



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA A DEFINIÇÃO DE UM
PLANO DE RESSUPRIMENTO EM UMA MICROEMPRESA VAREJISTA DO
SETOR DE AUTOPEÇAS**

MARCELA LAGARES MARQUES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO MONLEVADE

Janeiro, 2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



MARCELA LAGARES MARQUES

**UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA A DEFINIÇÃO DE UM PLANO
DE RESSUPRIMENTO EM UMA MICROEMPRESA VAREJISTA DO SETOR DE
AUTOPEÇAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Marco Antonio Bonelli Junior.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Mônica do Amaral

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO MONLEVADE

2018



ATA DE DEFESA

Aos 18 dias do mês de janeiro de 2018, às 13 horas e 30 minutos, na sala E202 deste Instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pela aluna **Marcela Lagares Marques**, sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Carla Danielli Araújo Costa e Sérgio Evangelista Silva. A aluna apresentou o trabalho intitulado: “**UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA A DEFINIÇÃO DE UM PLANO DE RESSUPRIMENTO EM UMA MICROEMPRESA VAREJISTA DO SETOR DE AUTOPEÇAS**”. A Comissão Examinadora deliberou pela:

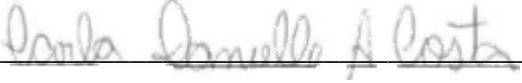
- Aprovação
 Aprovação com Ressalva – Prazo concedido para as correções: _____
 Reprovação com Ressalva – Prazo para marcação da nova banca: _____
 Reprovação

da aluna, com a nota 8,8. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP12/2015 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pela aluna.

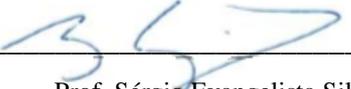
João Monlevade, 18 de janeiro de 2018.



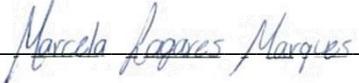
Prof. Marco Antonio Bonelli Junior



Prof.ª Carla Danielle Araújo Costa



Prof. Sérgio Evangelista Silva



Marcela Lagares Marques



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “*UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA A DEFINIÇÃO DE UM PLANO DE RESSUPRIMENTO EM UMA MICROEMPRESA VAREJISTA DO SETOR DE AUTOPEÇAS*” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 18 de janeiro de 2018.

Marcela Lagares Marques



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por sempre se fazer presente em minha vida, por me abençoar e permitir que este sonho se realizasse.

Agradeço aos meus pais, minha base, por tudo que já fizeram por mim. Por acreditarem em meu potencial e me incentivarem a lutar pelos meus objetivos.

Aos meus irmãos, por me ensinarem desde sempre o que é companheirismo e me apoiarem nesta árdua caminhada.

Aos meus familiares, por sempre me darem tanto amor e carinho, e por serem o meu incentivo diário.

Ao Thalyck, por ser o meu porto seguro. Por me ajudar com minhas fraquezas e se alegrar com as minhas vitórias.

À República Pink e aos amigos da UFOP, vocês foram meus presentes, meus companheiros de graduação e amigos que levarei para a vida.

Aos meus professores, em especial ao meu orientador, Marco Bonelli, e à minha coorientadora, Mônica do Amaral, por todos ensinamentos e amizade ao longo destes anos de graduação.

À Sartori, ao Cerimonial Bárbara Coura, e à UFOP pela oportunidade de crescimento profissional e pessoal.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que este sonho se realizasse. Sem vocês nada disto seria possível!



RESUMO

Cada dia mais as empresas têm tentado reduzir os seus custos como forma de se manterem no mercado. Uma das formas de realizar tal feito é através da redução dos estoques, estes que podem representar até 40% dos custos totais de uma organização. Deste modo, o presente estudo foi realizado em uma microempresa varejista do setor de autopeças e tem como objetivo propor um plano de ressuprimento baseado em métodos analíticos e matemáticos, de forma a consolidar os pedidos de determinados fornecedores com o objetivo de diminuir os custos de pedido. Além disso, o plano proposto visa a redução do estoque médio e, conseqüentemente, dos custos com armazenagem de produtos na organização estudada. Para que o plano obtivesse valores próximos à realidade e as incertezas fossem reduzidas, utilizou-se de técnicas de decomposição baseado em séries temporais e o método de Monte Carlo. Para melhor entendimento do trabalho, faz uma revisão bibliográfica ao início, abordando os tópicos utilizados, a metodologia aplicada, e os métodos empregados para a realização do estudo. Ademais, o desenvolvimento apresenta resultados satisfatórios quanto aos custos e reduções encontradas, contendo todos os cálculos necessários para o entendimento e aplicação do método proposto.

Palavras-chave: redução de custos, custos de armazenamento, custos de pedido, logística, plano de ressuprimento.



ABSTRACT

Each day more companies have been trying to reduce their costs in order to stay in the market. And one of the ways to accomplish this is by reducing inventories, which can represent up to 40% of an organization's total costs. Thus, the present study aims to propose a resupply plan based on analytical and mathematical methods to consolidate the requests of certain suppliers with the benefit of reducing the ordering costs. In addition, the proposed plan aims to reduce the average inventory and, consequently, the costs of product storage in the organization studied. With the purpose of obtaining values close to reality and minimize uncertainties, time-based decomposition techniques and the Monte Carlo method were used. For a better understanding of the work, a bibliographical review is made in the beginning, addressing the topics used, the applied methodology, and the methods used to carry out the study. In addition, the development presents satisfactory results regarding the costs and reductions found, containing all the calculations necessary for the understanding and application of the proposed method.

Keywords: cost reduction, storage costs, order costs, logistics, resupply plan.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lote econômico de pedido e comportamento dos custos.....	12
Figura 2 – Comportamento do estoque com ponto de pedido.....	14
Figura 3 – Distribuição das curvas <i>A</i> , <i>B</i> e <i>C</i>	15
Figura 4 - Abordagem tradicional de estoque (<i>a</i>) vs abordagem Just-In-Time (<i>b</i>).....	16
Figura 5 – Comportamento cumulativo frente ao volume de lucro obtido pelos produtos.....	26
Figura 6 – Decomposição da demanda do produto frente a sazonalidade e aleatoriedade.....	28
Figura 7 – Oscilação dos valores de compra para o período analisado.....	39
Figura 8 – Oscilação dos valores de estoque para o período analisado.....	40
Figura 9 – Comparação do custo referentes ao frete no método atual e proposto.....	41



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre a abordagem tradicional e o *Just-In-Time*..... 16



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados utilizados para a categorização dos produtos frente as curvas A, B e C.....	25
Tabela 2 – Quantidade de produtos e porcentagem de venda total para as curvas A, B e C.....	27
Tabela 3 – Quantidade de produtos utilizados e não utilizados para a confecção das análises do estudo.....	27
Tabela 4 – Comparação dos valores obtidos pela decomposição dos dados frente à demanda real.....	29
Tabela 5 – Comparação dos valores obtidos pela da média simples e pela média ponderada.....	30
Tabela 6 – Comportamento de estoque para produto sem ruptura, considerando demanda constante.....	33
Tabela 7 – Comportamento de estoque para produto com ruptura, considerando demanda constante.....	33
Tabela 8 – Comportamento da demanda e estoque frente a inserção de incertezas de demanda.....	34
Tabela 9 – Exemplo de valores de compra, ruptura máxima e percentual de ruptura periódicos	35
Tabela 10 – Comparação dos valores de estoque de segurança frente à diferentes níveis de confiança.....	37
Tabela 11 – Comparação da ruptura máxima e do estoque obtido pelos diferentes níveis de serviço.....	37



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



Tabela 12 – Ganhos obtidos frente aos custo de pedido e armazenamento com o método proposto.	42
Tabela 13 – Apresentação das economias obtidas em frete, armazenamento e estoque médio.	42
Tabela 14 – Compras periódicas com pagamento de frete e sem possibilidade de ganho com mudança.	43
Tabela 15 – Compras periódicas com pagamento de frete e com possibilidade de ganho com mudança.	44



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema de Pesquisa	2
1.2. Objetivos de Pesquisa.....	2
1.2.1. Objetivo Geral	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Justificativa	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. Estoque.....	5
2.1.1. Vantagens e desvantagens do estoque	5
2.1.2. Tipos de estoque	8
2.1.3. Custos de estoque	9
2.2. Controle de estoque	10
2.2.1. Lote econômico	11
2.2.2. Ponto de Pedido	13
2.2.3. Curva ABC	14
2.2.4. Just-in-time	16
2.3. Demanda	17
2.3.1. Previsões	18
2.3.2. Série Temporal.....	19



2.3.3. Imprevisibilidade da demanda	21
2.3.4. Simulação de Monte Carlo	21
3. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	23
3.1. Classificação da Pesquisa	23
3.2. Coleta e análise de dados.....	24
4. DESENVOLVIMENTO	25
4.1. Análise da demanda.....	27
4.2. Plano de Compras	30
4.3. Estoque de Segurança.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7. REFERÊNCIAS.....	47
8. ANEXOS	49



1 INTRODUÇÃO

A constante busca pela excelência empresarial leva as organizações, cada dia mais, ao aprimoramento de seus negócios. Esse aprimoramento ocorre de diversas formas, sendo na qualidade do produto vendido, na melhoria da prestação de serviço, ou até mesmo na redução de custos processuais, que visam acarretar na diminuição final do valor do produto ou serviço.

Segundo Ballou (1993), o estoque tem grande importância dentro de uma organização. Ele existe, pois não é possível obter um cálculo preciso da demanda, causando, desse modo, o assincronismo dessa com a oferta.

São diversos os benefícios de possuir um estoque, mas da mesma forma que esse estoque age como uma garantia que o produto desejado pelo cliente estará sempre disponível, ele também gera custos que muitas vezes acabam sendo desconsiderados pela organização. Deste modo, como forma de evitar despesas exorbitantes com a estocagem de produtos, sugere-se que a previsão da demanda seja realizada, sendo que, através dessa previsão, torna-se possível a criação de um planejamento que permite evitar a compra excessiva de produtos.

O processo de compras em uma organização é um detalhe importante, e que possui a necessidade de ser realizado com cautela, englobando a pesquisa de fornecedores e a análise dos produtos, bem como outros fatores que influenciam este planejamento. Como exemplos, pode-se citar a distância dos fornecedores, os custos de transporte, a sazonalidade do produto e os imprevistos. Todas essas variáveis devem ser consideradas quando se pretende otimizar o processo de compra, sendo necessário que diversas proposições ocorram de modo a definir qual a melhor metodologia a ser aplicada para os objetivos e restrições presentes em cada organização.

Portanto, o presente trabalho propõe a criação de uma política para a definição dos momentos e valores de ressuprimento de uma empresa varejista de pequeno porte, de modo a buscar a redução dos custos com obtenção de produção e custos de estocagem. O estudo foi realizado considerando apenas os produtos que geram maior lucratividade para a organização, de modo a simplificar as análises aqui descritas. Como informado,



os períodos de ressurgimento e os lotes ideais de compra serão definidos para cada mercadoria analisada, buscando a redução dos itens em estoque, o risco de ruptura e os custos logísticos totais.

1.1. Problema de Pesquisa

O propósito deste trabalho foi responder à seguinte pergunta: Como definir um plano de compras que vise a redução dos custos totais com a estocagem e pedidos de uma empresa varejista de autopeças de pequeno porte?

Independentemente do porte e do ramo em que atua, a redução de custos é um desejo comum para as organizações, dado que cada dia mais as empresas têm tentado aumentar o seu lucro através das melhorias processuais. Sendo assim, esta indagação visa a proposição de uma solução para este objetivo, o aumento do lucro por intermédio da redução de custos.

1.2. Objetivos de Pesquisa

1.2.1. Objetivo Geral

Este estudo propõe o uso de métodos analíticos para a definição de uma política de ressurgimento para uma microempresa varejista do setor de autopeças, localizada na cidade de João Monlevade, com o intuito de obter os melhores períodos de ressurgimento, os lotes ótimos de compra em cada período e o valor em estoque necessário para a minimização dos riscos de ruptura.

1.2.2. Objetivos Específicos

De modo a obter os resultados esperados neste estudo, têm-se como objetivos específicos de pesquisa:

- Analisar a variação de estoque da empresa;
- Apurar a demanda média dos produtos e sua volatilidade;
- Realizar a previsão da demanda para os itens selecionados;



- Ajustar os níveis de estoque dos produtos;
- Reduzir os custos logísticos totais da empresa;
- Propor uma política para a definição dos períodos e valores de compra;
- Simular os possíveis resultados obtidos pela política proposta;
- Apresentar os resultados obtidos no presente estudo.

1.3. Justificativa

Segundo Ballou (1993), com o passar dos anos, a quantidade de produtos estocados nas empresas possui aumentos paralelos aos volumes de venda. As principais responsáveis pelos estoques são as indústrias, que possuem uma quantidade significativamente maior que o atacado e varejo. O autor afirma, também, que os bens não duráveis possuem uma margem de estocagem menor que os duráveis, devido aos prazos de perecimento.

A empresa abordada se trata de uma varejista do setor de autopeças e, sendo assim, possui uma quantidade menor de estoque se comparada às indústrias. Entretanto, o acúmulo de produtos à venda tem sido um constante problema. Para Ballou (1993), estima-se que a armazenagem das mercadorias nas organizações equivale de 25 a 40% dos custos totais da empresa. Deste modo, é possível observar que as organizações possuem um grande capital parado, e uma das formas de amenizar esse problema é através da elaboração de um plano de compras.

Não é comum que as empresas de pequeno porte possuam metodologias que auxiliem na realização dos pedidos. Desta forma, é comum a realização de compras em maiores quantidades com o intuito de garantir que o produto sempre estará disponível para o consumidor.

Apesar de ser frequente a compra excessiva para tal garantia, o contrário também costuma acontecer, principalmente quando se trata de produtos com pouca demanda. Por se tratar de uma empresa varejista e prestadora de serviço, a falta de algum produto pode influenciar na não prestação do serviço, acarretando, assim, na



degradação da imagem da organização para com o cliente.

Segundo Lima (2003), há um trade-off que permite analisar com maior clareza a viabilidade do estoque. Para isso, basta contabilizar o custo de excesso e de falta de determinado produto e compará-los. Quando o custo por excesso for maior que o de falta, a quantidade a ser estocada deve ser reduzida ou, caso contrário, possuir estoque pode ser vantajoso. Ademais, apesar de, em alguns casos, o estoque trazer vantagens, tê-lo em excesso é um ponto negativo para a empresa.

Na organização estudada, observou-se através de entrevistas e análises realizadas que a quantidade de estoque presente é excessiva quando comparado ao porte da empresa. Esta análise é afirmada ao comparar-se o capital em estoque com o faturamento médio obtido pela organização. Deste modo, o presente trabalho tem como intuito propor um plano de ressuprimento que, atualmente, é inexistente na empresa.

Assim sendo, o presente trabalho propõe a análise da demanda, das formas como os pedidos são realizados, das condições necessárias para a viabilização destes pedidos, a apresentação de uma proposta que vise alcançar reduções nos estoques e, conseqüentemente, a diminuição dos custos com aquisição a manutenção de produtos.

1.3. Estrutura do Trabalho

O seguinte trabalho subdivide-se em cinco capítulos, sendo possível encontrar neste primeiro uma breve introdução, além do problema de pesquisa, os objetivos pretendidos, a justificativa para a realização deste trabalho e a sua estrutura. O segundo capítulo, a revisão bibliográfica, aborda os tópicos necessários para maior compreensão do estudo, juntamente com todas as áreas dentro destes que podem auxiliar no entendimento da obra. No terceiro capítulo, a metodologia de pesquisa é apresentada, como forma de explicitar como foi realizado o trabalho. No capítulo quatro, é exibida a análise dos dados coletados ao longo do estudo, juntamente com informações que embasam as sugestões de melhorias para a organização. Em seguida, o capítulo cinco apresenta a conclusão deste trabalho e a sugestão para trabalhos futuros, de modo ampliar ainda mais o estudo que foi realizado. Ao final, são exibidas as referências utilizadas, juntamente com os anexos.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Estoque

Slack et al. (2006) afirma que estoque é o acúmulo de recursos materiais que se encontram armazenados. Todo e qualquer recursos acumulado em um sistema de transformação pode ser considerado um estoque, desde os produtos de limpeza da fábrica até os insumos que serão utilizados na produção das mercadorias.

Os estoques existem, pois, na grande maioria das vezes, não é possível obter precisão no cálculo da demanda. Sendo assim, a diferença entre a oferta e demanda acaba resultando no armazenamento de produtos, como forma de garantir ao cliente a sua disponibilidade (SLACK et al., 2006).

