

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
PEDRO HENRIQUE ROCHA RIBEIRO**

**CÁLCULO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA COM
BASE EM PREVISÃO DE DEMANDA ATRAVÉS DO
MODELO DE REGRESSÃO LINEAR.**

**Taubaté - SP
2019**

PEDRO HENRIQUE ROCHA RIBEIRO

**CÁLCULO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA COM
BASE EM PREVISÃO DE DEMANDA ATRAVÉS DO
MODELO DE REGRESSÃO LINEAR.**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de engenharia mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof. Me. Júlio Malva Filho

**Taubaté – SP
2019**

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

R484c Ribeiro, Pedro Henrique Rocha
 Cálculo de lote econômico de compra com base em previsão de
 demanda através do modelo de regressão linear / Pedro Henrique Rocha
 Ribeiro. -- 2019.
 40 f. : il.

 Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de
 Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

 Orientação: Prof. Me. Júlio Malva Filho, Departamento de Engenharia
 Mecânica

 1. Previsão de demanda. 2. Lote econômico de compra. 3. Regressão
 Linear. I. Graduação em Engenharia Mecânica. II. Título.

CDD – 658.787

Ficha catalográfica elaborada por **Shirlei Righeti – CRB-8/6995**

PEDRO HENRIQUE ROCHA RIBEIRO

**CÁLCULO DE LOTE ECONÔMICO DE COMPRA COM BASE EM PREVISÃO
DE DEMANDA ATRAVÉS DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR.**

Trabalho de Graduação apresentado
para obtenção do Certificado de
Graduação do curso de engenharia
mecânica do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade
de Taubaté.

DATA: 25/11/2019

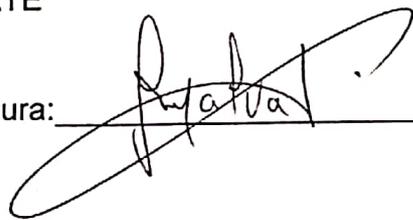
RESULTADO: aprovado

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Júlio Malva Filho
TAUBATÉ

UNIVERSIDADE DE

Assinatura: _____



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos
TAUBATÉ

UNIVERSIDADE DE

Assinatura: _____



25 de novembro de 2019

Dedico este trabalho aos meus pais Maria do Rosário de Fátima Rocha e José Sydney Ribeiro pelo apoio incondicional durante minha trajetória de formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça. Agradeço pela minha vida, minha inteligência, minha família e meus amigos.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu um excelente ambiente educacional com profissionais qualificados durante todo o curso.

Ao meu orientador, *Prof. Me. Júlio Malva Filho* por todo o incentivo, motivação e disponibilidade de tempo na orientação deste trabalho, sempre muito prestativo e atencioso.

Aos meus pais *Fátima e Sydney*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos durante toda a minha trajetória educacional ao longo da vida

Ao Professor Me. Ivair Alves dos Santos por ter disponibilizado tempo e aceitar compor a banca examinadora.

RESUMO

Em um contexto de crescente concorrência na indústria de modo geral, é essencial que se busque a competitividade para a sobrevivência do negócio. Para que se alcance este objetivo, planejamento e controle são fundamentais, principalmente na redução de custos e aumento do lucro. Um dos custos que se pode reduzir através de planejamento e controle é o custo relativo ao estoque. Em especial, prever a demanda corretamente e estipular uma quantidade ideal de pedido de insumos que considere todos os custos envolvidos na operação logística é uma importante ferramenta para aumentar a competitividade. Neste contexto, e seguindo o procedimento da empresa pesquisada, este trabalho tem por objetivo propor métodos de previsão demanda através de métodos estatísticos que fossem as ideias no cenário apresentado pela empresa estudada a fim de propor a aplicação da abordagem de lote econômico de compra que represente o menor custo do ponto de vista logístico. A metodologia escolhida para a realização dos procedimentos foi o estudo de caso de uma empresa de autopeças com levantamento de dados históricos de demanda utilizados para a previsão e estimativa de custos logísticos para o cálculo de lote econômico de compra. Depois da aplicação de métodos de previsão de demanda, pode-se notar que a demanda tinha uma tendência de crescimento ao longo dos anos e sazonal durante os meses de cada ano. Através da aplicação de uma regressão linear com ajuste de sazonalidade pode-se prever a demanda futura e aplicar o lote econômico de compra a fim de se obter o melhor custo logístico.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Lote econômico de compra. Regressão Linear.

ABSTRACT

In a context of increasing competition in the industry at large, it is essential to seek competitiveness for business survival. In order to achieve this goal, planning and control are fundamental, especially in reducing costs and increasing profits. One of the costs that can be reduced through planning and control is the inventory cost. In particular, forecasting demand correctly and stipulating an optimal input order quantity that takes into account all the costs involved in logistics operation is an important tool for increasing competitiveness. In this context, and following the researched company procedure, this paper aims to propose demand forecasting methods through statistical methods that were the ideals in the scenario presented by the studied company in order to propose the application of the economical order quantity approach that represents the lowest logistics cost. The methodology chosen to perform the procedures was the case study of an auto parts company with survey of historical demand data used for forecasting and estimating logistics costs for the calculation of the economic order quantity. After applying demand forecasting methods, it can be noted that demand had a growth trend over the years and a seasonal trend over the months of each year. By applying a seasonally adjusted linear regression one can predict future demand and apply the economic order quantity to obtain the best logistic cost.

KEYWORDS: Demand forecasting. Economic order quantity. Linear Regression.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da pesquisa.....	27
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Mínimos Quadrados - Equação (4).....	16
Gráfico 2 - Vendas e produção de automóveis e comerciais leves, 2007 a 2017	18
Gráfico 3 - Gráfico típico da análise ABC.....	21
Gráfico 4 - Nível de um estoque cíclico	22
Gráfico 5 - Custos de armazenamento (a) - Custos de pedido (b) - Custos totais (c)	24
Gráfico 6 - Regressão linear.....	29
Gráfico 7 - Custos logísticos para diferentes pedidos	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição dos tipos de estoque	19
Tabela 2 - Quantidade mensal de demanda de coxim de motor	29
Tabela 3 - Cálculo dos coeficientes de sazonalidade	30
Tabela 4 - Previsão de demanda com ajuste sazonal.....	31
Tabela 5 - Remuneração/hora dos funcionários	31
Tabela 6 - Cálculo de custos de pedido de compra.....	32
Tabela 7 - Custos Logísticos	32
Tabela 8 - Demanda prevista de matéria prima	33
Tabela 9 - Cálculo de LEC por demanda mensal prevista	34
Tabela 10 - Cálculo de LEC por demanda mensal ajustada	35

LISTAS DE ABREVIÇÕES E SIGLAS

LEC Lote econômico de compras

SUMÁRIO

1.	Introdução	11
2.	Revisão bibliográfica	13
2.1.	Previsão de demandas	13
2.1.1.	Média móvel simples	14
2.1.2.	Média móvel ponderada.....	14
2.1.3.	Regressão linear Simples	15
2.1.4.	Sazonalidade Simples	16
2.2.	Administração de estoque.....	18
2.2.2.	Ferramentas para a gestão do estoque	20
2.2.2.1.	Prioridades de estoque - o sistema ABC	20
2.2.2.2.	Lote econômico de compra (LEC)	21
2.2.2.2.1.	Lote compra.....	21
2.2.2.2.2.	Estoque Médio.....	22
2.2.2.2.3.	Custos com pedidos de compra	22
2.2.2.2.4.	Custos de Estocagem.....	23
2.2.2.2.5.	Cálculo do lote econômico de compra.....	24
2.2.2.2.6.	Sensibilidade do LEC	25
3.	Metodologia.....	26
4.	Desenvolvimento.....	28
4.1.	Previsão de demanda	28
5.	Resultados e discussões	34
6.	Conclusões	36
7.	Referências Bibliográficas.....	37

1. Introdução

Atualmente a indústria passa por um momento delicado no Brasil. Vemos ano após ano, um aumento na capacidade ociosa de produção e redução do setor na participação do PIB brasileiro. Neste contexto, cada vez mais é necessário que se aplique conceitos de administração de produção na indústria para melhorar os custos de operação e, conseqüentemente, melhorar a competitividade no mercado. Para isso é necessário lançar mão de ferramentas de planejamento e controle de produção. Este conceito se encarrega em garantir que a produção tenha performance adequada com base em algumas variáveis como: o fornecimento de insumos e serviços e a demanda da operação.

