

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

RAFAELA MARIA BIGLIA DE ASSIS

**SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS PARA ESCOLHA DE UMA POLÍTICA DE
ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA
DE EQUIPAMENTOS PARA AGRIMENSURA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2018

RAFAELA MARIA BIGLIA DE ASSIS

**SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS PARA ESCOLHA DE UMA POLÍTICA DE
ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA
DE EQUIPAMENTOS PARA AGRIMENSURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dra. Yslene Rocha Kachba

PONTA GROSSA

2018

	<p>Ministério da Educação UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PONTA GROSSA Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <small>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</small>
---	--	--

TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS PARA ESCOLHA DE UMA POLÍTICA DE ESTOQUE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA VAREJISTA DE EQUIPAMENTOS PARA AGRIMENSURA

por

RAFAELA MARIA BIGLIA DE ASSIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Yslene Rocha Kachba
Prof. Orientador

Prof. Dr. Antônio Carlos de Francisco
Membro titular

Prof. Dra. Daiane Maria de Genaro Chiroli
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Manifesto aqui minha gratidão por todos aqueles que contribuíram, direta ou indireta para esta fase da minha vida.

Agradeço a Deus por sempre ter me dado forças e aos meus pais, pela realização deste sonho.

Cito a minha orientadora a Professora Dra. Yslene Rocha Kachba, por toda paciência e dedicação ao meu trabalho. Também a vários outros mestres, por todo o conhecimento transmitido.

Gostaria de agradecer também a colaboração de pessoas que no decorrer desta caminhada participaram desta minha conquista, amigos e familiares.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná fica o meu carinho e o meu agradecimento por tantas oportunidades, desafios e recordações.

“Seja forte e corajoso”
(Josué 1,9)

RESUMO

ASSIS, R. M. B. **Simulação de cenários para escolha de uma política de estoque:** um estudo de caso em uma empresa varejista de equipamentos para agrimensura. 2018. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

O gerenciamento de estoques em empresas garante a eficiência de seus processos ao mesmo tempo que as tornam competitivas no mercado. Neste contexto, o presente estudo observou o setor de revenda de uma empresa de agrimensura e verificou que seu problema com estoques estava concentrado na política de reposição. Deste modo, com o objetivo de propor uma política alternativa para reduzir os custos gerados com estoques no setor, aplicou-se uma metodologia de simulação de cenários, onde cada cenário foi construído para um mesmo horizonte de tempo, porém variando para cada modelo sua natureza e forma de pedido de lote. O resultado obtido foi o cenário que apresentou uma redução de 87% no custo total que, por fim, os valores de suas variáveis foram aplicados na elaboração da proposta de política de estoque para a empresa estudada.

Palavras-chave: Gerenciamento de Estoques. Política de Estoque. Minimização de Custos. Simulação de Cenários.

ABSTRACT

ASSIS, R. M. B. **Simulation of scenarios to choose an inventory policy:** a case study at a surveying equipment retailer. 2018. 95 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Production Engineering) – Federal Technology University Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Enterprise inventory management ensures the efficiencies of processes while making them competitive in the marketplace. In this context, the present study observed the resale sector of a surveying company and found that its inventory problem was focused on the replacement policy. Thus, with the objective of proposing an alternative policy to reduce the costs generated by inventories in the sector, a scenario simulation methodology was applied, where each scenario was constructed for the same time horizon, but for each model and lot order form, their nature was varied. The result obtained was a scenario that presented a 87% reduction in total cost, which, finally, the values of its variables were applied in the elaboration of the proposal of stock policy for the company studied.

Keywords: Inventory Management. Stock Policy. Minimization of Costs. Simulation of Scenarios.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Analogia dos estoques	19
Figura 2 – Relação de estocagem.....	23
Figura 3 – Curva ABC	25
Figura 4 – Modelo não-linear de um neurônio.....	27
Figura 5 – Quantidade do lote econômico de compra.....	30
Figura 6 – Elementos para construção de cenários	42
Figura 7 – Etapas da metodologia.....	47
Figura 8 – Caracterização dos cenários.....	59
Figura 9 – Interface do NeuralTools	60
Figura 10 – Relatório do produto ABN	65
Figura 11 – Tabela de preços.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Curva ABC.....	56
Gráfico 2 – Lote econômico de compra.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo do conjunto de dados.....	61
Quadro 2 – Modelo de previsão do produto ABN.....	62
Quadro 3 – Quantidade mensal vendida de produtos.....	64
Quadro 4 – Custo unitário dos produtos da amostra.....	69
Quadro 5 – Custo do transporte.....	70
Quadro 6 – Comparação dos cenários.....	83
Quadro 7 – Carteira de pedidos.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Movimentação de produtos	52
Tabela 2 – Classificação da curva ABC	54
Tabela 3 – Demanda semestral dos produtos da amostra	66
Tabela 4 – Sinal de rastreamento do produto ABN	67
Tabela 5 – Sinal de rastreamento (TS)	67
Tabela 6 – Simulação do cenário base	73
Tabela 7 – Simulação do cenário 1	76
Tabela 8 – Simulação do cenário 2	78
Tabela 9 – Simulação do cenário 3	82

LISTA DE SIGLAS

ABN	Adaptador de Base Nivelante Fixo
BN	Base Nivelante com Prumo Ótico
B2,6	Bastão 2/2,60 m
B2M	Bastão Fibra de Carbono 2 m
B3,6	Bastão 3/3,60 m
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CC	Custo de Aquisição
CF	Custo da Falta
CM	Custo de Manutenção
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CP	Custo do Pedido
EC	Estoque Cíclico
ET	Estação Total TS06 Plus Leica
FP	Frequência do Pedido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LEC	Lote Econômico de Compra
PRI	Prisma com Suporte Bolsa p/ Transporte
RJT	Receptor GNSS L1L2 RTK Javad Triumph
RMT	Receptor GPS Javad Mod Triumph1
RT1J	Receptor GNSS L1L2 RTK Triumph1 Java
SC	Suporte Coletora de Dados PDA1
TARI	Tripé p/ Bastão com Capa Arise GM-3
TFM	Tempo de Fluxo Médio
TMIN	Tripé alumínio p/ Estação Total MIN-QR/QR2
TS	Sinal de Rastreamento
VCR	Journal Citation Reports

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	15
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ESTOQUE	18
2.1.1 Custos de Estoque	19
2.1.2 Política de Estoque	22
2.1.3 Curva ABC	23
2.2 PREVISÃO DE DEMANDA	25
2.2.1 Redes Neurais	27
2.2.2 Sinal de Rastreamento	28
2.3 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA	29
2.3.1 Produtos Pedidos Individualmente	31
2.3.2 Produtos Pedidos em Conjunto	34
2.3.3 Subconjunto Selecionado de Produtos	36
2.4 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS	41
3 METODOLOGIA	44
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	44
3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	45
3.3 PROCEDIMENTOS ADOTADOS	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.1 COLETA DE DADOS E DEFINIÇÃO DA AMOSTRA	52
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS	57
4.3 CÁLCULO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES	59
4.3.1 Demanda	60
4.3.1.1 Sinal de rastreamento	66
4.3.2 Custo Unitário	68
4.3.3 Custo Fixo do Pedido	69
4.3.4 Custo Fixo de Manutenção	71
4.4 SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS	71
4.4.1 Cenário Base	71
4.4.2 Cenário 1	73
4.4.3 Cenário 2	76
4.4.4 Cenário 3	79

4.5 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE POLÍTICA ALTERNATIVA	82
5 CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	86
APÊNDICE A - Relatório de Treinamento, Teste e Previsão.....	93

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo de empresas e indústrias em constante transformação, com informações que se processam a todo instante junto a clientes cada vez mais exigentes, empresas são forçadas a elaborar estratégias cada vez mais efetivas para se manterem competitivas no mercado.

Uma das estratégias utilizadas no âmbito dos negócios para o alcance dos objetivos de uma organização e para sua diferenciação dos concorrentes, é a gestão de estoque (SARI et al., 2012). Na íntegra, a gestão de estoque promove a disponibilidade de materiais na fabricação e nos pontos de venda, ao mesmo tempo em que evita uma alta imobilização dos recursos financeiros.

O dimensionamento do lote de estoque está entre um dos problemas de maior relevância nas decisões do gerenciamento de produtos (BATTINI et al., 2017). Para Holmbom e Segerstedt (2014) ao longo dos anos foram elaborados diversos métodos para o cálculo das quantidades de lotes econômicos de compra, onde estes se tornaram cada vez mais avançados para a resolução das dificuldades.

O propósito dominante nas pesquisas de ajustes de lote é a minimização dos custos totais, que geralmente são alcançados equilibrando os custos associados à manutenção, aquisição e a instalação dos produtos em estoque (BATTINI et al., 2017). Para a obtenção deste propósito, são elaboradas políticas para o controle das quantidades e pontos de reposição, que servem como ferramentas auxiliadoras para o sucesso do sistema.

A política de estoque é um documento elaborado com práticas planejadas para serem executadas (JIAO; ZHANG; YAN, 2016). A busca da política ideal deve partir da observação dos produtos em estoque, do cálculo das suas necessidades e da parametrização de suas funções.

Tendo o presente trabalho observado o setor de revenda de produtos geotecnológicos em uma empresa varejista de filial paranaense, pode-se perceber alguns dos problemas enfrentados pela política de estoque do local e os custos procedidos de sua prática.

O primeiro deles consiste no emprego de um método de reposição qualitativo, que tem por base a experiência dos vendedores para o levantamento dos lotes, por este motivo, o abastecimento é feito maneira arbitrária o qual negligencia

os custos envolvidos na solicitação dos pedidos e nos valores pagos pela manutenção de cada item.

Outro problema está localizado na rotatividade do estoque e na baixa do nível de serviço. Isto acontece porque com os pedidos de reposição feitos sem uma observação prévia das necessidades, ocasiona a falta de alguns produtos e o acúmulo de outros.

Por consequência, buscou-se reunir dados e informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: “qual a melhor política para diminuir os custos com estoque no setor de revenda? ”.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é propor uma política alternativa de estoque por meio da simulação de cenários, como solução para reduzir os custos gerados com produtos no setor de revenda da empresa analisada.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados da movimentação de produtos;
- Definir a amostra pelo método de Curva ABC;
- Caracterizar o cenário atual;
- Levantar cenários alternativos;
- Calcular as variáveis independentes;
- Simular os cenários no programa Microsoft Excel;
- Descrever a proposta alternativa de política.

1.2 JUSTIFICATIVA

Dimensionamento do tamanho de lote e políticas de redução de custos são conceitos conhecidos pela indústria há mais de cem anos (HOLMBOM; SEGERSTEDT, 2014). Para Battini et al. (2017) muitos acadêmicos e profissionais tem prestado bastante atenção na determinação de ordens de compras que equilibrem os custos com estoque.

Esta preocupação surgiu à medida que consumidores passaram de uma atitude passiva de espera da empresa, para um comportamento ativo de escolha do que melhor lhe agrada (BOWERSOX et al., 2013). Desta maneira, pensar no estoque como forma de agregar valor, tornou-se uma necessidade urgente do ponto de vista financeiro e de fidelização de clientes.

Visando contribuir com o meio acadêmico, este trabalho demonstrou a simulação de cenários para o alcance de uma política adequada para a empresa analisada. Para isto, alternou suas formas de pedidos de lote, levando em consideração o lote econômico de compra e os custos envolvidos em cada modelo proposto.

Do ponto de vista para o mercado de trabalho, ao abordar uma metodologia de lote econômico de compra, aplicado em um estudo de caso, atestou como esta ferramenta pode ser empregada. Como expressa Rosa, Mayerle e Gonçalves (2010), uma estratégica de gestão de estoque gerida, acarreta na sobrevivência de uma companhia e na sua diversificação frente a concorrência.

É de importância social, em razão de atuar no controle de estoques, pois como afirma Pozo (2001) estoque é considerado um tipo de desperdício, o qual deve ser monitorado para responder aos anseios dos indivíduos e para que não se tornem sucata e agridam o meio onde estão inseridos.

1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Com o avanço da globalização o setor logístico tornou-se um grande impulsionador do desenvolvimento econômico. Para Lan, Yang e Huang (2017), a logística assegura a disponibilidade de produtos e serviços para o atendimento das demandas.

A gestão logística é definida pelo *Council of Supply Chain Management Professionals* como uma área integradora de vários departamentos da empresa que buscam garantir a eficiência do planejamento, execução e controle de toda movimentação de produtos e serviços (VITASEK, 2017). Para Lam et al. (2015) esta união de departamentos é indispensável para o aumento da responsividade, flexibilidade e eficácia operacional das organizações.

Além da união de vários setores e entidades ao longo da cadeia de abastecimento, as funções da logística são divididas também em grupos de atividades. Neste contexto Eruguz, Tan e Van Houtum (2017) asseguram que a manutenção de cada uma delas garante a confiabilidade dos bens capitais da empresa.

Ballou (2011) classifica as atividades da logística em atividades primárias (transporte, processamento de pedidos e manutenção de estoques) e secundárias (armazenagem, manuseio, embalagem, programação de produtos e manutenção da informação), onde as atividades primárias constituem-se as operações necessárias para o atendimento dos objetivos logísticos e as secundárias são as atividades de apoio às primárias.

No setor varejista, a atividade que mais agrava nos custos logísticos é o manuseio e armazenamento de produtos (VIEIRA et al., 2017). Um exemplo disto, são os problemas vivenciados por encarregados se suprir prateleiras, Metzger et al. (2013) apontam que estes funcionários enfrentam continuamente a falta de mercadorias e a conseqüente diminuição do nível de serviço.

Visto a importância da gestão dos produtos armazenados em empresas varejistas, o presente trabalho partiu para uma investigação na literatura de ferramentas capazes de minimizar os custos com estoque e, posterior, aplicou a metodologia em um estudo de caso em uma empresa do setor de agrimensura.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, sendo estes estruturados em introdução do tema, referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e conclusão.

O capítulo da introdução traz uma contextualização inicial sobre estoques, o problema de pesquisa que originou esta investigação, os objetivos, a justificativa, a delimitação do tema e a estrutura dos tópicos do trabalho.

No referencial teórico estão abordados os conceitos fundamentais de estoque, como custos, política e método de curva ABC. Também, este expõe conceitos sobre previsão de demanda, lote econômico de compra e simulação de cenários.

O terceiro capítulo trata-se da metodologia, o qual classifica a pesquisa segundo sua natureza, objetivos, procedimentos técnicos adotados e abordagem do problema. Em seguida, descreve as características do objeto de estudo e termina com uma explicação dos passos de aplicação do método.

O quarto capítulo, análise dos resultados, contempla toda a parte prática realizada pelo estudo. Abrangidos pela coleta de dados e definição da amostra, caracterização dos cenários, cálculo das variáveis, simulação dos cenários e a descrição da política de estoque alternativa.

O último capítulo, conclusão, exhibe as considerações finais e propõe sugestões para trabalhos futuros.

Além dos capítulos descritos, a monografia é encerrada pela apresentação das referências utilizadas no estudo em ordem alfabética e por um apêndice construído com dados de previsão de demanda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ESTOQUE

Estoques são itens guardados que servem para satisfazer a demanda no período produzido e para garantir o abastecimento de períodos seguintes (ÖNAL et al., 2015). A respeito de Fernandes e Godinho (2010), sua função peculiar é ser um pulmão entre a entrega e a venda dos produtos. Logo, o encargo de um estoque é a garantia da provisão nos tempos de falta.

O estudo do estoque sempre foi alvo de atenção dos gerentes, nas empresas seu papel é tão remoto quanto as teorias da administração (MARTINS; ALT, 2001). Hamad e Gualda (2014) datam que a preocupação com o controle de estoques teve grande avanço na Revolução Industrial e se intensificou a partir da Segunda Guerra Mundial, quando o Japão teve que adotar novas práticas para se reerguer no mercado.

Muitas técnicas e filosofias surgiram neste período pós-guerra. Todavia, apesar de muitos procedimentos terem sido criados para aquele momento, ainda vários deles são replicados por empresas hoje em dia e que a preocupação com o gerenciamento de estoque ainda continua sendo uma prática atual (ROSA et al., 2010)

Gerenciar estoques é assegurar o equilíbrio entre os custos no fornecimento de um lado e a disponibilidade de produtos do outro (BALLOU, 2006). Assim, para Bowersox et al. (2013) empresas devem sustentar uma estratégia de estoque suntuosa, para diminuir os riscos acarretados de seus custos e estabilizar seus recursos.

Uma boa analogia para a compreensão do valor atribuído ao estoque, é o que acontece nas residências no condicionamento de água em suportes de caixas-d'água. Sabe-se que velocidade de abastecimento de água em um local nem sempre equivale com sua velocidade de consumo e, por meio deste desequilíbrio, o estoque é essencial para viabilizar o fornecimento em tempos de falta (MARTINS; ALT, 2001). Este fato pode ser observado na figura 1.

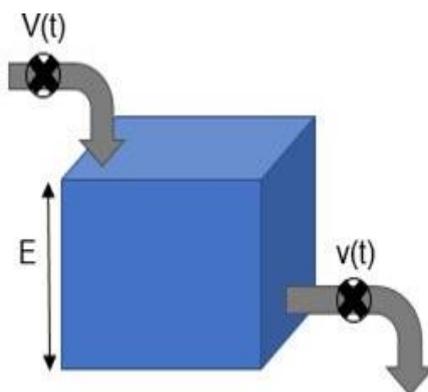


Figura 1 – Analogia dos estoques
Fonte: Adaptado de Martins e Alt (2001).

Considera-se na figura 1 que $V(t)$ é a velocidade de entrada de água e que $v(t)$ é a velocidade de saída. Desta forma, asseguram Martins e Alt (2001) que o nível ideal de estoque de água seria o ponto de equilíbrio entre a quantidade recebida e a despachada ao longo do tempo, ou seja, quando o fluxo de entrada for igual ao de saída.

Para Ballou (2001), o problema chave que remete uma boa administração do estoque está em dispor produtos sem acumulá-los. Em consequente, Egri et al. (2013) apontam outro problema que o planejamento de estoque enfrenta, que são as diferentes finalidades que cada item apresenta ao longo da cadeia de suprimento. Em vista de tais problemas, Salcedo et al. (2012) afirmam que tais empecilhos podem ser amenizados por meio de melhorias na política de estoque.

2.1.1 Custos de Estoque

No cotidiano empresarial a afirmativa de que estoque custa dinheiro e que a necessidade de o manter acarreta uma série de despesas é usualmente empregado no meio empresarial (MARTINS; ALT, 2001). Para Erjavec, Gradisar e Trkman (2012) o tamanho do estoque é ótimo quando a soma do custo total esperado entre o pedido, a falta e a manutenção são minimizados.

Como qualquer item produzido ou comercializado gera um custo para a empresa, então é dever do gestor o conhecimento destes custos para encontrar o plano mais vantajoso (ÖNAL et al., 2015). Porém, existe certa dificuldade nesta mensuração, porque muitas vezes seus valores são subjetivos e influenciados por agentes externos e internos.

Um exemplo de agente externo no aumento do custo dos produtos estocados é o chamado “Custo Brasil”. Este fator incentiva indústrias nacionais a produzirem produtos de alto valor agregado fora do país ou a comercializarem produtos estrangeiros e, isto ocorre, principalmente pela elevada taxa de impostos brasileira ou pela intrincada legislação do Imposto Circulante de Mercadorias (ICMS) que se diferencia de um estado para o outro (HAMAD; GUALDA, 2014).

Já internamente, o custo do estoque pode ser elevado se este permanecer por muito tempo parado no armazém. Carvalho (2015) explica que quando o giro de estoque de uma empresa é baixo, a lenta rotatividade agrava diretamente no ativo circulante, no capital e na mão de obra investida pela empresa.

Fernandes e Godinho (2010) apresentam uma forma de estimar o custo total de estoque através da somatória do seu custo de aquisição, custo do pedido, custo da falta e do custo de manutenção. Esta relação pode ser verificada na equação 1.

$$\text{Custo Total} = CC + CP + CF + CM \quad (1)$$

Onde:

CC = Custo unitário/aquisição;

CP = Custo do pedido;

CF = Custo da falta;

CM = Custo de manutenção.

O custo de aquisição é o mais simples e fácil de contabilizar, uma vez que este é o valor unitário pago na compra de um item. Em muitos casos há negociação no custo do produto, isto pode acontecer pela solicitação de descontos por lotes maiores ou pela racionalização da carga frente à acordos de fretes (MARTINS; ALT, 2001).