Uma forma de evitar a estocagem de produtos finais é trabalhar com a venda por encomenda, mas infelizmente nem todas as organizações conseguem realizar tal feito, uma vez que é comum que os clientes tenham urgência ao realizar uma compra. Deste modo, se uma empresa não possui determinado produto a pronta entrega, o cliente buscará outra que possua, ocasionando assim na perda da venda.

2.1.1. Vantagens e desvantagens do estoque

Há diversas vantagens e desvantagens no mantimento de estoques. Cabe a cada organização avaliar qual dessas pondera mais em seu processo e optar por possuir, ou não, o estoque de produtos. Segundo Ballou (1993), são seis os benefícios de se manter estoques:

- Melhora no nível de serviço: quando se possui o produto sempre à disposição, é possível manter constante a exposição desse, o que acaba por atrair o cliente. De acordo com o autor, a disponibilidade imediata pode acarretar no aumento do nível das vendas, além de gerar vantagem competitiva para a organização e reduzir os custos de falta;
- Economias na produção: devido à variação da demanda, fator difícil de ser



controlado, a oscilação das vendas pode acarretar em um alto custo de produção, pois essa se torna muito instável e seus custos tendem a fugir do controle. Os estoques têm papel fundamental no combate a este problema, pois atuam como amortecedores entre a oferta e a demanda, permitindo uma produção mais constante e, conseqüentemente, custos mais controlados;

- Economia de escala: os custos com transportes também devem ser levados em conta quando falamos de estoque. Muitas vezes não é necessário fazer um pedido maior, mas esse pode trazer grandes economias para a organização através da compra e transporte em escala. Alguns fornecedores conseguem dar um desconto maior quando se está comprando em maior quantidade. Conseqüentemente, a ocorrência de um maior estoque médio é possível, mas para algumas empresas tal estoque pode ser vantajoso se comparado com as economias que a compra em escala geraria;
- Proteção contra alterações nos preços: uma das formas de evitar abruptamente o aumento dos preços, principalmente quando se trata de produtos que tem grande demanda, é através da estocagem. Alguns produtos dependem de matérias-primas que possuem grande sazonalidade ou variações. Assim, uma forma de se precaver e evitar prejuízos é se planejando e comprando uma quantidade significativa para estocar. Nem sempre as organizações têm a capacidade de prever as mudanças futuras nos preços, mas em alguns casos isso é possível, e pode beneficiar tanto a empresa quanto o cliente;
- Proteção contra oscilação: nenhuma empresa consegue prever totalmente sua demanda. Deste modo, o autor sugere que estoques sejam mantidos para atendê-la. O estoque de segurança, quantidade extra de estoque adicionada ao estoque normal, tem como função combater os efeitos da imprevisibilidade da demanda e do tempo de ressuprimento. Assim, os estoques servem como uma garantia contra oscilações na produção e no mercado;
- Proteção contra contingências: A última vantagem descrita pelo autor é a proteção contra contingências. Imprevistos acontecem, e assim como todos os outros



benefícios, este visa garantir a disponibilidade do produto. Nem sempre o fornecedor pode ter o produto disponível, algumas cargas podem ser roubadas ou até mesmo os funcionários de uma fábrica podem entrar em greve. Essas situações são comuns, mas sempre inesperadas, e a melhor garantia para a organização é possuir o produto em estoque.

Para Ballou (2009), os riscos de estoque são poucos, se comparados às vantagens de se manter os produtos armazenados. Apesar de serem apenas três riscos, estes devem ser sempre considerados, pois os prejuízos podem ser significativos.

- **Custo de oportunidade:** o custo de oportunidade muitas vezes passa despercebido nas organizações, principalmente quando se trata de pequenas empresas. O autor afirma que muitos críticos discordam da necessidade do mantimento dos estoques, pois alegam que o capital que está parado poderia gerar maior receita se fosse aplicado na produção ou em outros setores e ativos. Outro ponto, é que o espaço que é destinado ao estoque poderia servir à organização de outras formas;
- **Problemas de qualidade:** para o autor, o armazenamento de produtos muitas vezes esconde problemas relacionados à qualidade. A redução dos estoques é a primeira forma de contenção para tais problemas, pois corrigi-los torna-se uma atividade onerosa na maioria dos casos;
- **Isolamento da cadeia de suprimentos:** um dos pontos negativos do mantimento de estoque é o isolamento de um elo da cadeia de suprimentos. O autor cita que quando há estoques os elos da cadeia possuem menor afinidade. Tal situação ocorre, pois, as organizações possuem uma maior segurança e, aparentemente, dependem menos dos outros elos. Ainda segundo o autor, quando não há a estocagem de produtos as empresas precisam se planejar melhor e possuir uma melhor coordenação entre os demais elos, ocasionando, assim, em uma maior integração da cadeia.

Além das desvantagens citadas acima, o estoque gera, ainda, custos relacionados à sua manutenção. Entretanto, o mantimento de estoque de produtos é uma opção que deve ser considerada para a maioria das empresas, dados os grandes benefícios que se



tornam alcançáveis.

2.1.2. Tipos de estoque

Segundo Ballou (2009), existem cinco tipos de estoques. O primeiro, o chamado de estoque no canal, é o estoque que se encontra em transporte. Esse transporte ocorre entre os elos da cadeia de suprimentos ou até mesmo entre os processos de uma organização. Em alguns casos, o estoque no canal acaba sendo superior ao estoque presente nas empresas. Isso acontece pois existem diversos elos na cadeia de suprimentos ou a distância a ser percorrida entre esses elos é demasiadamente longa.

O estoque para especulação é um outro tipo citado pelo autor. Este tipo de reserva mantém matérias-primas armazenadas. Tais matérias servem tanto para especulação, quanto para o suprimento operacional. Muitas vezes, a especulação com seus valores acontece em ciclos que tendem a exceder as necessidades que foram previstas para as operações, gerando estoques. Esses estoques se tornam um problema maior para o setor financeiro do que para o setor logístico.

O terceiro estoque mencionado pelo autor são os estoques de natureza regular ou cíclica. Para Ballou (2009, p. 274), “esses são os estoques necessários para suprir a demanda média durante o tempo transcorrido entre sucessivos reabastecimentos”. A quantidade presente no estoque regular depende de diversos fatores, como os lotes de produção, limitações de armazenamento, prazo de reposição, embarques de quantidades econômicas, custos referentes a movimentação e descontos referentes à preços por quantidades.

O estoque de segurança é o quarto modo de armazenamento apresentado. Assim como foi citado anteriormente, este estoque, que é um montante extra acrescido ao estoque normal, tem como função garantir a disponibilidade do produto perante a imprevisibilidade da demanda e dos tempos de ressuprimento. Quanto maior a precisão da previsão da demanda e menor os prazos de reposição, menor será o estoque de segurança, dado que este tipo de estoque possui total relação com fatores relativos a imprevisibilidade.



O quinto e último estoque citado é estoque obsoleto, que é o tipo de estoque que engloba a porção de produtos que finalizaram a sua vida útil, que foram furtados, ou que se tornaram obsoletos. Certos cuidados devem ser tomados como forma de minimizar este estoque, principalmente quando os produtos são bens não duráveis, possuem alto valor agregado ou são facilmente expostos a roubos.

2.1.3. Custos de estoque

Segundo Ballou (1993, 2009), os custos com estoque podem ser divididos em três categorias: o custo de manutenção, o custo de compra, e o custo de falta de estoque.

Para Ballou (1993, 2009), o custo de manutenção é um custo que inclui outros diversos, como por exemplo, o custo de oportunidade, o custo de serviço, o custo do espaço físico e o custo de risco. A composição de cada custo e os fatores que influenciam esse podem ser observados abaixo:

- O primeiro, que na grande maioria das vezes não se têm um cálculo exato, é o custo de oportunidade. Esse é o valor que a organização está perdendo por possuir estoques, ou seja, é o valor que estaria disponível para investimento em algum outro setor da organização ou ativo;
- O custo de serviço, que também está incluso no de manutenção, é o valor gasto com impostos e seguros dos produtos estocados. Em alguns estados e países, há impostos que incidem sobre os produtos armazenados. Tal valor se encaixa dentro desta modalidade. Outra quantia que também se enquadra nesta categoria são as pagas às seguradoras, essas que são formas de se assegurarem quanto a acidentes e furtos;
- O valor gasto com a armazenagem dos produtos é custo de espaço físico. Esse custo está diretamente relacionado ao volume do estoque. Quando o espaço é locado, o valor é calculado com base no peso dos produtos e tempo a ser utilizado. Já quando o local é próprio, os custos são a soma dos valores gastos com energia elétrica, armazenagem, calefação, dentre outros, que podem variar de acordo com o tipo de produto que está sendo armazenado;



- O último custo englobado pelo custo de manutenção é o custo de risco. Esse custo compõe-se da soma dos valores gastos com os riscos do mantimento dos estoques. Nele estão contidas as perdas devidas a deterioração, redução da vida útil, avarias e extravio.

Os custos de compra são os valores associados à aquisição de mercadorias para reposição do estoque. Dentre eles são englobados, o custo de processamento do pedido no setor de compras, o custo de envio do pedido, o custo de preparação da produção, o custo de processamento e o valor do produto. Algumas das despesas citadas são variáveis, enquanto outras não são. Na grande maioria das vezes, os custos com traslado, fabricação e manipulação são variáveis, tendo como variabilidade a quantidade de produtos que foi requerida (BALLOU, 1993, 2009).

O autor também aborda o custo de falta. Esse custo está relacionado à falta de determinado produto em estoque. Outros dois custos se enquadram ao custo de falta, sendo eles o custo de venda perdida, e o custo de atraso. Assim como o próprio nome já diz, o primeiro ocorre quando um cliente deixa de comprar determinado produto e, deste modo, a organização está perdendo o lucro que teria com a mercadoria adquirida. O segundo custo acontece quando o cliente opta por aguardar a entrega do produto, pois o atraso pode acarretar em despesas extras no reprocessamento do pedido, bem como custos relativos ao seu transporte e manuseamento (BALLOU, 1993, 2009).

A soma de todos os custos descritos anteriormente compõe o custo total gasto com o estoque em uma organização. Apesar do custo total aparentar ser uma forma melhor de verificar o quanto é gasto com os estoques no geral, saber quais variáveis o compõem é de grande importância para a empresa, pois permite avaliar individualmente quais custos geradores de maior despesa para a organização.

2.2. Controle de estoque

São diversas as formas de controlar o estoque de uma organização. Cada empresa deve estudar bem os seus processos, a sua demanda, os seus fornecedores e então, avaliar qual método de controle melhor se encaixa para o seu caso, avaliando os valores de compra, custos envolvidos e complexidade da análise.



2.2.1. Lote econômico

De acordo com Slack et al. (2006), o lote econômico de compra é a quantidade mais adequada a ser pedida de determinado produto quando há a necessidade de ressuprimento do estoque.

Essa abordagem visa descobrir o ponto ótimo da quantidade de produtos a ser solicitada, de modo que os custos com a manutenção do estoque e com o pedido sejam minimizados. Deste modo, utiliza-se o custo total de manutenção de uma unidade de produto em estoque por um determinado intervalo de tempo (β), e o custo unitário total de solicitação de um pedido (ω). O custo total de manutenção inclui o custo de oportunidade, o custo do espaço físico e o custo de risco, que já foram abordados anteriormente. Enquanto o custo total de pedido abrange a colocação do próprio pedido e o custo de descontos no preço (SLACK et al., 2006).

Segundo Slack et al. (2006), os custos totais de manutenção são calculados utilizando o custo de manutenção por unidade de produto em estoque, multiplicado pelo estoque médio. Enquanto o custo de pedido, para todos os planos de pedido, é calculado através da multiplicação do custo de pedido pela quantidade de pedidos realizados em determinado período. Abaixo é possível visualizar as fórmulas utilizadas em ambos os casos. Os custos totais de manutenção e de pedido, citados anteriormente, são apresentados nas equações (01) e (02), respectivamente.

$$C_e = \frac{Q}{2} \times \beta \quad (01)$$

$$C_p = \frac{D}{Q} \times \omega \quad (02)$$

Sendo Q a quantidade de itens pedidos e D a demanda fixa no período total de análise. Assim, a soma de ambos os custos permite obter o custo total, este que é calculado através da equação (03).



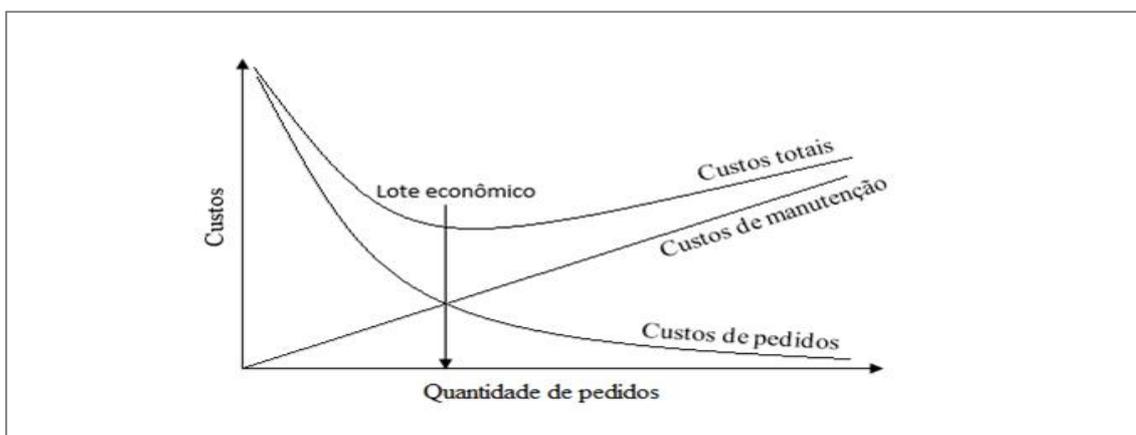
$$C_t = \frac{\beta \times Q^2 + 2 \times \omega \times D}{2 \times Q} \quad (03)$$

De acordo com Slack et al. (2006), através da primeira derivada do custo total C_t , em relação a Q , podemos obter os valores da taxa de mudança dos custos totais, sendo que quando o resultado da derivada se iguala a zero, o custo atinge o seu menor valor. Encontra-se, então, o lote econômico de compra (**LEC**) através da seguinte expressão:

$$Q = LEC = \sqrt{\frac{2 \times \omega \times D}{\beta}} \quad (04)$$

Segundo Bowersox e Closs (2010), apesar da expressão do **LEC** parecer simples, há outros aspectos que devem ser levados em conta ao realizar o cálculo, sendo comum descobrir problemas ao tentar encontrar vantagens relacionadas a situações singulares de compras ou de cargas consolidadas. A figura 1, ilustra o ponto em que o lote econômico de pedido se encontra.

Figura 1 – Lote econômico de pedido e comportamento dos custos.



Fonte: Adaptado de SLACK et al. (2006, pg. 289).

É perceptível que a medida que a quantidade de pedidos aumenta, os seus custos diminuem devido à economia de escala. Em contrapartida, quanto maior o número de pedidos, maior os custos com manutenção de estoque. Deste modo, pode-se observar que o lote econômico é o ponto de interseção entre os custos de manutenção e os custos



de pedidos, dado que neste ponto a soma de ambos os custos possuem valor mínimo.

2.2.2. Ponto de Pedido

O ponto de pedido é o momento ideal para se realizar a solicitação de novas compras, ou seja, é quando o estoque atinge o nível que apresenta a necessidade de abastecimento (PEINADO e GRAEML, 2007). É extremamente importante para a organização conhecer o seu fornecedor, pois, assim, as chances de que os cálculos do ponto de pedido sejam eficazes tornam-se maiores.

