

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JOÃO RAMPON NETO

**APLICAÇÃO DA PREVISÃO DE DEMANDA PARA A GESTÃO DOS ESTOQUES
DE PRODUTOS INJETADOS**

CAXIAS DO SUL

2017

JOÃO RAMPON NETO

**APLICAÇÃO DA PREVISÃO DE DEMANDA PARA A GESTÃO DOS ESTOQUES
DE PRODUTOS INJETADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Vidor

CAXIAS DO SUL

2017

JOÃO RAMPON NETO

**APLICAÇÃO DA PREVISÃO DE DEMANDA PARA A GESTÃO DOS ESTOQUES
DE PRODUTOS INJETADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 30/11/2017

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gabriel Vidor
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Esequiel Berra de Mello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Leandro Luís Corso
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Marcelo De Bastiani
Engenheiro Mecânico

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por ser à base das minhas conquistas, me garantindo força, coragem e esperança nos dias de batalha.

Aos meus pais João Rampon Filho e Maria Helena Rampon por todo o amor, dedicação e doutrinação dos valores fundamentais que moldam o meu caráter. A minha tia Ines Rampon que é uma fonte de inspiração, exercendo o papel de mentora na minha vida. Certamente não estaria aqui hoje se não fosse por vocês, muito obrigado por tudo.

Em especial, agradeço ao professor Alexandre Homsí Pedott por ter acreditado neste trabalho, desde o primeiro dia. Infelizmente não tivemos a oportunidade de finalizarmos este projeto juntos, mas tenha certeza que sua contribuição foi de extrema importância para a construção deste estudo. Torço muito e tenho fé na sua recuperação e retorno à universidade o mais rápido possível.

Ao professor Gabriel Vidor, pela sugestão do tema, há cerca de um ano atrás, e por ter assumido a orientação deste trabalho no meio do semestre, obrigado pelo imenso apoio e por ser este exemplo de profissional, entusiasta da Engenharia de Produção.

Aos professores membros da banca, Esequiel Berra de Mello e Leandro Luís Corso por aceitarem este compromisso e terem disponibilizado seu tempo para colaborarem com este projeto.

À empresa, que me deu a oportunidade para desenvolver este trabalho e a todos os meus colegas, em especial ao gerente de engenharia, Marcelo De Bastiani, por ter acreditado em mim e por compartilhar o seu conhecimento e experiência diariamente.

Aos meus inúmeros amigos e familiares, que eu não teria linhas suficientes para citá-los, agradeço pelo carinho e contribuição, direta ou indiretamente, na realização deste objetivo da minha vida, vocês também foram fundamentais ao longo desta jornada.

“Para o homem que só tem um martelo, todo problema parece um prego.”

Abraham Maslow

RESUMO

O presente trabalho de conclusão do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul aborda a proposta de aplicação da previsão de demanda para a gestão dos estoques de produtos injetados em uma empresa localizada em Caxias do Sul. Para tanto, no desenvolvimento do estudo, foram propostos os modelos de previsão de demanda: Suavização Exponencial Simples, Holt, Holt-Winters e Box-Jenkins, atrelados aos conceitos de gestão de estoques. Inicialmente, foi analisado o mix de produção da companhia, aplicando a Curva ABC para classificar os itens em relação ao investimento produtivo total no primeiro semestre de 2017. Na sequência levantaram-se os dados históricos dos últimos 36 meses de vendas dos produtos selecionados, obtendo as séries temporais para o estudo. Com os dados coletados, foi efetuada uma análise gráfica, buscando identificar componentes específicos de cada curva. Posteriormente, as séries foram modeladas através do SPSS, elencando os modelos de previsão que tiveram o melhor desempenho estatístico no período analisado. Em posse dos modelos, geraram-se as previsões trimestrais, que foram acompanhadas durante o mesmo horizonte, monitorando-se a acuracidade e o impacto financeiro em relação aos estoques de segurança. Os resultados demonstram que a metodologia, aplicada ao cenário atual da organização, é mais eficaz que os parâmetros utilizados, proporcionando ganhos operacionais e financeiros para a empresa como um todo.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Séries temporais. Gestão de Estoques.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição Curva ABC	19
Figura 2 – Curva de Custos	20
Figura 3 – Equilíbrio Custo × Serviço.....	21
Figura 4 – Método de Revisão Periódica	22
Figura 5 – Modelo Ponto de Reposição	23
Figura 6 – Nível de Serviço × Estoque de Segurança	24
Figura 7 – Fatores característicos das demandas.....	28
Figura 8 – Etapas do Trabalho.....	36
Figura 9 – Resultados Curva ABC	39
Figura 10 – Série Temporal do Produto A1	41
Figura 11 – Ajuste do modelo	42
Figura 12 – Faturamento 2017	47
Figura 13 – Série Temporal do Produto A3	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Curva ABC	38
Tabela 2 – Previsões de Venda.....	42
Tabela 3 – Resultados Julho	44
Tabela 4 – Resultados Agosto	45
Tabela 5 – Resultados Setembro	46
Tabela 6 – Resultados Análise Qualitativa.....	49
Tabela 7 – Resultados do Período	50
Tabela 8 – Impacto Financeiro	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Custos dos Estoques	20
Quadro 2 – Séries Temporais dos Produtos	40
Quadro 3 – Resumo dos Modelos	41
Quadro 4 – Análise Julho	44
Quadro 5 – Análise Agosto	45
Quadro 6 – Análise Setembro.....	46
Quadro 7 – Análise Qualitativa	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARIMA	Autorregressivo Integrado de Médias Móveis
ERP	Enterprise Resource Planning / Planejamento de Recurso Corporativo
MAPE	Média Absoluta Percentual dos Erros
MMD	Média Móvel Ponderada
MMS	Média Móvel Simples
OEM	Original Equipment Manufacturer
SARIMA	Autorregressivo Integrado de Médias Móveis Sazonal
SES	Suavização Exponencial Simples
SPSS	Statistical Package for Social Sciences

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos	15
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	GESTÃO DE ESTOQUES	18
2.1.1	Curva ABC	18
2.1.2	Custos dos Estoques.....	20
2.1.3	Dimensionamento de Estoques	21
2.1.4	Indicadores	26
2.2	PREVISÃO DE DEMANDA	27
2.2.1	Tipos de Previsões	27
2.2.2	Demandas	28
2.2.3	Séries Temporais.....	29
2.2.3.1	Modelo de Suavização Exponencial Simples	29
2.2.3.2	Modelo de Holt	29
2.2.3.3	Modelo de Holt-Winters	30
2.2.3.4	Modelos de Box-Jenkins.....	31
2.2.4	Erros de Previsão	33
3	PROPOSTA DE TRABALHO	35
3.1	CENÁRIO ATUAL	35
3.2	ETAPAS DO TRABALHO.....	36
4	RESULTADOS	38
4.1	DESCRIÇÃO DO CASO	38
4.2	ANÁLISE DO CASO	43
4.2.1	Análise Julho	43

4.2.2	Análise Agosto.....	45
4.2.3	Análise Setembro	46
4.2.4	Análise Qualitativa	47
4.2.5	Demonstração dos Resultados	49
4.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	50
5	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICE A – ESTATÍSTICAS DE AJUSTE DOS MODELOS.....	57
	APÊNDICE B – INTERFACES DE ANÁLISE DOS ESTOQUES DE SEGURANÇA..	58

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o sucesso competitivo é uma questão de obter a maior margem de lucro, produzindo com a melhor qualidade, no menor espaço de tempo possível e com menores custos. Estes fatores evidenciam o quanto à eficácia operacional deve ser tratada como o pináculo da visão estratégica empresarial. Na luta por participação de mercado, a competição não ocorre apenas em relação aos concorrentes, mas em toda a cadeia produtiva, denotando o quanto os esforços nos processos e planejamentos internos são imprescindíveis para o êxito das organizações.

O gerenciamento financeiro e os planos estratégicos que envolvem a gestão do fluxo de caixa e a alocação do capital disponível são *trade-offs* de vital impacto no desempenho competitivo de uma organização. É neste âmbito que a logística desempenha um papel de extrema importância na efetiva sobrevivência de uma empresa. Segundo Pozo (2015) a abordagem possui a função de estudar a maneira como a administração pode otimizar os recursos de suprimento, estoques e distribuição dos produtos, através do planejamento, organização e controle efetivo de suas atividades correlatas.

A gestão dos estoques é uma das ramificações logísticas mais intrínsecas aos pilares da eficiência operacional e financeira. Ching (2010) ressalta que o controle dos estoques possui grande influência na lucratividade de uma empresa, pois eles absorvem capital que poderia estar sendo investido de outras maneiras, desviam fundos de outros usos potenciais e possuem o mesmo custo que qualquer outro investimento.

Os estoques são meios para alcançar a principal meta de todas as empresas: vender. A gestão dos mesmos deve ponderar os custos e desvantagens associados, Dias (2010) afirma que é impossível uma empresa operar sem estoque, pois eles funcionam como amortecedores entre os vários estágios da manufatura até a venda final do produto. O seu efetivo gerenciamento deve buscar manter os recursos ociosos em constante equilíbrio com as oscilações de oferta e procura do mercado, atendendo as necessidades dos clientes.

A previsão de demanda é uma ferramenta determinante para otimizar a utilização dos recursos disponíveis e o dimensionamento dos estoques nas organizações, garantindo maiores retornos sobre os seus investimentos. Martins e Laugení (2005) afirmam que a previsão de demanda é fundamental para utilizar os recursos produtivos de maneira adequada, realizando a reposição dos materiais no momento e quantidade certa. Além disso, é essencial para que as demais atividades necessárias aos processos industriais sejam adequadamente programadas.

O método pode utilizar dois tipos de abordagens para a concepção das previsões. As qualitativas, que envolvem o julgamento de profissionais capacitados para opinar na demanda futura (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2015) e as quantitativas, que utilizam modelos matemáticos e estatísticos para projeção das demandas futuras, baseando-se no passado. A integração das técnicas citadas pode ser uma boa possibilidade para aperfeiçoar o desempenho dos modelos de previsão, criando dados mais acuráveis (WERNER; RIBEIRO, 2006).

Assim, Moreira (2008) sintetiza que a previsão de demanda define a presença de determinada necessidade no futuro, baseando-se no histórico passado, garantindo estimativas substanciais para tomadas de decisões. Tubino (2009) conclui que a ferramenta é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer organização.

1.1 JUSTIFICATIVA

Prever a demanda é um dos principais requisitos para a maioria dos processos operacionais. Sem estimativas, não é possível planejar o nível das atividades esperadas, tornando impossível o eficaz controle, planejamento e projeção dos recursos necessários para atender as demandas requisitadas pelo mercado (LEWIS, 1997). Exemplificando estes fatores, estudos específicos que abordam a mesma temática serão apresentados na sequência.

Lima et al. (2015) aplicaram um modelo de previsão de demanda em uma empresa de corte e dobra de aço. O objetivo foi eliminar disparidades nos modelos de previsão utilizadas pela organização. O modelo antigo não impedia o atraso nas entregas de certos clientes. Os dados referentes ao volume total faturado de aço cortado e dobrado de espessura 20,0 mm foram coletados durante o período de janeiro de 2010 até junho de 2013, compreendendo um total de 42 períodos de observação. Após análise das séries temporais, foram escolhidos os métodos de Holt-Winters aditivo e multiplicativo, devido ao fato de se ajustarem melhor as particularidades das demandas reais estudadas. Foi definido um horizonte de 6 meses, com previsões de julho até dezembro de 2013, e aplicado ambos os métodos. Para comparativos, os valores dos erros das previsões foram analisados. O método aditivo apresentou menor média percentual absoluta de erros (MAPE), 14,06%, em comparação com o método multiplicativo, 17,74%. Foram então atingidas reduções de 17% na perda metálica do material selecionado e de 8,5% nos gastos com logística, garantindo ganhos no capital de giro devido à redução dos estoques.

No estudo de Bortoletto et al. (2016) foram pesquisadas modelos de séries temporais para previsão de demanda em uma industria eletroeletrônica. O estudo concentrou-se em uma família de produtos eletrodomésticos do portfólio da empresa. Foram levantados os dados históricos de 28 meses das demandas dos produtos. Primeiramente foi verificado se a série possuía *outliers*, sazonalidade ou tendência significativos. Para isso, foram utilizadas a análise gráfica *box-plot*, o teste de *Kolmogorv-Smirnov*, o teste de *Kruskal-Wallis*, a análise de Regressão Linear, o teste de *Durbin-Watson*, o teste de *Cuzick*, e por último, o teste de *Dickey-Fuller*. Os resultados indicaram que se tratava de uma série com distribuição normal, estacionaria e sem evidencias de sazonalidade ou tendência. Portanto optou-se pelos métodos MMS, SES, ARIMA e MMD. O método ARIMA obteve os melhores resultados, atribuído pelo autor, a sua robustez, apresentando um MAPE de 11,58%.

Tissot et al. (2016) realizaram a implementação de um modelo de previsão de vendas na distribuição de açoes especiais. Foram definidos cinco itens importantes para análise, denominados A, B, C, D e E, os dados referentes aos seus consumos foram coletados de um período de 5 anos. Para cada série, foram avaliados os modelos de Suavização Exponencial, ARIMA, Combinação Aritmética e Combinação por Pesos. Para os itens A, B, C e D, o modelo de suavização exponencial apresentou maior acuracidade. Já para o item E, o modelo de combinação aritmética entre o ARIMA e a Suavização Exponencial teve o menor desvio. A análise final foi referente aos custos dos estoques caso as compras fossem programadas pelos métodos selecionados. A redução total seria de R\$ 8.559,45 em seis meses, somente para os cinco itens elencados, visto que a empresa conta com um total de 1192, abrindo campos para reduções ainda maiores.