O custo do pedido está associado com os gastos dispendidos pela preparação e monitoramento de cada solicitação. Para Chopra e Meindl (2011) os custos incumbidos no pedido são o tempo do comprador, o custo do transporte, o custo de recebimento e o custo com materiais de escritório.

Já quando se pretende encontrar o custo da falta, deve-se primeiro analisar o tipo da perda antes de incrementá-lo na somatória dos custos. No que diz Arozo (2002) custos associados à falta de estoque são diretamente ligados ao nível de serviço e a quantificação financeira, porém, mesmo com tamanha relevância, raramente este custo é incorporado ao custo total.

Por fim, o custo de manutenção envolve o custo do capital, espaço físico e o custo da manutenção particular de cada item. Porém, para Fernandes e Godinho (2010) o maior percentual do seu dispêndio está no custo de capital o qual atinge cerca de 25% ao ano, enquanto os outros estão em torno de 10%.

Assumindo então que o valor da manutenção é de 35% ($i' = 25\% + 10\% = 35\%$), pode-se encontrar o custo de manter cada item pela seguinte relação (FERNANDES; GODINHO, 2010):

$$m = i' * C \quad (2)$$

Sendo:

m = Custo de manter uma unidade em estoque durante o ano;

i' = Custo anual de manter estoque;

C = Custo de uma unidade do item.

Outra variável que deve ser observada no incremento dos custos é o nível de serviço, Fernandes e Godinho (2010, p. 168) o define “como a probabilidade de ter um item quando o cliente solicitar”. Tendo a dificuldade na mensuração do custo da falta, Ballou (2011) prescreve que ao fixar um nível de serviço pretendido (por exemplo: 95%), os custos da falta serão considerados indiretamente e podem ser descartados da somatória do custo total.

O primeiro passo para analisar se o estoque está sendo vantajoso para a companhia é pela delimitação de seus custos. No que conclui Ballou (2006), o custo total irá assegurar qual é o retorno da política aplicada ou determinará o impacto das políticas ótimas.

2.1.2 Política de Estoque

A política de estoque consiste em um conjunto de normas elaboradas que facilitam o fluxo e controle dos itens armazenados. Em sua definição constam informações sobre o que produzir, o que comprar, quando pedir e em quais quantidades, além também do detalhamento dos locais de posicionamento do estoque e de sua movimentação (BOWERSOX; CLOSS, 2010).

A questão mais difícil do gerenciamento de estoque é justamente a definição da sua política. Segundo Wanke (2003) o obstáculo reside na elaboração das regras que melhor se aproximem do ótimo e também na sua atualização em relação as incertezas, como a variabilidade da demanda e o tempo de respostas das operações.

Para Kuhn e Liske (2014) um planejamento só é efetivo quando suas normas são implementadas de forma integrada com o setor de compras, de manutenção, com os encarregados pela movimentação e em harmonia com a satisfação da demanda. Quanto aos objetivos do planejamento, Pozo (2001) expõe que estes devem:

- Assegurar o suprimento de matéria-prima;
- Manter o estoque baixo e compatível com às necessidades;
- Prevenir contra perdas, extravios e danos;
- Manter os custos em níveis mais baixos possíveis; e
- Fornecer bases concretas para elaboração dos dados.

Para Zahran e Jaber (2017) uma alternativa capaz de encontrar uma política ideal é através da análise comparativa de vários cenários. Bowersox e Closs (2010) complementam que o cenário ideal seria o que melhor se aproximasse de um gráfico com comportamento semelhante a um dente de serra.

O gráfico de Dente de Serra relaciona o ponto de ressuprimento que é o momento de pedido de novo lote, a demanda que é a previsão de vendas futuras e a quantidade que deve conter em cada lote. Esta associação pode ser entendida na figura 2.

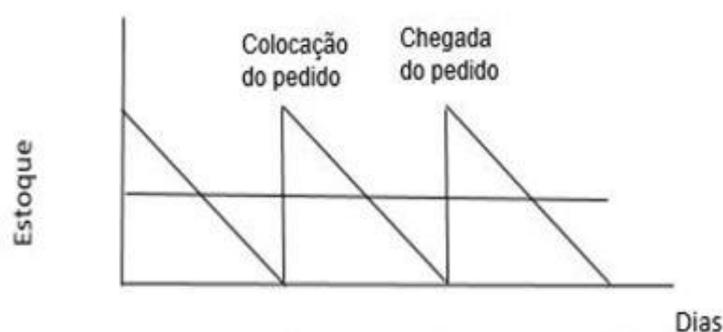


Figura 2 – Relação de estocagem
Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2010).

A hipótese apresentada na figura 2 assume que o ponto de ressuprimento, a demanda média e a quantidade pedida são constantes ao longo do tempo, assim no consumo do último pedido chega-se um novo lote repositor. O gráfico mostra o princípio básico ideal, mas reduz o realismo vivenciado por muitas empresas (BALLOU, 2011), portanto, seu comportamento deve servir como meta na construção de novas políticas.

Estipular e implementar novas políticas de estoques requer primeiramente um planejamento e desenvolvimento de uma estratégia gerencial (DEV et al., 2016). A esta afirmativa, Teunter et al. (2016) em seu trabalho aplicado demonstraram que um planejamento de estoque claro e bem alinhado estrategicamente, melhora cerca de 27% dos custos de uma organização.

O primeiro passo na construção de uma estratégia é a classificação dos produtos quanto suas similaridades e retorno oferecido (BOWERSOX; CLOSS, 2010). Para Fernandes e Godinho (2010) uma boa alternativa para ordenar os produtos quanto seu grau de importância é por meio da análise da Curva ABC, pois tal prática auxilia e disciplina os esforços gerenciais.

2.1.3 Curva ABC

A curva ABC é uma das técnicas mais abordadas no gerenciamento de estoques para classificar os itens em categorias predefinidas e ordenadas. O propósito da análise da curva ABC é estratificar todos os itens compostos no estoque, em uma ordenação decrescente, com base em seu desempenho expresso por uma pontuação ponderada global (DOUISSA; JABEUR, 2016).

Antes de estabelecer uma política de estoque, os itens devem ser classificados de acordo com seus requisitos (BALLOU, 2011). Segundo Gusmão (2004) a curva ABC é resultado da análise de Pareto, constituída pela ideia que 20% das causas são responsáveis por 80% dos eventos.

Os critérios utilizados para analisar o desempenho do objeto de estudo podem ser diferentes. Fernandes e Godinho (2010) apresentam algumas destas medidas como sendo:

- Faturamento por período;
- Lucro retornado por período;
- Volume de vendas; e
- Influência no mercado em que disputa.

Fazer a análise ABC consiste em separar os itens em ordem decrescente de prioridade. São denominados itens “classe A” os mais importantes, “classe B” os intermediários e “classe C” os menos importantes, onde os pertencentes a classe A movimentam o estoque de 35 a 70%, os de classe B de 10 a 45% e os classe C apoderam-se do restante (MARTINS; ALT, 2001).

Após escolhido o critério de desempenho, para Martins e Alt (2001) o próximo passo para a construção da curva ABC acontece por três etapas consecutivas. A primeira delas é a criação de uma tabela para o tratamento dos dados, nela deve-se ordenar os produtos conforme sua grandeza, fazer a grandeza acumulada e, por fim, fazer a percentagem acumulada de cada item.

O segundo passo é análise das percentagens apresentadas, nela atribuem-se as classes de cada produto. A terceira e última etapa, é plotar um gráfico com a curva ABC para demonstrar os resultados visualmente, o qual auxiliará na escolha dos produtos (FERNANDES; GODINHO, 2010). O gráfico da curva ABC está ilustrado na figura 3, a seguir.

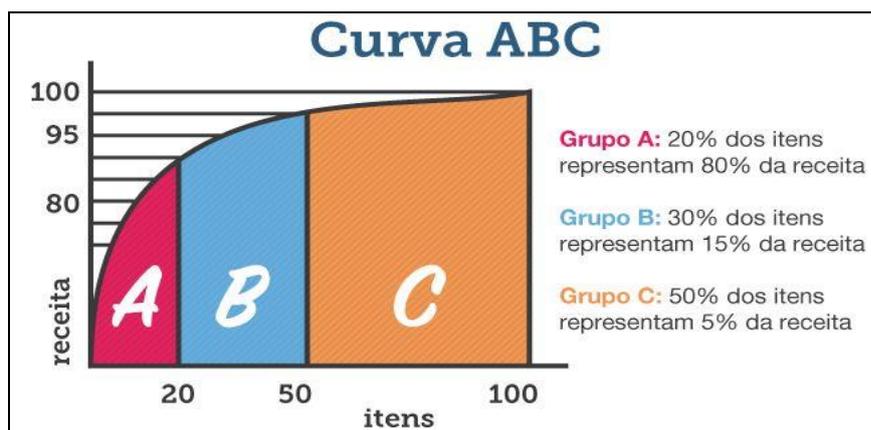


Figura 3 – Curva ABC
Fonte: Castanho (2018)

Como mostra a figura 3, a análise da curva ABC oferece a informação que o estoque classe A deve ser medido e observado com alta precisão, os de classe B com média precisão e os de classe C com pouca precisão, mas sem serem ignorados. Portanto, os investimentos em estoque podem ser diminuídos, se assumido o princípio que nem todos os itens armazenados merecem a mesma atenção (BALLOU, 2011).

2.2 PREVISÃO DE DEMANDA

O objetivo central em gerenciar estoques é garantir que produtos e serviços sejam entregues ao cliente no momento exato em que o mesmo solicitar (BALLOU, 2006). Desta forma, Martins e Laugeni (2005) asseguram que prever a demanda é garantir que um sistema industrial ou comercial opere na sua melhor forma, sem atrasos e com eficiência.

Previsão de demanda é um processo metodológico que visa determinar valores futuros por meio de observações passadas, estes podem ser por meio subjetivo, matemático ou econométrico (MARTINS; LAUGENI, 2005). Já a amostra de dados utilizada em cada um destes modelos, afirmam Fernandes e Godinho (2010), podem ser determinísticos, a qual a demanda é conhecida com certeza (casos raros) ou estocásticos, cujo padrão assumido é aleatório.

Quanto ao agrupamento das técnicas de previsão, por vários autores estes são classificados em qualitativos e quantitativos. Remetendo a isto, Rosienkiewicz et al. (2017) descrevem os modelos qualitativos como os construídos com base em

opiniões e de fácil uso e, os quantitativos, como sendo os que envolvem dados históricos (séries temporais) para prever valores futuros, onde na sua maioria são mais confiáveis e precisos.

Um exemplo de procedimentos qualitativos frequentemente utilizados na prática são a Estimativa da Equipe de Vendas, Método Delphi e Pesquisa de Mercado (BALLOU, 2006). Já os quantitativos, Rosienkiewicz et al. (2017) abordam que os métodos com maior aplicabilidade são os de Média Móvel, Média Móvel Ponderada, Suavização Exponencial e Box-Jenkins.

Antes da escolha do método é importante entender algumas questões chaves. A primeira delas é quanto à natureza da demanda: quando a venda se dá diretamente com a escolha de clientes, trata-se de demanda “independente” e, por outro lado, quando a venda de um produto tem por base a saída de um outro, para este caso a demanda é definida como “dependente” (BALLOU, 2006).

A segunda questão é quanto ao comportamento dos dados coletados. Martins e Laugeni (2005) caracterizam os padrões que a demanda pode demonstrar ao longo do tempo, como sendo:

- Média: os valores oscilam em torno de um número constante;
- Tendencial: os números crescem ou decrescem ao longo do tempo;
- Sazonal: os números crescem e decrescem em períodos regulares.

He et al. (2017) apresentaram uma maneira de prever a demanda através da construção de cenários. Estes empregaram a combinação de algoritmos, otimização de parâmetros e a triagem de fatores, para descrever o novo comportamento da demanda por energia elétrica das cidades chinesas no atual contexto econômico do país.

Um pré-requisito para o gerenciamento de estoque é a utilização de uma boa base de previsão (LOLLI et al., 2016). Desta maneira, esta pesquisa optou por trabalhar com Redes Neurais, pois como comprovado por Mason et al. (2018), estes mecanismos se mostram bastante eficientes ao trabalhar com problemas desafiadores de previsão. Além do mais, RNAs utilizam fatores externos ao modelo, o que por sua vez garantem maior confiabilidade comparado aos demais modelos existentes na literatura.

2.2.1 Redes Neurais

Nos últimos anos foi crescente a busca por algoritmos capazes de fazer a previsão com o uso de Redes Neurais (MASON et al., 2018). Lolli et al. (2016) explicam que tal busca se dá devido a capacidade de aprendizado que estes sistemas dispõem sem precisarem de quaisquer pressupostos de distribuição.

Redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos computacionais inspirados no sistema nervoso dos seres vivos. Possuem a capacidade de aquisição e manutenção do conhecimento (baseado em informações) e podem ser definidas como um conjunto de unidades de processamento, caracterizadas por neurônios artificiais, que são interligados por um grande número de interconexões (sinapses artificiais). (SILVA et al., 2010, p. 24)

O neurônio artificial é a base para a construção de arquiteturas de redes neurais. Sendo este a unidade de processamento fundamental da informação (HAYKIN, 2007), sua estrutura está apresentada a figura 4.

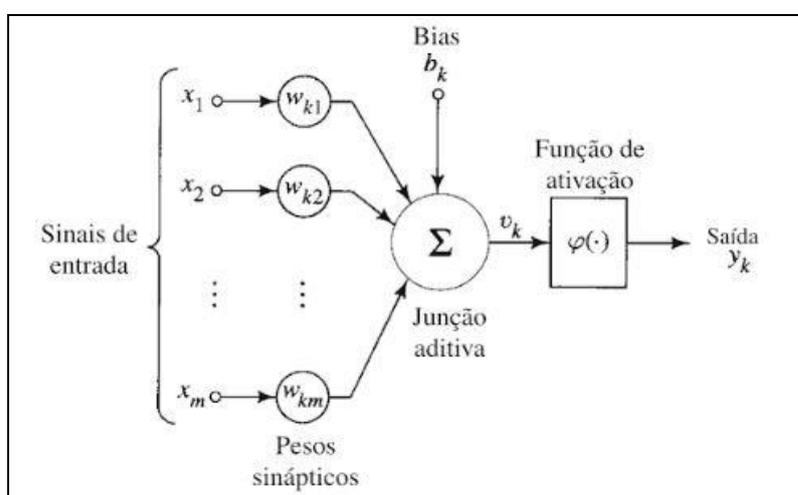


Figura 4 – Modelo não-linear de um neurônio
Fonte: Haykin (2007)

Como exposto na figura 4 os Sinais de Entrada $\{x\}$ são sinais advindos do meio externo, os Pesos Sinápticos são os valores que servem para medir os sinais de entrada, a Junção Aditiva faz a somatória dos sinais ponderados, a Função de Ativação tem por objetivo limitar a saída dentro de um intervalo de valores assumidos que, por fim, saíra como valor final $\{y\}$ produzido pelo neurônio (SILVA et al., 2010).

Um conjunto de neurônios são interligados entre si por sinapses, as quais servem como ponte para transmissão do conhecimento. Para Braga et al. (2007) a característica de maior valor ao trabalhar com RNAs é a sua capacidade de aprendizado mediante a repetição de exemplos.

Este aprendizado só é possível por meio de um treinamento da rede, o qual consegue extrair o relacionamento dos dados existentes para uma posterior aplicação (SILVA et al., 2010). Analogamente, Mason et al. (2018) afirmam que uma RNA treinada realiza uma boa performance competitiva e consegue valores formidáveis em comparação com outros métodos de previsão.

Para Ballou (2006) e Silva et al. (2010) os modelos de previsão de demanda que se espelham na construção de uma rede neural, se caracterizam pela habilidade de observar medidas prévias que chegam em seu domínio à medida que novos dados são processados no sistema. E o grau de exatidão destes modelos é considerado ótimo para o horizonte de tempo de curto e médio prazo.

Mesmo afirmando vários autores que modelos de RNA são bastante eficazes para trabalhar com previsão de demanda, é indispensável a utilização de um corretor de erro da técnica manuseada. Pois, como afirma Kourentzes (2013), erros de previsão de demanda podem sair caros ao tornar a oferta reprimida ou o estoque obsoleto.

2.2.2 Sinal de Rastreamento

Se a incerteza de previsão for alta a ponto de levar o modelo a resultados insatisfatórios, ocorre a necessidade de escolha de outro modelo (BALLOU, 2006). Em outras palavras, Frías-paredes et al. (2018) garantem que analisar erros de previsão é uma tarefa que permite encontrar o método mais adequado ao conjunto de dados estudado.

Para Ballou (2006) o erro de previsão refere-se a quão perto a previsão está do valor real demandado. Assim, há a necessidade de instrumentos que meçam a qualidade da técnica escolhida e informe se ela ainda representa corretamente o fenômeno (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Desta forma, um procedimento bastante eficaz para a monitoração do erro é chamado Sinal de Rastreamento (TS), onde o mesmo compara o quociente entre o

erro de previsão presente com uma média dos erros passados (BALLOU, 2006). Matematicamente, o TS é calculado como (MARTINS; LAUGENI, 2005):

$$TS = \frac{DA \text{ (desvio acumulado)}}{DAAM \text{ (desvio absoluto acumulado médio)}} \quad (3)$$

Sendo:

DA = Valor real – valor previsto;

DAAM = Erro de previsão em valor absoluto.

Para Martins e Laugeni (2005) o TS aceita que o modelo continue válido sempre que seu valor estiver entre -3 e +3 ($-3 < TS < +3$), ou seja, se o valor calculado estiver no padrão permitido a ferramenta de previsão escolhida está fornecendo valores precisos de demanda.

2.3 LOTE ECONÔMICO DE COMPRA

O dimensionamento de lote está entre os problemas de decisão mais importantes da cadeia de suprimento. Seu objetivo dominante está na minimização dos custos totais, os quais são estabelecidos pelo equilíbrio entre o custo da solicitação e da manutenção dos estoques (BATTINI et al., 2017).

O tamanho do lote influencia na quantidade de itens que devem ser pedidos, transportados e armazenados (BATTINI et al., 2017). Para Bowersox e Closs (2010) a determinação do lote econômico de compra se dá pelo encontro das retas do custo da manutenção e do pedido, como mostra a figura 5.

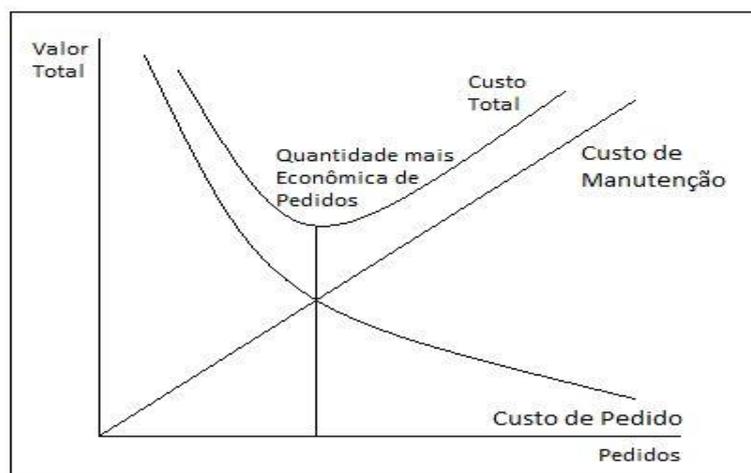


Figura 5 – Quantidade do lote econômico de compra
Fonte: Adaptado de Bowersox e Closs (2010).

A figura 5 demonstra o comportamento dos custos em relação ao tamanho de lote, a união das retas do custo do pedido e do custo de manutenção é chamado de quantidade mais econômica de pedidos, ou popularmente Lote Econômico de Compra (LEC).

Várias adaptações do modelo clássico do LEC surgiram desde a sua concepção, devido as várias restrições do modelo inicial. Porém, devido ao relacionamento apresentado entre o *trade-off* existente no gerenciamento de estoques, torna-se indagável a sua contribuição para o campo teórico e prático (ROSA et al., 2010).