A formação de estoque é inevitável devido à natureza da indústria de transformação no que diz respeito à diferença entre o ritmo de fornecimento e taxa de demanda (Slack et al, 1997), se houvesse equivalência entre estes dois parâmetros, o item demandado não teria estoque. O volume estocado flutua conforme variam as taxas de fornecimento e demanda. Se o ritmo de fornecimento excede a taxa de demanda, o estoque aumenta. Se o inverso ocorre, ele diminui.

Segundo Krajewski et al. (2009, p.384) é imprescindível que a empresa tenha um volume de estoque adequado de modo a não finalizar os estoques na busca de redução de custos e nem ter margem ampla de estoque para cobrir todas as demandas do mercado. Buscar um equilíbrio entre os dois cenários para que se tenha eficácia nas operações é fundamental. Uma empresa que não tem bom gerenciamento de estoque está fadada ao fracasso, principalmente com a competitividade e com as margens relativamente pequenas de lucro praticadas hoje em dia.

Faz-se necessário então determinar uma previsão da demanda futura para embasar as decisões sobre o estoque. Previsão é uma análise sobre eventos futuros para pautar o planejamento, sendo que esta sofre influência do cenário econômico no que tange ao mercado, às evoluções tecnológicas e à preocupação sobre os impactos ambientais gerando imprecisões [Ritzman e Krajewski (2009)]. Apesar disso, a previsão é fundamental para nortear as necessidades de insumos tendo enfim uma programação de produção.

Uma boa estratégia para reduzir os custos gerados pelo armazenamento excessivo, porém sem elevar os gastos com pedido e preparação é calcular o lote econômico de compra (KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Tendo isto como pano de fundo, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de previsão de demanda para uma empresa de fabricação de autopeças com produtos que tenham variabilidade de demanda ao longo do tempo, utilizando o método de regressão linear simples no estudo de sazonalidade de demanda e, a partir desta análise, aplicar os conceitos de lote econômico de compra.

Este trabalho justifica-se pela necessidade das empresas do aumento de competitividade, que se dá pela redução de custos de estoque visando melhorar a lucratividade do negócio. Neste contexto o cálculo de lote econômico busca encontrar a quantidade ideal de estoque, diminuindo o valor de dinheiro parado.

Além disso, se faz necessário a aplicação dos conteúdos adquiridos ao longo do curso de engenharia mecânica em situações reais, para que se consolide o conhecimento. O enriquecimento para a literatura através deste trabalho pode servir de exemplo para futuras pesquisas nas áreas de previsão de demanda sazonal pelo método de regressão linear e cálculo de lote econômico de compra.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Previsão de demandas

A previsão de demandas é uma ferramenta que proporciona uma estimativa das necessidades dos clientes e da situação do mercado para uma indústria. Ela é necessária para que se tenha um ponto de partida no planejamento de produção e operação na indústria e, conseqüentemente, se alcance uma redução nos custos operacionais (estoque, mão de obra, insumos). Para que se consiga estimar, recorreremos à análise estatística de dados de como a demanda se comporta em determinado cenário econômico, podendo esta variar sazonalmente.

Previsão de demanda é definida por Russomano (2000) como um processo que utiliza de ferramentas sistemáticas e metódicas para alcançar uma previsibilidade das futuras vendas de produtos e serviços de uma determinada empresa em um cenário específico.

O plano estratégico e operacional de toda empresa é baseado na previsão de demanda, isto porque, o rumo de investimentos e decisões futuras está intimamente atrelado ao modo como a instituição acredita que o cenário econômico futuro se apresentará, conforme Tubino (2007).

Existem diversos métodos no campo científico para se obter uma previsão. Usualmente os dividimos em dois grandes grupos: métodos quantitativos e os qualitativos. Os métodos qualitativos são também conhecidos como métodos de julgamento e são definidos por Reid e Sanders (2005) como sendo produzidos a partir de suposições subjetivas feitas pelo responsável. A análise se baseia na intuição, no conhecimento e na experiência pessoal do profissional na área. Devido a isto, os autores salientam que podem surgir resultados tendenciosos sobre a previsão, visto que o critério é a opinião do indivíduo, fazendo com que uma motivação pessoal, disposição ou convicção política sobre algum tema possa não representar fundamentalmente a realidade.

Complementando isto, Gaither e Frazier (2006) citam algumas das mais comuns técnicas qualitativas, dentre elas o método de Delphi, a pesquisa de vendas, a pesquisa de clientes, a observação histórica do cenário econômico, o consenso de um comitê executivo, bem como as pesquisas de mercado realizadas através de questionários ou entrevistas. Estes métodos qualitativos se baseiam em experiências

trocadas, tanto formal quanto informalmente, por profissionais atuantes nos no setor de análise sobre o mercado de serviços e produtos.

Diferente das técnicas qualitativas, as quantitativas são métodos que utilizam uma base de dados históricos sobre o comportamento da demanda ao longo do tempo e utiliza modelos matemáticos para descrever o comportamento da mesma, podendo então verificar padrões para se basear em um valor de previsão de demanda (RUSCHEL, 2007). Segundo Moreira (2008), pelo fato de utilizarem modelos matemáticos, os métodos quantitativos, estão muito menos sujeitos a erros, mas necessitam de um histórico de demanda para a previsão. Estes modelos são divididos em duas categorias, os modelos de séries temporais e os modelos de séries causais. A análise dos modelos de séries temporais utiliza informações históricas sobre a variação da demanda, sem considerar outras variáveis para a oscilação. Já a análise de modelos de métodos causais procura correlacionar uma variável dependente (objeto de previsão), com um ou mais fatores, externos ou internos, que afetam a variável dependente (KRAJEWSKI, 2009).

2.1.1. Média móvel simples

Martins e Laugeni (2005) dissertam que no método de média móvel simples, utiliza-se de dados históricos de demandas passadas para se fazer o cálculo das previsões futuras. Para se determinar o cálculo temos a seguinte fórmula:

$$Mm = \frac{\sum D}{n} \quad (1)$$

Em que:

- D é a demanda real histórica
- n é o número de períodos considerados para o cálculo

2.1.2. Média móvel ponderada

No método de média móvel ponderada, atribui-se pesos diferentes para determinados períodos, diferente do que ocorre no método de média móvel simples, no qual todos os períodos têm o mesmo peso (MARTINS E LAUGENI, 2005). Este fator de ajuste varia de 0 a 1 e a soma de todos os fatores tem de ser igual à 1. O cálculo é feito pela seguinte equação:

$$C = \sum_{i=1}^n c_{t-i} \times p_{t-i} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n p_{t-i} = 100\% \text{ ou } 1 \quad (2)$$

Em que:

- C_{t-i} = venda efetiva no período $t - i$
- P_{t-i} = peso atribuído ao consumo no período $t - i$