Tsui et al. (2013) utilizaram a previsão de demanda para analisar e prever os níveis de tráfego aéreo no Aeroporto Internacional de Hong Kong. O estudo buscava prever as tendências de crescimento do aeroporto para o período de 2011 a 2015. Para isso, os modelos de Box-Jenkins SARIMA e ARIMA foram selecionados. Após a segregação das principais origens: África, Oceania, Europa Continental, Japão, China, America do Norte, Ásia, Taiwan, e Reino Unido foram levantados os dados históricos das demandas. O SARIMA foi modelado usando as séries de dados entre janeiro de 1993 e novembro de 2010 e o ARIMA foi modelado baseado no período de janeiro de 2001 a novembro de 2010. Os dois modelos proporcionaram resultados acurados e consistentes, apresentando baixos erros MAPE. Os resultados, baseados apenas nas estimativas, projetaram um crescimento médio de 0,5 a 0,8% por mês, identificando três principais origens (África, China e Taiwan) que tendiam a quedas

significativas. Já as análises ponderando os cenários econômicos também demonstraram estimativas de crescimentos, mas com taxas diferentes (média de 0,5 a 0,6% ao mês).

Estas exemplificações são necessárias para o vínculo com o ambiente em estudo. A empresa estudada oferta uma gama grande de produtos em seu portfólio. Os estoques dos produtos prontos, por possuírem altos valores agregados, representam grandes taxas de capital despendido pela organização e implicam taticamente na correta programação da produção para atender as requisições dinâmicas do mercado, que, verticalmente, impactam diretamente no planejamento e na disponibilidade das atividades fabris.

Verifica-se então que a aplicação da previsão de demanda neste contexto necessitará de um elevado grau de dimensionamento das variáveis encadeadas nos processos da companhia. A obtenção de um modelo mais assertivo de previsão pode garantir alavancagens ao desempenho operacional da organização, facilitando o planejamento do nível das atividades e o dimensionamento otimizado dos recursos, garantindo maiores retornos sobre o capital investido. Portanto, o escopo deste trabalho visa obter modelos consistentes que forneçam dados acurados para potencializar os resultados do ofício.

1.2 OBJETIVOS

Esta seção apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O proposto trabalho tem como objetivo geral aplicar a previsão de demanda para a gestão dos estoques de produtos injetados em uma empresa localizada em Caxias do Sul.

1.2.2 Objetivos específicos

Visando atingir o objetivo geral, derivam-se os específicos como sendo:

- a) elaborar a Curva ABC do mix de produção;
- b) levantar os dados históricos das demandas dos produtos da Curva A;
- c) identificar os modelos matemáticos de previsão com menores erros;
- d) comparar os resultados do modelo proposto com o realizado;
- e) avaliar os parâmetros atuais dos estoques em comparação com as previsões dos modelos propostos;

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho apresenta uma abordagem quantitativa, dado que aborda métodos estatísticos de previsão de demanda, aplicados a gestão dos estoques de produtos injetados. Além disso, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, visto que busca entender como os fatores analisados impactam no processo de injeção da companhia estudada.

O trabalho proposto utiliza o método de estudo de caso para o seu pleno desenvolvimento. Para Yin (2010, p 23) “estudo de caso é uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas”.

Para atender a forma de pesquisa, o estudo foi estruturado em cinco etapas. Na primeira, será avaliado o mix de produção da companhia, utilizando como critério os volumes e custos de produção, elencando os itens prioritários na execução do trabalho.

Após essa análise serão levantados os dados históricos das demandas dos produtos classificados na Curva A. Para isso, serão utilizados os apontamentos de produção, compilados ao longo do tempo no *software* ERP utilizado pela empresa.

Com o levantamento das informações necessárias serão analisadas as séries temporais dos dados e o método que se julgar mais aplicado será implantado. A definição da metodologia específica utilizada será através da revisão bibliográfica e de estudos com a mesma aplicabilidade.

Em seguida, após a aplicação do modelo apropriado, serão avaliados os resultados e a eficácia da metodologia, ponderando os erros da mesma. O objetivo é analisar as previsões atingidas em comparação às demandas reais consolidadas.

Paralelamente, serão avaliados os parâmetros e o comportamento dos estoques e níveis produtivos da companhia, comparando o cenário atual com o fornecido pela ferramenta de previsão adotada, buscando identificar se o sistema está dimensionado de maneira efetiva em relação às demandas realizadas e projetadas.

A sequência deste trabalho está dividida em cinco capítulos. O primeiro apresenta a justificativa do estudo, os objetivos, as características gerais da área estudada e as delimitações do trabalho. No Capítulo 2 é realizada a fundamentação teórica, com revisão bibliográfica da metodologia de previsão de demanda que será aplicada a gestão dos estoques. O Capítulo 3 especifica a metodologia do trabalho, apresentando a descrição detalhada do caso em análise, as etapas de aplicação do estudo e os resultados alvo.

No Capítulo 4 são efetuadas as análises dos dados obtidos, discutidos os resultados obtidos e proposto um modelo de solução de problemas congruente com o cenário analisado. Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões obtidas no desenvolvimento do estudo, esclarecendo as delimitações e perspectivas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados os principais conceitos para o completo desenvolvimento do trabalho, utilizando ferramentas e métodos relacionados à previsão de demanda e gestão de estoques, desenvolvidos por diversos autores presentes na literatura.

2.1 GESTÃO DE ESTOQUES

A gestão de estoques, elemento essencial para a administração de hoje e do futuro, é um dos principais pilares do gerenciamento operacional e financeiro (CORRÊA; CORRÊA, 2009). Do ponto de vista operacional, os estoques garantem economias na produção, regulando as diferenças entre os fluxos principais de uma empresa. Já no âmbito financeiro, denotam capital imobilizado, o que impacta diretamente no retorno sobre os investimentos das companhias (MOREIRA, 2008).

Estrategicamente, o gerenciamento de estoques é fundamental para as organizações (GRANT, 2013). É utilizado para analisar as estratégias competitivas atreladas as operacionais, identificando de que forma os objetivos são priorizados, tendo claramente definido os critérios de custos, velocidade de entrega, confiabilidade e flexibilidade. A gestão de estoques visa ganhar *market-share* ao atender os requisitos “ganhadores de pedidos” e “qualificadores” do mercado (HILL, 2000).

2.1.1 Curva ABC

A metodologia da Curva ABC é derivada do teorema de Vilfredo Pareto, desenvolvido no século XIX, em um estudo aplicado a distribuição da riqueza na Itália. Pareto observou que cerca de 20% da população concentrava aproximadamente 80% da riqueza total. O estudo constatou também que está relação denotava certo padrão e repetibilidade em outros cenários, e o conceito, ao longo do tempo, encontrou generalizada aplicação (BALLOU, 2011).

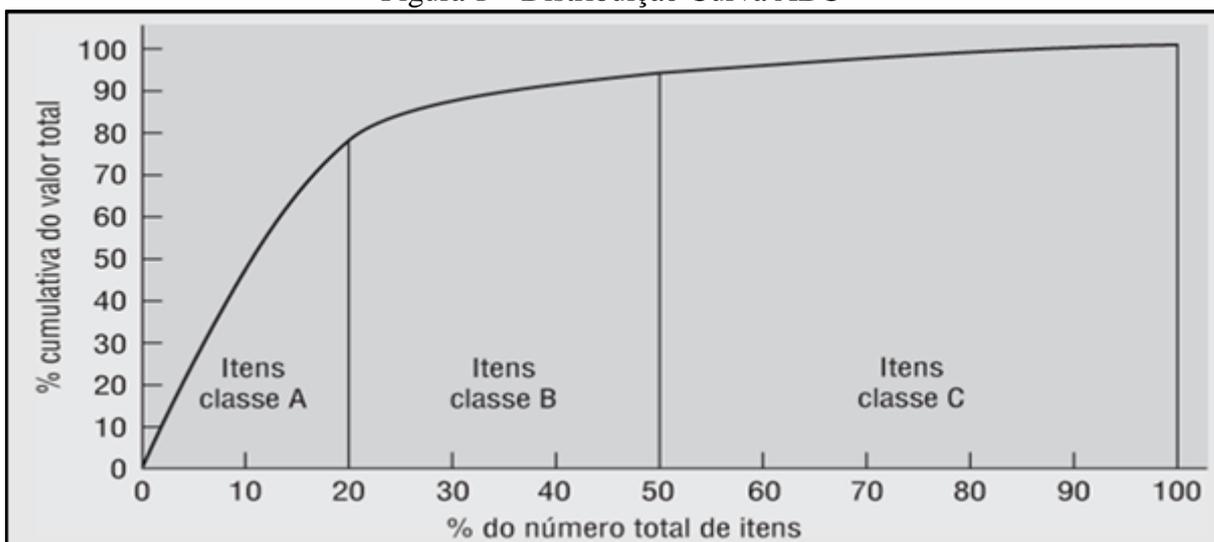
A Curva ABC, conforme Arnold (1999), classifica e determina a importância dos itens, permitindo formas de controle baseados nas suas relevâncias. Dias (2015) complementa que a classificação permite identificar e atuar em itens que justificam a atenção e o tratamento adequado quanto a suas administrações.

O método visa segregar os itens analisados em três classes: A, B e C, conforme os seus volumes e valores característicos. Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015) propõem as seguintes divisões:

- a) Itens classe A: cerca de 20% dos itens que representam aproximadamente 80% do valor total do estoque.
- b) Itens classe B: usualmente 30% de itens seguintes, que representam cerca de 10% do valor total do estoque.
- c) Itens classe C: aqueles de baixo valor, compreendem cerca de 50% do total, representam apenas 10% do valor total dos itens estocados.

Na Figura 1, representa-se graficamente a distribuição das porcentagens relativas a Curva ABC.

Figura 1 – Distribuição Curva ABC



Fonte: Slack, Brandon-Jones e Johnston (2015)

Caxito (2014, p. 169), ressalta que “pode-se adotar qualquer critério para a definição das classes A, B e C, cada empresa adota seu critério com base em diversos fatores, como quantidade de itens em estoque e a importância estratégica do item para a empresa”.

Para Dias (2015), a Curva ABC é útil no gerenciamento dos recursos produtivos, nas definições de políticas de vendas, no estabelecimento de prioridades, programação da produção e outros problemas usuais das empresas. Pozo (2015, p 82) afirma, que “a utilização da Curva ABC é extremamente vantajosa, porque se pode reduzir as imobilizações em estoques sem prejudicar a segurança, pois ela controla mais rigidamente os itens de classe A e, mais superficialmente, os de classe C”.

2.1.2 Custos dos Estoques

Os custos incorridos aos estoques possuem grande relevância nos resultados das organizações. Bowersox, Closs e Cooper (2007) definem os estoques como ativos que devem, essencialmente, garantir retornos sobre o capital investido, proporcionando lucro marginal sobre as vendas que não aconteceriam sem os mesmos. Arnold (1999) reitera que o gerenciamento dos custos associados é um dos principais pilares para a gestão eficiente dos estoques. Para abordagens analíticas, Pozo (2015) classifica os custos relevantes em três espécies gerais, resumidas no Quadro 1.

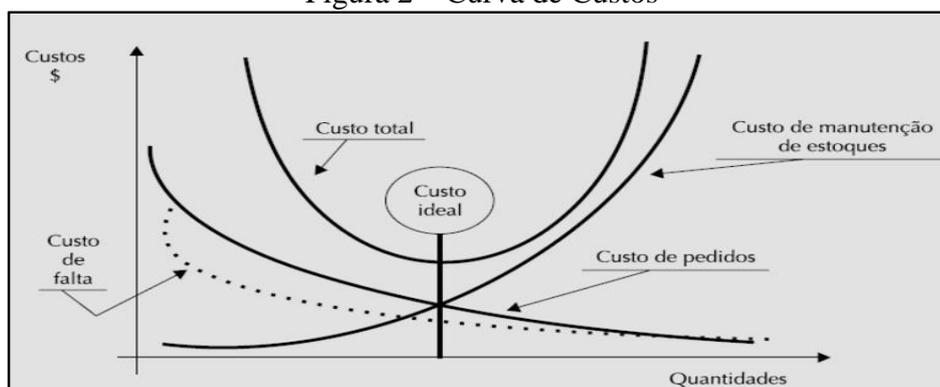
Quadro 1 – Custos dos Estoques

Custo de Pedido	Toda vez que um pedido é emitido, incorrem custos fixos e variáveis referentes a esse processo. Os custos variáveis consistem em todos os recursos necessários para tal procedimento. Portanto, o custo de pedido está diretamente determinado com base no volume dos pedidos que ocorrem no período.
Custo de Manutenção de Estoque	Os custos de manutenção de estoque incorporam as despesas de armazenamento, tais como: altos volumes, demasiados controles, enormes espaços físicos, sistemas de armazenagem e movimentação e pessoal alocado, equipamentos e sistemas específicos. Temos também custos associados aos impostos e aos seguros do material estocado. Além disso, os itens estão sujeitos a perdas, roubos e obsolescência, aumentando ainda mais os custos de mantê-los em estoques.
Custo por Falta de Estoque	Ocorre normalmente por falta de um adequado planejamento e controle de estoque. Não entregar ou atrasar um produto causa enormes transtornos ao cliente (imagem, custos, confiabilidade, concorrência etc.).

Fonte: adaptado de Pozo (2015)

Estas classificações possuem importância na análise e definição das políticas de estoques utilizadas pelas companhias. A sinergia e o balanceamento entre os custos citados garantem um ponto de intersecção onde o custo ideal é encontrado. A Figura 2 demonstra as curvas dos custos associados aos estoques e o ponto do custo ideal.