Antes da elaboração do lote econômico alguns princípios devem ser entendidos, dentre eles o estoque cíclico e o tempo de fluxo médio. O estoque cíclico é o estoque médio do tamanho do lote e, assumindo uma demanda constate, estes se relacionam da seguinte forma (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Estoque Cíclico} = \frac{LEC}{2} \quad (4)$$

Sendo:

LEC = Lote econômico de compra.

O tempo de fluxo médio é o período decorrente da produção ou compra de um produto, até o momento de sua venda. Esta variável sofre influência do estoque cíclico e dos tamanhos de lote, pela lei de *Little* e assumindo que taxa de fluxo

média é igual a demanda (D), tem-se a seguinte dedução (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Tempo de Fluxo Médio} = \frac{LEC}{2 * D} \quad (5)$$

Sendo:

LEC = Lote econômico de compra;

D = Demanda.

Pode-se concluir pela equação (5) que quanto maior o estoque cíclico, maior será a defasagem entre o período de pedido e venda do produto.

Para fins de estudo prático, serão abordadas três hipóteses para o cálculo do lote econômico de compra. O primeiro para produtos pedidos individualmente, o segundo para produtos pedidos em conjunto e o terceiro para um subconjunto selecionado de produtos.

2.3.1 Produtos Pedidos Individualmente

Segundo Chopra e Meindl (2011), a decisão sobre o número de itens pedir em um lote leva em consideração a demanda, custo fixo por pedido, custo unitário do item e custo fixo de manutenção. Portanto, para Fernandes e Godinho (2010) o tamanho de lote deve minimizar a somatória do custo anual total.

Para o cálculo do Custo do Material, assume-se que o preço de compra é independente do tamanho de lote. Logo, a demanda é diretamente proporcional ao preço, matematicamente isto fica (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Custo do Material} = C * D \quad (6)$$

Sendo:

C = Custo unitário do item;

D = Demanda.

Para o Custo do Pedido, toma-se que o número pedido deve atender a demanda e que cada pedido feito incorre em um custo fixo do pedido, sendo este da seguinte forma (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Custo do Pedido} = \left(\frac{D * S}{LEC} \right) \quad (7)$$

Sendo:

D = Demanda;

S = Custo fixo do pedido;

LEC = Lote econômico de compra.

No Custo de Manutenção, tem-se o custo utilizado para manter o estoque cíclico pela seguinte relação (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Custo de Manutenção} = \left(\frac{LEC * m * C}{2} \right) \quad (8)$$

Sendo:

LEC = Lote econômico de compra;

m = Custo fixo de manutenção;

C = Custo unitário do item.

Por fim, em correspondência com os custos anteriores, o cálculo do Custo Total será a somatória de todos eles, como exhibe a equação (9) (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$\text{Custo Total} = (C * D) + \left(\frac{D * S}{LEC} \right) + \left(\frac{LEC * m * C}{2} \right) \quad (9)$$

Sendo:

C = Custo unitário do item;

D = Demanda;

S = Custo fixo do pedido;

LEC = Lote econômico de compra;

m = Custo fixo de manutenção.

Como o tamanho do lote é ótimo quando minimiza o custo total, logo este é obtido calculando-se a primeira derivada do custo total. Assim sendo, o Lote Econômico de Compra é encontrado pela seguinte equação (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$LEC = \sqrt{\frac{2 * D * S}{m * C}} \quad (10)$$

Sendo:

D = Demanda;

S = Custo fixo do pedido;

m = Custo fixo de manutenção;

C = Custo unitário do item.

Para Fernandes e Godinho (2010) no cálculo do LEC é importante utilizar as mesmas unidades de tempo para a taxa de custo fixo de manutenção e para a demanda. Por fim, a Frequência do Pedido é estimada por (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$FP = \frac{D}{LEC} \quad (11)$$

Sendo:

FP = Frequência do pedido;

D = Demanda;

LEC = Lote econômico de compra.

O cálculo da equação (11) dirá a frequência que um produto deverá ser pedido para atender a demanda. Por exemplo, para atender uma demanda de cem unidades, com lotes de vinte unidades, a frequência do pedido será de cinco pedidos no período.

2.3.2 Produtos Pedidos em Conjunto

Realizar os pedidos em conjunto é o mesmo que reunir a necessidade de cada item em um mesmo carregamento. Para Chopra e Meindl (2011), integrar pedidos é um mecanismo bastante eficaz para a redução do estoque cíclico.

O primeiro passo para a aplicação deste método é considerar que todos os produtos vêm da mesma origem e resultam em um custo conjunto do pedido. Deste modo, exemplificando para pedidos dos produtos X, Y e Z, o Custo Conjunto do Pedido é dado por (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$S^* = S * s_x * s_y * s_z \quad (12)$$

Sendo:

S^* = Custo conjunto do pedido;

S = Custo do pedido compartilhado entre todos os produtos;

s = Custo do pedido individual de cada produto.

Assim sendo, o próximo passo é identificar a frequência ótima do pedido. Segundo Chopra e Meindl (2011) este é alcançado apanhando a primeira derivada do custo total, da seguinte maneira:

$$FP = \sqrt{\frac{\sum Di * m * Ci}{2 * S^*}} \quad (13)$$

Sendo:

FP = Frequência do pedido;

Di = Demanda individual de cada item;

m = Custo fixo de manutenção;

Ci = Custo individual unitário de cada item;

S^* = Custo conjunto do pedido.

No cálculo da Frequência do Pedido (FP), usa-se os valores da demanda, custo fixo de manutenção e custo unitário de cada produto.

Posterior, calcula-se o Lote Econômico de Compra mediante a divisão da demanda pela frequência do pedido, representado na equação (14) (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$LEC = \frac{D}{FP} \quad (14)$$

Sendo:

LEC = Lote econômico de compra;

D = Demanda;

FP = Frequência do pedido.

Em relação ao Custo do Pedido total para o período, este se dá pela equação abaixo (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$CP = S^* * FP \quad (15)$$

Sendo:

CP = Custo do pedido;

S^* = Custo conjunto do pedido;

FP = Frequência do pedido.

E para o Custo de Manutenção de cada objeto, usa-se (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$CM = \left(\frac{LEC * m * C}{2} \right) \quad (16)$$

Sendo:

CM = Custo de manutenção;

LEC = Lote econômico de compra;

m = Custo fixo de manutenção;

C = Custo unitário do item.

Por fim, o Custo Total resultante dos pedidos feitos em conjunto é encontrado pela correlação a seguir (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$Custo\ Total = (S^* * FP) + \left(\sum \left(\frac{LEC * m * C}{2} \right) \right) \quad (17)$$

Sendo:

S^* = Custo conjunto do pedido;

FP = Frequência do pedido;

LEC = Lote econômico de compra;

m = Custo fixo de manutenção;

C = Custo unitário do item.

A equação do custo total traz a adição do CM com o CP no período. Com o custo total do pedido definido pela equação (17), o custo de manutenção total se dá pela somatória do CM de cada produto.

2.3.3 Subconjunto Selecionado de Produtos

Inicialmente deve-se considerar que os lotes são pedidos e entregues juntos e que resultam em um procedimento de “agregação adaptada”. Por este motivo, toma-se que o ótimo será pedir os itens de maior demanda com mais frequência e os menos procurados com menor frequência (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Para a execução do procedimento de seleção dos produtos que deverão ser pedidos juntos, será necessário seguir quatro etapas consecutivas, sendo estas (CHOPRA; MEINDL, 2011):

1. Para definir o produto que deverá ser pedido com maior frequência, deve-se supor que cada produto seja pedido independentemente e tomar o custo fixo como $S + s_i$, e para cada produto i calcular:

$$\bar{n}_i = \sqrt{\frac{m * C_i * D_i}{2 * (S + s_i)}} \quad (18)$$

Sendo:

\bar{n}_i = Frequência de pedido do produto de maior saída;

m = Custo fixo de manutenção;

C_i = Custo unitário de cada item;

D_i = Demanda individual de cada item;

S = Custo fixo do transporte;

s_i = Custo do comprador por item.

2. Na segunda etapa, deve-se calcular a frequência como múltiplo da frequência do produto mais pedido. Como o i^* (maior frequência) escolhido está em todas as solicitações, desloca-se o custo S somente para ele e tem-se apenas o componente s para os demais. E para cada produto i (excluindo o de maior frequência i^*) a frequência de pedido é calculada por:

$$\bar{n}_i = \sqrt{\frac{m * C_i * D_i}{2 * s_i}} \quad (19)$$

Sendo:

\bar{n}_i = Frequência de pedido dos demais produtos;

m = Manutenção;

C_i = Custo unitário de cada item;

D_i = Demanda individual de cada item;

s_i = Custo do comprador por item.

E a frequência com que i é incluído ao produto pedido com maior frequência é dado na equação (20). Deve-se tomar cuidado pois a frequência com que o produto é incluído com o produto de maior frequência pode dar um valor fracionário e, para este caso, precisa-se arredondá-lo para o inteiro mais próximo.

$$\bar{m}_i = \left[\frac{\bar{n}}{\bar{n}_i} \right] \quad (20)$$

Sendo:

\bar{m}_i = Frequência de inclusão ao lote;

\bar{n}_i = Frequência de pedido do produto de maior saída;

\bar{n}_i = Frequência de pedido dos demais produtos.

3. Definida a frequência de pedido para cada produto, recalcula-se a frequência do produto pedido com maior frequência i^* , onde:

$$FP_{i^*} = \sqrt{\frac{\sum(\bar{m}_i * C_i * m_i * D_i)}{2 * (S + \sum(\frac{S_i}{\bar{m}_i})}} \quad (21)$$

Sendo:

FP_{i^*} = Frequência de Pedido do produto de maior frequência;

\bar{m}_i = Frequência de inclusão individual de cada item;

C_i = Custo unitário de cada item;

m = Custo fixo de manutenção;

D_i = Demanda individual de cada item;

S = Custo fixo do transporte;

s_i = Custo do comprador por item.

4. E para cada produto, pode-se avaliar a frequência do pedido da seguinte maneira:

$$FP_i = \frac{FP_{i^*}}{\bar{m}_i} \quad (22)$$

Sendo:

FP_i = Frequência de Pedido dos demais produtos;

FP_{i^*} = Frequência de Pedido do produto de maior frequência;

\bar{m}_i = Frequência de inclusão individual de cada item.

As quatro etapas descritas anteriormente, se seguidas na ordem darão a seleção dos produtos por carregamento. Sendo que o produto de maior frequência

estará em todos eles e os demais serão incluídos conforme a periodicidade determinada.

Com a frequência de cada produto definida, o próximo passo é o cálculo do Lote Econômico de Compra pela divisão da demanda pela frequência de cada produto, relacionados pela equação (23) (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$LEC = \frac{D}{FP} \quad (23)$$

Sendo:

LEC = Lote econômico de compra;

D = Demanda;

FP = Frequência do pedido.

Posterior, o custo do pedido do produto de maior frequência e dos demais são encontrados de formas distintas. O Custo do Pedido do produto mais solicitado é dado pela multiplicação da sua frequência com o custo fixo do pedido, esta associação encontra-se na equação (24) (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$CP_{i^*} = FP_{i^*} * S \quad (24)$$

Sendo:

CP_{i^*} = Custo do pedido do produto de maior frequência;

FP_{i^*} = Frequência de pedido do produto de maior frequência;

S = Custo fixo do pedido.

E para os demais produtos, o custo do pedido utilizado é o individual de cada produto, do seguinte jeito (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$CP_i = FP_i * s_i \quad (25)$$

Sendo:

CP_i = Custo do pedido dos demais produtos;

FP_i = Frequência de pedido dos demais produtos;

s_i = Custo do comprador por item.

Para o custo de manutenção de cada item, aplica-se os valores da demanda, custo fixo de manutenção, custo unitário do produto e a FP do produto de maior demanda, apresentados na equação (26) (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$CM = \left(\frac{D * m * C}{2 * FP_{i^*}} \right) \quad (26)$$

Sendo:

CM = Custo de manutenção;

D = Demanda;

m = Custo fixo de manutenção;

C = Custo unitário;

FP_{i^*} = Frequência de pedido do produto de maior frequência.

Por fim, o custo total desta técnica é obtido pela soma do custo total do pedido com o custo total de manutenção de cada produto, em correspondência com (CHOPRA; MEINDL, 2011):

$$Custo\ Total = CP_{i^*} + \sum (CP_i) + \sum (CM) \quad (27)$$

Sendo:

CP_{i^*} = Custo do pedido do produto de maior frequência;

CP_i = Custo do pedido dos demais produtos;

CM = Custo de manutenção.

A equação do custo total traz a soma do custo do pedido de maior frequência com as somatórias do custo do pedido e do custo de manutenção dos demais produtos.

2.4 SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

O uso da simulação é uma ferramenta bastante utilizada para testar métodos e processos devido seu baixo custo em comparação a mudanças permanentes. Como bem nos asseguram Bateman et al. (2013), o emprego de simulações no campo da logística abrange os mais diversos segmentos, como o setor de ferrovias, portos e centros de distribuições.

Esta relação pode ser vista em diversos estudos como, por exemplo, o abordado por Montanari et al. (2016) demonstrando a relação entre a decisão estratégica de abastecimento versus a definição de uma política de reordenação por simulação de cenários. Os modelos propostos no estudo fizeram uso da simulação de cenários em uma aplicação no âmbito de estoques e, tendo por estratégia, a redução do custo do problema.

O processo de tomada de decisão por meio da simulação é uma ferramenta de grande auxílio, pois exemplifica o problema real sem ter que perder muito tempo testando o problema na prática (GHAMARI; SAHEBI, 2017). Desta forma, optar por trabalhar com problemas utilizando demonstrações da realidade é uma maneira bastante prática e rentável do ponto de vista econômico.

A respeito da tomada de decisão a pesquisa de Ragsdale (2009) indica uma maneira capaz de executar a simulação mediante o uso de planilhas em computadores, as quais possibilitam a demonstração de alternativas antes da escolha do plano específico. E isto se dá, como aponta Deason (2017) por mudanças nos parâmetros e nas variáveis do modelo.

Sistemas envolvendo simulação de cenários possuem uma função bastante exata, mas com variáveis de entrada muitas vezes inconsistentes. Este comportamento é classificado por Ragsdale (2009) na categoria de “modelos descritivos”, os quais possuem relacionamento funcional muito preciso em relação as suas variáveis dependentes e independentes, entretanto, com grande incerteza nos valores atribuídos a estas variáveis.

A escolha de construir cenários tem por significado a tentativa de compor um ambiente futuro que auxilie em uma possível melhor resposta (GONÇALVES et al., 2011) e, também, no aumento da flexibilidade para resolução da estratégia de um sistema para tomada de decisão (DEASON, 2017). E, isto acontece, pois demonstra

com antecedência as possíveis flutuações no comportamento esperado e possíveis imprevistos.

Demir e Dincer (2017) demonstraram em seu trabalho o impacto positivo em simular cenários, este se deu por meio de uma análise de custo e impacto ambiental na cadeia de distribuição de hidrogênio ao simular três cenários diferentes, onde o produto foi entregue ao cliente final por meio de várias combinações. Por resultado, obteve o caminho mais vantajoso antes do mesmo ser executado.

Outros estudiosos da área também conseguiram ótimas soluções através do uso desta estratégia. Como Bonomolo et al. (2017) ao melhorarem as condições de conforto energético em dois edifícios educacionais ao simular cenários distintos de iluminação, ou como o Ruiz-Cordero et al. (2018) ao demonstrarem três alternativas hipotéticas para a redução de custos processuais de biópsias com agulha prostática. Fica evidente nestes argumentos, que a simulação de cenários é uma ferramenta que ajuda na comparação do melhor custo para o horizonte de tempo pretendido.

A modelagem do aprendizado individual utilizando repetição fornece um resultado mais realista (VALEVA et al. 2016). Deste modo, Gonçalves et al. (2011) relatam na figura 6 que a repetição de modelos parte de um cenário-base inicial.

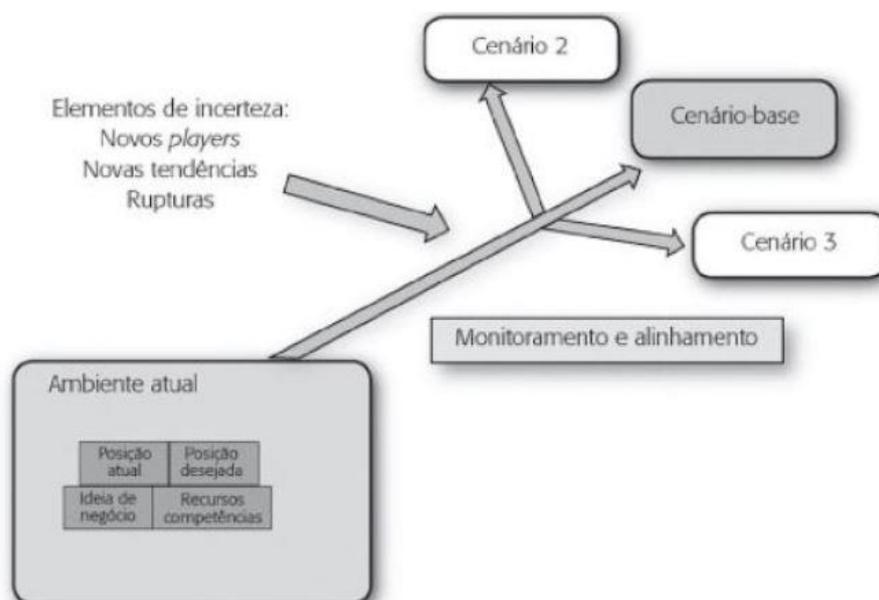


Figura 6 – Elementos para construção de cenários
Fonte: Gonçalves et al. (2011)

Pode-se compreender com a análise da figura 6 que os elementos essenciais para a construção de cenários são a descrição do ambiente atual, o

levantamento dos elementos de incerteza e o monitoramento e alinhamento com a estratégia do profissional.

Logo, evidencia-se a necessidade de conhecer os elementos para a construção de um cenário-base para posterior prolongação dos cenários futuros. Gonçalves et al. (2011) descrevem as partes necessárias para a construção de um modelo inicial em etapas de zero a cinco, sendo estas:

- Etapa zero: consiste em definir o problema ou questão inicial a ser respondida;
- Etapa um: é a caracterização de como a organização se enquadra no problema inicial, ou seja, é a geração do cenário atual;
- Etapa dois: compõe a definição do horizonte de tempo que se deseja analisar;
- Etapa três: busca identificar quais fatores internos e externos têm maior impacto no modelo;
- Etapa quatro: é a hora de mapear a ideia, levando-se em conta quais serão os ganhos e como isto se tornará uma vantagem competitiva;
- Etapa cinco: por fim, antes da construção dos modelos subsequentes, é fundamental identificar os recursos disponíveis e as competências necessárias para a realização do objetivo.

As cinco etapas elaboradas em sequência permitem uma estruturação inicial do projeto dos cenários, onde os demais serão derivados do cenário-base alternando as variáveis pretendidas. Vale ressaltar, como explicam Gonçalves et al. (2011) que o resultado não será os cenários prontos em si, mas as decisões tomadas a partir deles. Portanto, a informação final contará com mais o fator humano antes da obtenção final de seu propósito.

3 METODOLOGIA

Pesquisa pode ser entendida como processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. Seu fundamento é a busca de respostas para problemas, mediante uma investigação detalhada e pela aplicação de técnicas predefinidas (GIL, 2009).

Para Cauchick Miguel (2012) na Engenharia de Produção a pesquisa científica tem por objetivo documentar e aperfeiçoar problemas referentes a sistemas integrados de pessoas, materiais e processos, onde, tem por intuito, apresentar melhores alternativas de produção de bens e serviços de maneira econômica e respeitando o meio ao qual está inserido.

A orientação de um trabalho científico deve seguir uma metodologia com procedimentos e técnicas bem estabelecidas. O método escolhido será o caminho para a busca do conhecimento e alcance do objetivo (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A ciência dispõe de vários métodos para a construção do saber, estes são apontados pelo objeto de estudo e pela classe de proposições a descobrir (GIL, 2009). Deste modo, Prodanov e Freitas (2013) afirmam a necessidade de classificar a pesquisa, pois é preciso entender previamente o núcleo e as peculiaridades comuns da técnica que se deseja usar.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A construção de uma pesquisa na prática faz uso de vários métodos para a obtenção do conhecimento, pois nenhum gênero é considerado autossuficiente (PRODANOV; FREITAS, 2013). Este trabalho fez uso de vários tipos de pesquisas, sendo estas classificadas segundo a natureza, objetivos, procedimentos adotados e abordagem do problema.