Para a definição do ponto de pedido, alguns fatores são passíveis de análise. Primeiramente, a organização deve conhecer quanto tempo, em média, a empresa gasta com a emissão do pedido de compra. Tal informação é importante pois influencia no prazo final visto que, além da emissão, muitas vezes há cotações a se fazer. Em seguida, é necessário conhecer o tempo gasto com a preparação do pedido. Por fim, é necessário prever o prazo de entrega. O cálculo do ponto de pedido pode ser realizado através da seguinte equação (05):

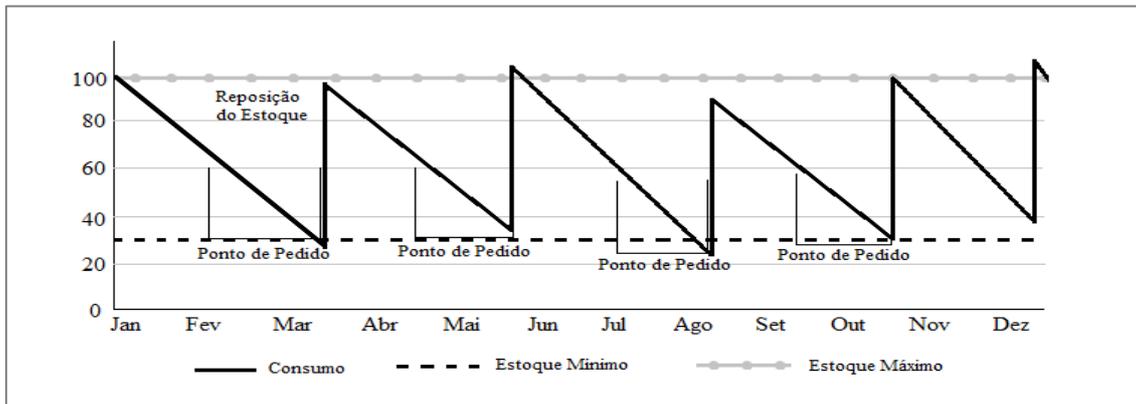
$$PP = q \times TR + E_{min} \quad (05)$$

Sendo que o ponto de pedido **PP** é igual a média de consumo das mercadorias por dia **q**, multiplicado pelo tempo de reposição por dia **TR** e somado ao estoque mínimo **E_{min}**.

A figura 2 apresenta o funcionamento da reposição do estoque de uma organização que possui ponto de pedido.



Figura 2 – Comportamento do estoque com ponto de pedido.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O ponto de pedido age com o intuito de evitar a ruptura do estoque de modo a impedir que a organização perca a venda de algum produto, gerando a insatisfação do cliente, bem como o custo de falta. Porém, diferente do apresentado na figura, o consumo real de uma organização não é constante. Ainda assim, na grande maioria das vezes, o ponto de pedido impede que a variabilidade da demanda gere consequências negativas para a organização.

2.2.3. Curva ABC

Um dos métodos mais comuns de controle dos estoques é a Curva ABC de giro de estoque. Neste método, os estoques são divididos em três categorias, sendo elas a curva **A**, a curva **B** e a curva **C**. Segundo Slack (2006), os produtos presentes na curva **A** demandam um maior cuidado devido ao alto retorno que estes representam para a empresa.

Para realizar a divisão é necessário saber a demanda de cada produto a ser classificado, além do lucro obtido com este. A divisão nas categorias ocorre da seguinte forma:

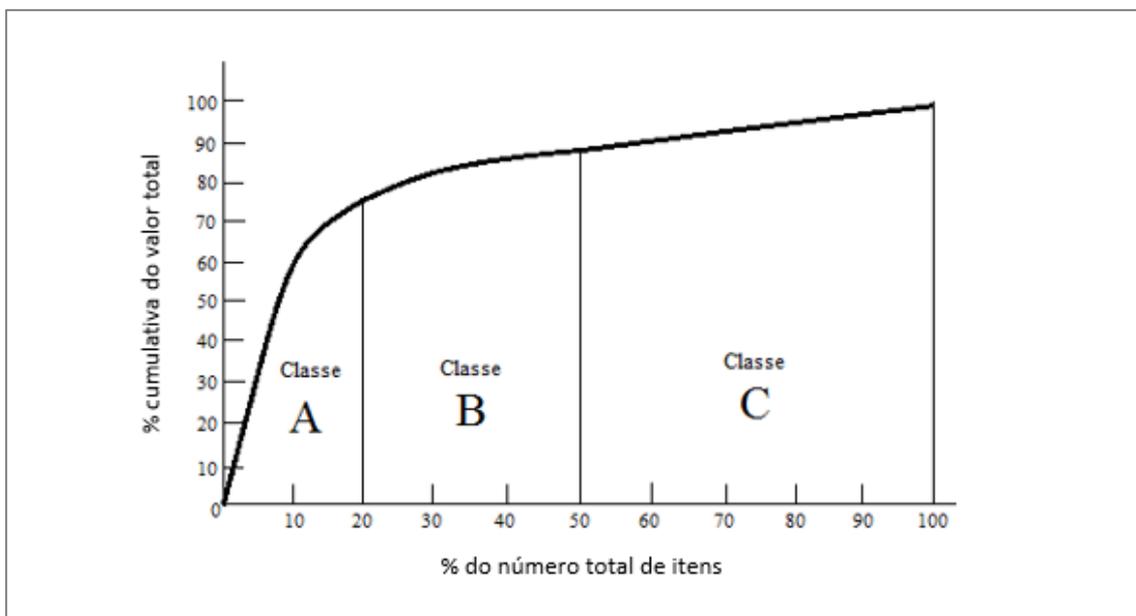
- **Curva A:** a curva **A** apresenta cerca de 20% dos produtos presentes na empresa, mas que possuem alto valor agregado. Assim, apesar de ser a minoria em quantidade, ela contém os produtos que trazem maior rentabilidade para a organização, gerando lucros que alcançam aproximadamente 80% da fatia total;



- **Curva B:** a curva **B** representa cerca de 30% dos itens disponíveis em estoque, sendo estes produtos que geram uma menor rentabilidade para a empresa quando comparado a curva **A**. Os produtos contidos nesta curva equivalem a, aproximadamente, 15% do lucro total da organização;
- **Curva C:** a curva **C** corresponde a maior quantidade de mercadorias em estoque, sendo ela equivalente a 50% do estoque total. Em contrapartida, o seu valor agregado é baixo e, referente ao lucro total da organização, equivale a apenas 5%.

A figura 3 representa como as curvas **A**, **B** e **C** são distribuídas, contendo a porcentagem de produtos em cada curva e sua expectativa de faturamento.

Figura 3 – Distribuição das curvas **A**, **B** e **C**.



Fonte: Adaptado de SLACK et al. (2006, pg. 299).

Utilizar a classificação ABC pode ser bastante vantajoso para as organizações, pois ela deixa claro qual estoque é mais valioso e deve demandar maior atenção dos gestores. A curva **A**, por ser a que gera maior lucro, tende a ser a categoria mais relevante para se realizar a gestão, seguida pela curva **B** e, por fim, pela curva **C**, com um menor grau de importância.



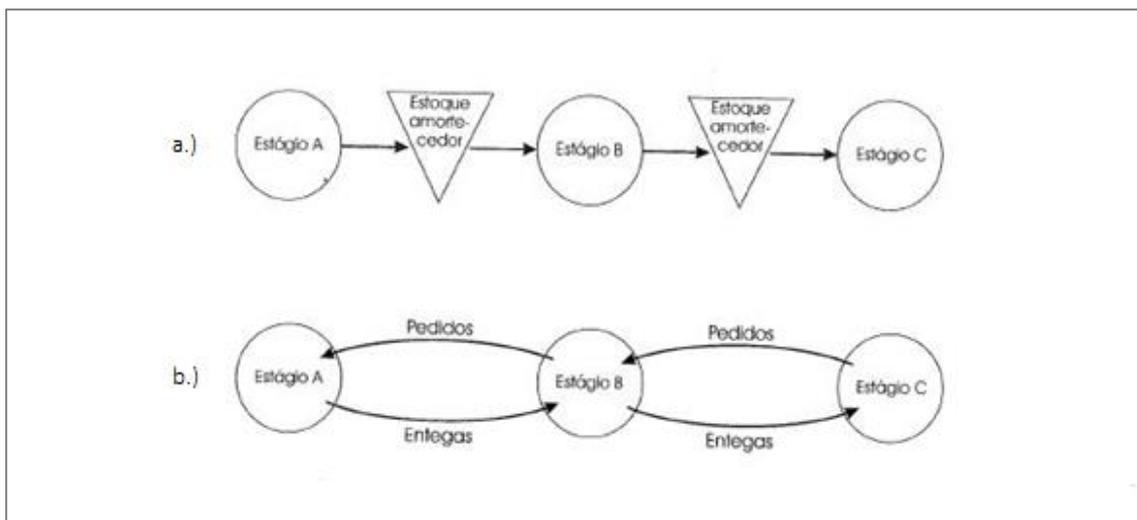
2.2.4. Just-in-time

O *just-in-time* (JIT), tem como objetivo principal reduzir os custos trabalhando com zero de estoque. As organizações que aplicam este método possuem a “produção puxada”, ou seja, primeiro aguardam a demanda para somente depois produzir.

Para Slack et al. (2006), “o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar”.

A metodologia JIT prega a excelência de qualidade com o mínimo de desperdício. Tal filosofia difere da abordagem tradicional em diversos pontos. Primeiro, assim como foi dito anteriormente, o JIT possui a “produção puxada”, enquanto a abordagem tradicional possui a “produção empurrada”. As figuras 4.a e 4.b apresentam a diferença entre ambas as abordagens.

Figura 4 - Abordagem tradicional de estoque (a) vs abordagem *Just-In-Time* (b).



Fonte: Adaptado de SLACK et al. (2006, pg. 356).

Na abordagem tradicional, após cada estágio existe um estoque amortecedor que tem como função diminuir os efeitos negativos caso algum imprevisto ocorra. No JIT, diferentemente da forma convencional, não há estoques. Cada estágio só produz o que é solicitado, evitando custos e reduzindo os desperdícios com estoques excessivos. Há também outras diferenças entre as abordagens. Tais desigualdades são apresentadas no



quadro 1 (SLACK et al. 2006).

Quadro 1 - Diferenças entre a abordagem tradicional e o *Just-In-Time*.

Abordagem Tradicional	Abordagem Just-In-Time
Foco na alta utilização de capacidade	Foco na produção apenas quando necessário
Mais produção em cada estágio	Menor utilização da capacidade
Produção extra - formação de estoque	Sem excesso de produção - Zero estoque
Alto estoque representa menores chances de expor e resolver problemas	Baixo estoque facilita a exposição e a solução de problemas
Mais paradas devido a problemas	Menos paradas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto positivo do JIT é que, por possuir zero estoque, ou uma quantidade relativamente pequena, é possível identificar mais facilmente falhas de qualidade. Para Slack et al. (2006), alguns pontos são cruciais na filosofia JIT, sendo elas a qualidade, a velocidade, a confiabilidade e a flexibilidade. A qualidade tem que ser alta para evitar distúrbios no setor produtivo e a velocidade também precisa ser alta para atender prontamente à demanda. A confiabilidade é obrigatória, visto que não é possível manter certo padrão de qualidade e velocidade quando se tem equipamentos que geram insegurança. Por fim, a flexibilidade é essencial, de modo a conseguir a toda demanda, independentemente do tamanho do lote que foi requisitado.

Ballou (1993) afirma que a metodologia *Just-In-Time* é vantajosa quando a organização se encaixa dentro das seguintes situações: as mercadorias possuem alto valor unitário e carecem de muito controle, a demanda possui alta assertividade, o tempo de ressuprimento é baixo e calculável e não há vantagens em se ter quantidades superiores do que as demandadas.

2.3. Demanda

A demanda é um fator de extrema importância para todas as organizações. Sua análise pode trazer diversos benefícios para as empresas, desde a organização de seus estoques, até mesmo o planejamento das compras.

Segundo Ballou (1993), uma das formas mais eficazes de realizar a gestão dos



estoques é através da demanda dos produtos. Para que essa gestão seja efetiva, é necessário que a organização conheça os tipos de demanda que esta pode vivenciar. Ballou (1993) subdivide a demanda em:

- Demanda permanente: ocorre quando as mercadorias possuem reposição contínua ou periódica, ou seja, não há picos de consumo;
- Demanda sazonal: ao contrário da permanente, na demanda sazonal os produtos possuem ciclos de vida curtos e, deste modo, sua procura geralmente ocorre em picos;
- Demanda irregular: são produtos que possuem demanda imprevisível, dificultando, então, a previsão das vendas;
- Demanda em declínio: ocorre geralmente quando a demanda de uma mercadoria chega ao fim, sendo substituído por um novo produto. Na grande maioria das vezes acontece de forma gradativa;
- Demanda derivada: este tipo de demanda corresponde aos produtos que são derivados de outros, ou seja, é possível determinar se um produto vai ter muita saída com base nas vendas de outros no qual ele faz parte/possui ligação.

Apesar de, raramente, uma organização experimentar todos os tipos de demanda de forma conjunta, é necessário que ocorra uma boa previsão de modo a evitar rupturas no estoque. Conhecer o tipo de demanda de cada produto pode auxiliar também a empresa na visualização de quais produtos possuem maior giro e quais não, podendo, assim, direcionar melhor suas ações de marketing, suas promoções e suas compras.

2.3.1. Previsões

Para Bowersox e Closs (2010), “previsões são projeções de valores ou quantidades que provavelmente serão produzidas, vendidas e expedidas”. A previsão visa programar com maior certeza a produção ou a compra de mercadorias e insumos, além de facilitar o planejamento logístico.

Para Ballou (2009), há três tipos de métodos para a análise da previsão, sendo



eles os métodos qualitativos, métodos de projeção histórica, e os métodos causais. O método qualitativo utiliza pesquisas, julgamento e intuição para prever a demanda futura. Por ser de natureza empírica, sua padronização não é possível, além do grau de incerteza presente em suas análises ser considerável. Já o segundo método, assim como o próprio nome faz referência, utiliza de dados históricos para ter maior embasamento e, diferentemente do método qualitativo, tal metodologia possui alto grau de assertividade visto que fatores como sazonalidade são facilmente detectados. Por fim, o método causal, se baseia no fato de que as variações das previsões seguem variações de outros elementos associados, como por exemplo, um bom atendimento, que tem influência direta nas vendas. Assim como no primeiro método, neste caso também é difícil mensurar o grau de assertividade, principalmente por causa da dificuldade de encontrar quais variáveis realmente influenciam a demanda.

Apesar dos métodos citados acima serem válidos, muitas vezes não é possível realizar a previsão de modo eficaz. Sendo assim, é necessário que as organizações tenham certa flexibilidade, e consigam responder com agilidade à demanda para não correr o risco de perder vendas.

2.3.2. Série Temporal

Uma das formas de se realizar as previsões é através da análise de série temporal. Segundo Ehlers (2009), uma série temporal pode ser classificada como um conjunto de observações que, por sua vez, ocorreram de forma sequencial ao longo do tempo. Assim, a ordem em que os fatos ocorreram é um fator extremamente importante para esse tipo de série.

Para Corrar e Theóphilo (apud BOUZADA, 2012, p. 3), os valores que compõem uma série temporal passam por interferência de fatores como alterações macroeconômicas, modificação no padrão tecnológico vigente, alternâncias nas mudanças da natureza e fenômenos inesperados. Assim, a determinação dos elementos das séries que necessitam ser decompostos são realizadas com base nestes fatores.

Uma série temporal pode ser classificada de acordo com a sua terminologia, sendo que, esta pode ser contínua ou discreta. No primeiro caso, as observações são



feitas continuamente, enquanto no segundo caso, essas ocorrem em tempos determinados, geralmente em intervalos de tempo semelhantes (EHLERS, 2009).

Ao estudar este tipo de série alguns objetivos são almejados. Ehlers (2009) afirma que o primeiro é a descrição, sendo o intuito é descrever algumas propriedades presentes na série. A segunda finalidade é a explicação, esta que analisa as variações em determinada série para explicar as alterações em outra. O terceiro propósito é a previsão, visto que são analisados dados passados com a finalidade de prever o futuro. Por fim, o quarto objetivo é o controle, dado que esta ferramenta pode auxiliar na medição e avaliação de processos.

Para descrever o comportamento de uma série temporal é necessário decompor a série de dados em outras três séries distintas, sendo elas: a tendência, a sazonalidade e a variável aleatória. Possuir os três valores fragmentados pode auxiliar em uma melhor percepção dos dados.

O primeiro caso é a tendência, essa que explicita o comportamento a longo prazo de uma série. A tendência pode ser crescente ou decrescente, e possuir padrões lineares, exponenciais ou amortecidos. O segundo se trata da sazonalidade, essa que é uma variação um pouco menor e que geralmente ocorre dentro de um intervalo de um ano. A sazonalidade pode ser dividida de duas formas, a aditiva e a multiplicativa. A sazonalidade aditiva geralmente exibe mudanças sazonais constantes independentemente do nível global em que se encontra, enquanto na sazonalidade multiplicativa essas mudanças variam de acordo com o nível da série (EHLERS, 2009).

Após a remoção da tendência e da sazonalidade de uma série temporal, só restarão as variáveis aleatórias na sequência. Este último conjunto de dados não é passível de explicação e análises profundas por não possuir um padrão estabelecido. Deste modo, após a realização das análises isoladas, as séries temporais são unidas novamente, agora para melhor visualização da série e comparações no todo.



