652
1569	R\$	39,99	0,0686%	R\$	0,02743

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

### **Etapa 5 – Classificar os itens de acordo com os critérios da curva ABC**

Para a realização dessa etapa, primeiramente foi feita uma seleção para classificar os itens por tipo de embalagem, pois não fazia sentido comparar a produção de lata com a de PET, assim como a de retornáveis, uma vez que são processos diferentes e, para o estudo realizado, eles são independentes.

Os produtos produzidos nas três linhas de PET foram colocados em uma lista, e, utilizando as informações obtidas de demanda e custo do produto, foi feita uma

lista com os valores movimentados, percentual em relação ao total e percentual acumulado. Os itens foram classificados em A, B e C de acordo com o custo total movimentado no estoque. Foi montada a tabela 5.

Tabela 5 – Valor movimentado

TAMANHO	COD	CUSTO	Cxf/Dia	VALOR MOVIMENTADO	(%)	PERCENTUAL ACUMULADO
PET 2L	5	R\$58,03	18.006	R\$1.044.973,29	31,77%	31,77%
PET 2L	149	R\$62,24	5.063	R\$315.138,90	9,58%	41,35%
PET 600ml	8	R\$43,85	6.302	R\$276.380,07	8,40%	49,75%
PET 1L	7	R\$33,65	7.030	R\$236.569,70	7,19%	56,94%
PET 1,5L	212	R\$45,80	4.203	R\$192.509,05	5,85%	62,80%
PET 2L	150	R\$69,84	2.353	R\$164.341,29	5,00%	67,79%
PET 2L	158	R\$50,93	3.048	R\$155.233,58	4,72%	72,51%
PET 2,5L	407	R\$67,78	1.953	R\$132.349,26	4,02%	76,53%
PET 2,25L	713	R\$62,30	1.434	R\$89.358,73	2,72%	79,25%
PET 510ml	1306	R\$21,97	3.643	R\$80.026,97	2,43%	81,68%
PET 1L	37	R\$35,57	1.919	R\$68.265,03	2,08%	83,76%
PET 2L	152	R\$63,89	886	R\$56.616,00	1,72%	85,48%
PET 2L	856	R\$61,25	908	R\$55.596,23	1,69%	87,17%
PET 1,5L	214	R\$51,51	1.063	R\$54.766,14	1,66%	88,84%
PET 3L	560	R\$85,23	557	R\$47.433,24	1,44%	90,28%
PET 1,5L	331	R\$39,20	836	R\$32.763,23	1,00%	91,27%
PET 2,25L	567	R\$54,56	561	R\$30.621,20	0,93%	92,20%
PET 1,5L	864	R\$49,86	550	R\$27.437,07	0,83%	93,04%
PET 1,5L	215	R\$56,10	488	R\$27.352,81	0,83%	93,87%
PET 600ml	893	R\$24,09	1.075	R\$25.886,60	0,79%	94,66%
PET 1L	855	R\$37,02	598	R\$22.122,58	0,67%	95,33%
PET 2,25L	566	R\$68,48	293	R\$20.062,11	0,61%	95,94%

PET 2,5L	1379	R\$73,38	254	R\$18.655,24	0,57%	96,51%
PET 1L	360	R\$30,27	616	R\$18.644,74	0,57%	97,07%
PET 500ml	570	R\$24,61	704	R\$17.321,00	0,53%	97,60%
PET 2L	726	R\$52,22	323	R\$16.851,64	0,51%	98,11%
PET 2L	1568	R\$109,13	137	R\$14.993,49	0,46%	98,57%
PET 500ml	575	R\$24,81	429	R\$10.636,96	0,32%	98,89%
PET 510ml	1325	R\$20,39	491	R\$10.005,33	0,30%	99,20%
PET 510ml	1308	R\$22,04	388	R\$8.556,04	0,26%	99,46%
PET 510ml	1622	R\$21,46	355	R\$7.620,44	0,23%	99,69%
PET 510ml	1544	R\$21,20	236	R\$5.005,77	0,15%	99,84%
PET 1,5L	1307	R\$61,28	54	R\$3.323,51	0,10%	99,94%
PET 600ml	1569	R\$39,99	49	R\$1.957,95	0,06%	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Os itens foram classificados de acordo com o percentual de cada item. Foi adotado que os itens com percentual maior do que 5% fossem classificados como classe A, os que possuem percentual entre 2 e 5 foram classificados como classe B, os demais foram classificados como classe C. O resultado obtido é mostrado na tabela 6.