Quanto a sua natureza, este estudo teve por finalidade realizar uma pesquisa aplicada. Segundo Menezes e Silva (2001), esta tem por objetivo gerar conhecimento dirigido para a solução de um problema com finalidade prática.

Para o alcance de seus objetivos, esta é classificada como pesquisa exploratória, onde para Gil (2009) sua intenção é proporcionar uma visão

aproximativa do problema. Em geral, este procedimento utiliza levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas envolvidas com o problema e análise de exemplos correlacionados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Em relação aos procedimentos técnicos, valeu-se de três tipos de pesquisas, sendo:

- Pesquisa bibliográfica: construída a partir de uma revisão da literatura de materiais já publicados sobre o tema. Podendo estes serem encontrados em livros, revistas, periódicos e internet, porém atentando sempre a confiabilidade da fonte consultada (PRODANOV; FREITAS, 2013);
- Pesquisa documental: também é uma consulta como a pesquisa bibliográfica, no entanto, baseia-se em materiais de posse privada que ainda não receberam tratamento analítico. Um exemplo destes documentos são relatórios de pesquisas, tabelas estatísticas e relatórios de empresas (GIL, 2009);
- Estudo de caso: é uma pesquisa investigativa que consiste em analisar determinado objeto de forma a aprofundar o assunto e permitir novas descobertas (PRODANOV; FREITAS, 2013). Para Gil (2009), este conhecimento ocorre devido a um detalhamento minucioso do ambiente.

Por fim, a abordagem do tratamento da coleta de dados será quantitativa. Menezes e Silva (2001) explicam que este tipo de pesquisa traduz opiniões e informações por meio de números, com a finalidade de examiná-los para a obtenção de uma resposta mais segura.

3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

No ramo varejista, a administração de estoques é uma questão propriamente de compra e venda (BOWERSOX; CLOSS, 2010). Para Mattar (2011) empresas comerciais varejistas são entendidas como organizações que envolvem as atividades relacionadas com a venda direta de qualquer produto ou serviço ao cliente final.

O varejo é uma segmentação que possui vários formatos, os canais podem ser generalistas e apresentar uma diversificação de produtos como, por exemplo, drogarias que além de remédios trabalham com produtos de beleza e alimentos; ou especialistas, como vendedores de móveis planejados que vendem exclusivamente produtos para o lar (DOIN; SILLAS, 2007).

Pode-se afirmar que a empresa objeto deste estudo assume caráter especializado, pois comercializa produtos diretamente ligados a agricultura e construção civil. Um exemplo de seus produtos comercializados são Estações Totais, Teodolitos e GPS para medição de níveis de terrenos.

Trata-se, portanto, de uma empresa nacional varejista que atua no mercado de geotecnologia, com venda e locação de equipamentos topográficos (MUNDOGEO, 2009). Esta possui filiais espalhadas nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

A filial que se realizou esta pesquisa está localizada na cidade de Curitiba, estado do Paraná. Seu funcionamento é dividido em três segmentos, sendo o primeiro deles a revenda dos produtos novos vindos da matriz, o segundo é a locação de produtos imobilizados e o terceiro, refere-se à prestação de serviços de manutenção e assistência técnica.

O setor escolhido para a aplicação prática e coleta de dados foi o de revenda de produtos novos, isto devido a uma prévia observação *in loco* de que este possui uma rotatividade menor em seu estoque, o que por consequência gera um maior custo para a companhia.

A revenda de produtos trabalha diretamente com negociação, fechamento de pedidos e entrega dos materiais. O estoque deste setor é vindo da sede da empresa, a qual faz o reabastecimento conforme a necessidade indicada pelos vendedores. Sua estrutura é composta por um almoxarifado onde são guardados os produtos e por um escritório para atendimento dos clientes.

3.3 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

Após escolhido o setor de revenda para a aplicação do projeto de pesquisa, os procedimentos utilizados para o alcance do resultado se deram através da execução de sete passos consecutivos, sendo estes apresentados na figura 7.

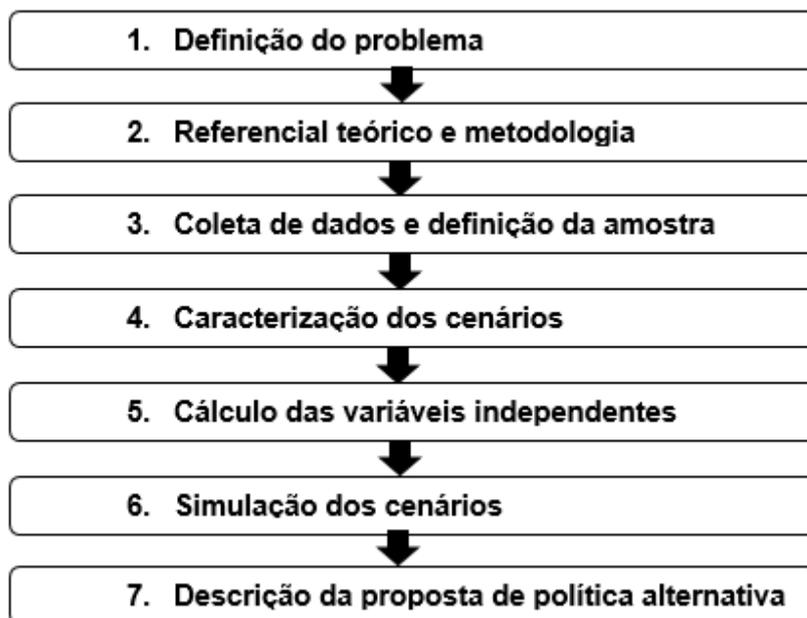


Figura 7 – Etapas da metodologia
Fonte: Autoria própria (2018)

O desenvolvimento de cada etapa descrita na figura 7 está detalhada na sequência, levando-se em consideração os meios adotados para a obtenção de cada uma delas.

1. Definição do problema

A investigação dos possíveis problemas acarretados pelo estoque no setor de revenda ocorreu por meio de um acompanhamento *in loco*. A autora desta pesquisa vivenciou um período de seis meses de estágio dentro da empresa, a qual pode aferir toda movimentação de mercadorias e analisar a política atual aplicada.

Após entrevistas informais com funcionários e clientes, concluiu-se que a política adotada era de natureza qualitativa e que não supria adequadamente ambas as partes porque o nível de serviço era afetado pela falta de alguns produtos e o custo de manutenção era aumentado pelo baixo giro de outros.

Desta forma, obteve-se claramente que a falha no controle do estoque estava na sua política. O que por conclusão, caracterizou-se o problema da pesquisa.

2. Referencial teórico e metodologia

A busca por ferramentas capazes de melhorar o controle de estoque se deram por uma exaustiva revisão literária de autores nacionais e internacionais renomados no assunto. Esta aconteceu por intermédio de artigos, periódicos, livros, revistas e *websites*, todos destinados a atender a proposta inicial.

O fichamento das referências ocorreu de forma predeterminada. Os artigos foram selecionados com data mínima de 2012, obedecendo a um fator de impacto *Journal Citation Reports* (JCR) superior à 1 e com um número de citações relevantes do mesmo. Os livros foram escolhidos conforme a necessidade e o ano de publicação. O restante, utilizou-se como complemento para dados necessários.

Em virtude do problema e em correspondência aos materiais estudados, chegou-se ao objetivo geral desta pesquisa de encontrar uma política de estoque com menor custo por meio da simulação de cenários.

Atendendo a este objetivo, delimitou-se o referencial teórico deste trabalho e sua metodologia. A parte quantitativa do método foi composta pelas etapas: coleta de dados e definição da amostra, caracterização dos cenários, cálculo das variáveis independentes, simulação dos cenários e descrição da proposta alternativa de política.

3. Coleta de dados e definição da amostra

Os dados da movimentação de produtos no setor de revenda foram coletados a partir de notas fiscais de vendas realizadas. Estes foram disponibilizados pelo setor financeiro e administrativo, abrangidos entre o período de janeiro de 2015 a agosto de 2017. Não foi possível períodos anteriores, porque a empresa não possuía organização adequada dos dados.

Após estruturar em planilhas as quantidades vendidas de cada produto mensalmente, dirigiu-se para a definição do tamanho da amostra. Esta ocorreu mediante o uso da ferramenta de Curva ABC, a qual condiz pela análise de Pareto que 20% das causas são responsáveis por 80% das consequências (GUSMÃO, 2004).

Em correspondência a aplicação da curva, decidiu-se então que o tamanho da amostra seria os produtos classificados em “A”, isto é, optou-se por trabalhar com os itens de maior movimentação no estoque.

4. Caracterização dos cenários

A construção dos cenários ocorreu em dois momentos. No primeiro deles, levantou-se o cenário atual de estoque da empresa por meio de seis questões escritas por Gonçalves et al. (2011), sendo elas:

- I. Qual o problema enfrentado?
- II. Qual o cenário atual?
- III. Que horizonte de tempo se deseja analisar?
- IV. Quais os fatores internos e externos de maior impacto?
- V. Quais os ganhos e qual a vantagem competitiva?
- VI. Quais os recursos disponíveis e competências necessárias para execução?

As questões exibidas serviram como fonte para a construção do Cenário Base e suas variáveis de entrada, estas foram respondidas pela própria autora por meio de revisão literária e análise *in loco*.

No segundo momento, foram criados os cenários alternativos denominados como 1, 2 e 3, estes partiram para um mesmo horizonte de tempo, porém com variação na natureza e na sua forma de pedido de lote.

5. Cálculo das variáveis independentes

Antes da simulação dos cenários, se fez necessário o cálculo de cada uma das variáveis independentes. Sendo estas encontradas da seguinte forma:

- Demanda: A demanda de cada produto contido na amostra foi obtida por meio do método quantitativo de Redes Neurais. Sua aplicação aconteceu no *software* NeuralTools 7.5, o qual trabalha dentro de planilhas do programa Microsoft Excel para realização de previsões.

Deve-se ressaltar que o NeuralTools é um *software* pago e que a licença utilizada para realização deste estudo foi a “Versão Teste Gratuita”. Esta autorização disponibilizou o período de quinze dias sem nenhuma cobrança, a qual se fez suficiente para o alcance pretendido.

Assim que escolhido o programa de previsão, o próximo passo foi a busca das variáveis de entrada para o modelo. Estas foram coletadas nos valores da amostra e em dados recolhidos de séries históricas nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e na Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Por fim, o erro de previsão e a validade do modelo proposto foram atestados por meio da ferramenta de Sinal de Rastreamento;

- Custo unitário: O custo unitário de cada produto foi recolhido no catálogo de preços disponibilizados pela empresa, com atualização referente ao mês de junho de 2017;
- Custo fixo do pedido: Para o cálculo do custo fixo do pedido, levou-se em consideração o custo do transporte e o custo do comprador. O custo do comprador foi atingido pela medição do tempo gasto com a armazenagem dos produtos e pela quantidade de funcionários para sua execução. Já o custo do transporte, este teve-se a quilometragem da viagem, pedágios, ao valor de consumo do veículo e a média do preço do diesel no período;
- Custo fixo de manutenção: A percentagem utilizada para o custo fixo de manutenção foi encontrada na literatura, todavia convertida de medida anual para semestral.

6. Simulação dos cenários

Os cenários foram simulados em planilhas no programa Microsoft Excel, onde os modelos restringiram-se em calcular cada variável dependente para cada produto da amostra.

Com os valores computados, a escolha do melhor cenário levou em consideração a soma do custo do pedido com o custo de

manutenção. O menor custo total obtido desta somatória foi o fator decisivo na escolha do modelo que comporia a nova política da empresa.

7. Descrição da proposta alternativa de política

Designado o melhor cenário com base no custo total, a proposta de política alternativa para a empresa foi construída levando-se em consideração seus valores dependentes alcançados.

A descrição da proposta se deu por meio de um quadro ilustrativo, denominado como “carteira de pedidos”. Atendendo a literatura, este apresentou de forma simples o quando e quanto pedir de cada produto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo foi aplicado no setor de revenda de produtos novos de uma empresa varejistas. Composta por cinco momentos, o primeiro foi a coleta de dados e definição da amostra, o segundo a caracterização dos cenários, o terceiro o cálculo das variáveis independentes, o quarto a simulação dos cenários e o quinto a descrição da proposta alternativa de política.

4.1 COLETA DE DADOS E DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

A coleta de dados procedeu-se a partir de notas fiscais disponibilizadas pela empresa. Como forma de manter o sigilo destes documentos, tabelou-se apenas as quantidades vendidas de cada produto.

As planilhas foram organizadas mensalmente e, subsequente, realizada a soma total de todas elas. Esta somatória pode ser vista na tabela 1.

Tabela 1 – Movimentação de produtos

(Continua)	
Produto	Quantidade
ADAPTADOR DE BASE NIVELANTE FIXO	101
ANTENA UHF P/ RADIO HPT435BT	1
BASE NIVELANTE C/ PRUMO OTICO	102
BASTÃO 2/2,60 M	57
BASTÃO 3/3,60M	402
BASTÃO 4/4,60M	5
BASTÃO EXTENSIVEL 8,0 M GPS	5
BASTÃO FIBRA CARBONO 2M	100
BIPE C/ CAPA GM2A	42
BOLSA NYLON LONA P/ ESTOJO	29
CARREGADOR P/ COLETORA LT30	8
COLETOR DE DADOS CHC LT30	32
COLETORA DE DADOS VICTOR C/ SOFTWARE TRA	57
COLETORA JAVAD VICTOR P/ GPS	39
ECOBATIMETRO BATHY 500 MF	19
ECOBATIMETRO RESON NAVISOUND 215	1
ET GD2	7
ET GD2I S/L	6
ET GTS 102N	12
ET STS752	22
ET TS02 LEICA	38
ET TS06 PLUS LEICA	164
HARD LOCK TOP VOL PROJ	16
MALETA (CASE 1550) P/ TRANSP SIST JÁ	29
MINI PRISMA C/BT/BOLSA 24mm	25

Tabela 1 – Movimentação de produtos

Produto	(Conclusão)
	Quantidade
MIRA ALUMINIO 4M (4SEGMENTOS) AL4-4	23
MIRA P/ NIVEL DIGITAL DL202	7
NIVEL DL202 DIGITAL C/ ESTOJO	7
NIVEL DSZ2 AUTOMATICO	6
NIVEL NDS32 GEODETIC (1,5MM/KM)	3
PEN DRIVE USB/SERIAL JUSTIN	2
PRISMA C/ SUPORTE BOLSA P/ TRANSP	352
RADIO BASE UHF CHC DL3 (U)	2
RADIO BASE UHF CHC DL5	7
RADIO BASE UHF CHC DL6	3
RADIO BASE UHF JAVAD HPT 435BT	19
RADIO EXTERNO HPT 435	41
RECEPTOR GNSS CHC I80	0
RECEPTOR GNSS CHC X900	19
RECEPTOR GNSS CHC X91+RX	3
RECEPTOR GNSS CHC X91+TX/RX	3
RECEPTOR GNSS L1L2 RTK JAVAD TRIUMPH	116
RECEPTOR GNSS L1L2 RTK TRIUMPH1 JAVA	83
RECEPTOR GPS JAVAD MOD TRIUMPH1	83
SOFTWARE HYDROMAGIC DONGLE (U)	17
SUP COLET DADOS PDA1	78
SUP COLET DADOS UNIVERSAL PDA4C	4
TRANSDUTOR RESOM TC2111 COMPACTO 200	1
TRIPLE ALUM P/ ET MIN-QR/QR2	351
TRIPLE ALUM P/ NIVEL TRAVA DUPLA (M2NQR)	14
TRIPLE P/ BASTÃO COM CAPA ARISE GM-3	102

Fonte: Autoria própria (2018)

A tabela 1 apresenta os produtos e sua respectiva venda total ao longo dos meses analisados. Os produtos foram levantados em ordem alfabética e as suas respectivas quantidades corresponde ao volume de saída de cada um deles.

Vale lembrar que os dados dos meses de julho e agosto de 2017 não foram aplicados na tabela 1, mais adiante estes foram dispostos para comparação de valores e análise de erros.

Depois da coleta, o próximo passo sucedeu na definição do tamanho da amostra, esta foi determinada por meio do cálculo da curva ABC. Os dados encontrados em cada etapa de construção da curva estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da curva ABC

(Continua)

Produtos Ordenados	Quantidade	Qtde. Acumulada	%	% Acumulada	Classificação
BASTÃO 3/3,60M	402	402	15,08%	15,08%	A
PRISMA C/ SUPORTE BOLSA P/ TRANSP	352	754	13,21%	28,29%	A
TRIPE ALUM P/ ET (MIN-QR/QR2)	351	1105	13,17%	41,46%	A
ET TS06 PLUS LEICA	164	1269	6,15%	47,62%	A
RECEPTOR GNSS L1L2 RTK JAVAD TRIUMPH	116	1385	4,35%	51,97%	A
BASE NIVELANTE C/ PRUMO OTICO (XFG1P)	102	1487	3,83%	55,80%	A
TRIPE P/ BASTÃO COM CAPA (ARISE GM-3A)	102	1589	3,83%	59,62%	A
ADAPTADOR DE BASE NIVELANTE FIXO (XFT1)	101	1690	3,79%	63,41%	A
BASTÃO FIBRA CARBONO 2M	100	1790	3,75%	67,17%	A
RECEPTOR GNSS L1L2 RTK TRIUMPH1 JAVA	83	1873	3,11%	70,28%	A
RECEPTOR GPS JAVAD MOD TRIUMPH1	83	1956	3,11%	73,40%	A
SUP COLET DADOS PDA1	78	2034	2,93%	76,32%	A
BASTÃO 2/2,60 M	57	2091	2,14%	78,46%	A
COLETORA DE DADOS VICTOR C/ SOFTWARE TRA	57	2148	2,14%	80,60%	B
BIPE C/ CAPA GM2A	42	2190	1,58%	82,18%	B
RADIO EXTERNO HPT 435	41	2231	1,54%	83,71%	B
COLETORA JAVAD VICTOR P/ GPS	39	2270	1,46%	85,18%	B
ET TS02 LEICA	38	2308	1,43%	86,60%	B
COLETOR DE DADOS CHC LT30	32	2340	1,20%	87,80%	B
BOLSA NYLON LONA P/ ESTOJO	29	2369	1,09%	88,89%	B
MALETA (CASE 1550) P/ TRANSP SIST JÁ	29	2398	1,09%	89,98%	B
MINI PRISMA C/BT/BOLSA 24mm	25	2423	0,94%	90,92%	B
MIRA ALUMINIO 4M (4SEGMENTOS) AL4-4	23	2446	0,86%	91,78%	B
ET STS752	22	2468	0,83%	92,61%	B
ECOBATIMETRO BATHY 500 MF	19	2487	0,71%	93,32%	B
RADIO BASE UHF JAVAD HPT 435BT	19	2506	0,71%	94,03%	B
RECEPTOR GNSS CHC X900	19	2525	0,71%	94,75%	B
SOFTWARE HYDROMAGIC DONGLE (U)	17	2542	0,64%	95,38%	C
HARD LOCK TOP VOL PROJ	16	2558	0,60%	95,98%	C
TRIPE ALUM P/ NIVEL TRAVA DUPLA (M2NQR)	14	2572	0,53%	96,51%	C
ET GTS 102N	12	2584	0,45%	96,96%	C

Tabela 2 – Classificação da curva ABC

Produtos Ordenados	Quantidade	Qtde. Acumulada	%	% Acumulada	(Conclusão)
					Classificação
CARREGADOR P/ COLETORA LT30	8	2592	0,30%	97,26%	C
ET GD2	7	2599	0,26%	97,52%	C
MIRA P/ NIVEL DIGITAL DL202	7	2606	0,26%	97,79%	C
NIVEL DL202 DIGITAL C/ ESTOJO	7	2613	0,26%	98,05%	C
RADIO BASE UHF CHC DL5	7	2620	0,26%	98,31%	C
ET GD2I S/L	6	2626	0,23%	98,54%	C
NIVEL DSZ2 AUTOMATICO	6	2632	0,23%	98,76%	C
BASTÃO 4/4,60M	5	2637	0,19%	98,95%	C
BASTÃO EXTENSIVEL 8,0 M GPS	5	2642	0,19%	99,14%	C
SUP COLET DADOS UNIVERSAL PDA4C	4	2646	0,15%	99,29%	C
NIVEL NDS32 GEODETIC (1,5MM/KM)	3	2649	0,11%	99,40%	C
RADIO BASE UHF CHC DL6	3	2652	0,11%	99,51%	C
RECEPTOR GNSS CHC X91+RX	3	2655	0,11%	99,62%	C
RECEPTOR GNSS CHC X91+TX/RX	3	2658	0,11%	99,74%	C
PEN DRIVE USB/SERIAL JUSTIN	2	2660	0,08%	99,81%	C
RADIO BASE UHF CHC DL3 (U)	2	2662	0,08%	99,89%	C
ANTENA UHF P/ RADIO HPT435BT	1	2663	0,04%	99,92%	C
ECOBATIMETRO RESON NAVISOUND 215	1	2664	0,04%	99,96%	C
TRANSDUTOR RESOM TC2111 COMPACTO 200	1	2665	0,04%	100,00%	C

Fonte: Autoria própria (2018)

A primeira etapa de aplicação da curva, como demonstra a tabela 2, foi ordenar os produtos em ordem decrescente do critério escolhido (quantidade vendida). Posterior, procedeu o cálculo da quantidade acumulada, que corresponde a soma da quantidade do produto mais a quantidade acumulada anterior. O terceiro item foi fazer a percentagem de venda de cada produto por meio da divisão da quantidade de cada produto pela quantidade acumulada total e, por fim, operou-se a percentagem acumulada de cada um deles, calculados da mesma forma que a quantidade acumulada.