2.3.3. Imprevisibilidade da demanda

A demanda é um fator importante para as empresas, sendo que sua análise pode auxiliar as organizações na tomada de decisão em diversos setores. Entretanto, o estudo da demanda não é fácil de ser realizado, principalmente devido à sua imprevisibilidade.

A variabilidade da demanda ocorre dado a imprevisibilidade do mercado. Sempre há variáveis que o influenciam, como, por exemplo: concorrentes, crises financeiras e outros fatores que acabam por alterar a demanda prevista. Para Abernathy et al (apud MARTINS, 2013, p. 43), a imprevisibilidade também é consequência da grande variação da demanda que ocorre no início e no fim da vida útil de uma determinada mercadoria, sendo que tal ocorrência se dá pelo fato da incerteza presente nestes períodos e da redução da demanda nesses momentos.

A variação da demanda pode trazer diversas consequências para as organizações, sendo uma delas o efeito chicote. Este que é um problema que ocorre quando há divergência entre o cálculo da demanda real e da demanda prevista. É comum que ocorra picos na demanda de determinado produto e, deste modo, as organizações tendem a reagir à esta ação solicitando uma quantidade maior de produtos.

Como as empresas querem sempre cumprir com a demanda, o vendedor final solicita maior quantidade ao centro de distribuição que, conseqüentemente, aumenta o pedido para o fabricante. Porém, em alguns casos o aumento previsto não ocorre e como resultado todos os elos da cadeia de suprimentos acabam por possuir uma quantidade excessiva de estoque, dado que a demanda deixa de corresponder ao consumo previsto.

Porém, atualmente, existem metodologias que podem facilitar na redução da imprevisibilidade da demanda. São diversos os métodos que simulam as possíveis ocorrências e variações do mercado, sendo estes vantajosos visto que com diversas previsões é possível se preparar melhor para as possíveis oscilações da demanda.

2.3.4. Simulação de Monte Carlo

A simulação de Monte Carlo é um método utilizado para avaliar as incertezas de medição quando se possui amostras aleatórias dentro de uma distribuição de



probabilidade (DONATELLI e KONRATH, 2005).

O método de Monte Carlo tenta abranger em seus cálculos variáveis que são desconhecidas no estudo, diferentemente do método tradicional, que pressupõe que essas já são conhecidas. Isso permite maior precisão nas amostras pois diversas hipóteses são consideradas. Segundo Costa e Azevedo (1996), o método de Monte Carlo é uma ferramenta estatística de pesquisa que têm como solução o fornecimento de aproximações probabilísticas dos parâmetros que são analisados em sistemas complexos

Os resultados alcançados com a simulação podem ser explorados estatisticamente e apresentar soluções probabilísticas. Essas soluções são utilizadas na avaliação da distribuição total das previsões do modelo, ocasionadas pelo efeito conjunto das incertezas dos *inputs* e da análise das probabilidades da violação dos padrões das projeções (COSTA E AZEVEDO, 1996).

Para Ávila (2017), a simulação de Monte Carlo pode ser utilizada para diversos fins, desde estudos de viabilidade econômica e séries macroeconômicas, até projeções futuras. Ainda segundo o autor, são quatro os passos para a realização da simulação, sendo estes: a modelagem do problema a ser estudado; a geração de valores (*inputs*); a substituição das incertezas e a obtenção das estimativas (*outputs*).

A realização de inúmeras repetições é crucial para o sucesso da simulação, pois a probabilidade de o cenário real ser representado é diretamente proporcional à quantidade de iterações realizadas.



3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Esse capítulo abordará os métodos que foram empregados para realizar este trabalho. Será apresentada, também, a caracterização da pesquisa, de acordo com a natureza, o objetivo, a abordagem e os procedimentos.

3.1. Classificação da Pesquisa

O presente trabalho tem natureza de pesquisa aplicada. Segundo Turrioni e Mello (2012), essa se caracteriza como prática e tem como intuito aplicar as soluções propostas para resolver os problemas que foram encontrados em uma organização. De acordo com Appolinário (apud TURRIONI e MELLO, 2012, p. 80) “a pesquisa aplicada seria suscitada por objetivos comerciais através do desenvolvimento de novos processos ou produtos orientados para as necessidades do mercado”.

Quanto ao objetivo, essa pesquisa se classifica como descritiva, sendo que, para Triviños (apud UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2009, p. 35), este tipo de pesquisa necessita de uma grande quantidade de dados sobre os quais a pesquisa se relacionará, tendo como intuito apresentar a veracidade de determinados eventos.

Esta pesquisa, com base em sua abordagem, é considerada quantitativa. De acordo com Turrioni e Mello (2012), a pesquisa quantitativa tem como intuito transformar dados como informações e conceitos em algarismos, de modo a agrupar e analisá-los.

Por fim, quanto ao procedimento empregado, este trabalho se caracteriza como um problema de modelagem e simulação. “Um modelo pode ser definido como uma representação de uma situação ou realidade, conforme vista por uma pessoa ou um grupo de pessoas, e construída de forma a auxiliar o tratamento daquela situação de uma maneira sistemática” (MIGUEL et al., 2012, p. 170).

De modo geral, o estudo realizado utilizará de análises quantitativas para identificar padrões de demanda e sugerir mudanças no estoque, que se alinham ao objetivo de pesquisa prática, utilizando como procedimento a modelagem, a fim de



analisar de forma mais ampla os possíveis resultados obtidos por técnicas analíticas.

3.2. Coleta e análise de dados

A coleta e análise dos dados utilizados neste trabalho ocorreram através de quatro macro etapas, sendo essas divididas em:

- Pesquisa bibliográfica: realizou-se uma pesquisa bibliográfica de modo a complementar o objeto de estudo na organização através de conceitos teóricos;
- Visitas e entrevistas: através de visitas à empresa e entrevistas com seus gestores, foi determinado o problema de pesquisa a ser abordado neste estudo juntamente com os objetivos que se pretende atingir;
- Levantamento de dados: o levantamento dos dados ocorreu através do sistema de informação do tipo ERP que é utilizado pela organização. De modo a garantir maior precisão nas análises, captou-se dados referente a 32 meses (aproximadamente dois anos e meio);
- Análise dos dados: utilizou-se de técnicas analíticas e estatísticas para a realização das análises necessárias neste estudo, bem como a utilização de alguns softwares para apoio aos cálculos realizados, sendo eles: Minitab, Excel e R.



4. DESENVOLVIMENTO

A análise dos dados ocorreu através de metodologias que foram abordadas previamente no referencial teórico. De modo a alcançar os resultados propostos neste trabalho, inicialmente as demandas dos produtos em estoque foram objeto de análise, tendo como objetivo, ao final, recalculando os estoques de segurança, pontos de pedido e, principalmente, definir uma política para a avaliação dos momentos e lotes de compra.

Como base histórica, utilizou-se os dados de vendas e ressurgimento referentes à dois anos e meio, ou seja, janeiro de 2015 a maio de 2017. Deste modo, o plano proposto apresenta as compras sugeridas para o período de um ano, sendo este intervalo entre os meses de janeiro e dezembro de 2018. Por se tratar de uma empresa varejista, a gama de produtos ofertados é extensa. Deste modo, buscando a diminuição do problema tratado neste trabalho, optou-se por utilizar as mercadorias que atendam às seguintes premissas: possuem, ao menos, 50% de saída durante o período analisado; e fazem parte dos produtos presentes na categoria A, obtida a partir da confecção da curva ABC realizada.

A tabela 1 apresenta parte da análise ABC realizada e os respectivos dados utilizados para a classificação dos produtos.

Tabela 1 – Dados utilizados para a categorização dos produtos frente as curvas A, B e C.

PRODUTO	QUANTIDADE	VENDA UNIT.	VENDA TOTAL	% VENDAS	% ACUMULADO	ABC
DISCO TACOGRAFO 7D 125 KM VDO	R\$ 1.449,00	R\$ 29,32	R\$ 42.480,90	R\$ 0,02	R\$ 0,02	A
LAMPADA H7 24V 70W OS64215TSP	R\$ 336,00	R\$ 64,16	R\$ 21.556,33	R\$ 0,01	R\$ 0,03	A
BATERIA 180A MOURA M180BE	R\$ 24,00	R\$ 845,00	R\$ 20.280,00	R\$ 0,01	R\$ 0,04	A
TAPETE VERNIZ MB1620 2000/2010 C/C	R\$ 1,00	R\$ 139,00	R\$ 139,00	R\$ 0,00	R\$ 0,94	B
MIOLO CALOTA A16 STILE LE S/RODOAR	R\$ 2,00	R\$ 69,50	R\$ 138,99	R\$ 0,00	R\$ 0,94	B
CANTON FIXAR BATERIA MB1618 F046P	R\$ 6,00	R\$ 23,10	R\$ 138,61	R\$ 0,00	R\$ 0,94	B
REPARO BORNE D+ MB MOD. 35/55A	R\$ 6,00	R\$ 15,60	R\$ 93,58	R\$ 0,00	R\$ 0,96	C
ENGATE RAPIDO P/CARRETA 8X6	R\$ 3,00	R\$ 31,19	R\$ 93,58	R\$ 0,00	R\$ 0,96	C
BUCHA M.PART DR 50MT 1.894.635	R\$ 6,00	R\$ 15,57	R\$ 93,40	R\$ 0,00	R\$ 0,96	C

Fonte: Elaborado pelo autor.

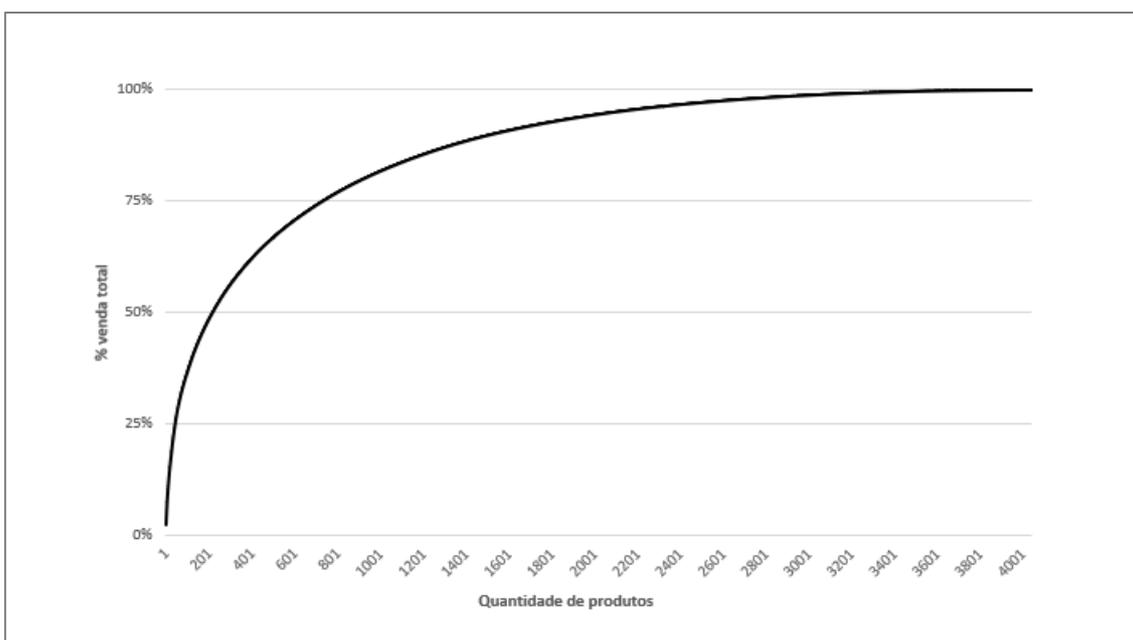
Para elaborar as curvas **A**, **B** e **C**, utilizou-se a quantidade de produtos vendida no intervalo de tempo estudado e o valor unitário de cada item. posteriormente,



calculou-se a venda total de determinada mercadoria nesse período.

Através do resultado obtido, foi possível determinar a porcentagem de participação de cada produto nas vendas da organização. Ao final, calculou-se a porcentagem acumulada de forma com que essa fosse ordenada de forma crescente, tornando possível a obtenção da classificação ABC de cada item. A figura 5 retrata o gráfico da curva ABC plotado após a obtenção dos dados reais deste estudo.

Figura 5 – Comportamento cumulativo frente ao volume de lucro obtido pelos produtos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico representado se assemelha bastante ao gráfico presente na figura 3. É perceptível que uma quantidade menor de produtos é equivalente a maior porcentagem de venda da organização, e que a medida que a quantidade aumenta, a parcela de venda total que representa esses é reduzida.

A tabela 2 exhibe alguns dados que são importantes ressaltar no estudo da curva ABC. Como exemplo, podemos citar a quantidade de produtos que se enquadra em cada classe do método. É notório que quase metade dos produtos presentes representam apenas cinco por cento do total de vendas, enquanto oitenta por cento deste total é equivalente a aproximadamente vinte e três por cento dos itens.



Tabela 2 – Quantidade de produtos e porcentagem de venda total para as curvas A, B e C.

CLASSE DOS PRODUTOS	QUANTIDADE PRODUTOS	% VENDA TOTAL	% PRODUTOS TOTAIS
A	923	80%	22,79%
B	1170	15%	28,89%
C	1957	5%	48,32%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para realizar a análise, optou-se por utilizar os produtos contidos somente na classe **A** e que possuam frequência mínima de 50% nas vendas dos períodos analisados, pois, além dos resultados serem mais visíveis, a quantidade de produtos de produtos é consideravelmente maior e há, assim, maior facilidade na previsão dos dados. Os produtos selecionados são apresentados no Anexo II. Assim sendo, a tabela 3 apresenta uma comparação entre os produtos que foram abordados no estudo e os produtos que foram excluídos da análise.

Tabela 3 – Quantidade de produtos utilizados e não utilizados para a confecção das análises do estudo.

PRODUTOS	QUANTIDADE	% QUANTIDADE TOTAL	% FATURAMENTO	% CUSTO AQUISIÇÃO
ANALISADOS	332	8,20%	39,08%	39,62%
NÃO ANALISADOS	3718	91,80%	60,92%	60,38%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar do estudo compreender um valor relevante para o faturamento da organização, os produtos não analisados ainda correspondem a aproximadamente sessenta por cento das vendas e dos custos de aquisição para o intervalo analisado. Ao todo, 3718 produtos não foram estudados, sendo parte desses produtos inclusos na curva **A** de estoque da organização.

4.1. Análise da demanda

Como próximo passo, buscou-se determinar a demanda periódica para os produtos selecionados. Como a base histórica utilizada possui demanda variável, de modo a aproximar a demanda real de uma demanda constante por produtos, este trabalho utiliza de algumas técnicas de análise.

Dado a essas características variáveis da demanda, primeiramente realizou-se a decomposição das séries de dados existentes. Esta ação buscou separar dos dados de demanda os aspectos relativos a sazonalidades e aleatoriedades, tornando a tendência

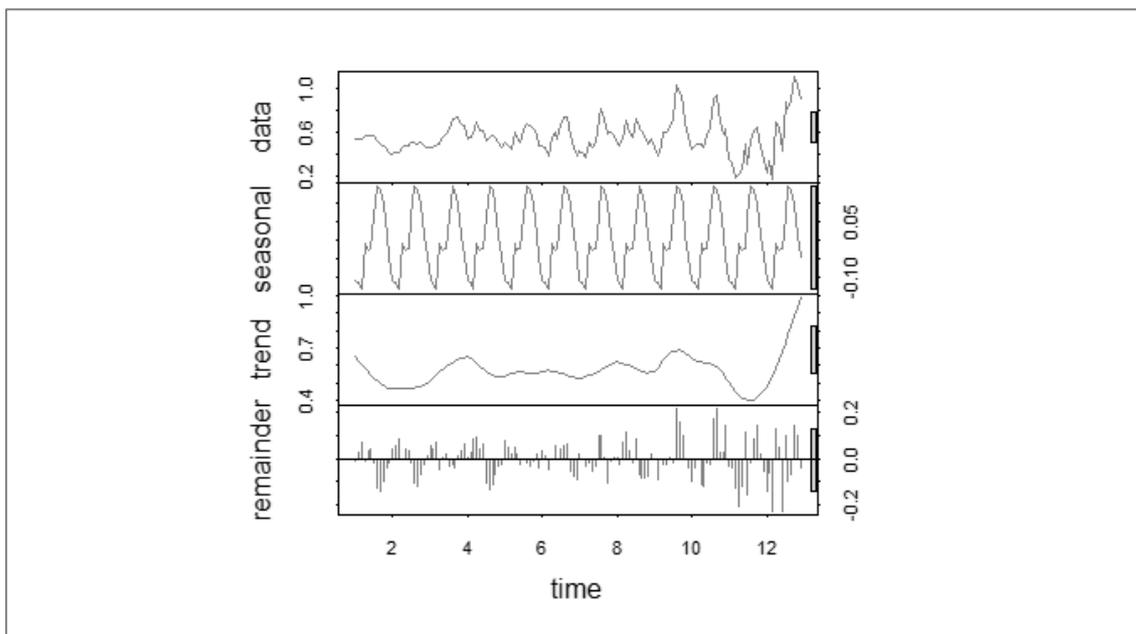


dos dados mais explícita.