Tabela 6 – Classificação ABC

TAMANHO	COD	(%)	PERCENTUAL ACUMULADO	CLASS.
PET 2L	5	31,77%	31,77%	A
PET 2L	149	9,58%	41,35%	A
PET 600ml	8	8,40%	49,75%	A
PET 1L	7	7,19%	56,94%	A
PET 1,5L	212	5,85%	62,80%	A
PET 2L	150	5,00%	67,79%	B
PET 2L	158	4,72%	72,51%	B

PET 2,5L	407	4,02%	76,53%	B
PET 2,25L	713	2,72%	79,25%	B
PET 510ml	1306	2,43%	81,68%	B
PET 1L	37	2,08%	83,76%	B
PET 2L	152	1,72%	85,48%	C
PET 2L	856	1,69%	87,17%	C
PET 1,5L	214	1,66%	88,84%	C
PET 3L	560	1,44%	90,28%	C
PET 1,5L	331	1,00%	91,27%	C
PET 2,25L	567	0,93%	92,20%	C
PET 1,5L	864	0,83%	93,04%	C
PET 1,5L	215	0,83%	93,87%	C
PET 600ml	893	0,79%	94,66%	C
PET 1L	855	0,67%	95,33%	C
PET 2,25L	566	0,61%	95,94%	C
PET 2,5L	1379	0,57%	96,51%	C
PET 1L	360	0,57%	97,07%	C
PET 500ml	570	0,53%	97,60%	C
PET 2L	726	0,51%	98,11%	C
PET 2L	1568	0,46%	98,57%	C
PET 500ml	575	0,32%	98,89%	C
PET 510ml	1325	0,30%	99,20%	C
PET 510ml	1308	0,26%	99,46%	C
PET 510ml	1622	0,23%	99,69%	C
PET 510ml	1544	0,15%	99,84%	C
PET 1,5L	1307	0,10%	99,94%	C
PET 600ml	1569	0,06%	100,00%	C

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Os 5 produtos classe A correspondem a 14,71% do total de produtos PET acabados, mesmo sendo uma menor quantidade, são responsáveis por 62,8% da movimentação de PET. Os produtos de classe B equivalem a 17,65% dos produtos acabados e são responsáveis por 20,96% da movimentação de estoque. Já os itens de classe C, que correspondem a 67,65%, são responsáveis por apenas 16,24% do consumo diário de PET, conforme mostra a tabela 7. Esses valores estão de acordo com a recomendação de Martins e Alt (2006) para a classificação ABC.

Tabela 7 – Classes A, B e C

CLASSE	QUANTIDADE	(%) QUANTIDADE	(%) MOVIMENTADO
A	5	14,71%	62,80%
B	6	17,65%	20,96%
C	23	67,65%	16,24%
TOTAL	34	100,00%	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

## **Etapa 6 – Calcular o custo do setup**

Para descobrir o custo dos setups, primeiramente foram listados os principais produtos utilizados no processo de sanitização da linha, assim como suas quantidades e custos, listados na tabela 8. Lembrando que os custos foram, novamente, multiplicados pelo fator adotado no estudo de caso, para preservar as informações da empresa.

Tabela 8 – Total materiais

<b>Matéria Prima</b>	<b>UND</b>	<b>Preço</b>	<b>Quant.</b>	<b>Custo R\$</b>
Detergente	Kg	R\$ 1,25	63,00	<b>R\$ 628,43</b>
Ácido Peracético	Kg	R\$ 3,22	25,00	<b>R\$ 642,39</b>
Sabão Espuma	Kg	R\$ 2,75	2,40	<b>R\$ 52,67</b>
Água Tratada	L	R\$ 0,01	8.000,00	<b>R\$ 486,57</b>
Esgoto	L	R\$ 0,00	8.000,00	<b>R\$ 65,08</b>
<b>SUB-TOTAL - Materiais:</b>				<b>R\$ 1.875,13</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Para descobrir a quantidade de cada item utilizado, foram analisadas informações contidas nas normas de sanitização da empresa, que diz a quantidade de sabão, ácido, detergente e de água a ser utilizada, no caso da água, ela deve ser tratada tanto na estação de tratamento de afluentes como na estação de tratamento de efluentes.