2.1.3. Regressão linear Simples

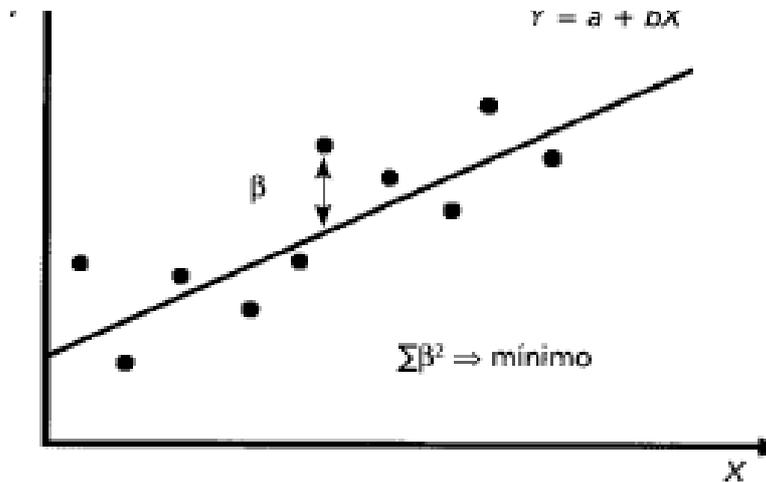
Para Krajewski et. Al (2009), o modelo de regressão linear é um dos mais comuns e mais utilizados para a previsão de demanda e tem como objetivo achar os valores dos coeficientes a e b que minimizem os desvios quadrados dos dados históricos sobre demanda representados graficamente. Este modelo consiste na relação entre duas variáveis, uma chamada dependente que se relaciona com uma ou mais variáveis chamadas independentes, no caso da regressão linear simples, a variável dependente é descrita em função de apenas uma variável independente. Portanto, a relação entre elas se apresenta por uma reta:

$$Y = a + bX \quad (4)$$

Na equação (4), “Y” se refere à variável dependente e “X” à variável independente. O coeficiente “a” indica a interseção da linha ao eixo Y e o coeficiente “b” a inclinação da linha. Esta equação estabelece a relação entre o efeito da variável independente (variável da previsão de demanda), sobre a variável dependente (demanda do produto analisado), para que possamos prever a demanda de determinado serviço ou produto com em outra variável que se relacione com o item. De outro modo temos que o objetivo é encontrar uma previsão descrita por uma

equação linear na qual a soma dos quadrados dos erros de previsão (β), seja a mínima possível. Abaixo na figura (1), observa-se a reta:

Gráfico 1 - Mínimos Quadrados - Equação (4)



Fonte: Tubino (2007).

Como descreve Gaither e Frazier (2006), as equações para se encontrar os valores de a e b são:

$$a = \frac{\sum x^2 \sum y^2 - \sum x \sum xy}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (6)$$

Onde:

- n = período considerado para o estudo

O cálculo dos coeficientes, de acordo com as equações (5) e (6), tem como objetivo minimizar as distorções atribuídas à soma dos desvios quadrados dos dados reais.

2.1.4. Sazonalidade Simples

Segundo Tubino (2007), a sazonalidade é caracterizada pelas variações repetitivas que ocorrem na demanda, tanto ascendente como descendente, em

intervalos regulares ao longo de uma série temporal. Estes períodos de intervalo podem ser anuais, mensais, semanais ou até mesmo diários. O autor também pontua que a sazonalidade é expressa em quantidade ou até percentagem de desvio da demanda média na série analisada. O valor que é aplicado sobre a média, ou até mesmo a tendência, é denominado índice de sazonalidade.

A maioria dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas sofrem de alguma maneira influência da sazonalidade de demanda, porém, estas variações podem ser razoavelmente previstas por ferramentas de previsão e estão sujeitas muitas vezes por evolução das condições econômicas (SLACK et al. 1997).

Conforme Krajewski et. Al (2009) existem diversos métodos para a análise de sazonalidade em uma série temporal. Descreveremos apenas o método sazonal multiplicativo, no qual os índices de sazonalidade são multiplicados por uma demanda média estimada para se alcançar uma previsão sazonal. O procedimento de quatro passos que será descrito a diante, utiliza dados de média simples sobre a demanda passada, porém é possível utilizar cálculos mais sofisticados como a média móvel e a suavização exponencial.

- i. Para cada intervalo de tempo da série temporal, se calcula a média por período sazonal dividindo a demanda total pelo número de períodos sazonais. Por exemplo, se a demanda total de um ano é de três mil unidades, e se define que cada mês é um período sazonal, temos que a demanda média é de $3.000/12 = 250$ unidades.
- ii. O índice de sazonal é definido pela divisão entre a demanda de um período sazonal pela demanda média. Exemplificando temos que no mês de março de uma série temporal a demanda foi de 200 unidades, temos então que o índice sazonal de março é de $200/250 = 0,8$, que indica que em março houve um desvio de menos vinte por cento em relação à demanda média.
- iii. Calcula então o índice sazonal médio por período. Por exemplo, suponha que tenhamos calculado três índices sazonais para março: 0,8; 0,92 e 0,75. O índice sazonal médio para o mês é $(0,8 + 0,92 + 0,75) / 3 = 0,823$. Usaremos esse índice para prever a demanda de março.
- iv. Calcula-se a previsão de cada mês para o ano seguinte multiplicando o índice sazonal pela demanda média por período sazonal. Se tomarmos como demanda futura o valor do ano anterior, temos para o exemplo de

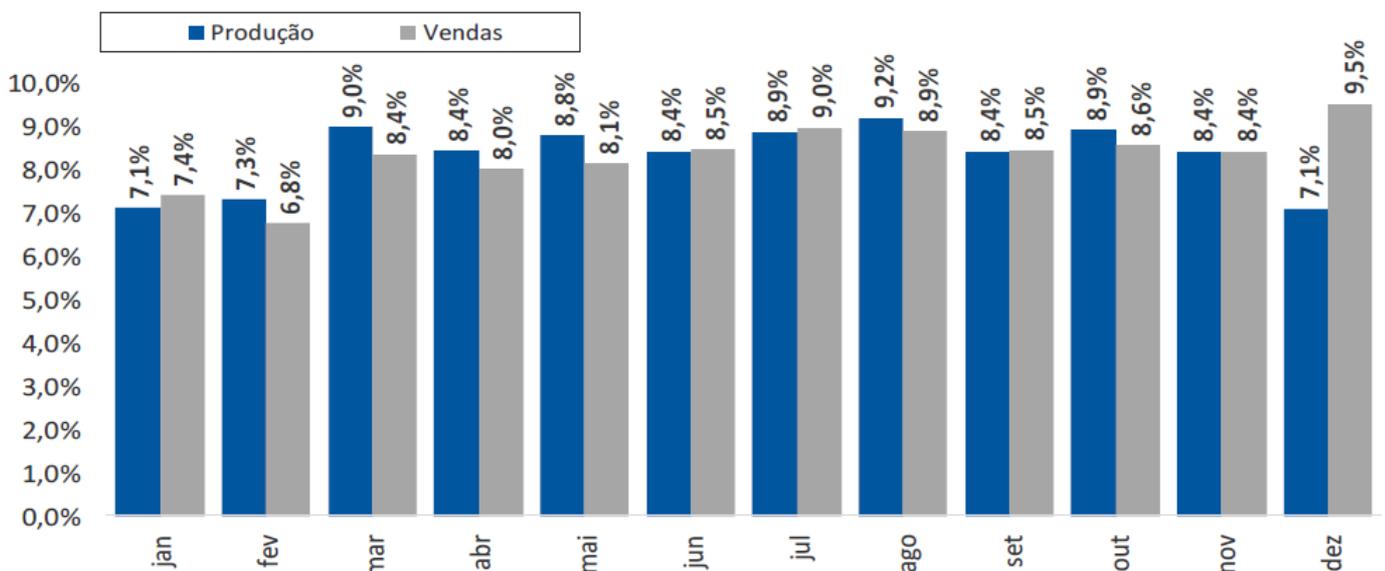
março 250 unidades multiplicado por 0,823 que resulta em 205, 75 unidades.

Na indústria automotiva observamos um fenômeno histórico de sazonalidade de demanda durante o ano devido aos ciclos de consumo do consumidor final. Segundo o atual presidente da Fenabrave (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores):

“dezembro é beneficiado pelo efeito das compras e festas de fim de ano, impulsionados pelo crédito adicional das famílias com o 13º salário, em janeiro há um acúmulo de despesas, como IPTU e contas escolares, por exemplo, o que diminui o movimento nas concessionárias”.