Assim como explicado anteriormente, a série obtida é decomposta em três outras séries, sendo elas: tendência, sazonalidade e a variável aleatória. Para encontrar a média ponderada, utilizada como demanda periódica durante a realização dos cálculos, a sazonalidade e a aleatoriedade foram descartadas em um primeiro momento, sendo somente a série da tendência foi utilizada.

De modo a realizar a decomposição da série de dados, neste trabalho utilizou-se a biblioteca “*forecast*”, construída em linguagem de programação R. Esta biblioteca, de código aberto, possui rotinas pré-programadas que realizam a separação de uma série de dados fornecida em seus respectivos comportamentos de: sazonalidade, tendência e aleatoriedade. O código construído apresenta-se no Anexo I e a figura 6 apresenta, como exemplo, o gráfico da decomposição para um dos produtos estudados. O gráfico demonstra, respectivamente, a série real composta, a decomposição da sazonalidade, a tendência existente na série e aleatoriedade contida na demanda.

Figura 6 – Decomposição da demanda do produto frente a sazonalidade e aleatoriedade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As observações foram realizadas em espaços de tempo determinados (medições mensais) e, deste modo, a terminologia da série estudada é discreta. Na figura acima, é



possível perceber que a sazonalidade da série é uniforme, enquanto a tendência, apesar de ser bem oscilante, na maior parte dos eventos apresenta crescimento, sendo maior ao final da série histórica, o que demonstra crescimento da demanda nos últimos meses. Pode-se observar, também nos últimos meses, que a característica aleatória de demanda se tornou mais forte.

A tabela 4 apresenta uma comparação dos dados reais da demanda, com os dados obtidos, através do cálculo da média ponderada, no período analisado.

Tabela 4 – Comparação dos valores obtidos pela decomposição dos dados frente à demanda real.

PERÍODOS	DISCO TACOGRAFO 7D 125 KM VDO		BATERIA 060A MOURA M60GD	
	DADO REAL	DADO OBTIDO	DADO REAL	DADO OBTIDO
01/15	32	54	0	1
02/15	66	54	0	1
03/15	49	53	0	1
04/15	42	53	1	1
05/15	57	52	1	1
06/15	69	52	1	1
07/15	48	51	1	1
08/15	54	50	0	1
09/15	64	50	1	1
10/15	62	49	0	1
11/15	55	49	0	0
12/15	23	48	1	0
01/16	27	48	1	0
02/16	34	47	0	0
03/16	43	46	0	0
04/16	49	45	1	1
05/16	62	44	0	1
06/16	71	45	0	1
07/16	31	45	0	1
08/16	50	47	2	1
09/16	38	48	0	1
10/16	32	50	2	1
11/16	49	51	1	1
12/16	59	53	2	1
01/17	32	54	2	1
02/17	33	56	0	1
03/17	111	58	0	1
04/17	51	59	1	1
05/17	56	61	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para encontrar a demanda média periódica criou-se uma função de cálculo ponderado. A função de ponderação proposta valoriza, de forma crescente e linear, os



períodos que se encontram mais próximos ao final da série histórica. Deste modo alguns dados passam a possuir maior influência na análise, buscando uma aderência mais fiel à realidade, como é possível observar na tabela 4. A equação (06) apresenta a função de ponderação proposta.

$$M_{\rho} = \frac{\sum_{t \in T} (D_{\rho}^t \times t/T)}{\sum_{t \in T} (t/T)} \quad (06)$$

Na equação, M_{ρ} é a média ponderada do produto ρ . D_{ρ}^t é a demanda do produto ρ no período t , sendo que t é o período vigente de análise pertencente ao conjunto de períodos T . Alguns dos resultados obtidos são apresentados na tabela 5, bem como sua comparação com a demanda média simples do respectivo produto.

Tabela 5 – Comparação dos valores obtidos pela da média simples e pela média ponderada.

PRODUTO	MÉDIA SIMPLES	MÉDIA PONDERADA
DISCO TACOGRÁFO 7D 125 KM VDO	49,96552	51,32525
BATERIA 060A MOURA M60GD	0,65517	0,78464
ÁGUA DESTILADA PARA BATERIA 1000ML	17,13793	16,65941
FIO 14 (1,5 MM)	48,82759	49,80381
PALHETA LIMP SC124 DY168	2,37931	2,57108

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. Plano de Compras

Como terceiro passo, objetiva-se conhecer os momentos e valores de compra, de forma com que estes gerem um baixo custo de aquisição e armazenamento. Ao iniciar esta etapa, identificaram-se barreiras quanto ao método tradicional, descrito em (2.2), sendo estas barreiras referentes a: quantidades mínimas de compra; compras que só são efetuadas em lotes; e benefícios econômicos advindos da compra que valores superiores a um piso, efetuados em um mesmo fornecedor e em um mesmo pedido de compra.

Em vista do recorrido, por mais que seja possível utilizar o método tradicional e, assim, encontrar o lote econômico, diversos ajustes se tornariam necessários para que o plano construído pudesse ser colocado em prática na organização. Ainda assim, este



poderia não se enquadrar em todas as restrições impostas, ou até mesmo não aderir a benefícios logísticos advindos das compras em escala. Portanto, como forma de se adequar às restrições, optou-se por um plano de compras baseado na definição do número ótimo de pedidos no qual estes, posteriormente, teriam a dimensão de seus lotes dimensionada de acordo com as restrições de quantidade e, referente aos pedidos, esses seriam arranjados de modo a gerar os níveis de consolidação de compras necessários para que a empresa obtivesse os benefícios frente aos custos logísticos do pedido.

Assim, o novo modelo construído deve levar em consideração os custos referentes a estocagem dos produtos e os custos advindos da efetivação dos pedidos, de forma a encontrar o número de pedidos a ser realizado que minimize a relação entre os custos citados. Para tal, buscou-se definir os tipos de custo inerentes ao processo de aquisição da empresa, e como estes seriam definidos.

Para a definição da função e custo proposta, foram considerados os custos diretos advindos da compra C_d , os custos de armazenamento C_e e os custos referentes a efetivação dos pedidos C_p . Deste modo, a curva de custo total de compra é definida em C_t como segue:

$$C_t = C_d + C_e + C_p \quad (07)$$

Com isso, o passo seguinte se caracterizou na definição dos custos apresentados na equação (07). Como custo direto de compra considerou-se o custo do produto e a quantidade de itens solicitados no pedido. Como custo de armazenagem é referenciado neste trabalho como sendo o custo de oportunidade em relação ao capital imobilizado no estoque, sendo este definido pelo preço do produto, a quantidade média em estoque e uma taxa de rendimento. Para este trabalho, utilizou-se a taxa SELIC. Por fim, o custo de pedido levou em consideração a taxa de custo médio com frete da empresa, obtido a partir de históricos de compra, em relação ao valor do pedido.

Deste modo, a equação de custo total de compra da organização é dada pela equação (08).



$$C_t = (c_p \times Q_p) + \left(\frac{Q_p}{2} \times c_p \times SELIC\right) + (N \times \omega) \quad (08)$$

Porém, como modelado, a equação possui dois valores desconhecidos, sendo estes o tamanho do pedido Q_p e o número de pedidos N . Como objetiva-se a definição do número de pedidos, a variável referente ao tamanho de pedido deve ser substituída por sua relação equivalente, dada pela relação entre a demanda total e o número de pedidos a ser realizado. Assim, a nova equação de custo é dada pela equação (09).

$$C_t = \left(c_p \times \frac{D_p}{N}\right) + \left(\frac{D_p}{2 \times N} \times c_p \times SELIC\right) + (N \times \omega) \quad (09)$$

Para que se encontre o valor N que minimiza a curva de custos, de forma similar ao método efetuado para encontrar as equações mostradas no tópico (2.2), deve-se realizar $\left(\frac{\delta C_t}{\delta N}\right)$, ou seja, a derivada da função C_t em função da variável N , obtendo-se, assim, a equação (10).

$$\left(\frac{\delta C_t}{\delta N}\right) = -\left(\frac{c_p \times D_p}{N^2}\right) - \left(\frac{c_p \times D_p \times SELIC}{N^2}\right) + \omega \quad (10)$$

Por fim, tornando verdadeira a relação $\left(\frac{\delta C_t}{\delta N}\right) = 0$, e isolando-se a variável N , obtemos o número ótimo N^* de pedidos, que minimiza a curva total de custos. A equação obtida é mostrada na equação (11).

$$N^* = \sqrt{\frac{c_p \times D_p \times (2 + SELIC)}{2 \times \omega}} \quad (11)$$

Como dito anteriormente, um dos fatores importantes é a consolidação da carga. Deste modo, ao criar o plano de compras, a partir do número ótimo de pedidos obtido pela equação proposta, tentou-se ao máximo agrupar as compras de produtos pertencentes a um mesmo fornecedor, como forma de garantir a consolidação dos carregamentos, principalmente com o intuito de evitar custos com o frete, ou conseguir vantagens de negociação frente ao fornecedor.

Para delinear os momentos de compra, além de definir a quantidade a ser



comprada e seus respectivos períodos, utilizou-se neste momento a demanda média, definida no tópico (4.1) deste trabalho. A demanda estimada mensal foi utilizada, em um primeiro momento, para a definição da demanda anual D_ρ para os produtos. Este parâmetro é utilizado durante o cálculo do número ótimo de compras, como visto na equação (11), e também para a definição inicial dos tamanhos dos lotes de compra Q_ρ , seguindo a relação mostrada na equação (12):

$$Q_\rho = \frac{D_\rho}{N^*} \quad (12)$$

O último passo foi a montagem do plano de compras. A tabela 6 apresenta como exemplo um dos produtos analisados neste trabalho. É possível observar que no exemplo a seguir as compras foram agrupadas no mês de janeiro, enquanto no exemplo da tabela 7 as mesmas foram dispersas ao longo do ano. Isto acontece pois, em alguns casos, o fornecedor possui um atendimento mais rápido e de baixo custo de pedido, sendo, também, pequena a quantidade mínima necessária para que ocorra o pedido.

Tabela 6 – Comportamento de estoque para produto sem ruptura, considerando demanda constante.

ABRACAIDEIRA NYLON 230 MM F7023												
PERÍODOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COMPRA	1632	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEMANDA	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
ESTOQUE	1496	1360	1224	1088	952	816	680	544	408	272	136	0
SITUAÇÃO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Fonte: Elaborado pelo autor.

No exemplo exposto acima, que considera demanda constante, é perceptível que o plano de compras conseguiu atender às demandas sem a ocorrência de rupturas. Em alguns casos é possível que ocorram rupturas no estoque. Este exemplo é apresentado na tabela 7.

Tabela 7 – Comportamento de estoque para produto com ruptura, considerando demanda constante.

CINEMATICO CAPANEMA BASICO												
PERÍODOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
COMPRA	36	0	36	0	0	36	0	36	0	0	36	0
DEMANDA	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
ESTOQUE	21	6	27	12	-3	18	3	24	9	-6	15	0
SITUAÇÃO	OK	OK	OK	OK	RUPTURA	OK	OK	OK	OK	RUPTURA	OK	OK

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entretanto, os planos apresentados consideram demanda constante. Sabendo-se



que a demanda real não possui este comportamento, e que sua variação pode ser relativamente alta entre períodos, comportamentos sazonais e aleatórios devem ser novamente inseridos na sequência de demanda. Para tal, utilizou-se a simulação Monte Carlo para calcular diversos casos hipotéticos de variação de demanda, possibilitando a visualização da previsão de casos em que a política proposta seja exposta a cenários de variação.

A aplicação da simulação de Monte Carlo para o problema proposto tem o objetivo de demonstrar a possibilidade de ocorrência de ruptura, em cada período de planejamento, para todos os produtos analisados. Nesta abordagem, a demanda periódica foi modelada como sendo a inversa da distribuição cumulativa normal, possuindo como argumentos a média μ , média ponderada obtida através da abordagem anteriormente apresentada em (4.1), o desvio padrão σ , desvio padrão da tendência de demanda obtida através do processo de decomposição, e a probabilidade ρ , que é uma variável aleatória possuindo comportamento normal dado por $X \sim N(0, 1)$. Um exemplo de aplicação é mostrado na tabela 8.

Tabela 8 – Comportamento da demanda e estoque frente a inserção de incertezas de demanda.

PERÍODOS	BOMBINHA 24V BICO FINO VDO					
	CÁLCULO SIMPLES		CÁLCULO COM SIMULAÇÃO			
	DEMANDA	ESTOQUE	DEMANDA	ESTOQUE	DEMANDA	ESTOQUE
1	6	18	2,55	21,45	5,37	18,63
2	6	12	6,43	15,03	2,11	16,52
3	6	6	7,68	7,34	9,64	6,88
4	6	0	4,76	2,58	11,57	-4,69
5	6	18	2,21	24,38	6,45	12,86
6	6	12	5,20	19,18	7,35	5,51
7	6	6	3,68	15,49	3,82	1,69
8	6	0	2,29	13,21	5,57	-3,89
9	6	18	6,72	30,49	8,42	11,69
10	6	12	6,16	24,32	8,88	2,81
11	6	6	7,42	16,91	9,58	-6,77
12	6	0	5,99	10,92	3,60	-10,37

Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela exibida apresenta os valores utilizados para o cálculo simples da



demanda e para esse com a aplicação da simulação. Sendo que, no primeiro caso a demanda é constante, e para os demais, essa apresenta variação. Observa-se que, para o método simples, a quantidade de estoques presente foi o suficiente para o atendimento da demanda. Entretanto, isso não ocorreu para as demais análises, realizadas com a simulação, estas que, obtiveram iterações com soluções opostas, uma vez que, a primeira atendeu ao consumo previsto e a segunda que não.

Através da análise da tabela, percebe-se a importância da inserção de incertezas para o estudo realizado. Como os valores encontrados possuem ampla variação, percebe-se que essas oscilações são essenciais e influenciam diretamente no resultado pretendido. Portanto, a análise da oscilação pode auxiliar na prevenção de rupturas no estoque, sendo esta um fator relevante para os cálculos e verificação da eficiência do estoque de segurança para atendimento da demanda.

Na simulação realizada obteve-se como resultado, além das previsões da demanda e estoques, a ruptura máxima, a ruptura média e a porcentagem desta para cada período. Na tabela 9 é possível observar um exemplo contendo a ruptura máxima e o percentual de ruptura para um dos produtos analisados.

Tabela 9 – Exemplo de valores de compra, ruptura máxima e percentual de ruptura periódicos

BOMBINHA 24V BICO FINO VDO			
PERÍODOS	COMPRA	RUPTURA MÁXIMA	% DE RUPTURA
1	24	0	0%
2	0	-4,22	0%
3	0	-12,32	13%
4	0	-23,46	49%
5	24	-5,99	1%
6	0	-14,98	6%
7	0	-21,75	23%
8	0	-29,79	49%
9	24	-16,39	3%
10	0	-20,86	10%
11	0	-26,74	27%
12	0	-34,48	49%
MÉDIA	-	-17,58	19%



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como apresentado na tabela, percebe-se que a medida que o momento de compra se aproxima, a ruptura aumenta. Isso acontece, pois, os estoques são reduzidos ao longo dos meses e com a variabilidade da demanda é necessária a venda do que estava previsto para períodos futuros, deste modo, a possibilidade da ocorrência de rupturas aumenta.

Constata-se também que, apesar da porcentagem de ruptura ser elevada, sua média é consideravelmente menor. Isso ocorre pois em uma quantidade significativa de meses a ruptura não ocorre, ou, apesar de ocorrer, possui valores irrisórios.

4.3. Estoque de Segurança

O plano de compras tem como objetivo o atendimento da demanda. Entretanto, em alguns casos, é possível a presença de rupturas e, deste modo, é necessário que a empresa mantenha um estoque de segurança como forma de prevenção.

Para encontrar o estoque de segurança, utilizou-se o desvio padrão das vendas mensais de cada produto ao longo do período estudado, o tempo de reposição destes produtos frente ao respectivo fornecedor e o nível de serviço desejado, sendo este denominado para usos futuros neste trabalho como ϵ . O nível de serviço ϵ é utilizado no delineamento do nível de disponibilidade de estoque, sendo este calculado para diversos casos, até que se obtenha a confiabilidade desejada.