O tempo de cada setup é de duas horas, ocorrendo, nesse tempo, a troca dos kits da enchedora e todo o processo de limpeza e sanitização da linha, e durante esse processo são realizados testes por parte do grupo de controle de qualidade, devendo esse custo ser considerado no cálculo do custo de setup. Para determinar esse custo, foi feito um cálculo levando em consideração os gastos com mão de obra da equipe de controle de qualidade (CQ) por hora; esse custo foi dividido igualmente entre as 5 linhas da fábrica, não foi considerada a linha nova, uma vez que ela ainda está em fase de implantação e, na linha de bag-in-box, a produção assim como os testes são ínfimos se comparados com as outras linhas. Para conseguir o custo por hora do controle de qualidade, considera-se que o setor funciona 24 horas por dia, 30 dias por mês. Somando esses gastos com a mão de obra direta da linha durante o período de duas horas, tem-se o gasto com o setup da linha.

Cada linha possui um custo de mão de obra diferente, sendo essa a única diferença para o cálculo do custo de setup das linhas de PET. A empresa usa o sistema de centro de custo para alocar a mão de obra de cada linha de produção, os dados foram colhidos para ajudar na obtenção dos custos com mão de obra nas

linhas de produção. Foi feita a tabela 9 para ajudar no cálculo do custo de setup de cada linha.

Tabela 9 – Total produção e CQ

<b>Mão-de-obra</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor/h</b>	<b>Horas</b>	<b>Custo R\$</b>
Produção 1	R\$ 674.884,56	R\$ 937,34	2,00	<b>R\$ 1.874,68</b>
Produção 2	R\$ 636.484,80	R\$ 884,01	2,00	<b>R\$ 1.768,01</b>
Produção 3	R\$ 746.385,36	R\$ 1.036,65	2,00	<b>R\$ 2.073,29</b>
CQ	R\$ 1.565.005,68	R\$ 434,72	2,00	<b>R\$ 869,45</b>
<b>SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 1:</b>				<b>R\$ 2.744,13</b>
<b>SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 2:</b>				<b>R\$ 2.637,46</b>
<b>SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 3:</b>				<b>R\$ 2.942,74</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Assim como o controle de qualidade para o cálculo da mão de obra das linhas de produção foi considerado que elas funcionam 24 horas por dia, 30 dias por mês.

Somando os gastos de mão de obra com os materiais usados na sanitização, tem-se o custo de setup para cada linha. Foi feito a tabela 10 para mostrar o resultado.

Tabela 10 – Custo setup

<b>SUBTOTALS</b>	<b>CUSTO</b>
SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 1:	R\$ 2.744,13
SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 2:	R\$ 2.637,46
SUB-TOTAL - Mão-de-Obra Produção 3:	R\$ 2.942,74
SUB-TOTAL - Materiais:	R\$ 1.875,13
<b>TOTAL PRODUÇÃO 1</b>	<b>R\$ 4.619,26</b>
<b>TOTAL PRODUÇÃO 2</b>	<b>R\$ 4.512,60</b>
<b>TOTAL PRODUÇÃO 3</b>	<b>R\$ 4.817,87</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

## Etapa 7 – fazer o cálculo do lote econômico

Para esse estudo de caso, foi escolhido o lote econômico com entrega parcelada, pois é quem melhor se identifica com o processo em estudo, uma vez que há o consumo do produto mesmo durante a produção. Como no caso da PET 1l, PET 1,5l e PET 2l, onde mais de uma linha de produção produz esses produtos, foi feito o cálculo levando-se em conta a principal linha responsável por produzir o tamanho em questão; no caso da PET 2l, a linha responsável é a linha de produção 2; já os produtos PET 1,5l, a linha responsável é a linha 1; e as garrafas PET de 1l são produzidas, preferencialmente, na linha 3.

Para o cálculo do lote econômico, será utilizada a equação 19, reproduzida a seguir.

$$Qp = \sqrt{\frac{2xDxCs}{\left(1 - \frac{D}{P}\right)xCe}}$$

Para fazer o cálculo do lote econômico, divide-se a equação 19 em três partes: o denominador, numerador e a raiz. Para o cálculo do numerador, foi feita uma planilha eletrônica, listando todos os dados colhidos nas etapas anteriores para os produtos classe A, da curva ABC. O resultado é mostrado na tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo do numerador

LINHA	CODIGO	Custo setup	DEMANDA	2xDxCs (a)
LINHA 1	212	R\$ 4.619,26	4203	38.830.539
LINHA 2	5	R\$ 4.512,60	18006	162.511.203
LINHA 2	149	R\$ 4.512,60	5063	45.698.153
LINHA 3	8	R\$ 4.817,87	6302	60.727.065
LINHA 3	7	R\$ 4.817,87	7030	67.742.105

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Para o cálculo do numerador, foi feito o mesmo procedimento, tendo como resultado a tabela 12. Como as velocidades obtidas na tabela 1 estão em Cxf/h, para que seja obtida a velocidade de produção por dia, é necessário multiplicar as velocidades por 24, uma vez que as linhas funcionam 24 horas por dia.