Abaixo podemos observar os dados do Bradesco e Anfavea sobre a sazonalidade da indústria automotiva em dados de 2007 a 2017:

Gráfico 2 - Vendas e produção de automóveis e comerciais leves, 2007 a 2017



Fonte: Bradesco, ANFAVEA

2.2. Administração de estoque

Para Slack et. al(1997), estoques são definidos como recursos ociosos que tem valor econômico e que representam um investimento na aposta de aumento da atividade produtiva. Porém, o acúmulo de estoque pressupõe a imobilização de recurso financeiro, que poderia ser destinado a outra finalidade e comprometendo o retorno financeiro exigido no investimento efetuado. Entretanto, é preciso ter estoque

para que a empresa não seja surpreendida em algum segmento dela, por isso é fundamental o gerenciamento correto do estoque a níveis adequados com o objetivo de manter equação entre demanda e estoque equilibrada. De um lado temos a necessidade do estoque para o funcionamento normal da produção, de outro os custos gerados pela manutenção do estoque.

Com relação ao tamanho do estoque, Slack et al. (1997) defendem que um gerenciamento que alimenta estoques com todas as quantidades demandadas pode elevar muito o custo. Neste sentido, quando um material de alto valor for utilizado de forma pontual, adquiri-lo para suprir esta demanda é a melhor escolha do ponto de vista financeiro. Porém o aparecimento de demandas inesperadas pode se tornar um problema no abastecimento de suprimentos.

2.2.1. Tipos de estoque

Krajewski (2009) classifica os estoques pelo modo como são criados, neste sentido o autor determina quatro formas: estoque cíclico; de segurança; de antecipação; e em trânsito. Estes não podem ser identificados ao se olhar para uma pilha de unidades de produto:

Tabela 1 - Definição dos tipos de estoque

Tipo do estoque	Definição
Estoque cíclico	É a quantidade do estoque total que varia diretamente conforme o tamanho do lote de compra. O estoque cíclico tem seu valor máximo no momento após a compra do lote e no seu mínimo ou 0 antes da chegada do novo lote.
Estoque de segurança	O estoque de segurança é formado para que não ocorra interrupções na produção devido à falta de matéria prima, seja por problemas de qualidade ou entrega dos fornecedores ou também uma demanda excepcional do mercado.
Estoque de antecipação	É o estoque responsável por suprir as irregularidades de demanda ou oferta prevista, Padrões de demanda, sazonalidade consomem o estoque de antecipação. Ocorre formação deste estoque em um cenário de baixa demanda.

Estoque em trânsito	É o estoque que está em transporte de um ponto da cadeia produtiva ao outro, podendo ser de um fornecedor até uma planta, de uma operação à outra dentro do ciclo produtivo ou até mesmo da planta até o distribuidor. Consiste nos pedidos que foram colocados, mas não foram recebidos.
---------------------	---

Fonte: O autor

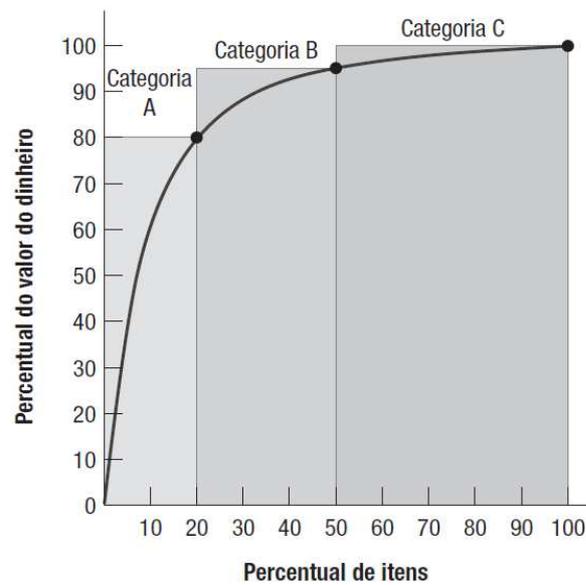
2.2.2. Ferramentas para a gestão do estoque

2.2.2.1. Prioridades de estoque - o sistema ABC

Em todo estoque que contenha mais de um item é natural que alguns serão mais importantes para a empresa do que outros, alguns itens, por exemplo, podem ter uma taxa de consumo muito alta. Outros itens podem ter um valor agregado muito alto, de modo que estoques excessivos podem ser caros. Slack et. al (1997) sugerem diferenciar estes itens de acordo com as suas *movimentações de valor*, que se define pela taxa de movimentação do item multiplicada por seu valor. A partir da análise pode-se dar prioridade de controle aos itens com maior movimentação de valor. Normalmente uma pequena quantidade de itens representa um grande montante de valor de estoque. Este fato é conhecido como *lei de Pareto* (pessoa que desenvolveu) ou também chamado de regra 80/20. O nome se deve ao fato de geralmente 80% do valor de estoque representa somente 20% dos tipos de itens. A lei de Pareto também se aplica a outros cenários, no caso de estoque podemos dividir em três classes:

- Classe A: São os 20% de itens que representam 80% do valor de estoque.
- Classe B: Geralmente os 30% de itens seguintes que representam 10% do valor total.
- Classe C: São itens de baixo valor que, mesmo representando 50% dos tipos de estoque, compreendem somente 10% do valor total de estoque.

Gráfico 3 - Gráfico típico da análise ABC



Fonte: Krajewski (2009).

A partir da análise, a empresa pode tomar melhores decisões acerca do estoque. Por exemplo, o controle que se deve ter com um item A é muito maior do que um item C. Porém, a falta de estoque de um produto de classe C é igualmente ruim à falta de um item A, entretanto, o custo de armazenamento de um produto de categoria A é maior do que de um item C (KRAJEWSKI, 2009).

2.2.2.2. Lote econômico de compra (LEC)

A abordagem que busca mensurar qual é a melhor quantidade de um determinado item que se deve pedir quando é necessário reabastecer um estoque é chamada de lote econômico de compra (SLACK et. al 1997). Em sua essência, esta abordagem tenta busca o equilíbrio entre as desvantagens e vantagens de se manter um determinado estoque em relação ao seu custo. Adiante veremos quais são estes custos e como são calculados.

2.2.2.2.1. Lote compra

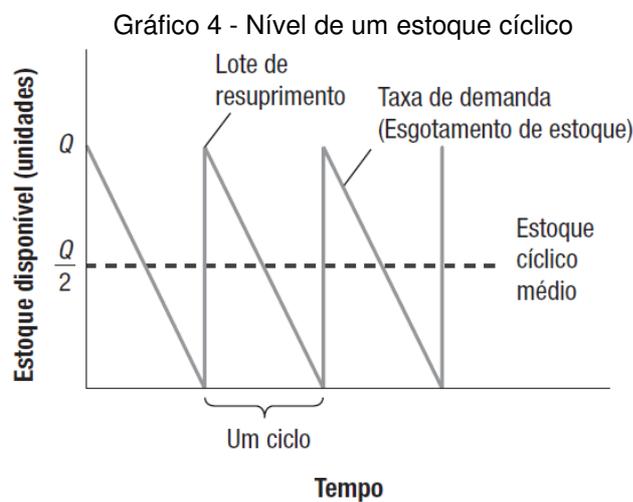
Lote de compra é definido como a quantidade de material é recebida em cada um dos pedidos de compra.

Segundo Graeml e Peinado (2007, p. 684), quanto maior o lote de compra, maior será o custo de estocagem do mesmo, mas o número de entregas será menor e por consequência, menor serão os custos com pedidos de compra. O contrário também é observado, pois o se o lote de compra é menor, os custos de estocagem

são baixos, porém, os lotes de entrega e produção são maiores, o que acaba levando a um alto custo com o pedido de compra. Conclui-se que é preciso definir um lote de compra que equilibre os custos logístico.

2.2.2.2.2. Estoque Médio

De acordo com (SLACK et. al 1997, p.387) um perfil de estoque é a representação gráfica do nível de estoque ao longo do tempo e ilustra a variação de seus níveis. No caso de um estoque cíclico a representação é a mesma da Figura 4:



Fonte: Krajewski (2009).