Figura 2 – Curva de Custos



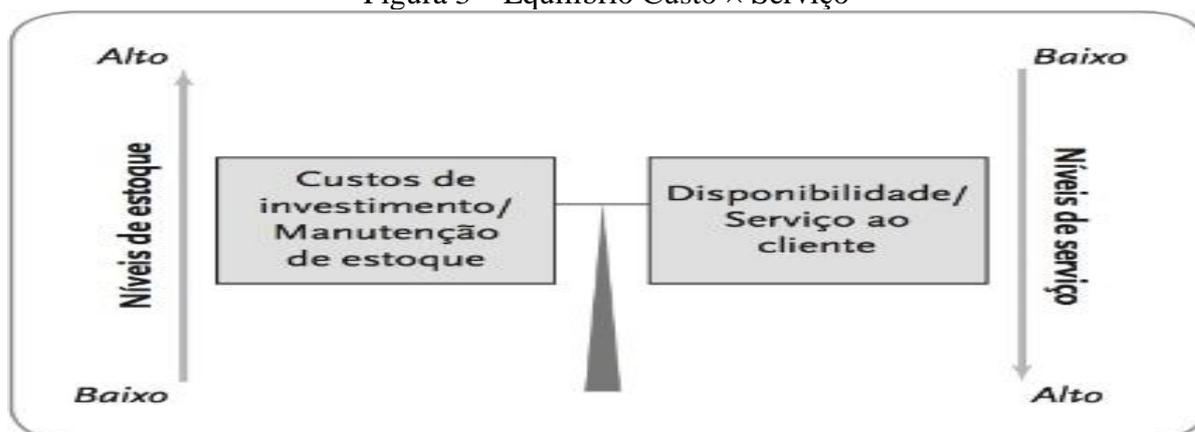
Fonte: (Pozo, 2015)

Muitas vezes intangíveis, os custos eminentes aos estoques necessitam de abordagens extremamente estratégicas quanto as suas gestões. O papel das organizações é buscar sempre a melhor forma de administrar os seus ativos circulantes, garantindo sua competitividade no mercado.

2.1.3 Dimensionamento de Estoques

O principal desafio no dimensionamento dos ativos, é balancear o *trade-off* relacionado aos níveis dos estoques com as requisições do mercado, visando reduzir os investimentos para maximizar o lucro sobre o capital alocado pela companhia. A Figura 3 exemplifica as correlações entre os custos e a disponibilidade dos serviços, ilustrando o equilíbrio ideal.

Figura 3 – Equilíbrio Custo × Serviço

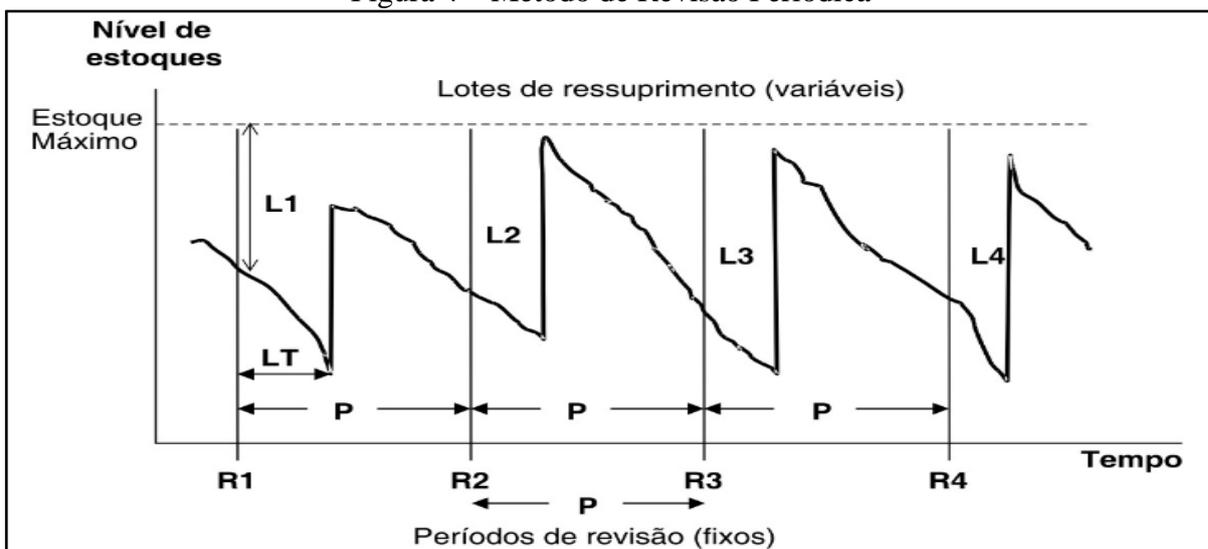


Fonte: Grant (2013)

A definição da política de revisão dos estoques estabelece fundamentos importantes para o gerenciamento dos ativos nas organizações, permitindo definições estratégicas dos parâmetros relacionados à abordagem escolhida para gerir os ativos. Os dois principais métodos existentes na literatura são o de revisão contínua e o de revisão periódica, que serão explorados na sequência.

O método de revisão periódica, segundo Peinaldo e Graeml (2007), consiste na avaliação dos estoques em períodos fixados, variando os pedidos de ressurgimento de acordo com a quantidade remanescente. Seu funcionamento depende de duas decisões: fixar os períodos das revisões e estabelecer os volumes máximos dos estoques que a companhia quer manter (GONÇALVES, 2010). A Figura 4 representa a lógica do método.

Figura 4 – Método de Revisão Periódica



Fonte: Corrêa, Giansesi e Caon (2007)

Onde R1, R2, R3 e R4 representam as revisões feitas no sistema, P o período determinado entre as revisões, L1, L2, L3 e L4 os lotes de ressuprimento e LT o *lead time* que corresponde ao tempo de ressuprimento de cada lote de produção. O método, apesar de possuir algumas vantagens logísticas e operacionais, torna-se pouco aplicável em cenários com grande número de produtos e com requisições dinâmicas das demandas, devido a sua simplicidade.

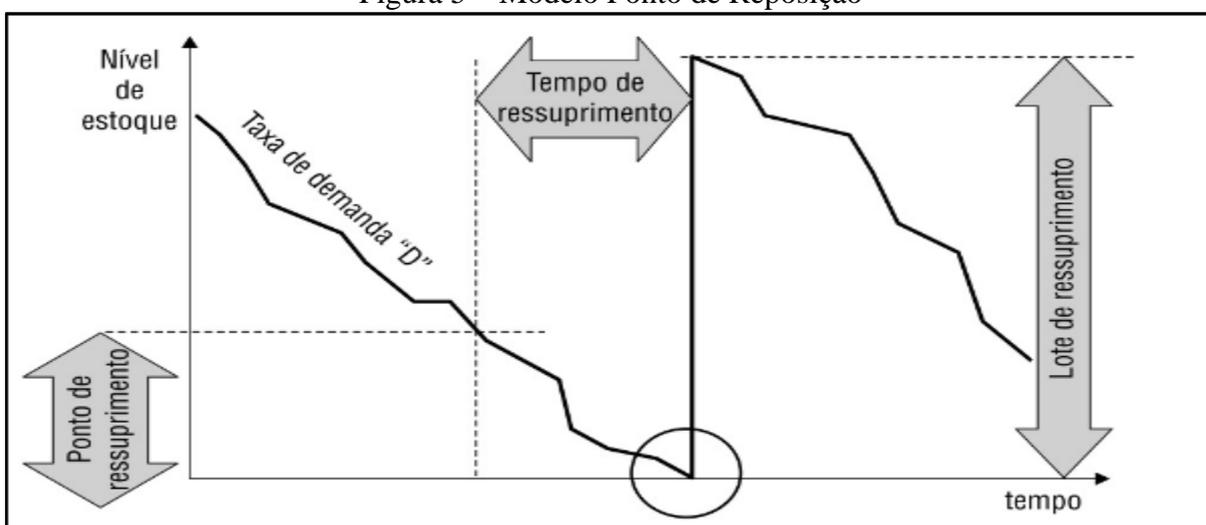
Já o método de revisão contínua ou também chamado de ponto de reposição, mais robusto e amplamente utilizado nas organizações, funciona da seguinte forma: toda vez que determinada quantidade de um item é retirada do estoque, verifica-se a quantidade restante. Se o valor é menor que o ponto de reposição, produz-se o chamado de lote de ressuprimento, que subirá para o nível do estoque máximo (CORRÊA; CORRÊA, 2009). A Figura 5 ilustra o funcionamento do modelo.

Para Ching (2010, p 43) a “finalidade do ponto de reposição é dar início ao processo de ressuprimento com tempo suficiente para não ocorrer falta de material”. Dessa forma, o método de revisão contínua depende muito do planejamento e parametrização dos critérios relevantes, mas é essencial para o dimensionamento estratégico dos níveis de estoques.

Um critério essencial ao dimensionamento dos estoques é a definição e controle do estoque de segurança. Pozo (2015) descreve o parâmetro como a quantidade mínima que deve existir no estoque para cobrir possíveis faltas. E Tubino (2009) salienta que os estoques de segurança devem ser projetados para absorver as variações na demanda durante o tempo de

ressuprimento (*lead time*). Quanto maiores forem as oscilações, maiores deverão ser os estoques de segurança para não comprometer o atendimento aos clientes.

Figura 5 – Modelo Ponto de Reposição



Fonte: Corrêa e Corrêa (2009)

O estoque de segurança é calculado e determinado através de uma abordagem probabilística. A ideia central é de analisar a variabilidade da demanda em torno da média, aplicando a curva da distribuição normal aos dados históricos (ARNOLD, 1999). O critério baseia-se na ponderação do desvio-padrão da demanda e eventualmente do *lead time*, atrelados ao nível de serviço que a companhia pretende manter dos seus estoques.

Peinaldo e Graeml (2007) apresentam a Equação 1 para calcular o estoque de segurança com *lead time* constante e a Equação 2 para processos que possuam variações no *lead time* e na demanda:

$$ES = Z \times \sqrt{TR} \times \sigma_D \quad (1)$$

$$ES = Z \times \sqrt{(TR \times \sigma_D^2) + (\bar{D}^2 \times \sigma_{TR}^2)} \quad (2)$$

onde:

ES = estoque de segurança;

Z = nível de serviço desejado;

TR = tempo de ressuprimento;

σ_D = desvio-padrão da demanda;

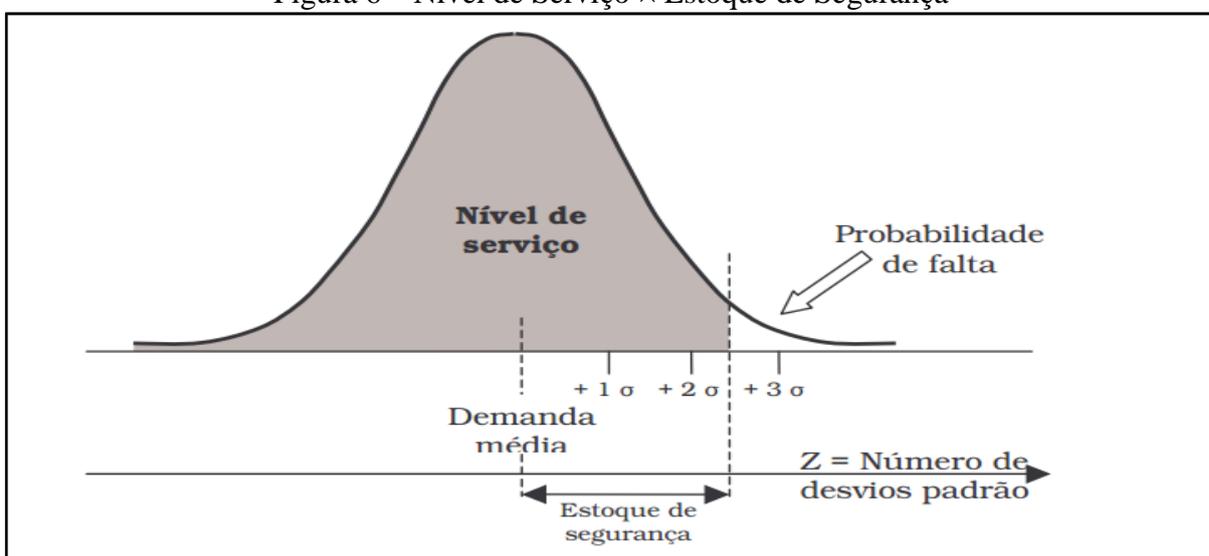
σ_{TR} = desvio-padrão do tempo de ressuprimento;

\overline{TR} = tempo médio de ressuprimento;

\overline{D} = demanda média no período.

O valor de Z , determinado através da tabela de coeficientes da distribuição normal, varia conforme o nível de serviço que se deseja atribuir aos estoques. Um nível de serviço de 98% significa existir uma probabilidade de 2% de faltar estoques em função de algum aumento da demanda durante o tempo de ressuprimento. A Figura 6 ilustra graficamente a relação entre o nível de serviço e o estoque de segurança.

Figura 6 – Nível de Serviço \times Estoque de Segurança



Fonte: Peinaldo e Graeml (2007)

Outra maneira exequível, e que se aplica ao escopo deste trabalho, para calcular o estoque de segurança é através da margem de erro conhecida da previsão de demanda. Na prática não é garantido encontrar dados que apresentam distribuições normais, o que pode ocasionar rupturas aos estoques. Krupp (1997) propõe na Equação 3, uma maneira de computar os erros das previsões feitas para definir os estoques de segurança.

$$ES = k \times \sqrt{TR} \times MAD \quad (3)$$

Onde MAD corresponde à média absoluta dos erros, que será explorado na seção 2.2.4 e k um coeficiente de proporcionalidade em relação ao desvio-padrão para o estoque de segurança, encontrado em uma tabela apresentada por Krupp (1997).