Estabelecida a percentagem acumulada de cada produto, esta serviu para a definição das classes. Aqueles cujo valor não passou de 80% foram alocados ao grupo “A”, pintados de vermelho na tabela 2; os que ficaram entre 80 a 95%, foram classificados em “B”, de cor azul; e o restante apoderou-se da classe “C”, retratados pela cor amarela.

Para fins de amostragem, a série histórica deste estudo tornou-se os produtos classificados em “A”, pois como afirmado por Pareto, estes são os itens de maior relevância para o sistema Gusmão (2004). A curva ABC está apontada no gráfico 1.

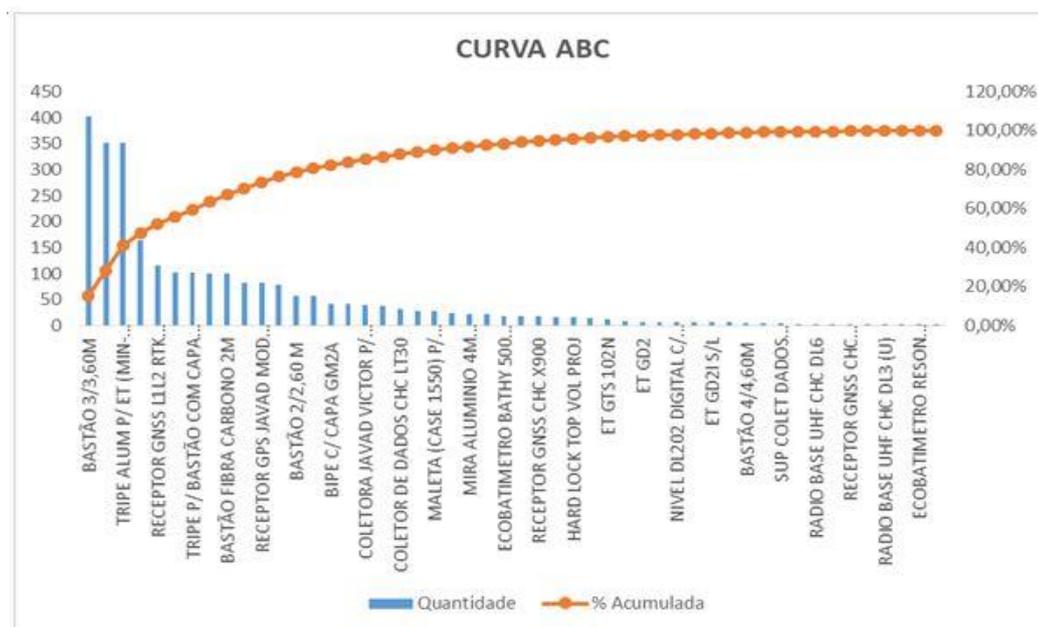


Gráfico 1 – Curva ABC
Fonte: Autoria própria (2018)

O eixo y do gráfico 1 apresenta a quantidade vendida do lado esquerdo e a percentagem acumulada do lado direito, já no eixo x estão descritos os nomes de cada produto coletado. A análise do gráfico demonstra visualmente que determinados produtos têm maior influência sobre as vendas do que outros, como ao comparar a saída de um Bastão 3,60 com um Ecobatímetro.

Assim sendo, a amostra foi caracterizada por 13 produtos, estes estão descritos na sequência acompanhados de suas respectivas siglas:

- Adaptador de Base Nivelante Fixo (ABN);
- Base Nivelante com Prumo Ótico (BN);
- Bastão 2/2,60 m (B2,6);
- Bastão 3/3,60 m (B3,6);
- Bastão Fibra Carbono 2 m (B2M);
- Estação Total TS06 Plus Leica (ET);
- Prisma com Suporte Bolsa p/ Transporte (PRI);

- Receptor GNSS L1L2 RTK Javad Triumph (RJT);
- Receptor GNSS L1L2 RTK Triumph1 Java (RT1J);
- Receptor GPS Javad Mod Triumph1 (RMT);
- Suporte Coletora de Dados PDA1 (SC);
- Tripé alumínio p/ Estação Total MIN-QR/QR2 (TMIN);
- Tripé p/ Bastão com Capa Arise GM-3 (TARI).

Após a coleta dos dados e definição dos produtos da amostra, pode-se iniciar a caracterização dos cenários.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS

Com os produtos da amostra delimitados, dirigiu-se para a caracterização dos cenários. Para este propósito, o primeiro passo foi criar um cenário base ou atual e alternar as variáveis de entrada do modelo para a criação dos demais.

A construção do Cenário Base se deu mediante o retorno das seguintes questões:

I. Qual o problema enfrentado?

O problema da política de estoque/compra está no seu modelo de pedido de lote e no seu alto custo incumbido;

II. Qual o cenário atual?

Cenário qualitativo feito a partir da experiência dos vendedores;

III. Que horizonte de tempo se deseja analisar?

Como os dados conseguidos para esta pesquisa abrangem o período 2 anos e 6 meses, optou-se por manipulá-los semestralmente, dividindo-os em 01/2015, 02/2015, 01/2016, 02/2016 e 01/2017. Tendo assim o horizonte pretendido para a nova política o segundo semestre de 2017 (02/2017);

IV. Quais os fatores internos e externos de maior impacto?

Para esta pesquisa decidiu-se como fatores internos o Lote Econômico de Compra, que é a quantia resultante do equilíbrio entre o Custo do Pedido e o Custo de Manutenção; o Estoque Cíclico, que é a metade do LEC; o Tempo de Fluxo Médio, que mede o *lead time* entre a compra e venda de cada produto e; a Frequência do Pedido, que diz quando deve ser feito um novo pedido de lote.

Os fatores externos são os dados necessários para o cálculo dos fatores internos. Este compreendido pela Demanda, que é a estimativa de vendas futuras; o Custo Unitário, valor de venda de cada objeto; o Custo Fixo do Pedido, valor despendido por cada nova solicitação de lote e; o Custo Fixo de Manutenção, que traz o percentual de depreciação de cada produto;

V. Quais os ganhos e qual a vantagem competitiva?

O ganho é a uma política alternativa melhorada para a empresa em estudo, com seus valores bem definidos de quanto e quando pedir em um novo lote. A vantagem competitiva é que com menos custos com o controle de estoque, mais capital a empresa tem para investir em outros segmentos;

VI. Quais os recursos disponíveis e competências necessárias para execução?

Utilizou-se as notas fiscais de venda dos produtos dos meses de janeiro de 2015 a agosto de 2017, uma revisão literária, a licença gratuita de 15 dias do *software* NeuralTools 7.5 e o acesso ao programa Microsoft Excel.

Com base nas respostas, o Cenário Base foi fixado como um conjunto contendo o período, a natureza e o tipo de reposição de lote. Os fatores internos foram chamados de variáveis dependentes, e os externos de variáveis independentes.

Caracterizado o cenário atual, seus adjacentes foram concebidos para um mesmo período, visto que o objetivo de simular uma proposta alternativa de política para o semestre 02/2017 é comum a todos eles. Porém, tendo comprovado que o

problema está na forma de pedir o lote, os demais foram variados quanto a sua natureza e o procedimento adotado. Esta afirmação está exemplificada na figura 8.

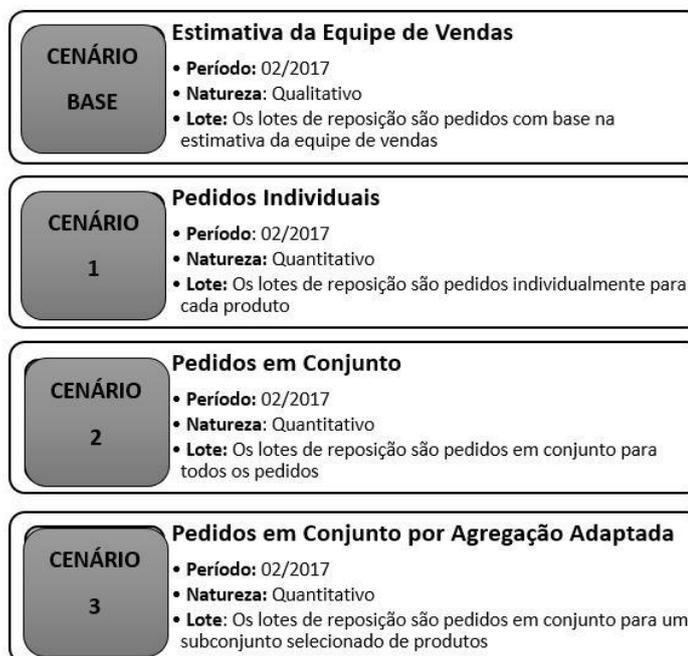


Figura 8 – Caracterização dos cenários
Fonte: Autoria própria (2018)

A figura 8 aborda as propriedades de cada cenário hipotético criado. O Cenário Base representa a situação atual vivida pela empresa no momento do estudo, sendo esta com pedidos de lotes feitos por método qualitativo. Já para os cenários 1, 2 e 3, ambos foram construídos por ferramentas quantitativas, trazendo cada qual uma maneira de pedir o lote de reposição.

Posteriormente a caracterização dos cenários, a pesquisa partiu para o cálculo das variáveis de entrada. Sendo estas as dependentes, que pertencem a cada cenário e, as independentes, que constam nas fórmulas das dependentes.

4.3 CÁLCULO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As variáveis independentes são valores contidos nas fórmulas do lote econômico de compra, do custo anual do pedido e de manutenção, do estoque cíclico, da frequência do pedido e do tempo de fluxo médio. Desta maneira, encaminhou-se pela busca de cada uma delas, denominadas: demanda; custo unitário; custo fixo do pedido e custo fixo de manutenção.

4.3.1 Demanda

A demanda de cada produto foi obtida pelo método de Redes Neurais, o qual extrai o comportamento de um conjunto de dados para subsequente repetição, assim como o cérebro humano.

A aplicação da previsão se deu no *software* NeuralTools 7.5, que é um suplemento de extensão para Excel que utilizada em sua mineração um conjunto de RNAs (PALISADE, 2018). O aplicativo faz parte da Decision Tools Suite, um *kit* de ferramentas de análise de risco da fabricante Palisade.

Cabe ressaltar, que a licença para uso do NeuralTools para esta pesquisa foi a “Versão Teste Gratuita”, que disponibilizou o período de 15 dias sem nenhuma cobrança para execução do método. Sua estrutura é composta por quatro etapas, o gerenciador de conjunto de dados, o treinamento da rede, o teste de sua exatidão e a previsão, como mostra a figura 9.



Figura 9 – Interface do NeuralTools
Fonte: Palisade (2018)

A figura 9 demonstra a aba de funcionamento do NeuralTools dentro do Excel. O primeiro ícone “Gerenciador de conjunto de dados” é onde a planilha para previsão é criada, o segundo “Treinar” é a parte em que os dados são treinados, o terceiro “Testar” mostra a exatidão do conjunto estabelecido e o “Prever” faz a previsão da demanda esperada.

Assim sendo, seguiu-se a sequência dos quatro comandos exibidos pelo programa para a conquista da demanda individual de cada produto. O primeiro passo foi a busca por variáveis de entrada para a planilha, distribuídas pelo “Gerenciador de conjunto de dados” em categóricas, numéricas, dependentes e independentes.

Podendo assumir duas naturezas ao mesmo tempo, os dados coletados foram selecionados tendo por base séries históricas que se aproximassem com a área de atuação da empresa em estudo (varejista de equipamentos de

agrimensura). Por conseguinte, foram escolhidas as variáveis acusadas pelo *software* com impacto superior a 0%, sendo estas dispostas no quadro 1.

NeuralTools: Treinamento, Teste Automático e Previsão Automática	
Executado por: Rafaela B Data: quinta-feira, 17 de maio de 2018 19:01:31 Conjunto de dados: Previsão de Demanda Rede: Rede treinada em Previsão de Demanda	
Informações da Rede <ul style="list-style-type: none"> Variáveis categóricas independentes Variáveis numéricas independentes 	1 (MÊS) 8 (ANO, ÁREA PLANTADA, FINANCIAMENTO IMOBILIÁRIO, VOLUME DE VENDAS NO VAREJO, SITUAÇÃO FINANCEIRA DO CONSUMIDOR, PRODUÇÃO FÍSICA PARANÁ, FATURAMENTO INDUSTRIAL SETOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, ÍNDICE DE CONFIANÇA DO EMPRESÁRIO SETOR DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS)
<ul style="list-style-type: none"> Variável numérica dependente 	1 (QUANTIDADE)
Análise de Impacto de Variáveis <ul style="list-style-type: none"> Financiamento Imobiliário Faturamento Industrial Setor de Máquinas e Equipamentos Produção Física Paraná Área Plantada Mês Volume de Vendas no Varejo Situação Financeira do Consumidor Ano Índice de Confiança do Empresário Setor de Máquinas e Equipamentos 	38,72% 23,49% 14,51% 10,78% 6,87% 5,46% 0,11% 0,01% 0,01%

Quadro 1 – Resumo do conjunto de dados
Fonte: Adaptado de NeuralTools (2018)

O quadro 1 traz informações da rede e a análise de impacto das variáveis definidas. As “variáveis categóricas independentes” são medidas nominais e que não dependem de outro valor, as “variáveis numéricas independentes” também não dependem, porém desta vez são atribuídos dados numéricos. Já a “variável numérica dependente”, são números e estes estão interligados com as demais variáveis.

A Análise de Impacto das Variáveis, condiz com as variáveis que assumiram valores positivos e que por consequência foram utilizadas para este estudo. Como forma de detalhar os passos seguintes para a previsão, estes serão descritos para o produto ABN, deste modo, sua planilha de previsão utilizada está representada no quadro 2.

ANO	MÊS	ÁREA PLANTADA	FINANCIAMENTO IMOBILIÁRIO	VOLUME DE VENDAS NO VAREJO	SITUAÇÃO FINANCEIRA DO CONSUMIDOR	PRODUÇÃO FÍSICA PARANÁ	FATURAMENTO INDUSTRIAL SETOR MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	ÍNDICE DE CONFIANÇA DO EMPRESÁRIO SETOR MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	QUANTIDADE
2015	JAN	21272001	22527	99,8	105	92,7	159,5	32,4	1
2015	FEV	21298442	20407	87,9	97	94,1	155	27,9	2
2015	MAR	21297222	26559	95,9	86,7	90,9	177,7	27,5	2
2015	ABR	21321790	21602	92,1	93,4	92,6	158,4	26,1	1
2015	MAI	21064531	26667	95,7	92,5	92,2	168	26,8	1
2015	JUN	21034575	28187	90,1	83,4	92,7	167,6	26,1	6
2015	JUL	21040742	30341	92,4	87	86,3	155,8	23,9	4
2015	AGO	21043664	28792	92,2	87,3	86,8	156	26,6	5
2015	SET	21031739	28392	89,1	84,1	90	157,5	26,5	7
2015	OUT	21051029	23417	96,4	82,5	85	153,8	24	3
2015	NOV	21048299	42575	95,4	85,5	84,3	158,2	24,7	4
2015	DEZ	21045583	79298	120,9	83,5	82,3	148,5	27	2
2016	JAN	21161980	26090	89,2	85,5	83,7	129,6	26,8	1
2016	FEV	21255235	22756	84,2	85,5	82,2	136,3	26,9	1
2016	MAR	21222235	47652	90,4	83	85,4	165,6	26,9	7
2016	ABR	21216578	37434	85,8	82,7	85,3	147	24,8	5
2016	MAI	21120704	30288	87,1	86,4	82,9	166,2	27,2	1
2016	JUN	21087531	60114	85,7	88	85,6	182,5	31,9	2
2016	JUL	21075110	24698	87,2	87,1	89	161,2	34,8	5
2016	AGO	21061362	29956	87,1	88,1	83	157,2	41,1	3
2016	SET	21055080	21929	84	90,8	81,9	157,4	42,8	7
2016	OUT	21081117	21314	88,6	91,9	85,4	155,5	42,4	4
2016	NOV	21082250	29916	91,8	90,3	87,7	155,6	40,9	3
2016	DEZ	21075397	48687	115	91,3	88	158,2	37,9	3
2017	JAN	21314276	20317	88,1	93,8	90,3	140,1	37,5	2
2017	FEV	21623443	20570	81,1	92,5	90,7	140	42,4	3
2017	MAR	21331307	24434	87,5	90,6	87,8	161,5	44,6	4
2017	ABR	21323154	21721	87,3	91,4	86	148,8	43,7	3
2017	MAI	21232998	25084	89,4	88,2	88,1	166	43,2	6
2017	JUN	21239966	28471	88,2	87,9	88	177,7	44,8	2
2017	JUL	21247831	27996	89,9	88,9	90,2	161,8	42,9	
2017	AGO	21249626	26397	90,2	90,9	89,7	166,8	44,2	
2017	SET	21275354	13393	89,2	87,5	89,8	165,6	50,3	
2017	OUT	21274856	14836	90,9	85,7	89,7	175,8	48,7	
2017	NOV	21275055	26238	97,3	86	88,9	176,9	50,2	
2017	DEZ	21281861	23034	119,5	89,3	90,2	178,6	51,9	

Quadro 2 – Modelo de previsão do produto ABN

Fonte: Autoria própria (2018)

As informações relevantes de cada variável de entrada no modelo, contidas no quadro 2, estão detalhadas na sequência:

- Ano: Retirada da amostra, refere-se os anos compreendidos nos cinco semestres coletados, com mais os seis a serem previstos;

- Mês: Retirada da amostra, refere-se aos meses compreendidos nos cinco semestres coletados, com mais os seis a serem previstos;
- Área plantada: Recolhida no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), corresponde ao levantamento sistemático da produção agrícola no sul do Brasil no período, seu valor é dado em “hectares”;
- Financiamento imobiliário: Recolhida no site da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2018), corresponde ao financiamento imobiliário com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) destinados à construção civil no período, seu valor é dado em “quantidade de operações”;
- Volume de vendas no varejo: Recolhida no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), corresponde ao índice de volume e receita de vendas do comércio varejista no período, seu valor é dado em “índice de base fixa (2014=100) (número-índice)”. De acordo com Reis (2018) “número-índice” é uma medida computada em relação a um período e base específicos, onde emprega-se a equação $q=(qt/qo)*100$ com “q” atribuído ao número, “qt” para a quantidade no período pretendido e “qo” para a quantidade no período base. Para o caso apresentado, os valores de 2014 fazem parte do período base, variando em relação ao índice de 100;
- Situação financeira do consumidor: Recolhida no site da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018), corresponde ao índice da situação financeira do consumidor brasileiro no período, seu valor é dado em “índice de base fixa (2014=100) ”;
- Produção física paraná: Recolhida no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), corresponde a produção física industrial no estado do Paraná no período, seu valor é dado em “índice de base fixa (2012=100) ”;
- Faturamento industrial setor de máquinas e equipamentos: Recolhida no site da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018), corresponde ao indicador industrial de faturamento do setor de

máquinas, aparelhos e materiais eletrônicos, seu valor é dado em “índice de base fixa (2014=100) ”;

- Índice de confiança do empresário setor de máquinas e equipamentos: Recolhida no site da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018), corresponde ao índice de confiança do empresário industrial no setor de máquinas, aparelhos e materiais eletrônicos, seu valor é dado em “índice de base fixa (2014=100) ”;
- Quantidade: Somente esta variável é de natureza dependente, portanto será a única coluna a variar seus valores nas planilhas de cada produto. Esta refere-se à movimentação de mercadorias vendidas no período coletado, como por exemplo, a saída de 1 estação total no mês de janeiro de 2015.