Os autores definem as seguintes equações para o entendimento do estoque médio:

$$\text{Estoque médio} = \frac{Q}{2} \quad (5)$$

$$\text{Intervalo de tempo entre entregas} = \frac{Q}{D} \quad (6)$$

$$\text{Frequência de entregas} = \frac{D}{Q} \quad (7)$$

Onde:

- D = Demanda de unidades por período de tempo
- Q = Quantidade de unidades no pedido.

2.2.2.2.3. Custos com pedidos de compra

Para Graeml e Peinado (2007, p. 683-684), os custos com pedidos são aqueles que vão desde a emissão do pedido de compras até o atendimento do mesmo, incluindo os custos devido a forma de negociação e a política de compras. Os custos são:

- Custos de transporte: Custo de frete, geralmente constante para um pedido pequeno ou grande.
- Custos de setup: Custo de um lote mínimo de fabricação, que vão desde custos de preparação de máquina, ou até matéria prima perdida inicialmente.
- Custos administrativos: Custos fixos do pedido, independente do tamanho, geralmente representam os custos de mão de obra para se emitir o pedido.

Os autores calculam os custos com a seguinte equação:

$$CP = Cp \times \frac{D}{LC} \quad (8)$$

Onde:

- CP = Custo total com pedido
- Cp = Custo unitário de um pedido
- D = Demanda no período
- LC = Lote de compra
- D/LC = Número de pedido durante um período

2.2.2.2.4. Custos de Estocagem

Os custos de estocagem são relativos aos gastos de se manter uma unidade de material em estoque por um determinado período de tempo, multiplicado pela quantidade de material no estoque médio (GRAEML E PEINADO, p. 685). Os autores destacam três principais componentes de custos:

- Custo do capital investido: Componente mais expressivo no custo de estocagem, significa a falta de remuneração financeira do capital que fica parado no estoque.
- Custo de movimentação e armazenamento: Custos relativos ao armazenamento e gestão de um estoque.
- Custo do risco de deterioração ou obsolescência: Materiais podem ter validade alcançada ou se deteriorarem parados no estoque.

Custos de estocagem são calculados pela equação 8:

$$CE = t \times Cu \times \frac{LC}{2} \quad (9)$$

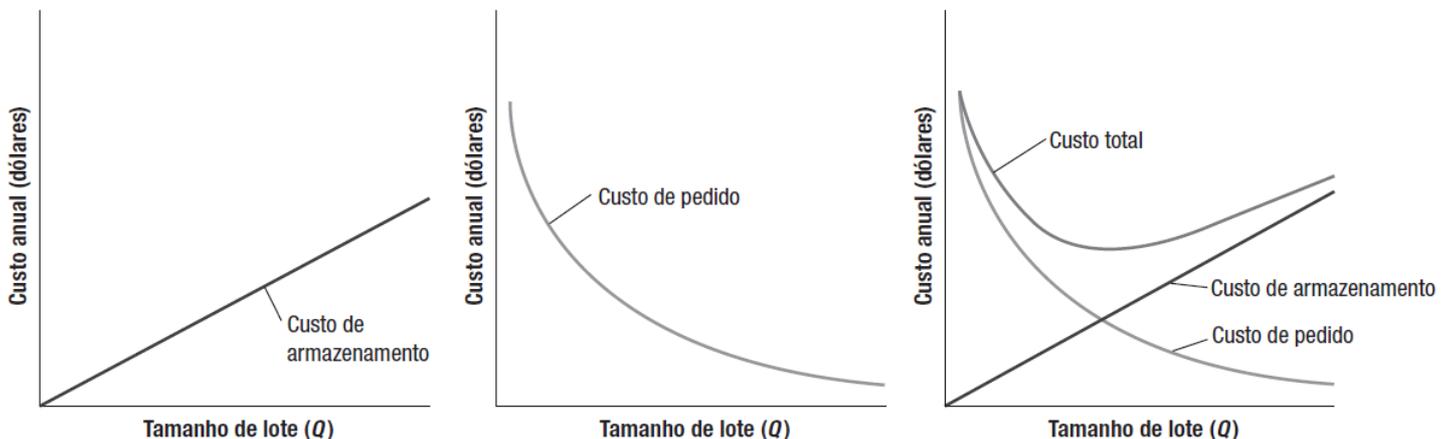
Onde:

- CE = custo de estocagem
- t = taxa de juros ou custo de oportunidade
- Cu = custo unitário
- LC = lote de compra
- LC/2 = estoque médio do material no período

2.2.2.2.5. Cálculo do lote econômico de compra

Segundo Krajewski (2007, p. 392-393), o custo de armazenamento (ou estocagem) varia linearmente com LC, como no gráfico 5(a), já o custo de pedido se reduz com o tamanho do lote de modo não linear, conforme gráfico 5(b). A soma destes dois componentes de custo de estoque é apresentada no gráfico 5(c). Deste modo, o menor valor apresentado no gráfico 5(c) é o lote econômico de compra.

Gráfico 5 - Custos de armazenamento (a) - Custos de pedido (b) - Custos totais (c)



Para Graeml e Peindado (2007 p. 688) existe ainda uma fórmula para se calcular matematicamente a quantidade para que o custo de estocagem seja igual ao custo com pedidos de compra. Ela pode ser determinada encontrando o ponto mínimo da curva do custo total. Para isto iguala-se a zero a sua primeira derivada:

$$CT = C_p \times \frac{D}{LC} + t \times C_u \times \frac{LC}{2} \quad (10)$$

$$\frac{dCT}{dLC} = \frac{C_p \times D}{LC^2} + \frac{t \times C_u}{2} \quad (11)$$

Isolando LC, temos:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_p}{t \times C_u}} \quad (12)$$

Onde:

- D = demanda no período
- Cp = custo unitário de um pedido
- t = taxa de juros ou custo de oportunidade
- Cu = Custo unitário do material

2.2.2.2.6. Sensibilidade do LEC

Com a análise gráfica da curva de custos totais de estoque, figura 5(c), podemos perceber que, apesar de haver um valor único mínimo para os custos, porém, qualquer desvio relativamente pequeno deste valor não vai elevar significativamente os custos totais. Em outras palavras, os custos estarão próximos dos ideais, desde que os valores de pedido estejam próximos ao LEC (SLACK et. al 1997, p.390).

Ainda segundo os autores, pequenos erros de estimativa de custos não resultarão em grandes desvios. Além disso, normalmente é difícil fazer pedidos extremamente precisos, geralmente resultados dos cálculos, de modo que não haverá grande prejuízo de se fazer um pedido de um múltiplo mais conveniente ao fornecedor, sempre razoavelmente próximo ao cálculo.

3. Metodologia

A abordagem de pesquisa utilizada neste trabalho é quantitativa que é explicada por DIEHL (2004), como sendo aquela que utiliza de quantificação na coleta dos dados e conseqüente tratamento e análise dos mesmos, valendo-se de técnicas estatísticas sempre tendo como objetivo resultados com o mínimo de erros e distorções de análise, fazendo com que a interpretação dos dados tenha embasamento científico e credibilidade.

Em relação à natureza, este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo a geração de conhecimento para situações problema específicos e a busca por soluções para a aplicação prática destas situações particulares (THESAURUS, 2016).

A metodologia utilizada nesta pesquisa é classificada quanto ao objetivo como sendo de pesquisa exploratória e descritiva. As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar uma maior compreensão do problema, visando torna-lo mais claro para o aprimoramento de teses e ideias (GIL, 2007). O autor descreve como uma pesquisa descritiva aquela que tem como objetivo a descrição de características de determinado fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Este tipo de pesquisa sempre utiliza de técnicas padronizadas de coleta de dados, como por exemplo a observação sistêmica.

Quanto aos procedimentos utilizados na pesquisa, esta é classificada como um estudo de caso. Conforme Gil (2007), este consiste no profundo e exaustivo estudo de um ou poucos objetos, de modo que se permita ter um amplo e detalhado conhecimento. Este tipo de procedimento é interessante pois possibilita a aplicação de teoria em um contexto real, podendo assim, formular hipóteses e desenvolver teorias.