A especificação do ponto de reposição deve ser em relação à média da variação na demanda durante o *lead time* entre a ordem de produção e o reabastecimento do estoque. Bowersox (2001) define na Equação 4, o cálculo do ponto de reposição:

$$PR = D \times T \times ES \quad (4)$$

em que:

PR = ponto de reposição;

D = demanda diária média;

T = duração média do tempo de ressurgimento;

ES = estoque de segurança.

O lote econômico de produção (LEP) ou lote de ressurgimento, executado quando o nível do estoque atinge o ponto de reposição definido, é a relação entre a quantidade produzida em um lote singular que satisfará a demanda prevista minimizando os custos inerentes ao processo. Martins e Alt (2009), definem a Equação 5 para cálculo do LEP:

$$LEP = \sqrt{\frac{2 \times C_p \times D}{(C_A + i \times P) \times (1 - \frac{D}{V})}} \quad (5)$$

Onde C_p é o custo de preparação do lote, D é a demanda mensal média ou prevista, C_A são os custos de armazenagem, i a taxa de atratividade do capital imobilizado, P custo unitário de fabricação do item e V a taxa ou velocidade de fabricação. A correta parametrização do LEP é vital para o funcionamento eficaz do modelo de gestão dos estoques, garantindo o atendimento as requisições do mercado com os menores custos produtivos possíveis.

Vinculado ao estoque de segurança e ao lote econômico de produção, o estoque máximo representa a quantidade limite estocada de determinado item. Segundo Pozo (2015), o índice é o resultado da soma do estoque de segurança mais o lote de ressurgimento. Seu nível deve ser determinado de forma que o volume seja capaz de suportar as variações e dinâmicas do mercado, garantindo margens que não onerem os custos de manutenção dos estoques.

Determinar a política e os parâmetros eficazes de dimensionamento dos estoques diminui o capital de giro necessário a ser despendido pelas empresas, ocasionando reduções

de custos e melhorias nos resultados financeiros. Proporciona também uma melhor utilização e disponibilidade dos recursos operacionais, facilitando a programação e sequenciamento da produção.

2.1.4 Indicadores

Existem indicadores que servem de apoio na avaliação da gestão operacional e dos estoques das organizações. Um indicador, referente aos resultados de uma empresa, é a quantidade de giro de estoque atingido, o índice permite análises sobre a eficácia operacional e comercial das organizações.

Francischini e Gurgel (2009, p.161), afirmam que “giro ou rotatividade de estoque é definido como o número de vezes em que o estoque é totalmente renovado em um período de tempo, geralmente anual.” O giro de estoque é calculado pela Equação 6.

$$\text{Giro de Estoque} = \frac{\text{Demanda Média no Período}}{\text{Estoque Médio no Período}} \quad (6)$$

Potencializar os giros de estoques pode garantir ganhos e vantagens competitivas para as organizações, pois acabam conseqüentemente acarretando em reduções dos custos operacionais e de armazenagem envolvidos. Pozo (2015) sinaliza que a avaliação da gestão de estoques por meio do giro de estoque é um padrão mundial de comparação, e quanto maior for o número da rotatividade, melhor será a administração logística da empresa e maior sua competitividade.

O nível de serviço ou nível de atendimento também é utilizado para indicativos do dimensionamento dos estoques, o indicador mede o quão eficaz foi o estoque para atender as solicitações em um período determinado (MARTINS; ALT, 2009). Seu cálculo demonstra a relação entre as quantidades de requisições atendidas em relação às requisições efetuadas. A Equação 7 expressa o índice:

$$\text{Nível de Serviço} = \frac{\text{Número de Requisições Atendidas}}{\text{Número de Requisições Efetuadas}} \quad (7)$$

Outro importante é o índice de cobertura de estoques, que indica o número de unidades de tempo em que o estoque atual será suficiente para cobrir a demanda média ou prevista (MARTINS; ALT, 2009). O indicador é calculado pela Equação 8.

$$\text{Cobertura de Estoque} = \frac{\text{Estoque Atual}}{\text{Demanda Média}} \quad (8)$$

Conforme a Equação 8, pode-se identificar através do resultado, se o nível do estoque atual é suficiente para cobrir a demanda futura, analisando os riscos relacionados a falta de produtos ou se o sistema possui estoques excessivos. Nesta análise, evidencia-se a importância de possuir previsões de demandas futuras confiáveis, fornecendo dados com embasamento para as tomadas de decisões gerenciais.

2.2 PREVISÃO DE DEMANDA

A previsão é uma das principais diretrizes no planejamento estratégico da manufatura. Ela proporciona informações das demandas futuras dos produtos, permitindo que a produção seja antecipadamente adequada, reduzindo os custos, estoques e tempos de entrega (CAVALHEIRO, 2003). Ballou (2006) complementa, que saber os volumes e os momentos que as demandas ocorrerão, afetam fundamentalmente os índices de capacidade, as necessidades financeiras e a estrutura geral das organizações.

2.2.1 Tipos de Previsões

Os tipos de previsões de demanda habitualmente são divididos em duas categorias: qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos incorporam fatores mais subjetivos às previsões, como o julgamento e a intuição de profissionais da área na análise dos dados disponíveis. E os quantitativos, que são baseados em séries de dados históricos, nas quais se busca analisar e identificar padrões de comportamento, projetando-os para o futuro (CORRÊA; CORRÊA, 2009).

Em previsões a longo prazo, adota-se a hipótese de que o futuro pode não guardar relações direta com o passado, necessitando, portanto, da opinião de especialistas para chegar-se a um consenso (CORRÊA; CORRÊA, 2009). Assim, Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) observam que o uso do modelo qualitativo é muito observado quando há a necessidade de desenvolver novos produtos, onde a taxa de aceitação do mesmo no mercado é incerta.

Segundo Moreira (2008), os métodos quantitativos utilizam modelos matemáticos para realizar as previsões, onde permitem controlar os erros encontrados. Porém, ressalta que

é necessária uma quantidade preliminar de informações para que seja possível realizar uma previsão confiável.

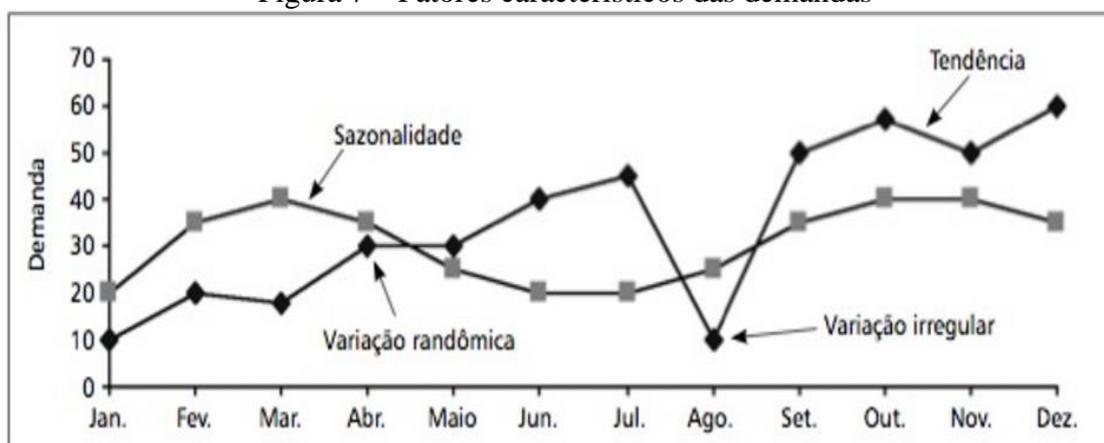
A definição da técnica de previsão mais adequada aos dados é a etapa mais importante e complexa na construção do modelo. Balancear as vantagens e desvantagens dos diferentes modelos com respeito às limitações e cenários requeridos é uma tarefa árdua (BACCI, 2007). A combinação dos dois métodos pode reduzir os erros de previsão e alavancar os resultados, garantindo maior flexibilidade e embasamento aos dados.

2.2.2 Demandas

A análise do comportamento intermitente das demandas também é um fator determinante no momento de definir um modelo de previsão. Tubino (2009) afirma que é necessário analisar graficamente os dados passados, identificando as características das curvas obtidas, adaptando, posteriormente, os modelos de previsão mais atribuídos a cada caso. O mesmo autor destaca que uma curva temporal pode apresentar tendência, sazonalidade, variações irregulares e variações randômicas.

Ainda segundo Tubino (2009), a tendência caracteriza um movimento gradual de longo prazo, crescente ou decrescente, que direciona os dados. A sazonalidade por sua vez, são variações cíclicas de curto prazo, relacionadas ao tempo, que denotam padrões e semelhanças. Variações irregulares caracterizam-se por alterações nas demandas passadas, resultantes de fatores excepcionais. Já as variações randômicas são flutuações aleatórias dos dados, tratados pela média. A Figura 7 exemplifica duas séries de dados com a presença dos fatores característicos das demandas.

Figura 7 – Fatores característicos das demandas



Fonte: Tubino (2009)

2.2.3 Séries Temporais

As séries temporais, conforme Moreira (2008), são sequências de observações ordenadas ao longo do tempo. A premissa básica na utilização da série de dados é de conseguir estimar, com base nos valores passados, previsões para valores futuros. Os principais modelos relacionados serão abordados a seguir.

2.2.3.1 Modelo de Suavização Exponencial Simples

O modelo de suavização exponencial é fundamentado na ponderação dos valores históricos analisados em uma série temporal, atribuindo pesos maiores aos dados mais recentes e pesos menores aos mais remotos.

Baseado no conceito de retroalimentação dos erros de previsão, o método de suavização exponencial simples utiliza uma constante de suavização, denominada α , que corrige a diferença entre a previsão e o realizado. Ballou (2006) ressalta que quanto maior o valor atribuído à constante, mais rápida será a reação do modelo às mudanças na série.

A representação matemática, conforme Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), é descrita na Equação 9:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (9)$$

onde:

F_{t+1} = é a previsão para o período $t + 1$;

F_t = é a previsão para o período t ;

α = é a constante de suavização, que recebe um valor entre 0 e 1;

Y_t = é o valor observado para o período t .

2.2.3.2 Modelo de Holt

Desenvolvido por Holt (1957), o modelo é utilizado em séries temporais que apresentam tendência linear. Diferentemente do modelo de suavização exponencial simples, o método emprega duas constantes de suavização, denominadas α e β , com valores entre 0 e 1 (PELLEGRINI, 2000). Makridakis, Wheelwright, e Hyndman (1998) apresentam as Equações 10, 11 e 12 para descrever o modelo.

$$L_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (10)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (\beta - 1)T_{t-1} \quad (11)$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + k T_t \quad (12)$$

Onde o L_t é a estimativa do nível da série temporal, o T_t define o componente de tendência e o \hat{z}_{t+k} é a previsão de demanda para os próximos períodos.

2.2.3.3 Modelo de Holt-Winters

Winters (1960) propôs uma adaptação ao modelo de suavização exponencial desenvolvido por Holt (1957), adicionando um componente de sazonalidade aos dados da série temporal. Dessa forma, o modelo de Holt-Winters utiliza três constantes de suavização: α , β e γ , uma referente ao nível, outra para a tendência e a última para a sazonalidade, respectivamente (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Os modelos de Holt-Winters são subdivididos em dois grupos: aditivo e multiplicativo. O modelo multiplicativo é abordado na modelagem de dados em que a amplitude do ciclo sazonal varia ao longo do tempo. Makridakis, Wheelwright, e Hyndman (1998) utilizam as Equações 13, 14, 15 e 16, para representar o mesmo:

$$L_t = \alpha \frac{z_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (13)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (14)$$

$$S_t = \gamma \frac{z_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (15)$$

$$\hat{z}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t-s+k} \quad (16)$$

em que:

L_t = nível da série temporal;

T_t = tendência da série temporal;

S_t = componente sazonal;

s = estação completa da sazonalidade;

α , β e γ = constantes de suavização, assumindo valores entre 0 e 1;

\hat{z}_{t+k} = previsão para k períodos futuros.

Já o modelo aditivo, é utilizado quando a amplitude da variação sazonal se mantém constante ao longo do período. É definido, ainda segundo Makridakis, Wheelwright, e Hyndman (1998), pelas Equações 17, 18, 19 e 20.

$$L_t = \alpha(Z_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (17)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (18)$$

$$S_t = \gamma(Z_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-1} \quad (19)$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + k T_t + S_{t-s+k} \quad (20)$$

Os dois modelos possuem equações e variáveis similares, diferem apenas nas expressões referentes aos índices sazonais. O método aditivo utiliza operações de soma e subtração e o multiplicativo faz o uso da multiplicação e a divisão.

2.2.3.4 Modelos de Box-Jenkins

Os modelos de Box-Jenkins, propostos por George Box e Gwilym Jenkins, na década de 70, são utilizados para previsões de séries temporais, estacionárias (flutuam ao longo do tempo em torno de uma mesma média) ou não, que apresentam linearidade dos dados. Os modelos abordam uma estrutura de correlação temporal, onde cada valor da série pode ser explicado pelos valores prévios (WANKE 2011).

Existem quatro importantes ramificações do modelo: o autorregressivo, o de médias móveis, o autorregressivo de médias móveis e o autorregressivo integrado de médias móveis. Os quais podem ter diferentes adaptações conforme as características específicas de cada série temporal analisada.

O modelo autorregressivo (AR), de acordo com Pellegrini e Fogliatto (2001), projeta a previsão desejada (Z_t) expressando uma combinação linear finita dos valores prévios com um ruído aleatório (ε_t). Matematicamente, é expresso pelas Equações 21, 22 e 23.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (21)$$

$$\varepsilon_t = Z_t(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) \quad (22)$$

$$\varepsilon_t = \theta_t(B)Z_t \quad (23)$$

Onde o ϕ_1 é o coeficiente de autorregressão do período i e o $\phi(B)$ é um polinômio autorregressivo de ordem p .