Como mostrado em (4.2), dado à incerteza existente na demanda, rupturas em estoques são riscos existentes. Para mitigar a ocorrência de rupturas os estoques de segurança são fortes aliados, dado que estes fornecem a empresa um maior tempo de reação em caso de demandas inesperadas. Neste estudo, a fórmula utilizada para calcular o estoque de segurança é apresentada na equação (13).

$$E_s = [\epsilon \times F^{-1}(x)] \times \sqrt{\Delta t} \times \sigma \quad (13)$$

Sendo que a Δt é o tempo de reposição, σ o desvio padrão da demanda conhecida, e a constante $F^{-1}(x)$ é o inverso da distribuição cumulativa normal padrão



do nível de serviço, ou seja, para 90% o valor equivale a 1.282, para 95% o valor seria de 1.645, e assim sucessivamente.

Um ponto a se observar é que o tempo de reposição utilizado varia de fornecedor para fornecedor. No estudo realizado, a título de conhecimento, o tempo de reposição mínimo encontrado foi de um dia, e o tempo máximo equivale a dez dias. Essa oscilação ocorre, principalmente, devido à localização dos fornecedores.

A tabela 10 apresenta exemplos de estoque de segurança, para um dos itens estudados, para os seguintes níveis de serviços: 90%, 95%, 99% e 99.5%.

Tabela 10 – Comparação dos valores de estoque de segurança frente à diferentes níveis de confiança.

PRODUTOS	Nível de Serv. 90%	Nível de Serv. 95%	Nível de Serv. 99%	Nível de Serv. 99,5%
	Estoque Seg.	Estoque Seg.	Estoque Seg.	Estoque Seg.
ABRACADEIRA NYLON 230 MM F7023	188	241	340	377

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se, com base no exemplo dado, que à medida que o nível de serviço aumenta, o estoque de segurança também sofre crescimento. Isto ocorre pois quanto mais a organização anseia por atender à demanda em sua totalidade, maior o nível de serviço e, conseqüente, maior o estoque necessário para suprir o efeito causado pelas incertezas de demanda.

A tabela 11, assim como a tabela 10, apresenta os estoques de segurança para um dos produtos estudados. Além disso, é possível observar o valor encontrado como ruptura máxima.

Tabela 11 – Comparação da ruptura máxima e do estoque obtido pelos diferentes níveis de serviço.

PRODUTO	RUPTURA MÁXIMA	Nível 90%	Nível 95%	Nível 99%	Nível 99,5%
ABRACADEIRA NYLON 230 MM F7023	-276,61	188	241	340	377

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que, para os níveis 90% e 95%, ocorreriam rupturas no estoque para o valor calculado como ruptura máxima, enquanto para o nível de serviço de 99%, o estoque de segurança conseguiria atender a demanda por completo. Contudo, é necessário que o nível escolhido atenda à grande maioria dos pedidos, mas evitando estoques excessivos, sendo assim, utilizou-se a ruptura média como critério para a



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



escolha do nível proposto. Deste modo, optou-se por utilizar para o nível de confiança de 95% para o estoque de segurança. Esse valor supre a ruptura da maior parte das mercadorias presentes na organização e, quando não, minimiza os efeitos da imprevisibilidade da demanda.



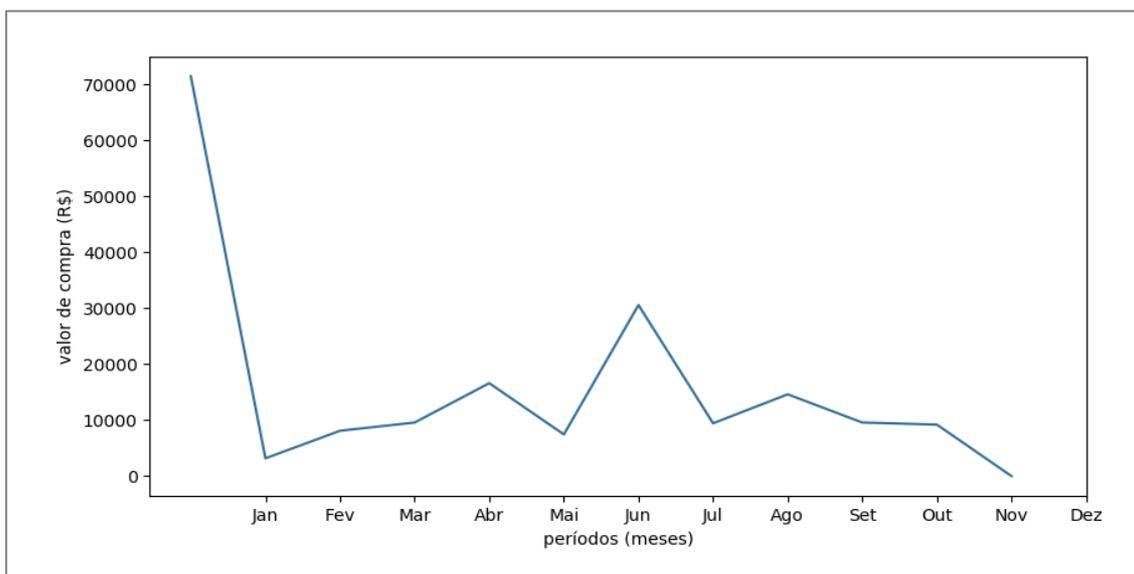
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Atualmente a organização não utiliza de metodologias para a realização dos pedidos e controle do estoque. Sendo assim, os pedidos são realizados à medida em que se observa que os produtos estão acabando ou que a demanda por estes está maior que o esperado.

Deste modo, o plano de compras definido até então neste trabalho visa reduzir os estoques e otimizar o processo de compras, diminuindo custos com transportes e concentrando as compras de modo a garantir a obtenção de maiores benefícios frente aos fornecedores, como por exemplo, a economia referente ao valor do frete. Sendo assim, tentou-se consolidar as compras, de modo que a demanda fosse atendida por completo, e os custos com frete e armazenamento de produtos reduzidos, motivo pelo qual há diversas compras ao longo do ano e não somente em um mês.

A figura 7 apresenta a oscilação dos valores de compra no período de um ano. Para todos os produtos analisados, compras iniciais foram feitas no período de janeiro e por este motivo é possível observar que no respectivo período o valor de compra é elevado. Este fato ocorre pela não consideração neste estudo do valor atual em estoque na organização.

Figura 7 – Oscilação dos valores de compra para o período analisado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

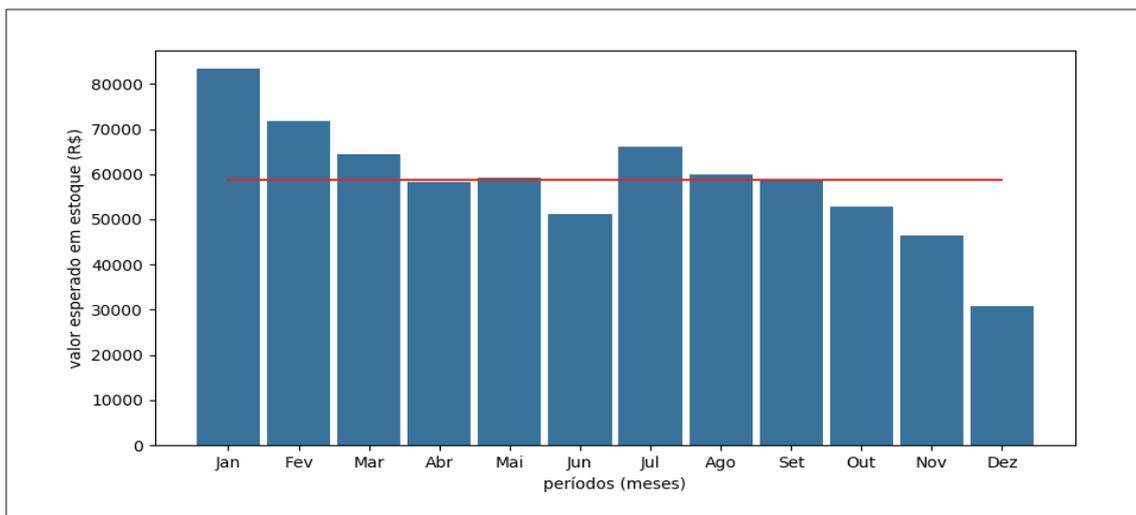


Ao analisar o gráfico, percebe-se que a maior compra se concentra no primeiro mês do ano. Isso ocorre pois, assim como dito anteriormente, desconsiderou-se a quantidade de produtos presente atualmente em estoque. Observa-se também que ao longo do ano as variações de compra são pequenas. Deste modo, o método proposto apresenta estabilidade nos pedidos, sendo este fato interessante para a organização dado a um bom controle e previsão do fluxo de caixa.

Constata-se também, que, no mês de dezembro há uma baixa nas compras, fator que ocorre devido à desconsideração da continuidade da demanda. Se considerada, as compras neste mês seriam maiores para suprir a demanda do mês de janeiro, diferentemente do que ocorre no plano proposto, visto que esse foi elaborado para o período de um ano. Vale salientar que, se o plano proposto considerar o estoque inicial e a continuidade da demanda, o gráfico passaria por mudanças, tendo maior simetria, e reduzindo então os pontos fora do padrão.

Além das compras por mês, realizar a análise dos estoques também é essencial para a validação do plano proposto. Deste modo, a figura 8 apresenta os níveis de estoque obtidos através do estudo para cada mês do ano.

Figura 8 – Oscilação dos valores de estoque para o período analisado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da análise do gráfico, percebe-se que o comportamento do estoque possui um padrão, sendo que ao longo do ano há pequenas oscilações. Observa-se que

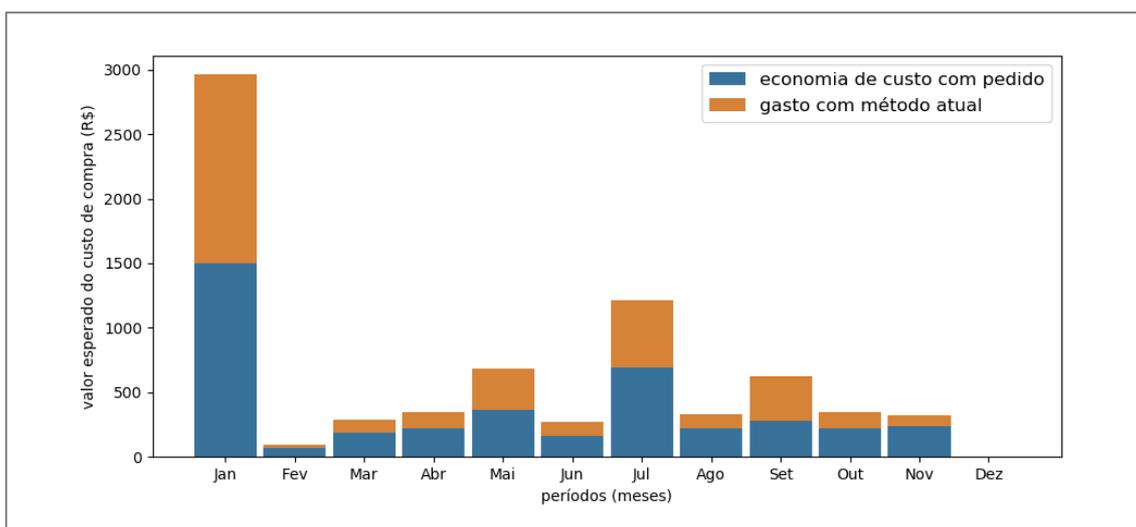


os meses, em sua grande maioria, possuem valores próximos à média, com exceção dos meses de janeiro e dezembro, estes que possuem, respectivamente, o estoque máximo e o mínimo. Este fato ocorre, como anteriormente informado, pela não consideração neste trabalho do estoque inicial da organização e da continuidade de demanda após o fim do período de estudo,

Em uma aplicação prática do presente estudo, é provável que os valores encontrados passarão por reduções dado a consideração do estoque inicial. Além disso, após a distribuição dos momentos iniciais de compras, o estoque passará a possuir maior nivelamento visto que, atualmente, um maior volume de compras é encontrado janeiro devido à grande quantidade de pedidos realizados neste mês. Em contrapartida, a menor quantidade de estoque se encontra em dezembro, o que ocorre devido a não realização de compras neste mês, pois não foi considerada a continuidade da demanda. Deste modo, seu estoque é composto, principalmente, pelo estoque de segurança e pelos produtos restantes das compras.

Para obter um cálculo mais preciso da diferença entre o método utilizado e o proposto, deve-se comparar o custo total. Este custo abrange o custo de pedido e o custo de armazenamento. A figura 9 apresenta a comparação dos valores mensais gastos com o frete no método utilizado atualmente e no proposto.

Figura 9 – Comparação do custo referentes ao frete no método atual e proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor.



Percebe-se que o valor gasto com o transporte das mercadorias atualmente, representado pela barra completa, é alto. Entretanto, há formas de reduzir os custos referentes ao frete dos produtos, sendo uma delas o agrupamento das compras. Através da consolidação dos pedidos é possível obter a gratuidade no frete perante alguns fornecedores. Deste modo, o plano proposto teve como objetivo a consolidação das compras, a fim de garantir essa economia.

Pode-se observar que a economia promovida pelo plano proposto, representada pela cor azul, foi significativa, mas não pôde ser maior pois em alguns casos a consolidação não atingiu o valor mínimo para a obtenção do benefício.

Apesar de parecer pequena a redução no custo do frete, o comparativo entre o método atual e o plano proposto revela que a disparidade entre os custos totais é relevante para a organização. A tabela 13 apresenta os valores obtidos para o custo de pedido, de armazenamento, e custo total, para ambos os casos analisados.

Tabela 12 – Ganhos obtidos frente aos custo de pedido e armazenamento com o método proposto.

Custo/método	Atual	Proposto
Custo do frete	R\$ 7.487,27	R\$ 3.345,86
Custo de armazenamento	R\$ 7.039,80	R\$ 4.402,32
Custo total	R\$ 14.527,07	R\$ 7.748,18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além da redução com o custo de transporte e oportunidade, o estudo também apresentou uma economia através da diminuição do estoque médio presente na organização. A redução obtida pelo estoque médio, embora seja uma melhoria pontual e que só ocorrerá no momento da aplicação, pode ser considerada significativa, como é possível observar na tabela 14.

Tabela 13 – Apresentação das economias obtidas em frete, armazenamento e estoque médio.

Custo	Economia
Frete	R\$ 4.141,41
Armazenamento	R\$ 2.637,49
Estoque médio	R\$ 35.166,47
Total	R\$ 41.945,36

Fonte: Elaborado pelo autor.



Através da análise da tabela pode-se perceber a eficácia do plano proposto, sendo que a economia obtida representa, aproximadamente, 46,7% dos custos com pedido e manutenção de produtos previstos para o ano de 2018. O plano proposto fornece, para o mesmo período, uma redução de 37,5% no valor médio em estoque da organização estudada. Vale salientar que não foi considerado o estoque inicial e, deste modo, os custos possuem um potencial de redução ainda maior. Ainda assim, já é perceptível a divergência entre os valores, o que dá grandes evidências de que a política definida gere benefícios a empresa.

Em alguns casos, a solução proposta não diverge da metodologia utilizada atualmente, pois para determinados produtos a demanda não é suficiente para garantir uma compra que seja possível a gratuidade do frete. Um exemplo disso pode ser visto na tabela 14, que exhibe os pedidos propostos dispostos ao longo do ano para determinado fornecedor.

Tabela 14 – Compras periódicas com pagamento de frete e sem possibilidade de ganho com mudança.

Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	R\$ 180,96						R\$ 180,96					
1	R\$ 275,04											
TOTAL	R\$ 456,00	R\$ 0,00	R\$ 180,96	R\$ 0,00								
Frete	R\$ 13,68	R\$ 0,00	R\$ 5,43	R\$ 0,00								

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que em ambos os meses onde ocorrem os pedidos a quantidade mínima não é atingida. Deste modo, é necessário que o frete seja pago. Entretanto, ao possuir uma quantidade superior do que a necessária em estoque, a empresa possui um custo de oportunidade ainda maior, o que de certo modo gera uma perda maior do que o custo com o frete das mercadorias, dado o período que estas deveriam ficar estocadas. Sendo assim, diante do custo do frete apresentado, pagar pelo transporte se torna uma opção mais viável para este caso.