O cenário no qual se baseia a pesquisa é o de uma empresa fabricante de autopeças que fornece produtos tanto para a indústria automotiva como o mercado de reposição. O estudo será realizado se baseando em demandas reais coletadas de uma empresa de autopeças localizada em Taubaté-SP.

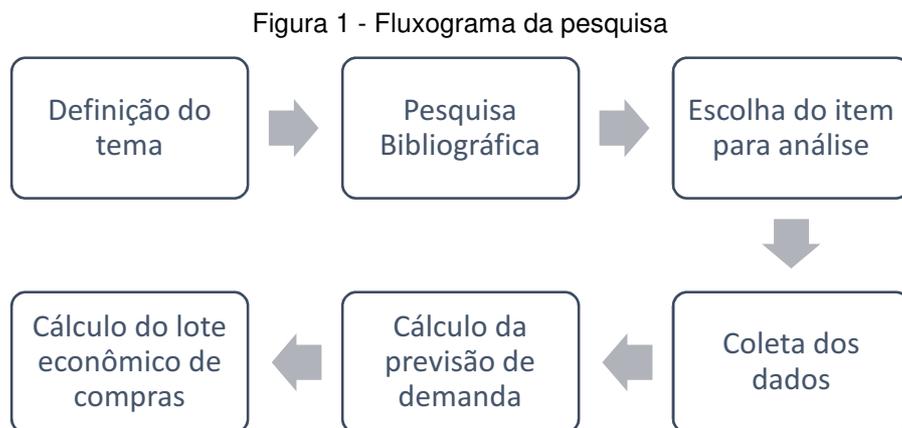
Após a definição do tema, levando em conta sua relevância no meio acadêmico e utilidade no meio industrial, foi delimitado a indústria para a qual se daria aplicação. Foi realizado então uma pesquisa bibliográfica baseada na literatura existente sobre

os tópicos necessários para o estudo por meio de livros e artigos científicos. Em seguida, foram realizadas coletas de dados quantitativos, sobre a demanda de um coxim de motor durante o ano de 2018 e sobre os custos de pedido de estocagem do item a ser estudo.

A partir das coletas, aplicou-se o modelo de regressão linear simples com tendência sazonal para se determinar a previsão de demanda mensal para o próximo ano de um item com venda para o mercado de reposição. O produto foi selecionado devido ao grande volume e ao fato de o item apresentar considerável variação de demanda ao longo do tempo, ideal para o cálculo de regressão linear com tendência sazonal e posteriormente o cálculo de lote econômico de compras.

O software Microsoft Excel foi utilizado para a resolução de cálculos e apresentação de planilhas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa.

A figura 1 mostra o fluxograma contendo as etapas da pesquisa:



Fonte: o Autor

4. Desenvolvimento

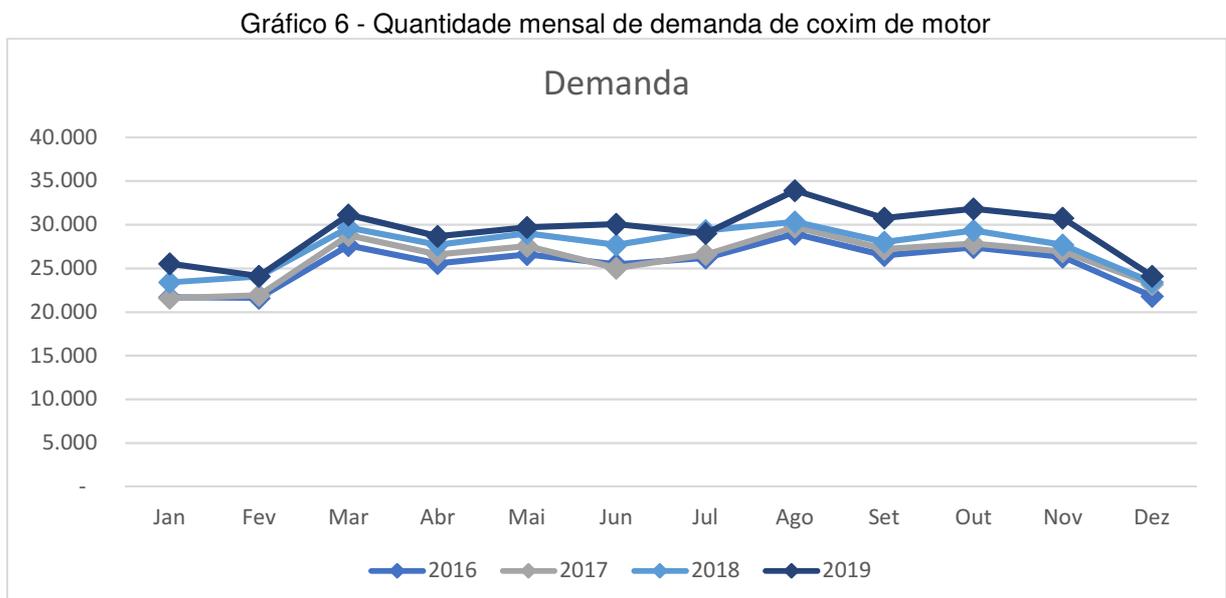
A empresa objeto do estudo produz soluções para NVH (noise, vibration and harshness) voltadas para a indústria automotiva, sendo fornecedora das principais montadoras com atuação no mercado brasileiro como por exemplo GM, Volkswagen, FCA e Ford.

Foi escolhido para a aplicação do método de previsão de demanda e cálculo do lote econômico de compra de matéria prima o coxim de motor montado no GM Onix com motor 1.0, devido ao grande volume de produção.

Através de dados de faturamento passados, foi levantada a demanda dos anos de 2016 a 2019. Obviamente que os dados de 2019 são a soma do faturamento realizado durante o ano com os valores de pedidos já feitos para os meses de novembro e dezembro. Além disso também foram levantados os custos de logísticos que foram utilizados no cálculo do lote econômico de compra.

4.1. Previsão de demanda

Após o levantamento de dados, obteve-se a seguinte demanda mensal:



Fonte: Autor

Tabela 2 - Quantidade mensal de demanda de coxim de motor

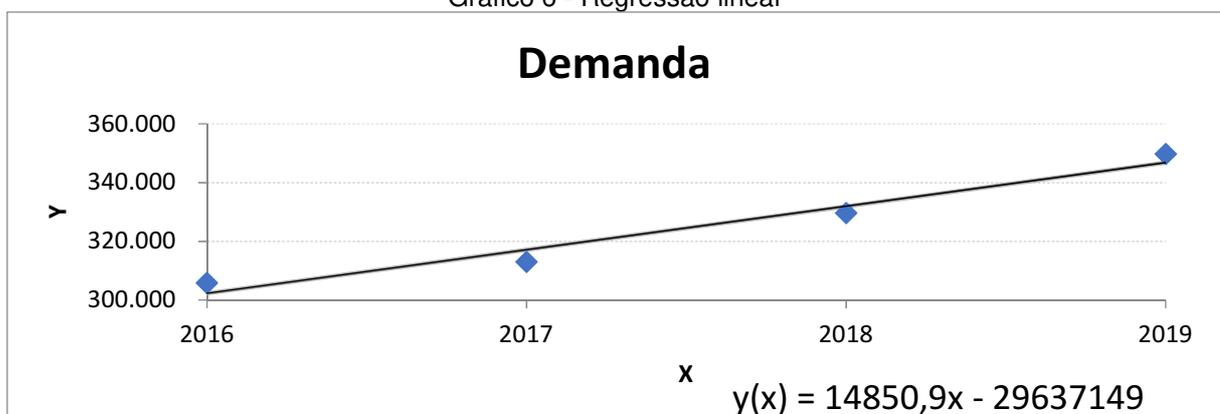
Mês	2016	2017	2018	2019
Jan	21.711	21.595	23.407	25.530
Fev	21.609	21.908	24.066	24.131
Mar	27.623	28.794	29.671	31.126
Abr	25.584	26.603	27.693	28.677
Mai	26.604	27.542	29.012	29.727
Jun	25.482	25.038	27.693	30.076
Jul	26.196	26.603	29.341	29.027
Ago	28.948	29.733	30.330	33.923
Set	26.502	27.229	28.023	30.776
Out	27.419	27.855	29.341	31.825
Nov	26.298	26.916	27.693	30.776
Dez	21.813	23.160	23.407	24.131
Total	305.789	312.976	329.677	349.725

Fonte: Autor

Ao se iniciarem as análises, observa-se que existe uma tendência de crescimento do valor total de venda anual e uma sazonalidade na demanda. Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, temos uma queda na demanda se compararmos com os valores de agosto e setembro. Esta sazonalidade se deve ao fato de os meses de no início do ano os consumidores tem despesas obrigatórias como IPTU ou despesas escolares.