O modelo de médias móveis (MA) é resultado da combinação dos ruídos brancos (ε) do período atual com os de períodos passados (WENER, 2004). A previsão (Z_t) é definida através das Equações 24 e 25, expressas abaixo:

$$Z_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (24)$$

$$Z_t = \theta_t(B)\varepsilon_t \quad (25)$$

onde:

θ_i = o coeficiente de média móvel do período i ;

$\theta(B)$ = um polinômio de média móvel de ordem q .

Através da junção dos modelos AR e MA, supracitados, derivou-se o modelo denominado autorregressivo de média móvel (ARMA), que é aplicado a séries que utilizam uma grande quantidade de parâmetros, com o objetivo de simplificar o número de termos. É dado pela Equação 26.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (26)$$

Por fim, o modelo autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA) é utilizado para séries temporais não estacionárias. Morettin e Tolo (2004) destacam que deve ser feita a transformação da série, tomando diferenças sucessivas, até que se tornem estacionárias. A primeira diferença para a transformação é definida pela Equação 27.

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (27)$$

E a segunda diferença é expressa pela Equação 28.

$$\Delta^2 Z_t = \Delta[\Delta Z_t] = \Delta[Z_t - Z_{t-1}] = Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2} \quad (28)$$

Após encontrar a ordem de integração, que é o número de diferenças necessárias para transformar a série em estacionária, é aplicado, no modelo ARIMA (p,d,q) , em que p é o número de termos autoregressivos, d o número de diferenças e q o número de termos da média móvel, a inclusão da mesma, utilizando a Equação 29 para definir a previsão.

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (29)$$

Onde: $w_t = \Delta^d Z_t$.

Uma importante, e com grande aplicação, ramificação do modelo ARIMA é o autorregressivo integrado de médias móveis sazonal (SARIMA), que por característica, integra componentes de sazonalidade as séries estocástica dos dados. Box e Jenkins (1976) representam o modelo para lidar com a sazonalidade através da Equação 30:

$$\phi(B)\Phi(B^s)\Delta^d \Delta_s^D Z_t = \theta(B)\Theta(B^s)\alpha_t \quad (30)$$

sendo:

$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$ o operador auto-regressivo de ordem p ;

$\Phi(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p B^{ps}$ o operador auto-regressivo estacionário de ordem P ;

$\Delta^d = (1 - B)^d$ o operador de diferença, onde d é o número de diferenças necessárias para retirar a tendência da série;

$\Delta_s^D = (1 - B^s)^D$ o operador de diferença sazonal, onde D é o número de diferenças necessárias para retirar a sazonalidade da série;

$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$ o operador de médias móveis de ordem q ;

$\Theta(B^s) = 1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}$ o operador de médias móveis sazonal de ordem Q .

2.2.4 Erros de Previsão

Os erros são características intrínsecas as previsões de demanda. Elsayed e Boucher (1994) afirmam que a precisão de uma previsão depende de vários fatores, como: os dados de entrada no sistema, a estabilidade do processo, o horizonte de previsão, as flutuações da demanda e do método aplicado. Tubino (2009) salienta que o monitoramento dos erros garante a escolha de técnicas e parâmetros mais eficientes.

Pellegrini (2000) define o erro de previsão como a diferença entre a demanda real e a prevista, expressando matematicamente a Equação 31:

$$e_t = Z_t - \hat{Z}_t \quad (31)$$

onde:

e_t = erro de previsão para o período t ;

Z_t = demanda real para o período t ;

\hat{Z}_t = previsão para o período t .

O mesmo autor aborda quatro critérios para calcular e avaliar os erros de previsão das séries temporais, descritos pelas Equações 32, 33, 34 e 35:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (32)$$

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (33)$$

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{Z_t} \quad (34)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{Z_t} \right| \quad (35)$$

em que:

MSE é a média do quadrado dos erros (*mean squared error*);

MAD é a média absoluta dos erros (*mean absolute deviation*);

MPE é o erro percentual médio (*mean percentage error*);

$MAPE$ é a média absoluta percentual dos erros (*mean absolute percentage error*).

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo são apresentados o cenário atual da empresa estudada e as etapas para a realização do trabalho de aplicação da previsão de demanda e gestão dos estoques de produtos injetados. Detalhando as peculiaridades presentes no sistema em estudo e expondo a proposta de trabalho, fundamentada nos conceitos teóricos abordados previamente.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A companhia abordada atua 100% no ramo automotivo, em dois nichos distintos dentro do mesmo segmento. No fornecimento diretamente para montadoras (OEM), que possuem sólidas estipulações referentes às demandas contratuais. E no mercado de reposição (aftermarket) onde a abrangência e amplitude do mesmo dificulta a elaboração de previsões e horizontes concretos.

Por possuir um extenso portfólio de produtos ofertados aos clientes, principalmente do mercado de reposição, a empresa requer flexibilidade e elevados níveis produtivos diários para atender o volume de pedidos recebidos. Sua política de pronta entrega, implica desafios ainda maiores para gerir a produção e os estoques, especialmente de segurança, que variam em relação às características e peculiaridades de cada aplicação dos produtos.

Com uma média de cerca de 300.000 produtos fabricados por mês, a companhia possui 6 linhas de montagem para garantir a manufatura final dos itens. Por se tratar de um processo com *lead times* intrinsecamente estáveis entre os produtos, a eficácia depende substancialmente da disponibilidade de horas produtivas e do sequenciamento estratégico da produção para contrabalancear as variações dinâmicas do mercado.

Os estoques dos produtos prontos são os mais significativos na cadeia operacional da companhia. Possuem alto valor agregado, fruto dos elevados custos de mão de obra e matéria-prima relacionados e dependem da sinergia de diferentes processos durante seu fluxo produtivo. Aspectos que sinalizam a real necessidade da organização de criar planejamentos agregados, pensando estrategicamente a curto e médio prazo, nas necessidades futuras de estocagem e capacidade produtiva para atender as perspectivas do mercado.

Equitativamente, devido ao posicionamento competitivo da organização, de atendimento a pronta entrega, os estoques dos produtos prontos também são estrategicamente vitais no ambiente de mercado que a companhia está inserida. Projeções de vendas assertivas

resultam em alavancagens gerenciais para o todo, garantindo um melhor atendimento aos clientes e aumentando o retorno sobre o capital investido.

Atualmente, a empresa opera sem um modelo de previsão de demanda para o planejamento de suas atividades, as parametrizações dos níveis dos estoques e da cadeia produtiva baseiam-se nas médias, circunstância que desencadeia contratempos na programação das atividades operacionais e a presença de estoques excedentes.

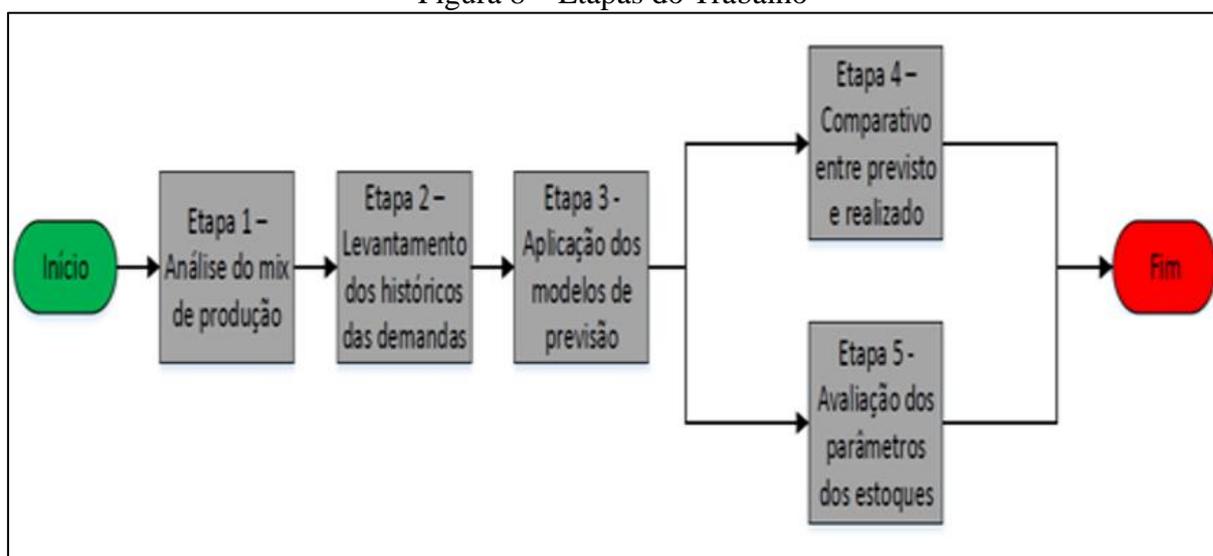
Outro fator relevante é a quantidade atual dos estoques, que pelas políticas adotadas, representam um alto valor de investimento, o que indica, na situação econômica atual, com altas taxas de juros, incertezas e riscos elevados, a indispensabilidade de estudos associados ao escalonamento assertivo da manufatura e a gestão dos estoques.

As ferramentas de previsão, aplicadas ao cenário atual, podem fornecer dados basilares para as tomadas de decisões futuras. A presença de estoques ociosos e com baixo giro são condições reais do sistema em estudo, proporcionando campos para melhorias em relação à alocação dos recursos, tanto produtivos como financeiros.

3.2 ETAPAS DO TRABALHO

Para atender o objetivo geral deste estudo foi definido um método de trabalho, alinhado com os objetivos específicos, composto por cinco etapas, que definiram os procedimentos a serem seguidos. A Figura 8 lista as etapas do desenvolvimento do projeto.

Figura 8 – Etapas do Trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

A primeira etapa tinha o objetivo de analisar o mix de produção da companhia, para isto, foram coletados os valores da produção total e os custos totais específicos de cada item no primeiro semestre de 2017, proporcionando um panorama geral em relação ao investimento nos recursos produtivos. Para classificação, foi aplicada a Curva ABC, elencando os itens de maior prioridade na aplicação da previsão de demanda. Os dados requisitados foram extraídos do *software* Promob ERP, utilizando paralelamente o MS Excel® para agrupar e ordenar os mesmos.

Na segunda etapa, foram levantados os históricos das demandas dos produtos da Curva A, obtendo as séries temporais para aplicação dos métodos de previsão. Os dados foram extraídos de um período de 36 meses (julho de 2014 até junho de 2017) armazenados ao longo do tempo pelos apontamentos de produção no Promob ERP, o MS Excel® também serviu como apoio para tabular e organizar os consumos de cada item.

Após a identificação das variáveis, na terceira etapa, foram aplicadas as séries temporais obtidas, os modelos de previsão de demanda (Suavização Exponencial Simples, Holt, Holt-Winters e Box-Jenkins) referenciados, utilizando o *software* IBM Statistical Package for Social Sciences 21® (SPSS). Os 36 meses de histórico coletados serviram como banco de dados para ajustes e definição dos modelos de previsão. Para avaliação da acuracidade e da melhor adaptabilidade, analisou-se os erros das previsões (MAPE e MAD), identificando o modelo que melhor se adapta às características próprias do sistema em estudo, apresentando os menores erros.

Com a obtenção do modelo de previsão mais aferido ao cenário, a quarta etapa foi de acompanhamento e comparativo entre às demandas previstas e realizadas. Avaliando como o modelo escolhido se comporta na situação real. O intervalo de estudo abordado foi de três meses, julho a setembro de 2017.

Na quinta etapa, que aconteceu em paralelo à anterior, foram avaliados os comportamentos dos estoques e os níveis produtivos da companhia. Para isto, no início do intervalo definido (julho de 2017), coletaram-se os parâmetros dos estoques de segurança, extraíndo-os do Promob ERP e tabulando os mesmos no MS Excel®. O escopo foi de identificar se o sistema atual estava dimensionado de maneira precisa, comparando, durante os três meses do estudo (julho a setembro de 2017), o cenário atual com o fornecido pela metodologia de previsão adotada.

4 RESULTADOS

O presente capítulo apresenta o desenvolvimento da proposta de trabalho, utilizando as etapas descritas na seção 3.2 da seção anterior como diretrizes. São apresentadas a análise do mix de produção, os modelos de previsão, aplicados as séries temporais das vendas dos produtos elencados, o comparativo entre previsto versus realizado, a análise dos parâmetros de estoques e as propostas de melhorias, baseadas nos dados fornecidos pelo estudo.

4.1 DESCRIÇÃO DO CASO

Para análise inicial do mix de produção foram coletadas as quantidades totais produzidas e os custos unitários médios de cada item durante o primeiro semestre de 2017 (1° de janeiro a 30 de junho). As informações, armazenadas pelos apontamentos de produção durante o período determinado, foram retiradas do Promob ERP e organizadas no MS Excel®. O objetivo foi de visualizar o capital alocado em recursos produtivos, bem como o percentual representante de cada item, utilizando-se a Curva ABC.

Mediante ao levantamento dos dados, constataram-se 2103 itens comercialmente ativos, os quais foram classificados em ordem decrescente em relação ao produto do volume total produzido no semestre e seus custos unitários médios. A Tabela 1 mostra uma fração da planilha completa.