Para fins de uso prático, a movimentação da variável dependente “quantidade” está exposta no quadro 3 a seguir.

BN	B2,6	B3,6	B2M	ET	PRI	RJT	RTIJ	RMT	SC	TMIN	TARI
1	2	4	0	1	5	0	0	1	0	4	1
2	1	10	2	1	9	3	0	2	1	6	3
2	3	8	1	0	9	2	0	2	2	7	2
1	3	7	1	1	9	1	0	2	2	7	1
2	3	18	2	6	17	5	0	2	3	11	5
6	3	14	3	5	12	6	1	3	2	15	5
5	6	21	5	8	19	8	3	3	2	19	7
5	3	13	4	4	11	3	4	3	3	13	4
8	3	13	10	10	12	7	8	5	3	21	9
2	2	18	2	6	16	6	7	2	2	12	3
3	3	24	4	7	21	2	3	2	2	16	3
2	4	3	3	4	4	1	6	2	1	8	3
1	1	4	2	2	1	2	3	1	1	3	2
1	1	1	1	1	1	3	4	1	0	3	1
8	1	17	2	10	15	4	6	5	1	16	3
4	1	11	9	5	8	5	8	7	5	13	8
1	0	12	2	4	10	1	0	3	1	9	2
2	0	18	2	5	15	4	0	2	1	12	2
5	0	17	4	5	11	5	3	3	5	11	5
3	0	13	3	4	10	4	3	2	4	8	5
5	0	20	4	6	12	5	5	5	6	14	5
6	1	19	6	9	14	10	2	4	5	16	4
4	2	16	4	7	14	0	5	3	4	13	2
3	0	17	4	8	13	9	1	2	4	13	2
2	0	13	4	7	14	1	3	3	3	11	1
3	2	13	3	7	12	2	1	1	2	11	1
3	3	11	3	8	12	7	1	2	2	13	1
3	3	9	2	7	12	4	3	3	2	10	1
6	5	10	4	5	13	6	1	4	3	14	1
2	3	10	5	4	12	3	2	3	1	8	4

Quadro 3 – Quantidade mensal vendida de produtos
Fonte: Autoria própria (2018)

Retirando o produto ABN, o quadro 3 expõe a quantidade mensal vendida de cada produto da amostra, com cada linha representando os meses compreendidos no estudo, desta forma, a criação das demais planilhas alterou apenas a última coluna, aplicando-se seus valores individuais.

Após desenvolvida a planilha de cada produto, o segundo passo foi realizar o treinamento individual de cada rede, esta ocorreu mediante o ícone de “Treinar”. As informações atingidas pelo NeuralTools foi que ambas as operações promoveram um número de 148 tentativas, com nenhuma delas excedendo o limite tolerável de previsões inadequadas de 30%, desta forma apresentando um resultado satisfatório.

Posteriormente, aplicou-se o teste da rede pelo comando de “Testar”, este confirmou um número de 6 casos aleatórios em cada planilha, também respeitando ao limite tolerável de previsões inadequadas de 30%. Como nenhum teste ultrapassou a marca aceitável, o resultado foi novamente considerado satisfatório e pode-se prosseguir para a previsão.

Por fim, realizou-se a previsão através do último domínio “Prever”. Este denotou 6 casos, desta vez compreendidos para os meses de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2017, tal qual o período que se desejava prever. Os resultados estão apontados na figura 10 (apresentado para o produto ABN, com os demais no apêndice A).

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
treinar			
testar	4,00	Inadequada	-2,00
treinar			
treinar			
testar	4,01	Adequada	-0,01
testar	4,12	Adequada	0,88
treinar			
treinar			
testar	2,60	Inadequada	-1,60
treinar			
testar	3,95	Adequada	0,05
treinar			
treinar			
treinar			
testar	4,00	Inadequada	-1,00
treinar			
prever	4,57		
prever	3,23		
prever	7,00		
prever	5,44		
prever	4,00		
prever	3,00		

Figura 10 – Relatório do produto ABN
Fonte: NeuralTools (2018)

A figura 10 exibe o relatório de treinamento, teste e previsão do produto ABN, onde a “Tag usada” apresenta para qual dos casos as linhas foram submetidas. Na “Previsão” os primeiros valores em vermelho foram manipulados pelo treinamento e o restante em rosa são os valores da demanda futura. Por fim, o “Residual” compara o valor do treinamento com os valores reais que estão na coluna “QUANTIDADE” do quadro 3.

Após estabelecida a demanda futura mensal de cada produto, esta foi organizada para facilitação dos próximos cálculos. Seus valores arredondados podem ser conferidos na tabela 3.

Tabela 3 – Demanda semestral dos produtos da amostra

	ABN	BN	B2,6	B3,6	B2M	ET	PRI	RJT	RT1J	RMT	SC	TMIN	TARI
JUL	5	4	4	13	4	5	12	2	6	3	3	13	5
AGO	3	3	3	13	4	5	11	3	7	2	1	13	2
SET	7	5	2	14	4	5	11	2	10	3	4	11	1
OUT	5	7	3	16	5	4	12	10	4	3	5	12	1
NOV	4	3	2	18	5	4	11	0	6	2	3	13	2
DEZ	3	2	2	21	5	4	11	2	0	2	1	13	1
TOTAL	27	24	16	95	27	27	68	19	33	15	17	75	12

Fonte: Autoria própria (2018)

A tabela 3 traz a demanda de cada produto mensalmente determinadas pelo NeuralTools, e a somatória de cada um deles alocados na última linha. Como o objetivo desta pesquisa foi simular uma nova política para o semestre 02/2017, para o cálculo das variáveis dependentes operou-se apenas com a soma total de cada produto.

4.3.1.1 Sinal de rastreamento

Para validar se o método de redes neurais escolhido para alcance da demanda estava fornecendo valores precisos, efetuou-se a ferramenta de Sinal de Rastreamento que é um mecanismo que fornece o monitoramento do erro de previsão.

O TS, como normalmente é chamado, faz a divisão do desvio acumulado de cada produto pelo desvio absoluto acumulado médio, como já exposto anteriormente na equação (3). Vale lembrar que sua aplicação exige valores reais e que, portanto,

utilizou-se a movimentação de julho e agosto de 2017 que não foram usufruídos pela amostra.

Como forma de esclarecer sua execução, a tabela 4 evidenciada na continuação, denota o cálculo do TS para o produto ABN. Tendo por valor real de movimentação, 3 produtos em julho de 2017 e 2 produtos em agosto.

Tabela 4 – Sinal de rastreamento do produto ABN

Variável	Julho	Agosto
Real	3	2
Previsto	5	3
Desvio	-2	-1
(1) Desvio acumulado	-2	-3
Desvio absoluto	2	1
Desvio absoluto acumulado	2	3
(2) Desvio absoluto acumulado médio	2	1,5
Sinal de Rastreamento (TS)	-1	-2

Fonte: Autoria própria (2018)

Na tabela 4 estão detalhadas as etapas de construção do TS para o produto ABN. O primeiro passo foi encontrar o Desvio Acumulado (1) através da subtração do valor real pelo previsto e, posterior, realizado pela soma dos desvios. Já o Desvio Absoluto Acumulado Médio (2), este sucedeu-se pelo valor em absoluto de cada desvio, mais a média da somatória do desvio acumulado. Por fim, o cálculo do TS foi atingido mediante a divisão da etapa (1) pela etapa (2).

Logo após a obtenção do TS para o primeiro produto, repetiu-se o mesmo procedimento para os demais. Os resultados do Sinal de Rastreamento dos 13 produtos da amostra estão indicados na tabela 5.

Tabela 5 – Sinal de rastreamento

Produto	(Continua)	
	Julho	Agosto
ABN	-1	-2
BN	-1	-2
B2,6	0	2
B3,6	-1	-2
B2M	-1	-2
ET	-1	0
PRI	0	2
RJT	1	2

Tabela 5 – Sinal de rastreamento

Produto	(Conclusão)	
	Julho	Agosto
RT1J	-1	-2
RMT	-1	0
SC	-1	0
TMIN	-1	-2
TARI	-1	1

Fonte: Autoria própria (2018)

Por meio da análise da tabela 5, pode-se verificar que o modelo de redes neurais dirigido para a previsão deste estudo está fornecendo ótimos resultados, isto porque nenhum dos produtos apresentou um TS fora do limite aceito pela ferramenta ($-3 < TS < +3$). Desta maneira, o modelo foi legitimado e seus valores demandados foram considerados confiáveis.

4.3.2 Custo Unitário

O custo unitário corresponde ao valor monetário de venda de cada produto. Este foi apanhado no catálogo de mercadorias disponibilizado pela empresa, que é um material que os vendedores fornecem para seus clientes no momento de negociações.

Este catálogo é atualizado mensalmente, conforme a variação do câmbio ao qual o produto comercializado foi importado. Para este trabalho, foram pegos os valores de venda referentes ao mês de junho de 2017, tal como ilustrado na figura 11.

Acessórios GPS/TOP			
Modelo	Descrição	Vir. Venda	Locação Mês
Adaptador Base Nivelante	Cod: 4265/941 - Com Prumo ótico	219,00	5,00
Adaptador Base Nivelante Carrier XFG2	Cod: 1432	219,00	
Base nivelante C/Prumo ótico XFG1P		599,00	60,00
Base Nivelante com Prumo Laser	Cod: 110	459,00	
Base Nivelante Sem Prumo Ótico	Cod: 4264	459,00	
Bastão 2,6M -Aum e Fib. Carbono	Cod: 89	339,00	30,00
Bastão 3,6M -Aum e Fib. Carbono	Cod: 1468	439,00	40,00
Bastão 4,6M -Aum e Fib. Carbono	Cod: 91	499,00	50,00
Bipé p/ bastão C/ Capa GM2A	Cod: 97	459,00	40,00
Tripé para Bastão C/Capa GM3A	Cod: 98	699,00	50,00

Figura 11 – Tabela de preços

Fonte: Empresa do estudo (2017)

A figura 11 representa apenas uma parcela do catálogo oferecido pela empresa, sua informação traz o modelo, descrição, preço de venda e de locação de

cada produto individualmente. Assim sendo, pode-se averiguar que o custo unitário do ABN é de R\$ 219,00.

O custo unitário de todos os objetos da amostra, utilizados para os demais cálculos, estão organizados no quadro 4.

Produto	Custo Unitário	Produto	Custo Unitário
ABN	R\$ 219,00	RJT	R\$ 40.889,00
BN	R\$ 599,00	RT1J	R\$ 40.889,00
B2,6	R\$ 339,00	RMT	R\$ 1.849,00
B3,6	R\$ 439,00	SC	R\$ 159,00
B2M	R\$ 599,00	TMIN	R\$ 441,00
ET	R\$ 31.900,00	TARI	R\$ 159,00
PRI	R\$ 529,00		

Quadro 4 – Custo unitário dos produtos da amostra
Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 4 manifesta em duas colunas o nome do produto e seu custo unitário em reais. Mais adiante, estes valores foram empregados como variáveis de entrada na simulação dos cenários.

4.3.3 Custo Fixo do Pedido

O custo fixo do pedido envolve variáveis associadas com o processamento e recebimento de um novo lote. Para este estudo, seu valor foi determinado mediante a somatória do custo do comprador e o custo do transporte.

O primeiro passo foi buscar o custo do comprador por meio de uma observação *in loco*, esta ateu-se ao tempo de descarga, ao custo por hora e ao número de funcionários. Depois da investigação, chegou-se a seguinte afirmativa:

- Tempo de descarga: 2 horas;
- Custo por hora: colaborador responsável pela armazenagem na empresa ganha cerca de R\$ 3.000,00, trabalha 20 dias por mês e 8 horas por dia. Deste modo, seu custo por hora é de R\$ 18,75;
- Número de funcionários: 2 funcionários.

Por consequência, sabendo que o tempo de recolhimento dos produtos é de 2 horas e que cada funcionário ganha R\$ 18,75, logo, o custo de armazenagem é de R\$ 37,50 por pessoa. Porém, como a empresa opera com dois funcionários, assim o “custo do comprador” foi estipulado por R\$ 75,00.

O segundo item, o custo do transporte, este estipulou a quilometragem da viagem, gasto com pedágios, o consumo médio do veículo envolvido e a média do preço do diesel no período. Os números estabelecidos para cada um destes, estão dispostos no quadro 5 na sequência.

Custo do Transporte	
Distância (Km)	991
Pedágio (R\$ por eixo)	43,10
Consumo Médio (Km/l)	7,5
Média Diesel (R\$)	3,22
Custo Ida (R\$)	511,89
Custo de Ida e Volta (R\$)	1.023,78

Quadro 5 – Custo do transporte
Fonte: Autoria própria (2018)

O primeiro e segundo elemento do quadro 5, distância e pedágio, estes foram coletados no site do Qualp Pedágios (QUALP, 2018). Conhecendo que todos lotes da empresa vêm da matriz em Belo Horizonte/MG e que o destino é sempre a cidade de Curitiba/PR, assim sendo, o programa resultou no percurso de 991 quilômetros com R\$ 43,10 total de pedágio por eixo.

O caminhão utilizado pela transportadora é de modelo *Truck*. Segundo o site da Texaco Lubrificantes (2018), este veículo possui dois eixos e opera com capacidade leve. Logo, seu consumo médio é de 7,5 quilômetros por litro (PORTAL DO CAMINHONEIRO, 2018).

Já a média do preço do diesel para o período de simulação da política foi de R\$ 3,22, este foi coletado na página da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP, 2018) nos meses de julho a dezembro de 2017, com dados atribuídos ao estado de Minas Gerais.

Após determinado os itens do custo do transporte, seu valor de ida foi resultado do cálculo da equação $((\text{Distância} / \text{Consumo Médio}) * \text{Média Diesel}) + (2 * \text{Pedágio})$. Porém, assumiu-se neste estudo que toda viagem faz unicamente a empresa em estudo e, à vista disto, o valor de ida e volta foi fixado na quantia de R\$ 1.023,78.

Por fim, o Custo Fixo do Pedido foi o valor arredondado de R\$ 1.100,00, definido a partir da somatória do custo do comprador com o custo do transporte.

4.3.4 Custo Fixo de Manutenção

Já citado anteriormente no referencial teórico, o custo fixo de manutenção envolve fatores como o capital investido, a despesa com o local de armazenagem e o custo particular de manutenção de cada objeto. Levando-se a afirmativa que 25% do custo é arcado com capital e que o restante se apodera de 10%, isto posto, o custo fixo de manutenção anual é de 35% (FERNANDES; GODINHO, 2010).

Como a política pretendida abrange um horizonte de tempo semestral e sabendo que um ano possui dois semestres, então o valor empregado foi a metade da percentagem. Assim sendo, a variável de Custo Fixo de Manutenção apropriou-se da quantia arredondada de 18%.

4.4 SIMULAÇÃO DOS CENÁRIOS

A simulação dos cenários se deu em planilhas do programa Microsoft Excel, com cada qual tendo por resultado o custo total do semestre 02/2017. Cada modelo restringiu-se em mensurar para cada produto as variáveis dependentes de Lote Econômico de Compra (LEC), Custo do Pedido (CP), Custo de Manutenção (CM), Estoque Cíclico (EC), Frequência do Pedido (FP) e o Tempo de Fluxo Médio (TFM).

Vale destacar que as variáveis dependentes de cada cenário possuem algumas variações em seu formato. Deste modo, preferiu-se por detalhar cada cenário individualmente.

4.4.1 Cenário Base

O Cenário Base foi definido a partir do modelo de pedido de lote usado pela empresa no momento do estudo. De natureza qualitativa, o método de reposição classificou-se em “Estimativa da Equipe de Vendas”.

Pela análise do local, pode-se assegurar que os pedidos são feitos através da experiência dos vendedores e sem nenhuma base numérica de comparação. Assim sendo, para este cenário aplicou-se para o Lote Econômico de Compra a média das vendas passadas, observadas nos cinco semestres coletados pela amostra.

Para exemplificar o cálculo utilizado em cada variável dependente, estes foram detalhados para o produto ABN. Deste modo, ao operar a média dos cinco semestres, chegou-se ao seguinte resultado arredondado para o LEC do produto ABN:

$$LEC_{(ABN)} = \frac{101}{5} = 20 \text{ produtos}$$

Nesta operação, o numerador é a venda total nos cinco períodos coletados e o denominador equivale ao número de semestres.

A próxima variável, o Custo do Pedido, este desfrutou dos valores da demanda, custo fixo do pedido e do LEC do produto ABN. Logo, por meio da fórmula do CP (equação (7)), obteve-se:

$$CP_{(ABN)} = \left(\frac{27 * 1100}{20} \right) = R\$ 1.485,00$$

O Custo de Manutenção foi alcançado pela multiplicação do valor do LEC do produto ABN, com o custo fixo de manutenção e com seu custo unitário. Posteriormente, esse valor foi dividido por 2, onde sua quantia é expressa por:

$$CM_{(ABN)} = \left(\frac{20 * 0,18 * 219}{2} \right) = R\$ 394,20$$

Sendo o Estoque Cíclico a metade do Lote Econômico de Compra, este foi determinado pela relação abordada na equação (4):

$$EC_{(ABN)} = \frac{20}{10} = 10 \text{ produtos}$$

Por fim, com os números do LEC e da demanda do ABN, a Frequência do Pedido e o Tempo de Fluxo Médio foram atingidos pelo uso das equações (11) e (5) respectivamente.

Sendo a Frequência do Pedido:

$$FP_{(ABN)} = \frac{27}{20} = 1,35 \text{ semestre}$$

E o Tempo de Fluxo Médio:

$$TFM_{(ABN)} = \left(\frac{20}{2 * 27} \right) = 1,35 \text{ semestre}$$

Com todas as variáveis dependentes calculadas para o produto ABN e com horizonte de tempo semestral comum a todas elas, repetiu-se o mesmo procedimento para os demais produtos. O resultado das equações e consequente simulação do Cenário Base está exposto na tabela 6.

Tabela 6 – Simulação do cenário base

	LEC	Custo do Pedido	Custo de Manutenção	Estoque Cíclico	Frequência do Pedido	Tempo de Fluxo Médio
ABN	20	R\$1.485,00	R\$394,20	10	1,35	0,37
BN	20	R\$1.320,00	R\$1.078,20	10	1,20	0,42
B2,6	11	R\$1.600,00	R\$335,61	6	1,45	0,34
B3,6	80	R\$1.306,25	R\$3.160,80	40	1,19	0,42
B2M	20	R\$1.485,00	R\$1.078,20	10	1,35	0,37
ET	33	R\$900,00	R\$94.743,00	17	0,82	0,61
PRI	70	R\$1.068,57	R\$3.332,70	35	0,97	0,51
RJT	23	R\$908,70	R\$84.640,23	12	0,83	0,61
RT1J	17	R\$2.135,29	R\$62.560,17	9	1,94	0,26
RMT	17	R\$970,59	R\$2.828,97	9	0,88	0,57
SC	16	R\$1.168,75	R\$228,96	8	1,06	0,47
TMIN	70	R\$1.178,57	R\$2.778,30	35	1,07	0,47
TARI	20	R\$3.960,00	R\$286,20	10	3,60	0,14
CUSTO TOTAL						R\$276.932,26

Fonte: Autoria própria (2018)

Na tabela 6 estão computados os valores de todas as variáveis dependentes para cada produto da amostra. Seus números correspondem a simulação para o semestre 02/2017, através da ferramenta convencional operada pelo setor da empresa.

O resultado desta simulação é a junção de seus custos, denominado Custo Total. Este se deu pela soma do Custo do Pedido com o Custo de Manutenção de todos os produtos, compreendido no valor de R\$ 276.932,26.