Tabela 12 – Calculo do denominador

LINHA	CODIGO	VELOCIDADE	DEMANDA	Ce	$(1-(D/P)) \times Ce$ (b)
LINHA 1	212	36000	4203	0,0314	0,02774979
LINHA 2	5	43200	18006	0,0398	0,02321571
LINHA 2	149	43200	5063	0,0427	0,03768906
LINHA 3	8	30000	6302	0,0301	0,02376254
LINHA 3	7	43200	7030	0,0231	0,01932611

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

A última etapa para descobrir o lote econômico da empresa é o cálculo da divisão e da raiz quadrada. Os cálculos foram feitos e mostrados na tabela 13, onde a terceira coluna mostra o tamanho do lote econômico de produção.

Tabela 13 – Cálculo do lote econômico de produção

LINHA	CODIGO	A	B	Lote Econômico de produção
LINHA 1	212	38.830.539	0,02774979	37.407
LINHA 2	5	162.511.203	0,02321571	83.666
LINHA 2	149	45.698.153	0,03768906	34.821
LINHA 3	8	60.727.065	0,02376254	50.553
LINHA 3	7	67.742.105	0,01932611	59.205

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Buscando uma análise mais profunda dos possíveis benefícios da aplicação do lote econômico, foi feito o cálculo do custo total. Para isso, foram definidas três etapas: primeiro o custo de estoque, utilizando a equação 17; depois o custo de setup, utilizando a equação 8; e por fim, o custo total, utilizando a equação 18. Todas elas apresentadas no item 2.3, reproduzidas respectivamente a seguir. Como se viu no item 2.3.2, o custo do pedido, no caso do lote econômico de fabricação, é substituído pelo custo de setup.

$$CTe = \left(1 - \frac{D}{P}\right) x \frac{Qp}{2} x Ce$$

$$CTr = \frac{D}{Q} Cp$$

$$CT = \left(\frac{D}{Qp}\right) x Cp + \left(1 - \frac{D}{P}\right) x \frac{Qp}{2} x Ce$$

O resultado é mostrado na tabela 14, que mostra os custos totais diários envolvidos nos setups e na estocagem dos 5 produtos listados como classe A.

Tabela 14 – Custos do lote econômico

CODIGO	Lote Econômico	Custo Estoque	Custo Setup	Custo Total Diário
212	37.407	R\$519,02	R\$519,02	R\$1.038,05
5	83.666	R\$971,19	R\$971,19	R\$1.942,37
149	34.821	R\$656,19	R\$656,19	R\$1.312,37
8	50.553	R\$600,63	R\$600,63	R\$1.201,26
7	59.205	R\$572,10	R\$572,10	R\$1.144,20
TOTAL		R\$3.319,13	R\$3.319,13	R\$6.638,25

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

### Etapa 8 – Análise dos dados

Para melhor observar os resultados que o lote econômico trará para a empresa, foi feito o cálculo do custo total, utilizando os lotes atuais da empresa. Os resultados foram mostrados na tabela 15. A única diferença em todos os cálculos foi o tamanho do lote, que mostra mais uma vez a importância do seu correto dimensionamento.

Tabela 15 – Custos do lote atual

CODIGO	Lote Atual	Custo Estoque	Custo Setup	Custo Total Diário
212	30.000	R\$416,25	R\$647,18	R\$1.063,42
5	38.400	R\$445,74	R\$2.116,03	R\$2.561,77
149	38.400	R\$723,63	R\$595,03	R\$1.318,66
8	25.000	R\$297,03	R\$1.214,54	R\$1.511,57
7	38.000	R\$367,20	R\$891,34	R\$1.258,54
TOTAL		R\$2.249,85	R\$5.464,12	R\$7.713,97

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012

Destaca-se um significativo aumento dos custos totais diários, que demonstra que a empresa em estudo não estava sendo totalmente eficiente na gestão do estoque de produtos acabados, podendo com o aumento ou diminuição dos lotes de produção diminuir o custo total diário, antes desse trabalho não havia sido realizado nenhum estudo específico para calcular os lotes de produção, sendo eles calculados de acordo com a necessidade de produção da empresa ou de maneira arbitrária.