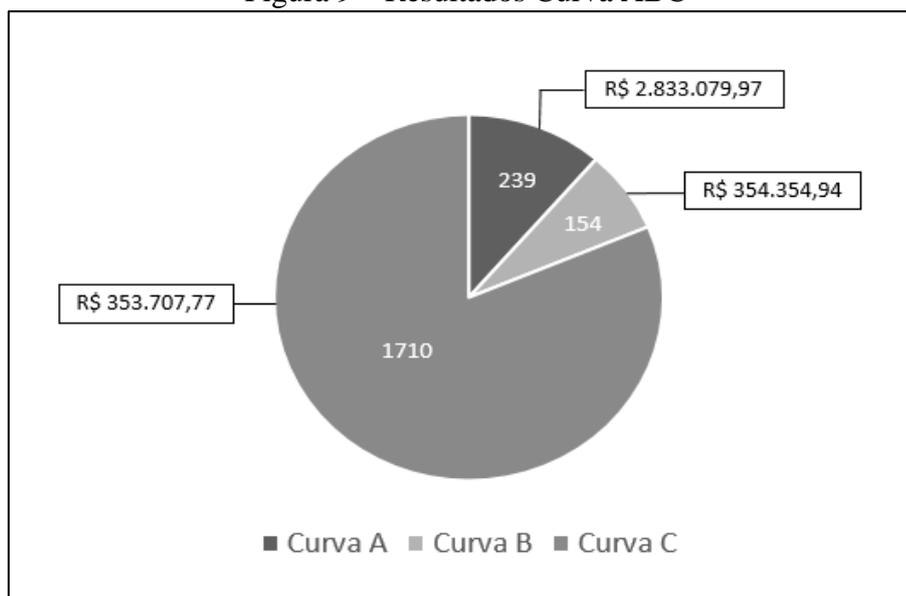
Tabela 1 – Curva ABC

Produto	Quantidade Produzida	Custo Unitário Médio (R\$)	Valor Total (R\$)	Porcentagem	Percentual Acumulado	Curva
A1	18716	7,51	140.557,16	3,97%	3,97%	A
A2	48645	2,20	107.019,00	3,02%	6,99%	A
A3	42941	2,47	106.064,27	3,00%	9,99%	A
A4	2550	25,16	64.158,00	1,81%	11,80%	A
A5	9196	6,59	60.601,64	1,71%	13,51%	A
A6	8530	6,28	53.568,40	1,51%	15,02%	A
A7	3385	15,73	53.246,05	1,50%	16,53%	A
...
C1710	0	3,41	0	0%	100%	C
Total	1.403.707	-	3.541.142,68	100%	100%	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

No combinado, observou-se um capital total de R\$ 3.541.142,68 despendido no primeiro semestre do ano. Seguindo a classificação de Pareto, foram elencados como Curva A os itens que representam 80% do capital total despendido, resultando em 239 produtos. Para a Curva B, sinalizando os produtos responsáveis pelos 10% na sequência do montante final, chegou-se a 154 produtos. Já os da Curva C, constituindo os 10% restantes, totalizaram-se 1710 códigos. Resultados que são demonstrados na Figura 9.

Figura 9 – Resultados Curva ABC



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Com a Curva ABC definida, na próxima etapa, foram levantados os consumos históricos dos produtos classificados na Curva A. Utilizaram-se os dados referente as vendas de um período de 36 meses (julho de 2014 a junho de 2017), disponíveis e armazenados no Promob ERP, obtendo assim, as séries temporais para o estudo. O MS Excel® serviu como apoio para tabular as informações relacionadas.

Após análise inicial, efetuou-se uma triagem dos dados, descartando da sistemática de estudo os produtos que não possuíam o histórico definido completo, resultando em 191 itens elegíveis para a execução da metodologia. Para este trabalho, limitou-se a execução aos 25 primeiros itens, que representam R\$ 1.160.434,59 do investimento total no semestre. Os dados podem ser vistos no Quadro 2.

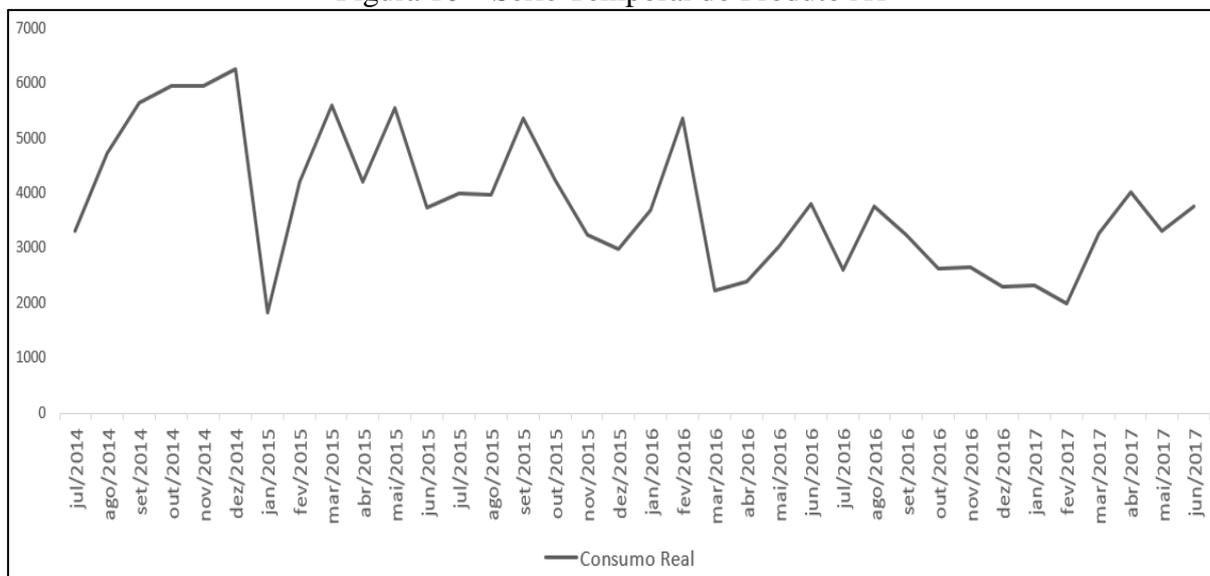
Quadro 2 – Séries Temporais dos Produtos

Período	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	...	A27
jul/2014	3311	10775	8058	266	2236	2171	392	...	2748
ago/2014	4729	12953	9135	392	2703	2478	637	...	3256
set/2014	5644	13781	11677	488	2493	2658	787	...	5795
out/2014	5941	18580	13485	485	3598	3651	1015	...	3480
nov/2014	5945	16131	12509	478	3912	3141	934	...	4174
dez/2014	6248	13645	8744	418	2925	2698	756	...	4318
jan/2015	1833	8248	5664	344	923	989	405	...	2504
fev/2015	4194	11026	6943	455	1967	1857	470	...	2048
mar/2015	5595	16433	11091	613	3491	2657	540	...	4062
abr/2015	4199	12095	6820	457	2275	2283	603	...	2794
mai/2015	5545	18579	11292	404	3324	2547	967	...	4458
jun/2015	3730	10854	6556	315	1941	2393	529	...	2846
jul/2015	4000	10353	8173	414	1784	2101	635	...	2398
ago/2015	3957	9113	9159	600	1958	1686	623	...	2996
set/2015	5369	13474	10407	390	2937	1874	956	...	3068
out/2015	4216	8389	9054	465	1983	1553	556	...	3196
nov/2015	3249	7848	7026	224	1586	1724	631	...	3226
dez/2015	2973	8712	6686	301	1474	1462	535	...	1716
jan/2016	3680	8624	9632	358	2284	1847	763	...	2546
fev/2016	5365	12114	10604	411	3115	2412	745	...	3764
mar/2016	2232	6997	6440	333	1288	1185	423	...	2270
abr/2016	2382	6691	8198	298	1498	1261	625	...	2722
mai/2016	3028	7157	4057	363	1391	1331	800	...	2488
jun/2016	3811	9710	6164	369	1932	2024	657	...	3818
jul/2016	2599	6050	6625	381	1502	1055	496	...	3691
ago/2016	3746	8435	6696	290	1678	1570	440	...	3670
set/2016	3233	8020	7174	437	1735	1330	498	...	2842
out/2016	2621	7061	5744	346	1435	1007	556	...	1740
nov/2016	2645	6779	4935	313	1051	1071	638	...	2492
dez/2016	2305	6297	6070	298	1262	1015	452	...	1416
jan/2017	2315	6373	6642	313	1205	889	455	...	3420
fev/2017	1998	7694	4947	404	1236	1164	473	...	2045
mar/2017	3259	8392	7119	339	1379	1333	520	...	2370
abr/2017	4024	7684	5997	542	1852	1309	585	...	5654
mai/2017	3302	7784	5922	446	1696	1119	551	...	3474
jun/2017	3763	10349	12305	480	2046	2311	812	...	4986

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Na sequência, foram plotados os gráficos das séries temporais obtidas, realizando-se uma análise visual para identificar possíveis componentes e características específicas do comportamento de venda de cada produto selecionado. Para facilitar a apresentação da metodologia, será utilizado o produto “A1”, classificado como primeiro na Curva A, na exemplificação da execução das etapas, entretanto, a análise seguiu o mesmo padrão para os itens restantes. O gráfico da série temporal do item “A1” é exibido na Figura 10.

Figura 10 – Série Temporal do Produto A1



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Posteriormente, após análise e ordenação das séries temporais, importaram-se os dados para o SPSS onde foram aplicados os modelos disponíveis de previsões na função *expert modeler*, que segue as equações referenciadas na seção 2.2.3. A seleção do modelo de melhor ajuste para cada produto foi decorrência da comparação entre os indicadores estatísticos de acuracidade, elencando aquele que apresenta os menores erros combinados.

O Quadro 3 demonstra uma abstração geral das estatísticas de ajuste do modelo especificado pelo *software* para cada produto abrangido no estudo. Os dados estão acessíveis completamente no Apêndice A.

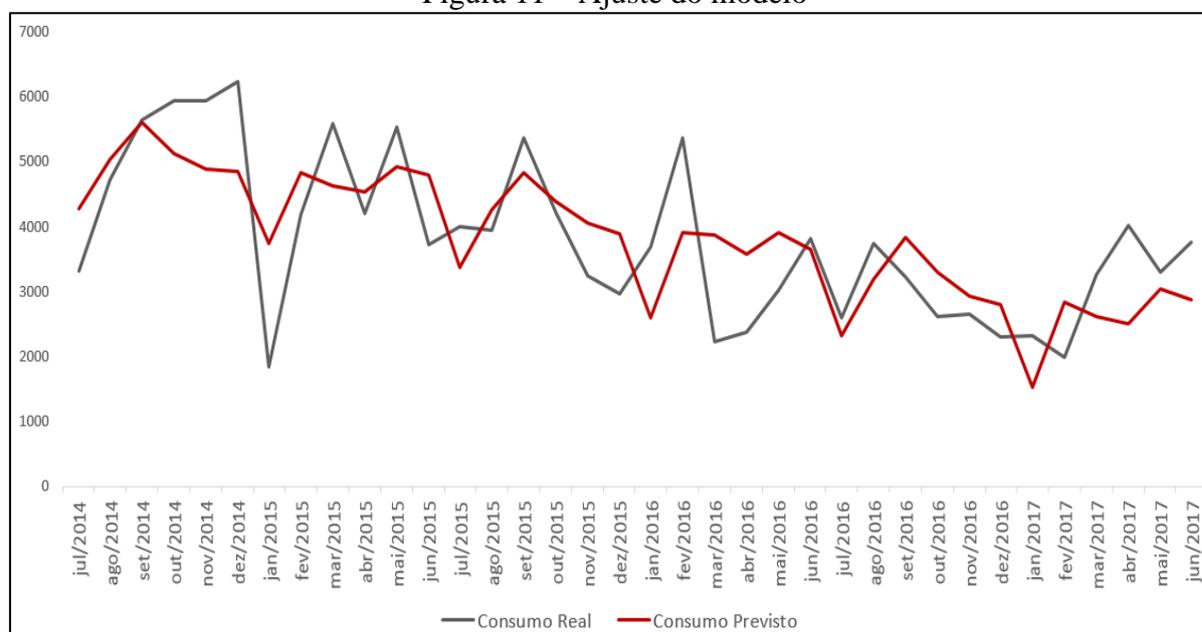
Quadro 3 – Resumo dos Modelos

Código	Tipo de modelo	Estatísticas de ajuste do modelo						Ljung-Box Q(18)			Número de Valores Discrepantes
		R quadrado estacionário	REMQ	MAPE	MAD	MaxAPE	MaxAE	Estatísticas	DF	Sig.	
A1	Aditivo de Winters	,830	926,176	23,572	769,673	103,801	1902,681	30,011	15	,012	0
A2	Multiplicativo de Winters	,785	2105,659	16,737	1565,355	58,976	4947,510	21,625	15	,118	0
A3	Sazonal Simples	,770	2115,489	22,625	1665,593	90,408	5406,294	25,061	16	,069	0
A4	Sazonal Simples	,788	80,847	16,843	63,331	67,212	155,767	37,458	16	,002	0
A5	Aditivo de Winters	,856	596,897	25,901	470,914	139,689	1289,331	46,530	15	,000	0
A6	Aditivo de Winters	,816	433,694	20,396	330,658	105,508	1043,475	29,227	15	,015	0
A7	Sazonal Simples	,798	140,225	19,377	113,428	54,471	272,604	15,009	16	,524	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Subsequentemente, as previsões concebidas durante os ajustes dos modelos específicos foram analisadas graficamente em relação às séries de dados coletadas. Na Figura 11 nota-se a paridade das curvas dos valores previstos e realizados do produto “A1”.

Figura 11 – Ajuste do modelo



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Na próxima etapa, com os critérios dos modelos determinados, procedeu-se com a elaboração das previsões, o horizonte definido foi de 3 meses, o qual pode ter grande utilidade no planejamento operacional e financeiro da companhia. As projeções, geradas pelo SPSS e armazenadas no MS Excel®, são apresentadas parcialmente na Tabela 2.

Tabela 2 – Previsões de Venda

Previsões	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	...	A27
Julho	1602	6987	7257	369	733	628	469	...	2974
Agosto	2442	8381	7969	443	1006	764	528	...	3336
Setembro	3047	9863	9391	454	1281	806	708	...	3930

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Os dados fornecidos serviram de base para os comparativos apresentados na seção seguinte, de análise do caso, cujo escopo é de avaliar os resultados da metodologia em relação

ao comportamento real do mercado e suas implicações praticáveis na performance da organização.