Como a tendência de crescimento é no valor total de demanda anual, optou-se por fazer uma regressão linear com os dados:

Gráfico 6 - Regressão linear



Fonte: Autor

O cálculo de regressão linear foi feito através do software Excel. Além da equação abaixo, o software avalia se existe uma correlação entre o aumento da

demanda e a passagem do tempo, determinando um impacto de 96,23% de confiabilidade.

$$Y(x) = 14850,9x - 29637149 \quad (13)$$

Utilizando a equação para prever a demanda para o ano de 2020, temos para $Y(2020) = 361.669$ peças previstas como demanda. Calcula-se então os coeficientes de sazonalidade para cada um dos meses dividindo o valor mensal de demanda pela demanda média anual, calculada pela divisão da soma de todos os meses pela quantidade de meses no ano:

Tabela 3 - Cálculo dos coeficientes de sazonalidade

Mês	2016	2017	2018	2019	Média
Jan	0,852	0,828	0,852	0,876	0,852
Fev	0,848	0,840	0,876	0,828	0,848
Mar	1,084	1,104	1,080	1,068	1,084
Abr	1,004	1,020	1,008	0,984	1,004
Mai	1,044	1,056	1,056	1,020	1,044
Jun	1,000	0,960	1,008	1,032	1,000
Jul	1,028	1,020	1,068	0,996	1,028
Ago	1,136	1,140	1,104	1,164	1,136
Set	1,040	1,044	1,020	1,056	1,040
Out	1,076	1,068	1,068	1,092	1,076
Nov	1,032	1,032	1,008	1,056	1,032
Dez	0,856	0,888	0,852	0,828	0,856
Média anual	25.482	26.081	27.473	29.144	

Fonte: autor

Com os dados de sazonalidade, podemos distribuir a demanda anual prevista ao longo dos meses multiplicando o coeficiente pela média simples mensal da demanda calculada. Temos então $361.669/12 = 30.139$ peças por mês:

Tabela 4 - Previsão de demanda com ajuste sazonal

	Demanda média	30.139
Mês	Coeficiente de sazonalidade	Demanda Prevista
Jan	0,852	25.678
Fev	0,848	25.558
Mar	1,084	32.671
Abr	1,004	30.260
Mai	1,044	31.465
Jun	1,000	30.139
Jul	1,028	30.983
Ago	1,136	34.238
Set	1,040	31.345
Out	1,076	32.430
Nov	1,032	31.104
Dez	0,856	25.799

Fonte: Autor

Com os dados de demanda em mão é possível calcular o lote econômico de compras para cada um dos meses. Optou-se por calcular a quantidade ideal para a compra de borracha. Para o item considerada no estudo, são necessários 121,7 gramas de borracha para a produção de cada peça.

Os custos de logísticos envolvidos no cálculo do lote econômico de compras foram estimados da seguinte maneira:

Tabela 5 - Remuneração/hora dos funcionários

Cargo	Remuneração	Carga horária mensal	Remuneração Hora
Analista logístico	R\$ 2.200,00	160	R\$ 13,75
Comprador	R\$ 5.000,00	160	R\$ 31,25
Analista de suprimentos	R\$ 2.200,00	160	R\$ 13,75
Analista financeiro	R\$ 2.000,00	160	R\$ 12,50

Fonte: O autor

Tabela 6 - Cálculo de custos de pedido de compra

Atividade	Quem executa	Min	Hrs	Remuneração Hora	Custo
Análise da demanda do cliente e implementação no ERP	Analista logístico	20	0,33	R\$ 13,75	R\$ 4,58
Emissão de ordem de produção e de compra de matéria prima	Analista de suprimentos	7	0,12	R\$ 13,75	R\$ 1,60
Emissão do pedido de compras	Comprador	5	0,08	R\$ 31,25	R\$ 2,60
Pagamento de fatura e contabilização	Analista Financeiro e contábil	7	0,12	R\$ 12,50	R\$ 1,46
Total		39	0,65		R\$ 10,25

Fonte: O Autor

Após cálculo o de cargos e salários e as atividades desenvolvidas, chegamos a um custo administrativo por pedido de R\$10,25. Outro fator que influencia o custo do pedido é o valor do frete, que neste caso foi considerado como R\$478,87. Temos então somados os custos administrativos e de frete com o valor de R\$489,12.

Foram considerados os custos apresentados na tabela 7 para a borracha natural utilizada na vulcanização do coxim de motor:

Tabela 7 - Custos Logísticos

Custo unitário por Kg	R\$ 9,84
Custo unitário do pedido	R\$ 489,12
Custo de oportunidade	32,9% a.a

Fonte: o Autor

A taxa de custo de estoque foi considerada como de custo de oportunidade, 2,4% a.m., totalizando uma taxa de 32,9% a.a. Foi então calculado um lote econômico de compras para cada um dos meses conforme a demanda prevista anteriormente.

Considerando que em cada uma das peças se consome um total de 0,1217 kg de borracha, a tabela 8 ilustra a demanda calculada previamente agora em função da massa de borracha:

Tabela 8 - Demanda prevista de matéria prima

Mês	Demanda Prevista em Unidades	Massa de insumo necessário para suprir a demanda (Kg)
Jan	25.678	3.125,0
Fev	25.558	3.110,4
Mar	32.671	3.976,1
Abr	30.260	3.682,6
Mai	31.465	3.829,3
Jun	30.139	3.667,9
Jul	30.983	3.770,6
Ago	34.238	4.166,8
Set	31.345	3.814,7
Out	32.430	3.946,7
Nov	31.104	3.785,4
Dez	25.799	3.139,7
Total	361.670	44.015,2

Fonte: O autor

Como a demanda mensal ao longo do ano varia devido à sazonalidade, não é possível definir um lote econômico de compras regular durante o ano. Uma abordagem é fazer o cálculo para cada mês considerando a quantidade de estoque gerado devido à diferença entre a quantidade do pedido e a quantidade de demanda mensal.

5. Resultados e discussões

Observa-se o cálculo de LEC baseado na demanda mensal prevista:

Tabela 9 - Cálculo de LEC por demanda mensal prevista

Mês	Demanda Prevista em Unidaes	Massa de insumo necessário para suprir a demanda (Kg)	LEC calculado por demanda mensal prevista (Kg)	Excedente Mensal Acumulado (Kg)
Jan	25.678	3.125,0	3.598,18	473,17
Fev	25.558	3.110,4	3.589,76	952,52
Mar	32.671	3.976,1	4.058,67	1.035,13
Abr	30.260	3.682,6	3.906,04	1.258,53
Mai	31.465	3.829,3	3.983,05	1.412,29
Jun	30.139	3.667,9	3.898,22	1.642,60
Jul	30.983	3.770,6	3.952,43	1.824,40
Ago	34.238	4.166,8	4.154,86	1.812,49
Set	31.345	3.814,7	3.975,45	1.973,26
Out	32.430	3.946,7	4.043,67	2.070,20
Nov	31.104	3.785,4	3.960,14	2.244,98
Dez	25.799	3.139,7	3.606,65	2.711,89
Total	361.670	44.015,2	46.727,13	2.711,89

Fonte: o Autor

Nota-se que em quase todos os casos o lote econômico de compras é maior do que a demanda mensal, isto faz com que, no final de um ano se utilizando o método, exista uma quantidade excedente acumulada relevante em comparação à demanda mensal média.