4.4.2 Cenário 1

O Cenário 1 assume que todos os produtos da amostra são pedidos individualmente, isto é, o abastecimento de cada objeto é feito de maneira particular.

De natureza quantitativa, os dados são todos cotados para o segundo semestre de 2017 e com valores arredondados para os casos necessários.

As variáveis dependentes serão descritas para o produto ABN. Assim sendo, para a mensuração do primeiro item o Lote Econômico de Compra, este se deu por meio dos valores de demanda, custo unitário, custo fixo do pedido e custo fixo de manutenção, aplicados a equação (10):

$$LEC_{(ABN)} = \sqrt{\frac{2 * 27 * 1100}{0,18 * 219}} = 39 \text{ produtos}$$

A segunda variável, o Custo do Pedido, este foi encontrado por meio dos números da demanda, custo fixo do pedido e do valor do LEC do ABN. Ao aplicar a equação (7), obteve-se:

$$CP_{(ABN)} = \left(\frac{27 * 1100}{39} \right) = R\$ 761,54$$

Para o Custo de Manutenção, usou-se os valores do LEC, custo fixo de manutenção e custo unitário, relacionados pela equação (8), encontrou-se:

$$CM_{(ABN)} = \left(\frac{39 * 0,18 * 219}{2} \right) = R\$ 768,69$$

Vale ressaltar, que o Lote Econômico de Compra fornece a quantidade mais econômica de pedidos por meio do encontro entre as retas do Custo do Pedido e o Custo de Manutenção. Está afirmativa pode ser vista no gráfico 2.

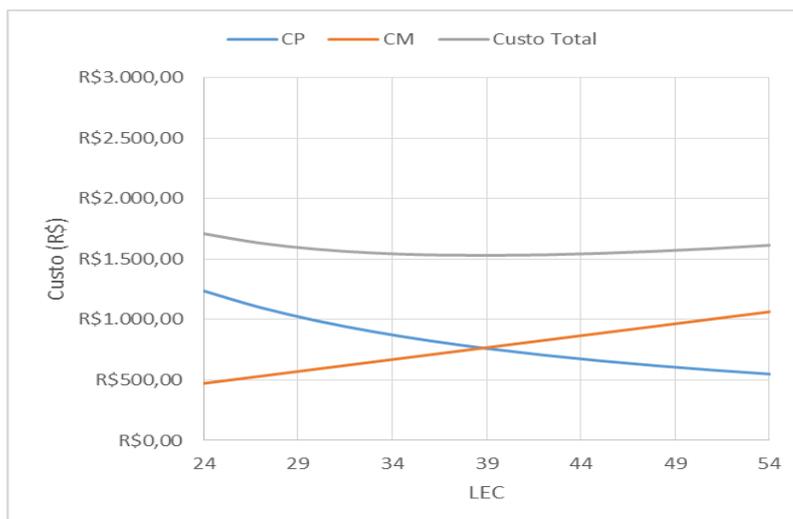


Gráfico 2 – Lote econômico de compra
Fonte: Autoria própria (2018)

Ao calcular o CP e CM para números próximos a quantia econômica, conseguiu-se criar o gráfico 2. Este demonstra visualmente que o momento de encontro da linha do Custo do Pedido com o Custo de Manutenção está justamente sobre o valor atingido pela equação do LEC, de 39 unidades do produto.

Na continuação, o Estoque Cíclico foi conquistado pela seguinte relação (equação (4)):

$$EC_{(ABN)} = \frac{39}{2} = 20 \text{ produtos}$$

Por fim, com os valores do LEC e da demanda do produto ABN, dirigiu-se para a Frequência do Pedido e o Tempo de Fluxo Médio por meio das equações (11) e (5) respectivamente.

Sendo a Frequência do Pedido:

$$FP_{(ABN)} = \frac{27}{39} = 0,63 \text{ semestre}$$

E o Tempo de Fluxo Médio:

$$TFM_{(ABN)} = \left(\frac{39}{2 * 27} \right) = 0,72 \text{ semestre}$$

Terminado o levantamento das variáveis dependentes para o ABN, repetiu-se o mesmo procedimento para os demais produtos, completando-se assim a

simulação do Cenário 1. Seus valores alcançados estão manifestados na tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Simulação do cenário 1

	LEC	Custo do Pedido	Custo de Manutenção	Estoque Cíclico	Frequência do Pedido	Tempo de Fluxo Médio
ABN	39	R\$761,54	R\$768,69	20	0,69	0,72
BN	22	R\$1.200,00	R\$1.186,02	11	1,09	0,46
B2,6	24	R\$733,33	R\$732,24	12	0,67	0,75
B3,6	51	R\$2.049,02	R\$2.015,01	26	1,86	0,27
B2M	23	R\$1.291,30	R\$1.239,93	12	1,17	0,43
ET	3	R\$9.900,00	R\$8.613,00	2	9	0,06
PRI	40	R\$1.870,00	R\$1.904,40	20	1,7	0,29
RJT	2	R\$10.450,00	R\$7.360,02	1	9,5	0,05
RT1J	3	R\$12.100,00	R\$11.040,03	2	11	0,05
RMT	10	R\$1.650,00	R\$1.664,10	5	1,5	0,33
SC	36	R\$519,44	R\$515,16	18	0,47	1,06
TMIN	46	R\$1.793,48	R\$1.825,74	23	1,63	0,31
TARI	30	R\$440,00	R\$429,30	15	0,4	1,25
CUSTO TOTAL						R\$84.051,75

Fonte: Autoria própria (2018)

A tabela 7 apresenta a simulação do Cenário 1 através do cálculo de todas as variáveis dependentes para cada item da amostra. É possível perceber que para este modelo o CP e o CM se aproximam entre si para cada produto, fornecendo, desta forma, um equilíbrio entre estes dispêndios.

Como resultado, por meio da somatória do Custo do Pedido com o Custo de Manutenção de todos os produtos, chegou-se ao valor do Custo Total do Cenário 1 em R\$84.051,75.

4.4.3 Cenário 2

O Cenário 2 considera que todo produto da amostra é incluído a cada novo pedido de lote, isto é, cada frete traz simultaneamente o pedido de reposição de todos os objetos.

Neste modelo, precisou-se determinar mais uma variável independente, o Custo Conjunto do Pedido (S^*). Então, no primeiro momento usou-se os dados de todos os produtos, pois o S^* declara que para cada solicitação o custo do pedido é combinado.

Para esta pesquisa, admitiu-se que o S^* foi composto pela somatória do custo do transporte com o custo do comprador. Porém, com o custo do transporte aparecendo uma única vez, pois admite-se que os carregamentos são compartilhados. Por consequência, o Custo Conjunto do Pedido obtido foi (equação (12)):

$$S^* = (76 + \dots 76) + 1.024 = R\$ 2.012,00$$

O próximo passo foi identificar a Frequência do Pedido, porque para este cenário seu valor ideal minimiza o custo total. Assim sendo, a FP foi determinada pelo uso da demanda, custo fixo de manutenção, custo unitário de cada produto, mais o Custo Conjunto do Pedido. Organizados pela equação (13), sua resultante foi dada por:

$$FP = \sqrt{\frac{1.064,34 + \dots + 343,44}{2 * 2.012}} = 11,91 \text{ semestre}$$

O número 1.064,34 na aplicação da equação (13) foi o resultado da multiplicação entre a demanda, custo fixo de manutenção e custo unitário do ABN. O restante, exprimido pelas reticências, foi a repetição do mesmo cálculo para os outros produtos.

Definidos o Custo Conjunto do Pedido e a Frequência do Pedido, dirigiu-se para a quantia do Custo Total do Pedido no semestre por meio da equação (15):

$$CP(\text{semestre}) = 2.012 * 11,91 = R\$ 23.968,28$$

No segundo momento, a simulação das demais variáveis dependentes do cenário foram feitas separadamente para cada objeto. Assim sendo, sua execução esta detalhada para o produto ABN.

O Lote Econômico de Compra foi adquirido pela divisão operada na equação (14). Isto posto, seu valor arredondado para o ABN foi:

$$LEC_{(ABN)} = \frac{27}{11,91} = 2 \text{ produtos}$$

Para o Custo de Manutenção, utilizou-se os valores do LEC, da demanda, do custo fixo de manutenção e do custo unitário do produto ABN. Seu valor foi decorrente da equação (16), indicado na sequência:

$$CM_{(ABN)} = \left(\frac{2 * 0,18 * 219}{2} \right) = R\$ 39,42$$

Posterior, tendo que o Estoque Cíclico é a metade da quantia mais econômica, pela equação (4) conseguiu-se:

$$EC_{(ABN)} = \frac{2}{2} = 1 \text{ produto}$$

Por fim, com os valores da demanda e do LEC do ABN, mediu-se o Tempo de Fluxo Médio pela fórmula (5), apontado em:

$$TFM_{(ABN)} = \left(\frac{2}{2 * 27} \right) = 0,04 \text{ semestre}$$

Com todas as variáveis computadas para o produto ABN, repetiu-se os mesmos passos para os outros dos produtos. A simulação está na tabela 8.

Tabela 8 – Simulação do cenário 2

	LEC	Custo do Pedido	Custo de Manutenção	Estoque Cíclico	Frequência do Pedido	Tempo de Fluxo Médio
ABN	2	-	R\$39,42	1	11,91	0,04
BN	2	-	R\$108,63	0	11,91	0,04
B2,6	1	-	R\$40,99	0	11,91	0,04
B3,6	8	-	R\$315,15	0	11,91	0,04
B2M	2	-	R\$122,21	0	11,91	0,04
ET	2	-	R\$6.508,56	0	11,91	0,04
PRI	6	-	R\$271,83	0	11,91	0,04
RJT	2	-	R\$5.870,71	0	11,91	0,04
RT1J	3	-	R\$10.196,50	0	11,91	0,04
RMT	1	-	R\$209,58	0	11,91	0,04
SC	1	-	R\$20,43	0	11,91	0,04
TMIN	6	-	R\$249,94	0	11,91	0,04
TARI	1	-	R\$14,42	0	11,91	0,04
CUSTO TOTAL						R\$47.936,65

Fonte: Autoria própria (2018)

A tabela 8 aborda a simulação das variáveis dependentes de cada produto da amostra. O valor do Custo do Pedido não está levantado separadamente, porque este é comum a todos eles, mensurado pelo Custo Conjunto do Pedido.

Com o Custo do Pedido para o semestre 02/2017 já estabelecido anteriormente, o Custo de Manutenção para o mesmo período ocorreu por meio a

somatória dos CM individuais. Portanto, para o Cenário 2 o Custo Total foi auferido pela adição de todos os seus custos, que procedeu na quantia de R\$ 47.936,65

4.4.4 Cenário 3

O Cenário 3 considera que os carregamentos são feitos em conjunto para um subconjunto selecionado de produtos, ou seja, declara que os produtos com maior demanda são incluídos com maior frequência que os produtos de menor demanda.

O primeiro passo na simulação deste cenário, foi determinar a Frequência do Pedido dos produtos por meio de quatro etapas consecutivas, sendo estas:

1. Definição do produto de maior frequência

Nesta etapa, aceitou-se que todos os produtos são pedidos individualmente e que o custo fixo do pedido (custo do transporte e custo do comprador) é incorrido em todos eles. Desta forma, ao calcular a equação (18) para todos os produtos da amostra, obteve-se como o produto de maior frequência o RT1J. Seu valor está apresentado na sequência:

$$\bar{n}_{(RT1J)} = \sqrt{\frac{0,18 * 40.889 * 33}{2 * (76 * 1.024)}} = 10,51 \text{ semestre}$$

O produto RT1J foi classificado como produto de maior frequência, isto significa que este produto deve ser contido em todos os pedidos requeridos;

2. Remoção do custo do transporte dos demais produtos e cálculo da frequência de inclusão aos lotes

Com o produto de maior frequência encontrado, deslocou-se o custo do transporte para ele. Deste jeito, reajustou-se a frequência dos outros produtos por meio da equação (19) (o exemplo abaixo está para o produto ABN):

$$\bar{n}_{(ABN)} = \sqrt{\frac{0,18 * 219 * 27}{2 * 76}} = 2,65 \text{ semestre}$$

Em seguida, mediu-se a frequência com que os produtos são incluídos ao RT1J pela equação (20). O exemplo a seguir está para o produto ABN:

$$\bar{m}_{(ABN)} = \left[\frac{10,51}{2,65} \right] = 4 \text{ inclusões}$$

O valor da frequência com que o ABN é incluído com o RT1J está arredondado, visto que sua quantia é expressa em número de pedidos;

3. Recálculo da frequência do RT1J

Com a frequência dos produtos alcançadas, a frequência real do RT1J foi recalculada pela equação (21), chegando-se a:

$$FP_{(RT1J)} = \sqrt{\frac{\sum(4.226,71 + \dots + 2.400,67)}{2 * (1.024 + \sum(19,14 + \dots + 10,87))}} = 11,16 \text{ semestre}$$

Na fórmula da frequência recalculada do RT1J, o número 4.226,71 faz a multiplicação da frequência de inclusão, custo unitário, demanda e custo fixo de manutenção do ABN. Já o número 19,14 no denominador da fórmula, faz a divisão do custo do comprador pela frequência de inclusão do ABN (a reticência em ambos os casos faz menção a repetição do cálculo para os demais produtos);

4. Frequência de todos os pedidos, exceto do RT1J

Com a FP do RT1J atingida, a Frequência do Pedido do restante dos produtos foi dado pela equação (22) (exemplo para o produto ABN):

$$FP_{(ABN)} = \frac{11,16}{4} = 2,79 \text{ semestre}$$

A Frequência do Pedido do ABN diz quantas vezes este produto deve ser pedido, em outras palavras, significa que dos 11 pedidos lançados pela frequência do RT1J, em 3 (valor arredondado) deles o ABN deverá ser pedido junto.

Com a Frequência do Pedido medida para todos os itens da amostra, dirigiu-se para as demais variáveis dependentes. A demonstração dos cálculos foi fixada para o produto ABN, estes podem ser visto na sequência.

Em conformidade com o Lote Econômico de Compra, utilizou-se os valores da demanda e da FP aplicados a equação (23), seu valor encontrado foi:

$$LEC_{(ABN)} = \frac{27}{2,79} = 10 \text{ produtos}$$

A quantidade do LEC está arredonda, porque trata-se de unidades do produto. Posteriormente, sabendo-se que o Estoque Cíclico é a metade do LEC, seu valor foi dado por (equação (4)):

$$EC_{(ABN)} = \frac{10}{2} = 5 \text{ produtos}$$

Para o Custo de Manutenção, empregou-se os dados da demanda, custo fixo de manutenção, custo unitário e a FP. Organizados pela equação (26), conseguiu-se:

$$CM_{(ABN)} = \frac{27 * 0,18 * 219}{2 * 2,79} = R\$ 190,74$$

O Tempo de Fluxo Médio aplicou os números da demanda e no LEC na equação (5), chegando-se a:

$$TFM_{(ABN)} = \left(\frac{10}{2 * 27} \right) = 0,18 \text{ semestre}$$

Por fim, encontrou-se o Custo do Pedido de duas maneiras. Para o produto de maior frequência, multiplicou-se a sua FP pelo custo fixo do pedido, mediante a equação (24), chegando-se a:

$$CP_{(RT1)} = 11,16 * 1.100 = R\$ 12.276,00$$

E para o resto dos produtos, estes procederam pelo FP e o custo do comprador, colocados na equação (25). Deste modo, adquirindo a quantia de:

$$CP_{(ABN)} = 2,76 * 76 = R\$ 219,04$$

Com os valores para o ABN conquistados, repetiu-se o mesmo procedimento do LEC, EC, CM, TFM e CP para os outros itens da amostra. A simulação do Cenário 3 está evidenciada na tabela 9.

Tabela 9 – Simulação do cenário 3

	LEC	Custo do Pedido	Custo de Manutenção	Estoque Cíclico	Frequência do Pedido	Tempo de Fluxo Médio
ABN	10	R\$212,04	R\$190,74	5	2,79	0,18
BN	5	R\$332,88	R\$295,40	3	4,38	0,11
B2,6	6	R\$212,04	R\$174,97	3	2,79	0,18
B3,6	17	R\$424,08	R\$672,66	9	5,58	0,09
B2M	6	R\$353,40	R\$313,03	3	4,65	0,11
ET	2	R\$848,16	R\$6.945,97	1	11,16	0,04
PRI	10	R\$526,68	R\$467,17	5	6,93	0,07
RJT	2	R\$848,16	R\$6.265,25	1	11,16	0,04
RT1J	3	R\$12.276,00	R\$1.626,34	1	11,16	0,04
RMT	2	R\$462,84	R\$409,88	1	6,09	0,08
SC	9	R\$144,40	R\$128,04	4	1,9	0,26
TMIN	11	R\$505,40	R\$447,63	6	6,65	0,08
TARI	8	R\$121,60	R\$107,33	4	1,6	0,31
CUSTO TOTAL						R\$35.312,09

Fonte: Autoria própria (2018)

A simulação do Cenário 3 mostrado na tabela 9 traz os valores dado a cada variável dependente para cada item da amostra. Estes estão no horizonte de tempo semestral, previstos para o período 02/2017.

Em conclusão, fez-se a somatória do Custo do Pedido com o Custo de Manutenção de todos os produtos, resultando no Custo Total do Cenário 3 a quantia de R\$ 35.312,09.

4.5 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE POLÍTICA ALTERNATIVA

Após a simulação dos cenários, procedeu-se para a análise e designação do melhor método. As variáveis observadas para esta escolha foram o custo total, o estoque cíclico e o tempo de fluxo médio.

Para o custo total, calculou-se também a sua percentagem de redução em relação ao modelo utilizado pela empresa no momento do estudo, o cenário base. Os valores alcançados estão indicados no quadro 6.

Cenário	Custo Total	% Redução
Base	R\$276.932,26	0%
1	R\$84.051,75	70%
2	R\$47.936,65	83%
3	R\$35.312,09	87%

Quadro 6 – Comparação dos cenários
Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 6 traz o custo total e a percentagem de redução de cada procedimento. Pode-se verificar que ambos os cenários quantitativos atingiram uma quantia bastante significativa na diminuição dos seus custos, porém, com os cenários 2 e 3 compreendendo os números mais expressivos.

Como os cenários 2 e 3 apresentaram uma margem de redução bastante próximas, precisou-se averiguar outras variáveis contidas em suas simulações. Para isto, foram comparados os valores das variáveis de estoque cíclico e tempo de fluxo médio.

No cenário 2, a medida do estoque cíclico dos produtos é bem menor contraposto ao cenário 3, o que lhe permite um maior giro. Entretanto, seus TFMs são iguais para todos os itens, o que significa que o tempo de a permanência dos objetos são iguais no estoque e que isto pode ocasionar em uma queda no nível de serviço.

Assim sendo, concluiu-se que a melhor técnica para construção da política encontra-se no cenário 3. Pois está além de inferir em uma redução de 87% nos custos, também possui diferenciação no tempo de permanência dos produtos de maior e menor demanda no armazém.

Com a ferramenta escolhida, dirigiu-se para a elaboração do documento contento as práticas da nova política. Este material estabeleceu o quando e quanto pedir de cada produto, mediante a compilação dos números dos LECs e das FPs.

O primeiro passo foi a criação de um calendário no Excel para o semestre 02/2017, contendo apenas os dias comerciais do período. Posterior, definiu-se o número de pedidos pelo arredondamento do valor do produto mais pedido, o RT1J.

Com o calendário e o número de pedidos definidos, dividiu-se os dias úteis pela frequência do RT1J para a obtenção do intervalo de dias entre uma solicitação

e outra. Em decorrência deste procedimento, o elemento “quando” do documento foi descoberto e seus dias de reposição registrados.

O próximo passo foi encontrar quais os produtos pedir em cada carregamento, isto é, encaminhou-se para o “quanto” da política. Este se deu pela distribuição da frequência arredonda de cada produto ao longo dos pedidos, por exemplo, o PRI de FP igual à 7 foi espalhado ao longo dos 11 pedidos de modo a tornar o lote final o mais homogêneo possível.

A quantidade total por armazenagem ou lote, é a somatória do LEC de cada produto do pedido. A descrição da nova política, denominada Carteira de Pedidos, está mostrada no quadro 7 na sequência.