4.2 ANÁLISE DO CASO

Para análise dos resultados obtidos no estudo foram utilizadas as previsões geradas, de julho a setembro de 2017, comparando mensalmente os dados obtidos com os parâmetros atuais dos estoques de segurança, examinando o impacto financeiro que a sistemática acarretaria no desempenho operacional da companhia.

O sistema ERP utilizado adota a média móvel dos consumos para calcular os estoques de segurança. Para isto, é definida a cobertura de estoque de cada item, onde são ponderadas as características de aplicação, os custos de estocagem e os processos de manufatura de cada produto como critérios. O *software* faz uso da média gerada, calculando linearmente o consumo diário e estipulando a quantidade de peças necessárias em estoque para a cobertura determinada.

Na análise, foram observados, no horizonte dos três meses estudados, a acuracidade estatística das previsões, analisando o MAPE, MAD e a “Cobertura de Previsão” de cada método, bem como o capital alocado nos estoques de segurança, verificando a quantidade de estoque que seria efetivamente reduzida pela sistemática proposta.

4.2.1 Análise Julho

Para a verificação dos resultados mensais, foi criada uma matriz de análise, cuja interface é apresentada parcialmente na Quadro 4, que contempla todas as variáveis em estudo, como: os valores reais das vendas, as previsões de cada método, os indicadores estatísticos, os parâmetros dos itens, os estoques de segurança definidos em ambos os casos e a redução de estoque efetiva dada pela metodologia proposta. Os dados, para cada mês, encontram-se disponíveis totalmente no Apêndice B.

No mês de julho, observa-se que as previsões dos modelos se aproximaram mais dos valores realizados, no combinado, os indicadores estatísticos apresentaram menores desvios em relação ao cálculo utilizado pelo *software* ERP. Da mesma forma, a cobertura média e o valor total dos estoques de segurança sinalizaram a presença de estoques excedentes no cenário atual de planejamento da companhia, resultados que são demonstrados na Tabela 3.

Quadro 4 – Análise Julho

Produto	Realizado Julho	Previsão Sistema	Previsões Modelos	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetros dos Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2129	3110	1602	981	46%	146%	527	25%	75%	10	R\$ 7,51	1481	R\$ 11.122,55	763	R\$ 5.727,28	R\$ 5.395,27
A2	6245	8046	6967	1801	29%	129%	722	12%	112%	10	R\$ 2,20	3831	R\$ 8.429,14	3318	R\$ 7.299,26	R\$ 1.129,89
A3	3015	7155	7257	4140	137%	237%	4242	141%	241%	10	R\$ 2,47	3407	R\$ 8.416,08	3456	R\$ 8.535,91	-R\$ 119,87
A4	221	421	369	200	90%	190%	148	67%	167%	20	R\$ 25,16	401	R\$ 10.079,97	352	R\$ 8.846,01	R\$ 1.233,96
A5	1101	1569	733	468	43%	143%	368	33%	67%	10	R\$ 6,59	747	R\$ 4.923,67	349	R\$ 2.301,36	R\$ -
A6	1031	1354	628	323	31%	131%	403	39%	61%	10	R\$ 6,28	645	R\$ 4.049,60	299	R\$ 1.878,45	R\$ -
A7	374	566	469	192	51%	151%	95	25%	125%	20	R\$ 15,73	539	R\$ 8.479,22	446	R\$ 7.022,27	R\$ 1.456,95
A8	418	576	503	158	38%	138%	85	20%	120%	20	R\$ 14,86	548	R\$ 8.149,41	479	R\$ 7.112,65	R\$ 1.036,76
A9	4192	4748	3903	556	13%	113%	289	7%	93%	12	R\$ 1,78	2713	R\$ 4.829,06	2230	R\$ 3.970,08	R\$ 858,97
A10	7326	7170	5831	156	2%	98%	1495	20%	80%	10	R\$ 1,02	3414	R\$ 3.482,65	2777	R\$ 2.832,09	R\$ 650,56

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Tabela 3 – Resultados Julho

Método	MAPE Médio	MAD Médio	Cobertura Média	Capital Total
Sistema ERP	37%	637	127%	R\$ 129.030,99
Modelos de Previsão	33%	589	101%	R\$ 101.051,35

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Como critério de avaliação do impacto financeiro foi determinado que previsões com cobertura maior ou igual a 75% seriam consideradas efetivas operacionalmente, visto que o escopo de atuação da ferramenta foi nos estoques de segurança, que são quantidades extras para mitigar eventuais *stockouts* em função da variabilidade da demanda. As questões de disponibilidade e custos dos *set-ups* das linhas de montagens, no mesmo preceito, também não seriam fatores que apresentariam grandes implicações para a empresa.

Assim, no mês em análise, constatou-se uma redução efetiva de R\$ 14.308,68 reais em estoques de segurança, caso o dimensionamento fosse baseado nos dados fornecidos pela metodologia em estudo. Os modelos propostos garantiram resultados superiores em 14 dos 25 itens observados, a média utilizada pelo sistema apresentou maior assertividade em 8 produtos. Do restante, os 3 itens ficaram abaixo da cobertura mínima definida em ambos os casos.

4.2.2 Análise Agosto

Os resultados do mês de agosto novamente favorecem as previsões geradas pelos modelos em estudo. Conforme os demonstrativos parciais do Quadro 5, e dados disponíveis no Apêndice B, é possível observar que alguns itens tiveram coberturas excedentes nas previsões geradas pela metodologia sugerida, entretanto, no agregado, o padrão utilizado pelo sistema atual apresentou desempenho inferior.

Quadro 5 – Análise Agosto

Código	Realizado Agosto	Previsão Sistema	Previsões Modelos	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2210	2970	2442	760	34%	134%	232	11%	111%	10	R\$ 7,51	1414	R\$ 10.621,29	1163	R\$ 8.733,58	R\$ 1.887,70
A2	5408	7789	8381	2381	44%	144%	2973	55%	155%	10	R\$ 2,20	3709	R\$ 8.159,61	3991	R\$ 8.780,53	-R\$ 620,93
A3	4806	6564	7969	1758	37%	137%	3163	66%	166%	10	R\$ 2,47	3126	R\$ 7.720,35	3795	R\$ 9.372,58	-R\$ 1.652,23
A4	299	392	443	93	31%	131%	144	48%	148%	20	R\$ 25,16	373	R\$ 9.396,49	422	R\$ 10.611,21	-R\$ 1.214,72
A5	1214	1502	1006	288	24%	124%	208	17%	83%	10	R\$ 6,59	715	R\$ 4.713,87	479	R\$ 3.155,96	R\$ 1.557,90
A6	1298	1308	764	10	1%	101%	534	41%	59%	10	R\$ 6,28	623	R\$ 3.911,54	364	R\$ 2.284,12	R\$ -
A7	602	539	528	63	11%	89%	74	12%	88%	20	R\$ 15,73	513	R\$ 8.068,31	503	R\$ 7.906,14	R\$ 162,17
A8	555	553	581	2	0%	100%	26	5%	105%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.830,31	553	R\$ 8.216,54	-R\$ 386,23
A9	3116	4668	4377	1552	50%	150%	1261	40%	140%	12	R\$ 1,78	2668	R\$ 4.748,31	2501	R\$ 4.451,96	R\$ 296,36
A10	6993	7192	6372	259	4%	104%	561	8%	92%	10	R\$ 1,02	3425	R\$ 3.493,47	3034	R\$ 3.095,03	R\$ 398,44

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Estatisticamente, os resultados explicitados na Tabela 4 mostram que os modelos estudados apresentaram MAPE e Cobertura Média menores que o sistema, no entanto, nota-se que o indicador da média absoluta dos erros (MAD) foi maior no período. Os valores totais dos estoques de segurança denotaram que o dimensionamento, ditado pelo sistema, foi excedente em relação as necessidades reais do mercado.

Tabela 4 – Resultados Agosto

Método	MAPE Médio	MAD Médio	Cobertura Média	Capital Total
Sistema ERP	23%	480	114%	R\$ 126.007,39
Modelos de Previsão	22%	578	100%	R\$ 113.383,21

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Seguindo os mesmos critérios de avaliação financeira, verificou-se uma redução factível de R\$ 8.901,89 em estoques de segurança. A sistemática sugerida garantiu ganhos monetários em 14 produtos. Dos 25 itens, a média do sistema teve desempenho superior em 10, sendo que 1 produto ficou inferior ao limite da cobertura determinada nos dois cenários.

4.2.3 Análise Setembro

Os resultados do mês de setembro destoaram da tendência observada nas análises anteriores, as previsões brutas dos modelos estudados indicavam, no geral, cenários de alta em relação à média, o que proporcionaria ganhos principalmente no nível de atendimento as requisições dos clientes. Entretanto, como é visto parcialmente no Quadro 6, os valores reais das vendas no período não corresponderam às estimativas geradas.

Quadro 6 – Análise Setembro

Código	Realizado Setembro	Previsão Sistema	Previsões Modelo	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2081	2875	3047	794	38%	138%	966	46%	146%	10	R\$ 7,51	1369	R\$ 10.281,55	1451	R\$ 10.895,90	-R\$ 614,35
A2	5045	7491	9863	2446	48%	148%	4818	96%	196%	10	R\$ 2,20	3567	R\$ 7.847,85	4697	R\$ 10.332,74	-R\$ 2.484,89
A3	6784	6344	9391	440	6%	94%	2607	38%	138%	10	R\$ 2,47	3021	R\$ 7.461,90	4472	R\$ 11.045,91	-R\$ 3.584,01
A4	373	381	454	8	2%	102%	81	22%	122%	20	R\$ 25,16	362	R\$ 9.117,50	432	R\$ 10.874,79	-R\$ 1.757,28
A5	1515	1466	1281	49	3%	97%	234	15%	85%	10	R\$ 6,59	698	R\$ 4.600,84	610	R\$ 4.019,98	R\$ 580,86
A6	979	1307	806	328	33%	133%	173	18%	82%	10	R\$ 6,28	622	R\$ 3.907,80	384	R\$ 2.411,66	R\$ 1.496,14
A7	414	547	708	133	32%	132%	294	71%	171%	20	R\$ 15,73	520	R\$ 8.187,09	674	R\$ 10.607,71	-R\$ 2.420,62
A8	383	554	665	171	45%	145%	282	74%	174%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.833,34	633	R\$ 9.410,06	-R\$ 1.576,71
A9	3208	4474	4891	1266	39%	139%	1683	52%	152%	12	R\$ 1,78	2557	R\$ 4.550,95	2795	R\$ 4.974,95	-R\$ 424,00
A10	6630	7160	8148	530	8%	108%	1518	23%	123%	10	R\$ 1,02	3410	R\$ 3.477,71	3880	R\$ 3.957,66	-R\$ 479,94

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O comportamento estatístico dos modelos sugeridos foi inferior nos três indicadores analisados no período, a tendência da média do sistema nivelou com maior eficácia os dados previstos em função dos realizados. Na Tabela 5 é evidenciado que o cenário apontado pelas previsões da metodologia acarretaria em estoques demasiados para a companhia.

Tabela 5 – Resultados Setembro

Método	MAPE Médio	MAD Médio	Cobertura Média	Capital Total
Sistema ERP	25%	590	119%	R\$ 124.031,60
Modelos de Previsão	38%	892	130%	R\$ 136.020,46

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

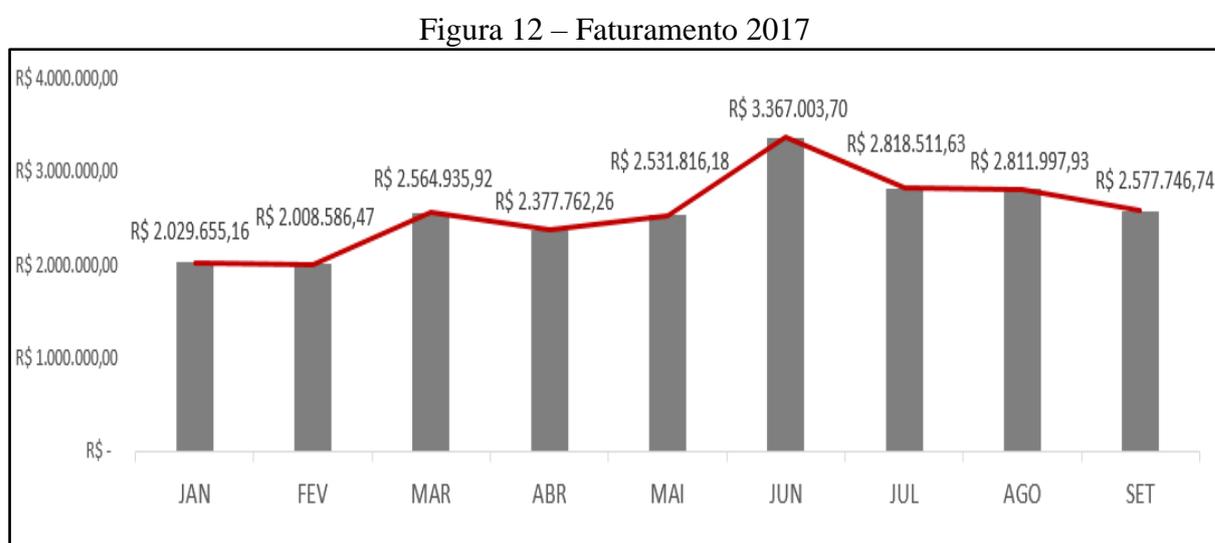
Financeiramente, nota-se que o valor em estoque de segurança foi onerado pelas previsões dos modelos. A média do sistema ERP teve resultados superiores em 16 itens, sendo que 1 produto não teve a cobertura mínima estipulada nas duas situações. Conseqüentemente, com ganhos em apenas 8 produtos, os modelos estudados apresentaram um capital excedente de R\$ 12.309,87 em relação as previsões do sistema.