Há ainda alguns casos onde a redução da quantidade de pedidos de determinado produto pode evitar situações como a apresentada. É o caso da tabela 15, que exhibe os pedidos sugeridos para um dos fornecedores da organização.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



Tabela 15 – Compras periódicas com pagamento de frete e com possibilidade de ganho com mudança.

Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80		
3	R\$ 679,12				R\$ 679,12				R\$ 679,12			
2	R\$ 2.804,82						R\$ 2.804,82					
1	R\$ 699,36											
TOTAL	R\$ 5.082,10	R\$ 898,80	R\$ 0,00	R\$ 898,80	R\$ 1.577,92	R\$ 0,00	R\$ 3.703,62	R\$ 898,80	R\$ 679,12	R\$ 898,80	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Frete	R\$ 152,46	R\$ 26,96	R\$ 0,00	R\$ 26,96	R\$ 47,34	R\$ 0,00	R\$ 111,11	R\$ 26,96	R\$ 20,37	R\$ 26,96	R\$ 0,00	R\$ 0,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

Pode-se observar que nos meses 2, 4, 8, 9 e 10 a quantidade mínima para a gratuidade também não foi alcançada. Porém, neste caso, o remanejamento dos pedidos pode solucionar esse problema dado que o produto que possui a realização de 7 pedidos 7 ao ano. Em caso de alteração deste número para 6, aumentado assim o valor das compras, esse novo valor não geraria custos com frete e, gerando uma economia referente a pedidos equivalente e R\$188,72 e um aumento no custo de armazenamento equivalente a R\$19,26. Deste modo, é mais viável arcar com os custos de armazenamento do que os custos com o transporte dos produtos.

Com o caso relatado, percebe-se que a política proposta não possui solução ótima para todos os casos, sendo que cada situação possui certas peculiaridades. Ainda assim, o plano proposto gera soluções de alta qualidade para os casos particulares e solução ótima para diversos produtos analisados.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo a sugestão da utilização de uma metodologia para a realização dos pedidos de uma empresa varejista de autopeças situada na cidade de João Monlevade. Como solução, foi proposto um plano de compras, apresentado no Anexo III, que visa alinhar as compras em meses específicos de forma a eliminar o excesso de produtos armazenados.

Apesar da análise se limitar a uma pequena quantidade de produtos, esses são os responsáveis pela maior parte do faturamento da organização, ou seja, o planejamento das compras desses será suficiente para trazer um retorno significativo para a organização.

Devido a algumas restrições, principalmente quanto ao transporte das mercadorias, optou-se por alterar a curva de custo padrão, criando assim uma equação de custos, de modo a guiar a política de ressuprimento. Esta nova equação foi definida de modo a atender às restrições impostas pela organização e fornecedores.

Alguns fatores foram essenciais para que o resultado fosse o mais próximo possível da realidade como, por exemplo, a decomposição de séries temporais e a simulação de incertezas. Para que o plano proposto seja bem-sucedido, é necessário que pequenas adaptações sejam realizadas, como a inclusão do estoque atual para a distribuição dos momentos iniciais de compra. Para uma análise real desta magnitude, também se torna necessário um alto empenho por parte dos gestores da empresa, que devem estar dispostos a fazer as devidas mudanças frente a atual metodologia utilizada para a realização das compras e estocagem dos pedidos.

É perceptível o potencial de melhorias que o plano sugerido pode trazer à organização. Se realizado tal análise, juntamente com formas de controle e manuseio do estoque, os resultados aqui avaliados frente a redução dos custos logísticos da organização tornam-se ainda mais satisfatórios, dado a possíveis reduções frente a custos de movimentação de colaboradores.

Há ainda na organização alguns pontos que podem ser melhorados frente ao



comportamento dos estoques. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de um estudo sobre a movimentação dos funcionários na organização, de modo que um novo *layout* e alocação de itens seja sugerido a fim de gerar reduções. Além disto, um plano de compras mais amplo poderia auxiliar a empresa em uma redução ainda mais expressiva do estoque e nos custos relacionados à aquisição e manutenção de produtos.

Quanto às sugestões de continuidade deste trabalho, alguns pontos ainda podem ser explorados, como: a análise a aplicação de uma tendência nos valores de demanda, de modo a levar em consideração aumentos ou reduções nos valores futuros de venda; e uma rotina de ajuste do plano proposto pela solução analítica, de modo a avaliar os casos particulares em busca de soluções que gerem um menor custo de aquisição.



7. REFERÊNCIAS

- ÁVILA, R. **Simulação de Monte Carlo**. 2015. Disponível em: <<https://blog.luz.vc/como-fazer/simulacao-de-monte-carlo/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Atlas, 1993.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. Bookman Editora, 2009.
- BOUZADA, M. A. C. **Aprendendo Decomposição Clássica: Tutorial para um Método de Análise de Séries Temporais**. TAC-Tecnologias de Administração e Contabilidade, p. 1-18, 2012.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. Atlas, 2001.
- COSTA, L. G. T. A.; AZEVEDO, Marcos C. L. **Análise fundamentalista**. Rio de Janeiro: FGV/EPGE, 1996.
- DONATELLI, G. D.; KONRATH, A. C. **Simulação de Monte Carlo na avaliação de incertezas de medição**. 2005.
- EHLERS, R. S. **Análise de Séries Temporais**. 2009. Disponível em: <<http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/ehlers/stemp/>>. Acesso em: 30 nov. 2017.
- LIMA, M. P. **Estoque: custo de oportunidade e impacto sobre os indicadores financeiros**. Centro de Estudos em Logística-CEL-COPPEAD-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2003.
- MARTINS, H. D. A. **Práticas de melhoria de manufatura com curto ciclo de vida de produtos e imprevisibilidade de demanda: aplicação na indústria de vestuário de moda**. 2013. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo.
- MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier, 2012.



PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços**. Unicenp, 2007.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. Atlas, 2006.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para a condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. 2012. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.



ANEXO I – CÓDIGO PARA DECOMPOSIÇÃO DOS DADOS

```
decomposition = function(N, P){  
  library("forecast")  
  # criação da matriz de saída do algoritmo  
  outputCSV = matrix(nrow = P, ncol = N)  
  for(i in c(1:N)){  
    # criação da matriz para armazenamento da série temporal  
    tseries = matrix(nrow = P, ncol = 1)  
    # leitura do arquivo de dados de demanda  
    tseries = as.double(readLines(paste(i, ".txt", sep = "")))  
    # detecção da tendência da série temporal  
    trend = ma(tseries, order = 12, centre = T)  
    # remoção dos dados de tendência da série temporal inicial  
    detrend = tseries / trend  
    # cálculo do comportamento sazonal dos dados  
    m = t(matrix(data = detrend, nrow = 12))  
    seasonal = colMeans(m, na.rm = T)  
    # captação do comportamento aleatório dos dados  
    random = tseries / (trend * seasonal)  
    # reconstrução da série original  
    recomposed = trend * seasonal * random  
    # decomposição da série temporal  
    ts = ts(tseries, frequency = 12)  
    decompose = decompose(ts, "multiplicative")  
    # alocação dos dados decompostos nas variáveis  
    stl = stl(ts, "periodic")  
    seasonal_stl = stl$time.series[, 1]  
    trend_stl = stl$time.series[, 2]  
    random_stl = stl$time.series[, 3]  
    # demonstração gráfica da série temporal  
    plot(stl, col = "darkorange")  
    # armazenamento dos dados de tendência  
    outputCSV[, i] = trend_stl  
  }  
  # gerando dados de tendência dos produtos como saída  
  write.csv(outputCSV, "output.csv", row.names = FALSE)  
}
```



ANEXO II – QUANTIDADE DE COMPRAS DOS PRODUTOS

PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
ABRACADEIRA NYLON 230 MM F7023	1	136	241
ABRACADEIRA NYLON 280 MM F7028	1	106	80
ABRACADEIRA NYLON 390 MM F7039	2	132	199
ABRACADEIRA NYLON 400 MM F7040	1	44	106
ACENDEDOR CIGARRO 12V MQ0001	1	1	2
AGUA DESTILADA PARA BATERIA 1000ML	2	17	39
AGULHA DIST/TEMPO MTCO1390 7D/125 KM	2	2	3
AGULHA VELOC MTCO1390 7D/125 KM	2	2	3
AGULHA VELOC TCO1318 7D/125 KM	2	2	3
ALAVANCA MACAN. INT VW	1	2	5
ANEL TRAVA DISCO TACOGRAFO 7D	1	3	4
APARABARRO ORIG RANDON 620 X 560	1	1	5
APARABARRO PRETO 30 X 40	1	1	4
APARABARRO PRETO 60 X 50	2	3	6
APARABARRO PRETO 70 X 60	3	4	8
ARRUELA LISA 08 X 24 DIN ZB	1	21	87
ARRUELA LISA 1/4"	1	71	121
ARRUELA LISA 5/16"	1	27	48
AUT PART DR 42MT 24V CATERP. ZM2-362	5	1	2
AUT PART JF 12V MB ZM531	2	1	2
BATENTE PORTA MB 709/1618 COMUM F111	1	2	6
BATERIA 060A MOURA M60GD	5	1	2
BATERIA 100A HELIAR RT100LE	9	2	4
BOLA CAMBIO MB HPN C/PUNHO ORIGINAL	2	2	5
BOLA CAMBIO MB HPN CURTA ORIGINAL	2	2	6
BOMBINHA 12V BICO FINO VDO	2	2	4
BOMBINHA 24V BICO FINO VDO	3	6	8
BRUCUTU PARABRISA SC124 2 SAIDAS	1	2	3
BUCHA DESLIZANTE MAQ. VIDRO MB1620	1	2	4
BUZINA AR 2 CORNETAS ELETROP. 12V	2	1	2
BUZINA AR 3 CORNETAS PLASTICA	2	2	7
BUZINA BIBI 12V VTO112	2	2	3
BUZINA BIBI 24V VTO113	2	2	4
CABO ACIONAM. MACAN. INT MB AXOR LE	1	1	3
CABO ACIONAM. MACAN. INT MB1620/2638	2	2	6



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
CABO ANTENA PX 5,5M S/CONECTOR	1	1	4
CABO BATERIA 70 MM	2	1	3
CABO CAPO MB 709/710/912 1465 MM	2	2	2
CABO CAPO MB1618/1620/2635 LE 60.317	1	2	3
CACHIMBO GARRAFINHA MB/SC P.G DP718	2	2	2
CALOTA RODOAR PLS CROMADA	4	9	15
CALOTA RODOAR PLS CROMADA RESFRIA	1	1	4
CANALETA FELTRO MB 709/2638 S/P	2	2	4
CANALETA FELTRO MB1113/1513/2013	1	7	17
CANO ALUMINIO 50 CM	1	5	25
CANO ALUMINIO 60 CM	1	6	52
CANO ALUMINIO 70 CM	1	4	20
CANO ALUMINIO 80 CM	1	3	18
CANO ALUMINIO 100 CM	1	3	15
CANO ALUMINIO 120 CM	1	3	17
CANO NYLON 1/4"	1	4	45
CANO NYLON 8 X 6 PA12	1	13	62
CANO NYLON 8 X 6 PU AZUL	3	71	250
CAPA CROMADA PORCA CH24 ALTA	1	14	55
CAPA CROMADA PORCA CH27 ALTA	2	24	107
CAPA CROMADA PORCA CH32 ALTA	3	49	174
CAPA CROMADA PORCA CH33 ALTA	3	57	211
CAPA PEDAL EMB/FREIO VW CAM	1	3	8
CAPA PLS LANTERNA TRAS. MB HPN	1	2	5
CASCA DE COBRA ACABAMENTO	1	4	14
CERA GRAND PRIX TRADICIONAL	2	2	5
CHAPA APARABARRO 60 CM F38	1	2	4
CHAPA APARABARRO 70 CM F040	1	1	4
CHAVE GERAL MB HPN OS09.4004	3	2	3
CHAVE SETA MB HPN PRETA K19120.80	5	2	3
CHICOTE 1V SENSOR P. OLEO MB1620	1	1	2
CHICOTE 2V INT RE F.CARGO/VW CAM	1	2	2
CHICOTE 2V LANT. SETA VW CONST.	1	4	5
CHICOTE 2V P/SOQ. FAROL MB HPN TC102	2	2	3
CHICOTE 2V SETA VW/1620 TC1005	1	4	5
CHICOTE 5V LANT TRAS HPN ETE7881	1	1	3
CHICOTE ESPIRAL ELET. 6,5 MTS 7 FIOS S/	3	2	3
CINEMATICO CAPANEMA BASICO	5	15	76
CINTA P/COROTE 25L F241P	1	2	6



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
CINTO SEGURANCA 2P TRANSVERSAL	2	2	7
COLORGIN SPRAY PRETO FOSCO	2	5	5
CONEXAO T 1/4" X 1/4" X 8 POLIFLO	1	3	8
CONEXAO T REDE 8 X 8 X 8	1	2	5
CONEXAO UNIAO 8X8 S/PORCAS	1	3	10
CONEXAO UNIAO INST. PLS 1/4"	1	5	15
CONEXAO UNIAO INST. PLS 10 MM	1	3	12
CONEXAO UNIAO INST. PLS 12 MM	1	3	11
CONEXAO UNIAO INST. PLS 5/16"	1	5	18
CONJ AMARRACAO 50 MM 3T 9 MTS	4	5	17
CONJ AMARRACAO 50 MM 5T 9 MTS	4	5	18
CONJ LAMINA MTCO1390 7D 13908401402F	1	1	2
CONJ LAMINA TCO1318 7D T18010104100F	2	1	2
CONTATO IGNICAO MB HPN 24V K48279.75	2	2	2
CONTATO IGNICAO VW CAM >96 4T	1	2	2
COROTE PLASTICO 15L F.CONFUORTO	3	2	5
COROTE PLASTICO 25L F.CONFUORTO	3	2	6
DISCO TACOGRAFO 1D 125 KM VDO	4	8	16
DISCO TACOGRAFO 1D 180 KM VDO	3	3	3
DISCO TACOGRAFO 7D 125 KM VDO	11	52	30
DISCO TACOGRAFO 7D 180 KM VDO	4	6	7
EIXO TRANSIÇÃO MTCO1390 13228400201F	1	2	3
ELASTICO CACAMBA AMARR. LONA PRETO	2	36	111
ENGATE RAPIDO C/PORCA GIRATORIA	2	2	5
ENGRENAGEM C/IMA RELOGIO MTCO1390	1	2	3
ESPELHO BIONICO 100 MM COLANTE	1	4	10
ESPELHO BIONICO 130 MM C/SUPORTE	2	2	5
ESPELHO MB HPN BEPO M025E	2	1	5
ESTIRANTE RETROV MB1620 C/GARRA	2	1	3
ESTOPA BRANCA 150 GRAMAS	1	5	9
FAIXA REFLETIVA LATERAL 3M	4	58	77
FAIXA REFLETIVA LATERAL AVERY	4	65	82
FAIXA REFLETIVA PARACHOQUE 3M	5	5	5
FAIXA REFLETIVA PARACHOQUE AVERY	5	6	7
FAROL AUX RED MEDIO NEBLINA NINO F58	2	2	4
FAROL AUX RED. PEQUENO MILHA F11V	2	3	8
FAROL AUX RET RAIADO NINO F14V	3	3	5
FECHADURA PORTA EXT MB 709/1935 LE	2	1	3
FECHADURA PORTA MB 608/2013 LD	2	2	4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
FECHADURA PORTA MB 608/2013 LE	1	1	4
FECHO CINTO SEG. C/FITA LONGA ORIGIN	2	2	9
FECHO CINTO SEG. MB1620/L200 C/HASTE	2	2	7
FIO 12 (2,5 MM)	1	18	32
FIO 14 (1,5 MM)	2	50	54
FIO 14 (CABO PP 7 X 1,5)	2	4	11
FIO 16 (1 MM)	1	24	29
FIO 16 (CABO PP 2 X 1,0)	1	4	9
FIO 16 (CABO PP 4 X 1,0)	1	5	9
FIO 16 (CABO PP 5 X 1,0)	1	6	8
FITA DUPLA FACE 3M VERDE	1	4	6
FITA ISOLANTE 19 X 10 MTS 3M IMPERIAL	1	5	18
FITA ISOLANTE 19 X 20 MTS 3M IMPERIAL	1	4	6
FLANGE CARRETA RANDON NOVA C/FURO	2	3	10
FLANGE DIANT MB 709/710/912/914	1	1	4
FLANGE DIANT MB1113/1620/2013	1	1	7
FLANGE DIANT MB1630/1935/VW	1	1	4
FLANGE TRACAO MB1630/1924/2635/2638	1	1	4
FUSIVEL LAMINA 10A (VERMELHO)	1	91	173
FUSIVEL LAMINA 15A (AZUL)	1	84	221
FUSIVEL LAMINA 20A (AMARELO)	1	19	61
GANCHO CORTINA PLS MB/SC/VOLVO	1	36	68
GANCHO CORTINA PLS VOLVO NH 2000	1	21	70
GATILHO CAPO MB1113/2013 LE ZAMAK	1	3	7
GRAMPO CHICOTE CHASSIS MEDIO GB392	1	9	16
GRAMPO DESLIZANTE MAQ. VIDRO SC124	1	1	4
GUARDA PO CAMBIO MB1114 RED.	1	2	6
GUARNICAO BOMBINHA BICO FINO	1	3	4
GUIA VIDRO PORTA VW CAM Q30479	1	2	6
HASTE CHAVE AR PAINEL RODOAR 3 EST.	1	2	9
HORIMETRO UNIVERSAL 331.010.002R	3	1	2
INT BOTAO REDUZIDA F.CARGO/VW	3	3	3
INT FAROL MB HPN 12V PRETO K39310.20	2	2	2
INT FAROL TIC TAC ECH7207	2	6	8
INT FREIO MB ANTIGO D15378	1	2	2
INT PRESSAO MB D18049	1	1	2
INT RE F.CARGO/F4000/VW CAM RHO4469	2	2	3
INT VIDRO MB HPN 24V PRETO K30405.05	2	2	3
KIT LACRE REPARO TCO1318	1	5	9