CARTEIRA DE PEDIDOS: 02/2017			
NÚMERO	QUANDO	QUANTO	LOTE
1	17/jul	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + BN(5) + B3,6(17) + B2M(6) + ABN(10)	45
2	01/ago	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + B3,6(17) + RMT(2) + SC(9)	45
3	16/ago	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + TMIN(11) + BN(5) + B2,6(6)	39
4	31/ago	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + B3,6(17) + RMT(2) + TARI(8)	44
5	18/set	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + TMIN(11) + B3,6(17) + B2M(6) + BN(5)	46
6	03/out	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + TMIN(11) + RMT(2) + ABN(10)	40
7	19/out	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + TMIN(11) + B3,6(17) + B2M(6) + RMT(2)	43
8	06/nov	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + B3,6(17) + RMT(2) + BN(5)	41
9	22/nov	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + TMIN(11) + B2M(6) + ABN(10)	44
10	07/dez	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + PRI(10) + SC(9) + B2,6(6) + TMIN(11)	43
11	22/dez	RT1J(3) + RJT(2) + ET(2) + TMIN(11) + RMT(2) + B2M(6) + B2,6(6) + TARI(8)	40

Quadro 7 – Carteira de pedidos

Fonte: Autoria própria (2018)

O quadro 7 ilustra a política de estoque construída com os valores do Cenário 3. Este corresponde a uma Carteira de Pedidos contendo o número de pedidos no semestre, suas datas, os produtos do carregamento, suas respectivas quantidades nos parênteses e seu lote total.

Por fim, para maior eficiência na aplicação da proposta alternativa de política, este quadro contendo suas práticas deve ser compartilhado com o setor de compras e de manutenção da empresa. Também, seus valores devem ser diariamente conferidos e ajustados com a necessidade do local.

5 CONCLUSÃO

O gerenciamento de estoques garante o abastecimento adequado de mercadorias, ao mesmo tempo que reduz seus custos gerados. Deste modo, a presente pesquisa contribuiu com a área acadêmica e empresarial mediante a implementação de uma metodologia em um estudo de caso, que forneceu a análise da aplicação da simulação de cenário e contribuiu como processo de melhoria para a companhia estudada.

O objetivo geral de propor uma política alternativa de estoque por meio de simulação de cenários foi atingido, isto é, conseguiu-se indicar uma política alternativa para a redução dos custos gerados no setor de revenda.

Os objetivos específicos também foram atingidos, os relatórios de movimentação de mercadorias foram criados, a amostra foi delimitada pela ferramenta de curva ABC, os cenários foram levantados, as variáveis independentes e os cenários foram calculados e, por fim, pode-se propor uma política alternativa para a empresa analisada.

O resultado alcançado é condizente com o método de pedido de lote conjunto por agregação adaptada. O valor das variáveis deste procedimento deu suporte a composição das práticas de quando e quanto pedir ao longo de um semestre.

Assim sendo, conseguiu-se uma resposta ao problema de pesquisa. Pode-se através da execução da metodologia aplicada chegar a uma opção de política de estoque mais vantajosa ao objeto de estudo.

As ferramentas empregues foram perguntas informais com clientes e colaboradores, observação *in loco*, análise da curva ABC, previsão por redes neurais no *software* NeuralTools e a aplicação de fórmulas variadas no programa Microsoft Excel.

Para trabalhos futuros, sugere-se a ampliação do tema, como a introdução do cálculo do estoque de segurança, análise de fornecedores e introdução de indicadores de precisão. Também, sugere-se a utilização de uma amostragem maior, onde se possa inferir valores mais precisos e exatos ao modelo.

REFERÊNCIAS

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Sistema de levantamento de preços**. Disponíveis em: < <http://www.anp.gov.br/precos-e-defesa/234-precos/levantamento-de-precos>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

AROZO, Rodrigo. Monitoramento de desempenho na gestão de estoque. **Revista Tecnológica**, v. 85, n. 48-53, 2002.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2011.

_____. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BATEMAN, R.; BOWDEN, R. O.; GOGG, T. J.; HARREL, C.; MOTT, J. R. A.; MONTEVECHI, J. A. B. **Simulação de sistemas: aprimoramento processos de logística, serviços e manufatura**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BATTINI, D.; GLOCK, C. H.; GROSSE, E. H.; PERSONA, A.; SGARBOSSA, F. Ergo-lot-sizing: an approach to integrate ergonomic and economic objectives in manual materials handling. **International Journal of Production Economics**, v. 185, p. 230-239, jan. 2017.

BONOMOLO, M. et al. Cost optimal analysis of lighting retrofit scenarios in educational buildings in Italy. **Energy Procedia**, v. 126, p. 171-178, aug. 2017.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D.J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BOWERSOX, Donald J. et al. **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BRAGA, A. de P.; CARVALHO, A. P. de L. F. de; LUDERMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Banco de dados:** indicadores econômicos gerais. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/indicadores-economicos-gerais/boletim-estatistico> >. Acesso em: 10 mai. 2018.

CARVALHO, C. J. Como a gestão de práticas de oferta de crédito impacta a de estoque. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, p. 77, 2015.

CASTANHO, I. **Curva ABC e cauda longa:** escolhendo a melhor estratégia para o e-commerce. Disponível em < <https://blog.olist.com/curva-abc-e-cauda-longa-escolhendo-a-melhor-estrategia-para-o-e-commerce/> >. Acesso em: 12 mar. 2018.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos:** estratégia, planejamento e operações. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

DEASON, W. Comparison of 100% renewable energy system scenarios with a focus on flexibility and cost. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 3168–3178, oct. 2017.

DEMIR, M. E.; DINCER, I. Cost assessment and evaluation of various hydrogen delivery scenarios. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 43, n. 22, p. 10420-10430, aug. 2017.

DEV, N. K.; SHANKAR, R.; CHOUDHARY, A. Strategic design for inventory and production planning in closed-loop hybrid systems. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p. 345-353, jun. 2016.

DOIN, E.; SILLAS, E. P. **Marketing no varejo**. 1. ed. Curitiba: Ibpex, 2007.

DOUISSA, M. R.; JABEUR, K. A new model for multi-criteria abc inventory classification: proaftn method. **Procedia Computer Science**, v. 96, p. 550-559, aug. 2016.

EGRI, P.; KIS, T.; KOVÁCS, A.; VÁNCZA, J. An inverse economic lot-sizing approach to eliciting supplier cost parameters. **International Journal of Production Economics**, v. 149, p. 80-88, jul 2013.

ERJAVEC, J.; GRADISAR, M.; TRKMAN, P. Assessment of stock size to minimize cutting stock production costs. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 170-176, jan. 2012.

ERUGUZ, A. S.; TAN, T.; VAN HOUTUM, G. A survey of maintenance and service logistics management: classification and research agenda from a maritime sector perspective. **Computers & Operations Research**, v. 85, p. 184-205, mar. 2017.

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

FRÍAS-PAREDES, L. et al. Dynamic mean absolute error as new measure for assessing forecasting errors. **Energy Conversion and Management**, v. 162, p. 176-188, feb. 2018.

GHAMARI, A.; SAHEBI, H. The stochastic lot-sizing problem with lost sales: a chemical-petrochemical case study. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 44, p. 53-64, apr. 2017.

GONÇALVES, R. R.; TORRES, A. P.; RODRIGUES, M. R. A.; ZYGIELSZYPER, N. R. **Cenários econômicos e tendências**. Rio de Janeiro: FGV, 2011.

GUSMÃO, S. **Planejamento e controle de estoques**. 4. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2004.

HAMAD, R.; GUALDA, N. D. F. Modeling of logistic networks with seasonality: influence of carrying cost and ICMS credit. **Journal of Transport Literature**, v. 8, n. 2, p. 295-324, 2014.

HAYKIN, S. **Redes neurais**: princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

HE, Y.; JIAO, J.; CHEN, Q.; GE, S.; CHANG, Y.; XU, Y. Urban long term electricity demand forecast method based on system dynamics of the new economic normal: the case of tianjin. **Energy**, vol. 133, p. 9-22, may. 2017.

HOLMBOM, M.; SEGERSTEDT, A. Economic order quantities in production: from harris to economic lot scheduling problems. **International Journal of Production Economics**, v. 155, p. 82-90, mar. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. **Pesquisa mensal de comércio**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3416>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

_____. **Pesquisa industrial mensal: produção física**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9294-pesquisa-industrial-mensal-producao-fisica-brasil.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

JIAO, W.; ZHANG, J.; YAN, H. The stochastic lot-sizing problem with quantity discounts. **Computers & Operations Research**, v. 80, p. 1-10, nov. 2016.

KOURENTZES, N. Intermittent demand forecasts with neural networks. **International Journal of Production Economics**, v. 143, n. 1, p. 198-206, jan. 2013.

KUHN, H.; LISKE, T. An exact algorithm for solving the economic lot and supply scheduling problem using a power-of-two policy. **Computers & Operations Research**, v. 51, p. 30-40, may. 2014.

LAM, H. Y.; CHOY, K. L.; HO, G. T. S.; CHENG, S. W.; LEE, C. K. M. A knowledge-based logistics operations planning system for mitigating risk in warehouse order fulfillment. **International Journal of Production Economics**, vol. 170, p. 763-779, jan. 2015.

LAN, S.; YANG, C.; HUANG, G. Q. Data analysis for metropolitan economic and logistics development. **Advanced Engineering Informatics**, v. 32, p. 66-76, jan. 2017.

LOLLI, F. et al. Single-hidden layer neural networks for forecasting intermittent demand. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p. 116-128, out. 2016.

MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. São Paulo: Saraiva, 2001.

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

MASON, K.; DUGGAN, J.; HOWLEY, E. Forecasting energy demand, wind generation and carbon dioxide emissions in Ireland using evolutionary neural networks. **Energy**, v. 155, p. 705-720, apr. 2018.

MATTAR, F. N. **Administração de varejo**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2011.

MENEZES, E. M; SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2001.

METZGER, C.; THIESSE, F.; GERSHWIN S.; FLEISCH, E. The impact of false-negative reads on the performance of RFID-based shelf inventory control policies. **Computers & Operations Research**, v. 40, n. 7, p. 1864-1873, feb. 2013.

MONTANARI, Roberto et al. A model for the analysis of procurement strategies in the economic order interval environment. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 134, p. 79-98, oct. 2016.

MUNDOGEO. **Cpe equipamentos topográficos ltda**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2009/06/02/mercadogeo-cpe-equipamentos-topograficos-ltda/>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

ÖNAL, M.; ROMEIJN, H. E.; SAPRA, A.; HEUVEL, W. The economic lot-sizing problem with perishable items and consumption order preference. **European Journal of Operational Research**, v. 244, n. 3, p. 881-891, feb. 2015.

PALISADE. **NeuralTools**: redes neurais sofisticadas para o Microsoft Excel. Disponível em: < <http://www.palisade-br.com/NeuralTools/> >. Acesso em: 20 abr. 2018.

PORTAL DO CAMINHONEIRO. **Consumo médio de caminhões:** faixas médias de consumo por categoria de caminhão. Disponível em: <<http://portaldocaminhoneiro.blogspot.com/2008/10/consumo-mdio-de-caminhes.html>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

POZO, H. **Administração de recursos materiais e patrimoniais:** uma abordagem logística. São Paulo: Atlas, 2001.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUALP. Portal de gestão de pedágios do Brasil. Disponível em: <<http://qualp.com.br/>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

RAGSDALE, C. T. **Modelagem e análise de decisão.** São Paulo: Cengage Learning, 2009.

REIS, M. M. **Números índices.** Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap5.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

ROSA, H.; MAYERLE, S. F.; GONÇALVES, M. B. Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação. **Produção**, SC, v. 20, n. 4, p. 626-638, 2010.

ROSIENKIEWICZ, M.; CHLEBUS, E.; DETYNA, J. A hybrid spares demand forecasting method dedicated to mining industry. **Applied Mathematical Modelling**, vol. 49, p. 87-107, apr. 2017.

RUIZ-CORDERO, R.; GUPTA, A.; PINTO, A.; JORDA, M. Cost-containment protocols for prostate core needle biopsies: hypothetical scenarios to reduce procedural costs. **Prostate International**, p. 1-4, fev. 2018.

SALCEDO, C. A. G.; HERNANDEZ, A. I.; VILANOVA, R.; CUARTAS, J. F. Inventory control of supply chains: mitigating the bullwhip effect by centralized and decentralized internal model control approaches. **European Journal of Operational Research**, v. 224, n. 2, p. 261-272, aug. 2012.

SARI, D. P.; RUSDIANSYAH, A.; HUANG, L. Models of joint economic lot-sizing problem with time-based temporary price discounts. **International Journal of Production Economics**, v. 139, n. 1, p. 145-154, dec. 2012.

SILVA, I. N. da; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. **Redes neurais artificiais para engenharia e ciências aplicadas**. São Paulo: Artliber, 2010.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indicadores CNI**. Disponível em:

<<http://www6.sistemaindustria.org.br/gpc/externo/listaResultados.faces?codPesquisa=120>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

TEUNTER, R. H.; SYNTETOS, A. A.; BABAI, M. Z. Stock keeping unit fill rate specification. **European Journal of Operational Research**, vol. 259, p. 917-925, nov. 2016.

TEXACO LUBRIFICANTES. **Tipos de caminhões e capacidades**. Disponível em: <<https://blog.texaco.com.br/ursa/tipos-de-caminhoes-e-capacidades/>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

VALEVA, S.; HEWITT, M.; THOMAS, B. W.; BROWN, K. G. Balancing flexibility and inventory in workforce planning with learning. **International Journal of Production Economics**, v. 183, p. 194-207, oct 2016.

VIEIRA, J. G. V.; TOSO, M. R.; SILVA, J. E. A. R.; RIBEIRO, P. C. C. An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres. **International Journal of Production Economics**, v. 187, p. 246-259, mar. 2017.

VITASEK, K. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. Disponível em: <http://cscmp.org/imis0/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921>. Acesso em: 02 abr. 2017.

WANKE, P. **Gestão de estoques na cadeia de suprimento: decisões e modelos quantitativos**. São Paulo: Atlas, 2003.

ZAHRAN, S. K.; JABER, M. Y. Investigation of a consignment stock and a traditional inventory policy in a three-level supply chain system with multiple-suppliers and multiple-buyers. **Applied Mathematical Modelling**, vol. 44, p. 390-408, jan. 2017.

APÊNDICE A - Relatório de Treinamento, Teste e Previsão

RELATÓRIO DE TREINAMENTO, TESTE E PREVISÃO DO RESTANTE DOS PRODUTOS DA AMOSTRA

1. BN

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
testar	2,00	Inadequada	-1,00
treinar			
testar	3,84	Inadequada	-1,84
treinar			
testar	3,36	Inadequada	-1,36
treinar			
testar	5,71	Inadequada	-4,71
treinar			
testar	3,66	Adequada	1,34
treinar			
treinar			
treinar			
testar	2,00	Inadequada	1,00
treinar			
prever	3,78		
prever	3,37		
prever	5,48		
prever	7,30		
prever	3,02		
prever	2,00		

2. B2,6

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
testar	2,21	Adequada	-0,21
testar	3,00	Inadequada	-2,00
treinar			
testar	1,00	Adequada	0,00
treinar			
testar	1,00	Inadequada	-1,00
treinar			
treinar			
testar	1,00	Inadequada	-1,00
treinar			
treinar			
testar	1,00	Inadequada	1,00
treinar			
prever	3,56		
prever	3,00		
prever	2,21		
prever	3,00		
prever	2,21		
prever	2,21		

3. B3,6

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	6,27	Inadequada	3,73
treinar			
treinar			
testar	11,29	Inadequada	6,71
testar	12,68	Adequada	1,32
treinar			
treinar			
testar	12,14	Adequada	0,86
treinar			
treinar			
testar	20,39	Inadequada	-17,39
treinar			
testar	12,65	Inadequada	6,35
treinar			
prever	12,80		
prever	13,14		
prever	14,39		
prever	16,34		
prever	18,06		
prever	21,24		

4. B2M

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
testar	1,99	Inadequada	-1,99
treinar			
treinar			
treinar			
testar	4,00	Adequada	1,00
treinar			
testar	4,00	Inadequada	-2,00
treinar			
treinar			
testar	1,02	Inadequada	7,98
treinar			
treinar			
testar	4,03	Adequada	-0,03
testar	4,02	Adequada	-0,02
treinar			
treinar			
prever	3,82		
prever	3,90		
prever	3,69		
prever	4,97		
prever	4,99		
prever	4,99		

5. ET

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	6,62	Inadequada	-2,62
testar	5,00	Inadequada	-3,00
testar	5,00	Inadequada	-4,00
testar	4,15	Inadequada	5,85
treinar			
treinar			
testar	7,00	Inadequada	-3,00
treinar			
treinar			
testar	7,00	Adequada	0,00
treinar			
treinar			
prever	5,06		
prever	5,00		
prever	4,99		
prever	4,09		
prever	4,04		
prever	4,01		

6. PRI

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	11,25	Adequada	-2,25
testar	9,00	Adequada	0,00
treinar			
treinar			
testar	11,25	Adequada	4,75
treinar			
treinar			
testar	11,25	Adequada	3,75
testar	11,25	Adequada	-0,25
treinar			
treinar			
testar	11,25	Adequada	1,75
treinar			
prever	12,00		
prever	11,25		
prever	11,27		
prever	12,00		
prever	11,25		
prever	11,25		

7. RJT

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	1,01	Inadequada	1,99
treinar			
testar	10,00	Inadequada	-4,00
treinar			
testar	5,00	Inadequada	-4,00
treinar			
treinar			
treinar			
testar	4,04	Inadequada	4,96
treinar			
treinar			
testar	3,68	Inadequada	3,32
treinar			
testar	3,01	Inadequada	2,99
treinar			
prever	2,19		
prever	3,00		
prever	1,73		
prever	9,91		
prever	0,00		
prever	1,98		

8. RT1J

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
treinar			
treinar			
testar	0,75	Inadequada	-0,75
testar	0,62	Inadequada	0,38
treinar			
testar	4,46	Adequada	-0,46
testar	9,73	Adequada	-1,73
testar	6,23	Adequada	0,77
treinar			
testar	2,05	Inadequada	-1,05
treinar			
treinar			
prever	5,97		
prever	6,80		
prever	9,75		
prever	4,46		
prever	6,27		
prever	0,31		

9. RMT

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	4,00	Inadequada	-2,00
treinar			
testar	2,13	Adequada	-0,13
treinar			
treinar			
treinar			
testar	2,00	Adequada	0,00
testar	3,05	Inadequada	-2,05
testar	3,01	Inadequada	-2,01
treinar			
testar	3,01	Adequada	-0,01
treinar			
treinar			
prever	3,86		
prever	2,38		
prever	3,57		
prever	3,47		
prever	2,00		
prever	2,00		

10. SC

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
testar	1,43	Inadequada	-0,43
treinar			
testar	1,96	Adequada	0,04
treinar			
testar	2,16	Inadequada	-1,16
treinar			
testar	1,09	Inadequada	2,91
testar	1,28	Inadequada	1,72
treinar			
treinar			
testar	3,24	Adequada	-0,24
treinar			
prever	2,72		
prever	1,39		
prever	3,72		
prever	4,82		
prever	3,03		
prever	0,62		

11. TMIN

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
treinar			
treinar			
treinar			
testar	13,00	Inadequada	8,00
treinar			
treinar			
testar	7,31	Inadequada	-4,31
testar	13,00	Adequada	3,00
treinar			
treinar			
testar	13,00	Inadequada	-5,00
treinar			
testar	13,97	Adequada	2,03
treinar			
testar	1,09	Inadequada	2,91
testar	1,28	Inadequada	1,72
treinar			
testar	13,00	Adequada	-3,00
treinar			
prever	12,81		
prever	12,99		
prever	10,97		
prever	11,50		
prever	13,00		
prever	13,00		

12. TARI

Relatório de Treinamento-Teste-Previsão para "Rede treina

Tag usada	Previsão	Adequada/Inadequada	Residual
testar	1,08	Adequada	-0,08
testar	1,01	Inadequada	1,99
treinar			
treinar			
treinar			
testar	4,99	Inadequada	4,01
treinar			
testar	2,00	Inadequada	1,00
treinar			
testar	8,00	Inadequada	-5,00
treinar			
testar	2,00	Adequada	0,00
treinar			
prever	5,00		
prever	2,19		
prever	1,00		
prever	1,00		
prever	1,95		
prever	1,26		