Conforme já discutido neste trabalho, Corrêa (1974) afirma que para o lote possuir o menor custo possível, os custos de setup devem ser iguais aos custos de estocagem. Pode-se observar essa igualdade, por várias casas decimais, o que prova que o lote encontrado é de fato, o lote econômico.

É visível o significativo aumento dos custos totais, com uma simples subtração dos valores totais vê-se uma diferença de R\$ 1075 em relação aos custos do lote econômico com o lote atual, como esse custo é diário, tem-se um total de R\$ 387 mil ao ano de economia por ano, ou uma diminuição de 13,94% em relação ao custo total dos 5 itens classe A.

Analisado os dados obtidos nas tabelas 14 e 15, pode-se destacar também o aumento nos custos de estoque no lote econômico em relação ao lote atual, assim como a diminuição dos custos de setup na mesma relação. Isso demonstra uma preocupação da empresa em estudo em manter estoques baixos, conseqüentemente aumentando os custos de setup envolvidos no processo, a única exceção foi o produto 149, onde o lote econômico era menor do que o lote atual.

Também observando o produto 149, vê-se que uma pequena diferença no tamanho do lote não é responsável por um grande aumento dos custos totais. Isso se deve a área de custo baixo, onde uma pequena variação no tamanho do lote gera pouca diferença nos custos totais, porém uma diferença maior, como no caso do produto 5, causa grandes diferenças nos custos totais.

É importante ressaltar que a produção da empresa não sofrerá alterações, apenas o tamanho dos lotes a serem produzidos será modificado.

### **3.3 Considerações finais sobre o estudo de caso.**

Chega-se, portanto, ao final deste estudo de caso, podendo verificar que a adequada utilização do conceito de lote econômico de entrega parcelada pode contribuir para a otimização dos resultados da empresa. Durante o estudo de caso, ficou evidente que a empresa estava trabalhando, em alguns casos, com lotes menores do que os adequados, e em outros casos, com lotes maiores.

Os lotes pequenos eram motivados por uma política de manter baixos níveis de estoques, uma vez que o estoque agrega custo ao produto final. Porém, não estava sendo levados em consideração os efeitos que esses pequenos lotes tinham sobre os custos com setups, com a correta classificação ABC. Focando o estudo de caso nos produtos que mais geram custos para a empresa, junto com o cálculo do lote econômico, foi possível reduzir os custos envolvendo setups e armazenagem em 13,94% nos produtos que representam 62,8% da movimentação de estoques de produtos acabados da empresa em estudo.

## **CAPÍTULO 04 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Conforme apresentado ao longo deste trabalho, a concorrência tem feito com que as empresas procurem ferramentas para reduzirem custos de produção, permitindo uma melhor adequação ao mercado e um posicionamento mais competitivo.

No segundo capítulo deste trabalho, que contempla a revisão da bibliografia relacionada ao tema em estudo, foram abordados vários conteúdos e teorias a respeito da administração de materiais, com destaque para conceitos importantes como classificação ABC e Lote Econômico. Assim, com base na revisão bibliográfica, foi possível concluir que a administração de materiais é de grande importância para a gestão empresarial, uma vez que os estoques representam um investimento que, se mal dimensionado ou gerenciado, pode influenciar negativamente nos resultados financeiros da empresa.

Foram vistos três modelos de lote econômico, o básico, onde a demanda é constante e a entrega é realizada de apenas uma vez, sendo mais adequado em operações de compra, onde normalmente o pedido é entregue em apenas uma vez. Também foi visto o lote econômico com descontos, que é bastante semelhante ao lote econômico básico, com a diferença de que, ao comprar certas quantidades, é possível obter um desconto, situação bem comum quando é realizado negociações pelo preço do produto. O lote econômico de produção, ou fabricação, foi o modelo escolhido para ser implementado na empresa em estudo, as características desse modelo são demanda constante, a entrega segue uma taxa constante, podendo haver consumo mesmo durante a entrega. Esse modelo é o que mais se adequa as características da empresa, uma vez que os itens são produzidos a uma taxa de produção, possuem demanda pouco variável e são consumidos mesmo durante a produção.