Para se corrigir esta distorção é necessário que a demanda considerada seja igual à demanda prevista subtraída do excedente mensal. Mesmo que continue existindo um valor excedente, este tem a tendência de flutuação ao longo do ano, sem a tendência de crescimento. Nota-se a partir dos dados da tabela 10 que a quantidade excedente acumulada em agosto representa 9% da mesma quantidade excedente acumulada apresentada na tabela 9.

Além disso podemos notar que existe uma flutuação nos valores de excedente acumulado. De acordo com os dados da tabela 9, o valor máximo no período ocorre no mês de fevereiro, e apresenta uma queda até o mês de agosto, quando volta a crescer.

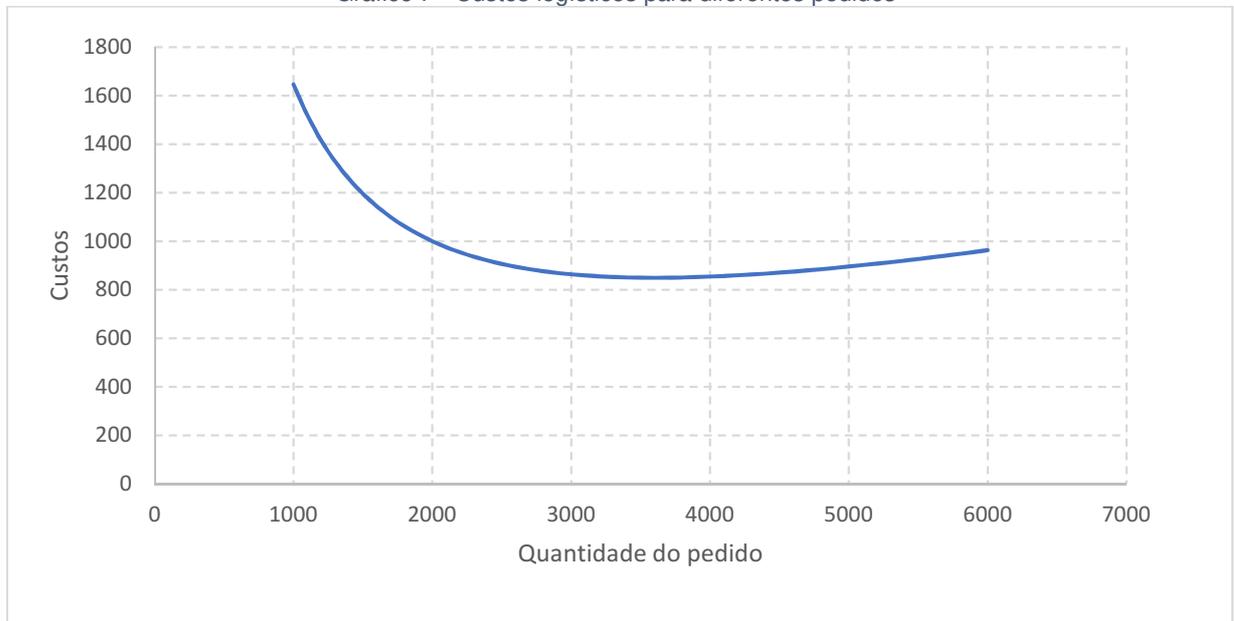
Tabela 10 - Cálculo de LEC por demanda mensal ajustada

Mês	Demanda Prevista em Unidaes	Massa de insumo necessário para suprir a demanda (Kg)	LEC calculado com o método de ajuste de demanda (Kg)	Excedente Mensal Acumulado (Kg)
Jan	25.678	3.125,0	3.598,18	473,17
Fev	25.558	3.110,4	3.305,46	668,22
Mar	32.671	3.976,1	3.701,94	394,10
Abr	30.260	3.682,6	3.691,13	402,58
Mai	31.465	3.829,3	3.767,87	341,16
Jun	30.139	3.667,9	3.712,51	385,75
Jul	30.983	3.770,6	3.744,80	359,92
Ago	34.238	4.166,8	3.971,36	164,52
Set	31.345	3.814,7	3.888,78	238,61
Out	32.430	3.946,7	3.919,53	211,41
Nov	31.104	3.785,4	3.847,96	274,02
Dez	25.799	3.139,7	3.445,67	579,95
Total	361.670	44.015,2	44.595,19	579,95

Fonte: o Autor

Se calcularmos os custos por pedidos de algumas quantidades diferentes para o mês de janeiro temos o seguinte gráfico:

Gráfico 7 - Custos logísticos para diferentes pedidos



Fonte: autor

Podemos notar que qualquer valor entre 3.000 kg e 4.000 kg tem um custo bem próximos, isto viabiliza a negociação com um fornecedor, visto que se este só fornecer valores em um múltiplo determinado, não haverá um prejuízo muito grande nos custos.

6. Conclusões

Ao final da realização do trabalho, pode-se constatar que a previsão de demanda é fator essencial para a indústria, visto que norteia as quantidades de pedidos a serem feitos ao longo de um período. A previsão baseia também o plano estratégico da companhia para os próximos anos pois, a aplicação da regressão linear pode se estender para um período maior do que o aplicado no estudo. Além disso, conforme os dados históricos vão se apresentando, a cada ano o método pode ser aplicado, agora com uma confiabilidade maior. Caso a tendência de crescimento não se confirme de um ano para o outro, pode-se aplicar outro método de previsão de demanda.

O ajuste sazonal devido às variações de consumo ao longo do ano também se mostrou eficaz e bem simples de ser aplicado, porém importante, pois, como vimos, qualquer produto atrelado a um ciclo de consumo anual tende a ter um comportamento sazonal. Pode-se perceber também, como a indústria automotiva é impactada por esta sazonalidade esperada anualmente, isto se confirma pelo fato das montadoras, geralmente terem períodos de férias coletivas nos finais de ano.

No que diz respeito ao LEC, conclui-se que é uma ferramenta que reduz os custos logísticos para cada pedido de insumo nas empresas e contribui a saúde financeira das mesmas. Além disso, mesmo que os custos de manutenção de estoque não sejam precisos, ou até mesmo se a previsão de demanda não corresponder precisamente à realidade, não ocorre um prejuízo grande do ponto de vista financeiro, como vimos no capítulo de resultados e conclusões. Isto é muito conveniente, visto que os custos de manutenção de estoque ou dos custos de pedido são difíceis de se estimar com precisão.

Também pudemos observar que é importante considerar o estoque ao longo dos meses no cálculo do LEC já que na maioria das vezes os estes são maiores que a demanda, ocasionando um excesso, que quando acumulado durante o período de um ano, pode ser considerável em relação à demanda de um mês do período.

Como proposta de pesquisa futura, entende-se que qual é o período ideal para se fazer um novo pedido, junto com a abordagem do LEC traria ainda mais um controle e conseqüente redução nos custos para as empresas.

7. Referências Bibliográficas

COMPLEXO AUTOMOTIVO. **Bradesco economia em dia**, São Paulo, 05 de abril de 2019. Disponível em:

<https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_complexo_auto.pdf > Acesso dia: 15 de novembro de 2019.

DIEHL, A A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**.

São Paulo: Prentice Hall, 2004

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRAEML, A. R.; PEINADO, J. **Administração da produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

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

REID, R. D.; SANDERS, N. R. **Gestão de operações**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

RUSCHEL, L. P.; WERNER, L.; LEMOS, F. O. **Previsão de demanda de novos produtos: aplicação integrada de métodos quantitativo e qualitativo**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Abepro, 2007. p. 1 - 10.

RUSSOMANO, V. H. PCP: **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 1.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

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

VENDAS POSITIVAS DE VEÍCULOS EM JANEIRO REFORÇAM PROJEÇÃO DA FENABRAVE PARA 2019. **Automotivebusiness**, São Paulo, 05 de fevereiro de 2019. Disponível em: < <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/28684/vendas-positivas-de-veiculos-em-janeiro-reforcaram-projecao-da-fenabreve-para-2019> > Acesso em: 15 de novembro de 2019.