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
LACRE AZUL 507180010F	1	29	27
LAMPADA 67 12V 5W PH12821	2	35	19
LAMPADA 67 12V LED AP324	1	3	5
LAMPADA 67 24V 5W PH13821	3	112	74
LAMPADA 67 24V LED AP330	1	4	6
LAMPADA 69 12V 4W PH12929	1	15	15
LAMPADA 69 12V LED AP361	1	4	7
LAMPADA 69 24V 4W PH13929	1	17	17
LAMPADA 69 24V LED AP367	1	3	4
LAMPADA 74 12V 1,2W C/SOQ PH12598	1	4	6
LAMPADA 74 24V 1,2W C/SOQ PH13598	2	12	12
LAMPADA 74 24V 1,2W S/SOQ OS2741	1	5	11
LAMPADA 74 24V 1,2W S/SOQ PH13516	1	8	11
LAMPADA 194 12V 3W PH12256	1	9	10
LAMPADA 194 12V LED AP828	1	3	3
LAMPADA 194 24V 3W PH13256	2	18	14
LAMPADA 194 24V LED AP834	1	8	8
LAMPADA 1034 12V 21/5W PH12499	1	18	23
LAMPADA 1034 24V 21/5W LED AP296	1	3	7
LAMPADA 1034 24V 21/5W PH13499	4	47	49
LAMPADA 1141 12V 21W AMBAR PY	1	3	5
LAMPADA 1141 12V 21W LED AP202	1	3	7
LAMPADA 1141 12V 21W PH12498	2	34	23
LAMPADA 1141 24V 21W AMBAR PY	2	3	3
LAMPADA 1141 24V 21W LED AP208	2	5	9
LAMPADA 1141 24V 21W PH13498	3	62	27
LAMPADA H1 12V 55W PH12258	2	6	5
LAMPADA H1 24V 70W PH13258	4	8	6
LAMPADA H3 12V 55W PH12336	2	5	8
LAMPADA H3 24V 70W PH13336	4	11	13
LAMPADA H4 12V 60/55W PH12342	3	9	6
LAMPADA H4 24V 75/70W PH13342	4	10	9
LAMPADA H7 12V 55W PH12972	3	7	10
LAMPADA H7 24V 70W OS64215TSP	7	16	19
LAMPADA H7 24V 70W PH13972	5	6	9
LAMPADA TORPEDO 12V 5W PH12844	1	3	4
LAMPADA TORPEDO 24V 5W PH13844	1	4	5
LANT BAU RETANGULAR PLUX418	1	4	6
LANT LAT BAU GF121	1	2	3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
LANT LAT F.CARGO/MB1618 AMARELO	1	2	3
LANT LAT F.CARGO/MB1618 CRISTAL	1	2	2
LANT LAT RANDON C/SUP SN1159	1	3	7
LANT LAT RANDON S/SUP RED. SN1145	2	8	10
LANT LAT RETANG. SOQ. INTERNO GF110	2	8	10
LANT PLACA GF212.16	1	3	4
LANT SETA LAT VW CONST. S/SOQ AM	2	2	3
LANT SETA MB1618 LE AM GF175E	1	1	2
LANT TETO MB HPN LD/LE PLUX532	1	1	5
LANT TOPO BAU ARRED. ESTREITA GF208	1	3	4
LANT TOPO BAU RET. ESTREITA GF212	1	4	9
LANT TRAS F.CARGO/VW CAM GF185	3	3	3
LANT TRAS MB 709/1618 LD IAM84004085	2	2	3
LANT TRAS MB 709/1618 LD PLUX716	2	1	3
LANT TRAS MB 709/1618 LE IAM84004093	3	3	3
LANT TRAS MB 709/1618 LE PLUX716V	2	2	3
LENTE LAT BAU AM GF043AM	1	4	7
LENTE LAT RANDON RED. AM GF057	1	7	10
LENTE REDONDA ESTRIBO/LATERAL GF007	1	4	6
LENTE RETANGULAR BAU AM. GF030AM	1	10	16
LENTE RETANGULAR BAU CR PLUX419CR	1	4	8
LENTE TOPO BAU ARRED. AM GF027AM	1	3	8
LENTE TOPO BAU RET. ESTREITA AM	1	8	21
LENTE TRAS F.CARGO/VW CAM SN041	2	6	9
LENTE TRAS MB 709/2638 IAM 94004088	2	7	8
LENTE TRAS MB 709/2638 SN040	3	8	8
LENTE TRAS SC124/VOLVO NH GU1191	2	3	3
LIMPA CONTATO ELETRICO SPRAY ORBI	1	3	6
MACANETA EXT MB 709/2635 C/CH VALEO	3	1	4
MACANETA EXT MB1114 C.PRETA C/CH	2	2	6
MACANETA EXT MB1620/2638 C/CH LE	3	1	4
MACANETA EXT VW CAM C/CH LD/LE	2	2	5
MACANETA INT F.CARGO LD/LE ORIGINAL	3	2	4
MACANETA INT MB 709/2635 HPN GU0786	1	3	11
MACANETA INT MB1620/2638 LD VALEO	1	1	6
MACANETA INT MB1620/2638 LE VALEO	2	2	5
MACANETA VIDRO MB HPN CINZA A173CZ	1	3	3
MANGUEIRA CRISTAL LAVADOR	1	4	11
MANGUEIRA SOPRAR CABINE 5 MTS	2	4	9



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
MANGUEIRA SOPRAR CABINE C/BICO	3	4	7
MAQUINA VIDRO VW CAM 2001 LD P. ALTO	3	2	6
MAQUINA VIDRO VW CAM 2001 LE P. ALTO	3	2	5
MAQUINA VIDRO VW CONST. MANUAL LE	3	1	4
MARCADOR TEMP MEC 2,50 MTS RED MB03	3	2	3
MARTELO DE MADEIRA PARA BATER PNEU	1	5	28
MINI RELE FREIO MOTOR 24V DNI0226	1	3	4
MIOLO IGNICAO MB ANTIGO C/CH IM11230	2	1	2
MIOLO RETROV 18 MM BEPO M045B	1	2	5
MOLA ZINCADA	1	23	75
MOLDURA FRONTAL MTCO 7D BOTAO	3	2	2
MOLDURA PLACA CHAPA CROMADA	1	1	4
MOTOR CLIMATIZADOR 24V BOSCH	3	1	2
MOTOR CLIMATIZADOR 24V IMOBRAS	3	2	2
OLEO DESGRIMPANTE WHITE LUB ORBI	2	6	13
PALHETA LIMP FORD CARGO DY171	3	3	4
PALHETA LIMP MB 709/1618/SC DY174	4	4	6
PALHETA LIMP MB C.ALTA/MB 608 DY097	2	3	5
PALHETA LIMP MB1620/VW CAM DY172	5	9	9
PALHETA LIMP ONIBUS MARCOPOLO/CAIO	3	2	3
PALHETA LIMP SC124 DY168	3	3	5
PALHETA LIMP VOLVO FH12/NL12 DY162	5	6	8
PALHETA LIMP VOLVO VM GR24249E	2	1	2
PALHETA LIMP VW CONSTELLATION DY324	4	2	3
PALHETA LIMP VW GOL/SAVEIRO G2 DY178	2	1	2
PARAF SEXT M 6 X 20 8.8	1	20	39
PARAF SEXT M 6 X 25 8.8	1	25	47
PARAF SEXT M 6 X 30 8.8	1	13	35
PARAF SEXT M 8 X 25 8.8	1	17	40
PARAF SEXT M 8 X 30 8.8	1	10	29
PARAF SEXT M10 X 30 8.8 R.GROSSA	1	8	27
PARALAMA CARRETA RANDON NOVA	5	4	11
PEDAL ACELERADOR MB HPN ORIGINAL	2	2	7
PONTEIRA ESTIRANTE MB HPN FABBOF	1	2	6
PORCA CROMADA DA CALOTA	1	10	34
PORCA MULTIUSO	1	24	34
PORCA SEXT M 6	1	54	64
PORCA SEXT M 8	1	32	49
PORTA FUSIVEL LAMINA FIO 1,5 MM	1	13	10



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
PRESILHA FORRO PORTA F.CARGO/VW	1	20	77
PRESILHA FORRO PORTA MB HPN (COMUM	1	30	103
PROLONGADOR CURVO S/VALVULA	1	3	14
REBITE POP 4/16	1	38	95
REFIL CLIM. MAXICLIMA SLIM FINO	2	3	8
REGULADOR VOLT 12V 55A C/ESC BOSCH	2	2	3
REGULADOR VOLT 24V 55A C/ESC BOSCH	2	1	2
REGULADOR VOLT 24V VW CONST	4	1	2
RELE AUX 4T 12V 40A D09520	1	2	3
RELE AUX 5T 12V 40A D09339	1	3	6
RELE AUX 5T 24V 10/20A MB1935 D09309	1	3	5
RELE AUX PART 4T 24V 50A D05154	2	2	3
RELE DUPLO FAROL 12V 400W IM11401	2	1	2
RELE PISCA 3T 12V DNI1103	1	1	2
RELE PISCA 4T 12V 500W DNI0412S4	1	2	3
RELE PISCA 4T 24V 500W DNI0424S4	1	2	3
REPARO M.PART DR 42MT/50MT 1.989.497	2	1	2
RESERVATORIO CLIM VERTICAL S/B	2	1	3
ROLAM ALT 62201 DDU NSK	1	1	2
ROLAM ALT BOSCH DR 19.025.387	2	1	3
SEXTAVADO RODOAR 20 MM CURTO	1	2	10
SEXTAVADO RODOAR 30 MM MEDIO	1	2	10
SILICONE INCOLOR ORBI QUIMICA 50G	1	2	4
SIRENE DE RE 12/24V BLINDADA DNI4029	6	13	10
SOLUCAO PARA BATERIA	1	3	8
SOQUETE C/HASTE 1P (LAMP 67) ETE7207	1	3	5
SOQUETE FAROL H1 MB/VW CAM DP3032	2	6	6
SOQUETE LANT BR 1P SN027	1	2	4
SOQUETE LANT BR 2P SN028	2	6	8
SOQUETE PAINEL (LAMP 69) DP3008	1	5	6
SOQUETE SETA LAT VW CONST.	1	2	3
SOQUETE VIGIA MB/VW CAM DP3097	1	5	5
SUPORTE CALOTA RODOAR F20	1	1	7
TAMPA CX BAT MB 709/1618 PLS	1	1	3
TAMPA DISCO MTCO1390 7D 13903310301F	3	4	5
TAMPA TANQUE MB ANTIGA TC1004	1	1	3
TAMPA TANQUE MB/F.CARGO/SC/VW	2	2	2
TAMPA TANQUE ROSCA EXT. NO TANQUE	2	1	2
TAMPA TANQUE ROSCA INT C/RESP M195I	3	5	5



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Colegiado do Curso de Engenharia de Produção
Campus João Monlevade



Universidade Federal
de Ouro Preto

PRODUTOS	PEDIDOS POR ANO	DEMANDA MÉDIA	ESTOQUE SEGURANÇA
TERMINAL BATERIA PONTEIRA 70 MM	1	5	12
TERMINAL BATERIA SAPAO C/PARAF 70MM	2	22	22
TERMINAL LATAO 1/4" T14 REFORÇADO	1	12	18
TERMINAL LATAO 3/16 T13 REFORÇADO	1	23	37
TERMINAL LATAO 3/8" T16 REFORÇADO	1	6	11
TERMINAL LATAO 8 MM T15 MEGA REF.	1	4	7
TERMINAL LATAO FEMEA REFORÇADO	2	118	91
TOMADA CARRETA 7P COMP. RED PLS	4	4	4
TOMADA CARRETA 7P FEMEA RED FIXA	2	2	3
TOMADA CARRETA 7P MACHO RED. PLS	2	3	4
TOMADA PARA CELULAR DNI0578	1	1	2
TOMADA SENSOR HALL COMP. RETA	2	2	4
TRIANGULO SEGURANÇA PLUX539	1	1	2
TRILHO DA CARCACA MTCO1390	3	2	2
TRINCO Q.VENTO MB 709/2638 HPN	2	2	5
TUBO CORRUGADO 07,5 MM GRUD975	1	11	14
TUBO CORRUGADO 13 MM GRUD912	1	4	7
TUBO CORRUGADO 19 MM GRUD934	1	4	6
VALVULA PARABRISA MB HPN	1	1	4
VALVULA RODOAR RETA CURTA	2	15	36
VALVULA SOLENOIDE BUZINA AR 24V F507	2	1	6
VARAO PARALAMA CARRETA FACCHINI	3	3	10
VARAO PARALAMA CARRETA GUERRA	3	2	7
VIDRO ESPELHO MB1114 METAGAL 20124	1	3	6



ANEXO III – PLANO DE COMPRAS POR FORNECEDOR

COMERCIAL												
Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	R\$ 1.096,92	R\$ 1.096,92		R\$ 1.096,92	R\$ 1.096,92		R\$ 1.096,92	R\$ 1.096,92		R\$ 1.096,92	R\$ 1.096,92	
5	R\$ 750,00		R\$ 750,00			R\$ 750,00		R\$ 750,00			R\$ 750,00	
TOTAL	R\$ 1.846,92	R\$ 1.096,92	R\$ 750,00	R\$ 1.096,92	R\$ 1.096,92	R\$ 750,00	R\$ 1.096,92	R\$ 1.846,92	R\$ 0,00	R\$ 1.096,92	R\$ 1.846,92	R\$ 0,00

FABBOF												
Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	R\$ 180,96						R\$ 180,96					
1	R\$ 275,04											
TOTAL	R\$ 456,00	R\$ 0,00	R\$ 180,96	R\$ 0,00								

F. CONFUORTO												
Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	R\$ 689,10		R\$ 689,10			R\$ 689,10		R\$ 689,10			R\$ 689,10	
4	R\$ 1.388,51			R\$ 1.388,51							R\$ 1.388,51	
3	R\$ 3.587,88				R\$ 3.587,88						R\$ 3.587,88	
2	R\$ 5.617,10						R\$ 5.617,10					
1	R\$ 5.277,96											
TOTAL	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00

FURAÇÃO												
Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80	R\$ 898,80		R\$ 898,80		
3	R\$ 679,12				R\$ 679,12				R\$ 679,12			
2	R\$ 2.804,82						R\$ 2.804,82					
1	R\$ 699,36											
TOTAL	R\$ 5.082,10	R\$ 898,80	R\$ 0,00	R\$ 898,80	R\$ 1.577,92	R\$ 0,00	R\$ 3.703,62	R\$ 898,80	R\$ 679,12	R\$ 898,80	R\$ 0,00	R\$ 0,00

INDÚSTRIA												
Pedidos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	R\$ 517,32		R\$ 517,32			R\$ 517,32		R\$ 517,32			R\$ 517,32	
3	R\$ 1.031,04				R\$ 1.031,04				R\$ 1.031,04			
2	R\$ 482,94						R\$ 482,94					
1	R\$ 1.832,00											
TOTAL	R\$ 3.863,30	R\$ 0,00	R\$ 517,32	R\$ 0,00	R\$ 1.031,04	R\$ 517,32	R\$ 482,94	R\$ 517,32	R\$ 1.031,04	R\$ 0,00	R\$ 517,32	R\$ 0,00