O cálculo do lote econômico foi feito através de um estudo de caso em uma linha de produção de garrafas PET em uma indústria de bebidas. Foram reunidas todas as variáveis necessárias e realizado o cálculo em três etapas: primeiro foi calculado o numerador; depois o denominador e, por último, foi feita a divisão e o

cálculo da raiz quadrada; e com esse cálculo, foi possível encontrar o lote econômico de entrega parcelada para os 5 produtos classificados como classe A, pela curva ABC.

Ao término do estudo de caso, foi feito o cálculo dos custos de setup, estocagem e os custos totais. Com esse cálculo, foi possível constatar que os custos de setup são iguais aos custos de estocagem; condição mencionada no referencial teórico em que o custo total é mínimo, sendo, portanto, o valor de menor custo total.

Também é possível concluir que mesmo o cálculo lote econômico resultando no valor que minimiza os custos totais, é visível a área de baixo custo, também mencionada no referencial teórico, onde o lote econômico não resulta apenas no valor mínimo, e sim em uma área de valores baixos, sendo possível adequar o lote encontrado ao lote ideal para a empresa. Porém, quando o tamanho do lote adotado pela empresa se afasta do lote ideal, calculado pela fórmula do lote econômico, os custos crescem rapidamente, mas, com pequenas variações, a diferença nos custos é mínima.

Também se concluiu que a eficácia do cálculo do lote econômico quando foi feito o cálculo dos custos totais para os lotes atuais, onde foi possível notar que a busca por baixos estoques pela empresa acabou, por, na maioria dos casos, prejudicar os custos totais ao aumentar o custo de setup, foi visível uma redução de custos totais ao se comparar o lote econômico com o lote atual, provando que a aplicação do lote econômico, para definir o tamanho dos lotes de reposição, pode trazer uma redução nos custos totais da empresa.

Assim, com base no exposto, pode-se concluir que o cálculo do lote econômico é recomendável para empresas que desejem reduzir seus custos totais. Destaca-se que, em situações onde a empresa já produz próximo ao lote econômico, este cálculo não vai resultar em ganhos financeiros significativos, perimindo apenas confirmar que os custos com estocagem e setup já estão próximos o bastante, minimizando, assim, os custos totais.

Para os trabalhos futuros recomenda-se:

- O estudo de caso deste trabalho foi realizado nas linhas de PET da unidade de Maracanaú, para trabalhos futuros, aconselha-se aplicar o lote econômico de produção em outras unidades e nas linhas de retornáveis e latas, também pode ser aplicado o lote econômico de compra para os principais insumos utilizados na produção.

- Neste estudo de caso, foi feito apenas o cálculo dos lotes ideais. O sequenciamento de produção ficou por conta do setor responsável, sendo realizado diariamente de acordo com a demanda. Propõe-se desenvolver um aplicativo informatizado para realizar esse sequenciamento de lotes, ajudando, assim, a gerenciar os estoques de maneira mais econômica.

- Outra oportunidade para reduzir os custos da empresa é reduzir os custos de estocagem ou setup. Recomenda-se fazer trabalhos para reduzi-los e depois fazer novamente o cálculo dos novos lotes econômicos, podendo fazer uma comparação dos resultados que a redução dos custos tem sobre o tamanho dos lotes econômicos.

## REFERÊNCIAS

BEN F; GARZIERA A. A. Influencia do tamanho dos lotes de produção no custo total de produção. Disponível em <  
<http://hermes.ucs.br/carvi/ccsa/dpec/fben/ARTIGOS/tamanho%20dos%20lotes.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

CORRÊA, J. **Gerência econômica de estoques e compras**. Rio de Janeiro: FGV Serv. de publicações/INL. 1974.

DEODATO, R. A. M. **A Determinação de um lote econômico na indústria de plásticos**. Disponível em: <  
[http://car.aedb.br/seget/artigos09/548\\_548\\_548\\_305\\_A\\_Determinacao.pdf](http://car.aedb.br/seget/artigos09/548_548_548_305_A_Determinacao.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2012.

DIAS, M. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 1993.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, P. S. **Administração de materiais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2006.

PESSOA, L. **Gestão de armazéns de produtos acabados em uma indústria cearense de beneficiamento de castanha de caju**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2007.

SAMPIERI, R. H. **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

TRAJANO, B. A. **Aplicação do calculo do lote econômico de produção**: estudo de caso em uma empresa do ramo siderúrgico. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de produção, Administração e Economia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque pratico. São Paulo: Atlas, 2009.