Em detrimento dos resultados negativos encontrados, derivou-se o estudo do mês de setembro para uma análise qualitativa, apresentada na seção 4.2.4, devido à incongruência exibida nos dados previstos versus os realizados.

4.2.4 Análise Qualitativa

Em função da identificação de uma tendência de alta manifestada nas previsões geradas no último mês em análise e, conseqüentemente, da sequência dos resultados estatísticos e financeiros negativos encontrados, foram ponderados alguns fatores e variáveis na análise qualitativa oriunda no método em estudo.

Para isto, inicialmente, observou-se o histórico e a tendência do faturamento mensal realizado pela companhia no ano de 2017, ilustrado na Figura 12.



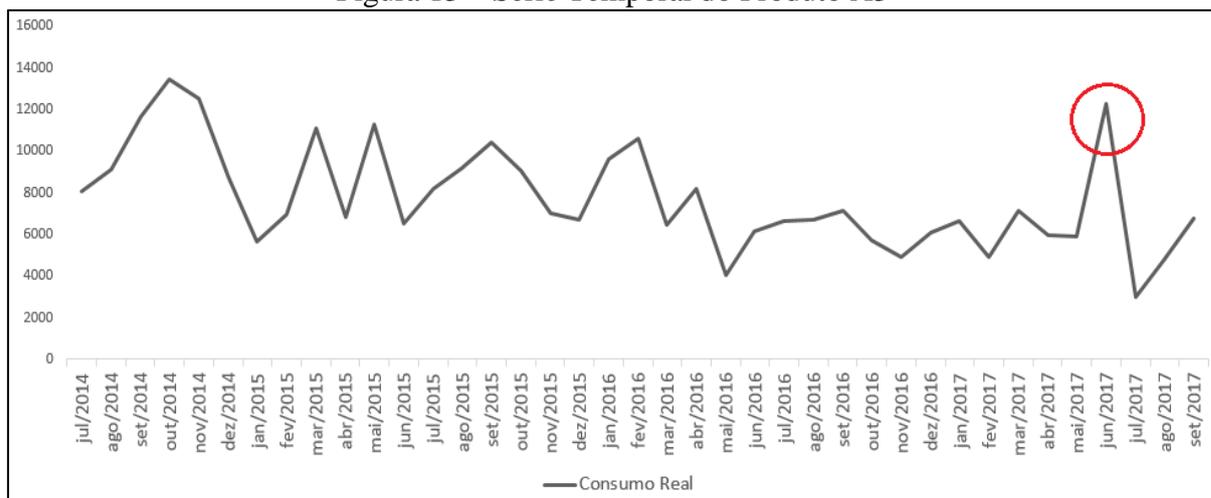
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Nota-se, que no mês de junho a companhia teve um faturamento de R\$ 3.367.003,70, valor que destoou da média dos períodos anteriores e da meta estipulada, que era de R\$ 2.800.000,00. Para investigação da causa específica, foi apurado com o setor comercial que os clientes foram informados sobre o reajuste da tabela de preços que aconteceria no término do

mês em questão, fator que desencadeou um aumento das vendas que não representava a tendência natural do mercado.

Posteriormente comparou-se a influência do aumento atípico nas vendas com a análise gráfica das séries temporais realizada na seção 4.1. Conforme observado na Figura 13, fica evidente o pico de venda destoante, do mês de junho, na série do produto “A3”.

Figura 13 – Série Temporal do Produto A3



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Após o reconhecimento deste indicativo, tacitamente, foi estipulado que a razão do aumento do faturamento no mês de junho em função da meta estipulada, de aproximadamente 20%, seria decrescido dos valores brutos das previsões geradas pelos modelos no ciclo sazonal seguinte, visto que a tendência, influenciada por um fator externo, não seria incorporada naturalmente na série temporal.

Dessa forma, desencadeou-se uma nova análise dos resultados, com as previsões niveladas qualitativamente. Como mostra a Quadro 7, o fator integrado no *forecast* aprimorou os resultados, trazendo as previsões dos modelos para mais próximo do realizado em comparação com os dados gerados pelo sistema.

A análise dos desvios estatísticos, sintetizada na Tabela 6, comprovou a eficácia do coeficiente estabelecido, proporcionando indicadores superiores à média utilizada pelo sistema ERP. A cobertura de previsão sinalizou que o balanceamento entre os recursos produtivos e a demanda verificada seria mais adequado no método proposto.

Quadro 7 – Análise Qualitativa

Código	Realizado Setembro	Previsão Sistema	Previsões Modelos + Qualitativas	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança Sistema	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2081	2875	2437	794	38%	138%	356	17%	117%	10	R\$ 7,51	1369	R\$ 10.281,55	1161	R\$ 8.716,72	R\$ 1.564,83
A2	5045	7491	7890	2446	48%	148%	2845	56%	156%	10	R\$ 2,20	3567	R\$ 7.847,85	3757	R\$ 8.266,19	-R\$ 418,34
A3	6784	6344	7513	440	6%	94%	729	11%	111%	10	R\$ 2,47	3021	R\$ 7.461,90	3578	R\$ 8.836,73	-R\$ 1.374,83
A4	373	381	363	8	2%	102%	10	3%	97%	20	R\$ 25,16	362	R\$ 9.117,50	346	R\$ 8.699,83	R\$ 417,67
A5	1515	1466	1025	49	3%	97%	490	32%	68%	10	R\$ 6,59	698	R\$ 4.600,84	488	R\$ 3.215,98	R\$ -
A6	979	1307	645	328	33%	133%	334	34%	66%	10	R\$ 6,28	622	R\$ 3.907,80	307	R\$ 1.929,33	R\$ -
A7	414	547	566	133	32%	132%	152	37%	137%	20	R\$ 15,73	520	R\$ 8.187,09	539	R\$ 8.486,17	-R\$ 299,08
A8	383	554	532	171	45%	145%	149	39%	139%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.833,34	507	R\$ 7.528,04	R\$ 305,30
A9	3208	4474	3913	1266	39%	139%	705	22%	122%	12	R\$ 1,78	2557	R\$ 4.550,95	2236	R\$ 3.979,96	R\$ 570,99
A10	6630	7160	6518	530	8%	108%	112	2%	98%	10	R\$ 1,02	3410	R\$ 3.477,71	3104	R\$ 3.166,12	R\$ 311,59

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Tabela 6 – Resultados Análise Qualitativa

Método	MAPE Médio	MAD Médio	Cobertura Média	Capital Total
Sistema ERP	25%	590	119%	R\$ 124.031,60
Modelos de Previsão	24%	505	104%	R\$ 108.816,37

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Em termos monetários, o desdobramento da análise qualitativa viabilizou uma redução de R\$ 9.278,77 reais em estoques ociosos através das previsões dimensionadas pela metodologia em pesquisa. Os modelos tiveram resultados superiores em 15 dos 25 itens abordados, já o sistema ERP apresentou superioridade em apenas 9 produtos, sendo que 1 item novamente ficou abaixo da cobertura mínima nos dois casos.

4.2.5 Demonstração dos Resultados

Ressalta-se que para o comparativo final foram utilizados os dados fornecidos pela combinação das técnicas quantitativas e qualitativas de previsão, visto que seriam os ganhos exequíveis maximizados da sistemática. Entretanto, mesmo com os dados brutos dos modelos determinados, percebe-se que a ferramenta apresentaria ganhos no combinado do trimestre.

Conforme resultados apresentados nas seções anteriores, percebe-se que no agregado, os modelos de previsão tiveram desempenho proeminente em relação à média utilizada pelo sistema ERP no período observado. A Tabela 7, que resume os indicadores

estatísticos gerais dos dois cenários em análise, evidencia como a cobertura de previsão da metodologia aproximou-se mais das demandas reais, mitigando possíveis estoques excedentes.

Tabela 7 – Resultados do Período

Método	MAPE Médio	MAD Médio	Cobertura Média
Sistema ERP	28%	569	120%
Modelos de Previsão	26%	557	102%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

No contexto financeiro foi avaliado o impacto das previsões no dimensionamento dos estoques de segurança da companhia. Constata-se, através da Tabela 8, que o total das reduções efetivas no trimestre analisado seria de R\$ 32.489,34 em apenas 25 produtos selecionados da Curva A. Valor que corresponderia a uma redução anual de R\$ 129.957,36 caso a proporção mantenha-se linear.

Tabela 8 – Impacto Financeiro

	Julho	Agosto	Setembro	Total
Modelos de Previsão	R\$ 14.308,68	R\$ 8.901,89	R\$ 9.278,77	R\$ 32.489,34

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

O planejamento, que é uma atividade elementar no gerenciamento executivo, depende, na sua fundação, de estimativas e cenários futuros, que indiquem possíveis caminhos para as tomadas de decisões. É nesta esfera que a capacidade da sistemática, de gerar previsões confiáveis, se mostra eficaz e imprescindível, promovendo sólidos ganhos para a empresa como um todo.

A companhia estudada necessita inerentemente de estoques amplos, devido ao cenário competitivo que está inserida, para sustentar seu posicionamento estratégico de velocidade e flexibilidade de entrega como um dos critérios ganhadores de mercado. Como as decisões táticas e o planejamento produtivo baseiem-se atualmente em um horizonte ditado pela média, na prática, observa-se que muitos casos previstos acabam fugindo do realizado, impactando diretamente na cadeia de valor da organização.

Operacionalmente, a metodologia possui grande impacto no desempenho das atividades manufatureiras da empresa. As previsões favorecem o planejamento agregado da produção, possibilitando que o nível desejado de atendimento aos clientes seja garantido com os menores estoques possíveis. Além disso, o dimensionamento da capacidade produtiva e o quadro de funcionários também podem ser atrelados aos resultados obtidos.

O setor de compras se beneficia na programação dos níveis de suprimentos, as projeções trimestrais concedem dados proveitosos para análises pontuais de mercado. Oportunizando ganhos monetários, reduzindo os estoques excedentes, aumentando o poder de barganha em relação aos fornecedores e concedendo vantagens logísticas, aferindo as necessidades futuras com os *leadtimes* de entrega, evitando rupturas de estoques.

Consequentemente, no âmbito financeiro, os resultados impactam drasticamente no fluxo de caixa da empresa. As reduções dos estoques ociosos e os ganhos nos processos em geral proporcionam maiores retornos sobre os investimentos realizados em recursos produtivos e disponibilizam fundos para outros fins em potencial.

Os dados fornecidos também garantem análises cruciais para o planejamento estratégico da organização. A avaliação das tendências de mercado para os itens do mix de produção e suas margens de contribuição podem gerar planos de ação alinhados com os objetivos traçados pela organização. Modificando o enfoque de atuação nos critérios ganhadores de *market-share*, como: força de vendas, marketing e desenvolvimento de novos produtos.

5 CONCLUSÃO

A eficácia operacional e a gestão financeira são pilares essenciais no posicionamento estratégico de qualquer organização. A capacidade de gerar projeções assertivas de mercado possibilita que o planejamento realizado seja mais efetivo nas ações traçadas para alcançar os objetivos específicos, concentrando os recursos e esforços disponíveis nas atividades chave que diferenciam a companhia da competição.

A realização deste estudo teve como finalidade aplicar métodos de previsão de demanda para gerenciar os estoques de uma empresa do ramo plástico, visando otimizar o dimensionamento dos recursos produtivos, garantindo maiores retornos sobre o capital investido. Para tanto, foram elencadas cinco etapas atreladas aos objetivos específicos almejados.

Na primeira etapa, de análise do mix de produção, foi utilizada a Curva ABC para mapear os produtos de maior representatividade na cadeia produtiva da organização. Com os dados obtidos foi possível concluir sobre a distribuição do investimento total em relação à quantidade de produtos ofertados, sinalizando os itens prioritários e de maior impacto na execução da metodologia.

Após a definição dos produtos de maior contribuição ao desempenho da companhia, como segundo objetivo, foram coletadas as séries temporais das vendas dos itens classificados na Curva A. O período histórico de 36 meses definido acabou descartando alguns produtos que não atendiam este critério, entretanto, cerca de 80% da curva se apresentou elegível para a execução da sistemática em estudo.

O terceiro objetivo, de modelamento dos métodos de previsão para as séries temporais dos produtos selecionados, foi atingido através do *software* SPSS. O mesmo, em decorrência do comparativo entre os desvios estatísticos computados nos ajustes as séries históricas, define automaticamente o método que melhor se ajusta as características específicas, gerando o *forecast* baseado nos parâmetros com os melhores resultados.

Nas duas últimas etapas, que aconteceram simultaneamente, foram monitoradas as previsões fornecidas pelos modelos elencados com a situação real do mercado, avaliando a acuracidade dos resultados através dos indicadores de erros estatísticos. Os parâmetros dos estoques também foram analisados, criando um comparativo entre o cenário atual do planejamento dos recursos versus o projetado pela metodologia. Os resultados demonstraram que os dados provenientes da sistemática tiveram desempenhos estatísticos e financeiros

superiores no trimestre analisado, a incorporação das técnicas qualitativas alavancou ainda mais os ganhos, denotando sua real importância prática.

Diante da execução das etapas propostas obtiveram-se resultados expressivos, tanto no âmbito financeiro, quanto no operacional, cumprindo de forma satisfatória o objetivo geral estabelecido. A ferramenta de previsão de demanda mostrou-se fundamental para o planejamento e os processos decisórios nos níveis tático, operacional e estratégico da empresa.

Percebe-se incontestavelmente que a técnica empregada é de extrema importância para qualquer organização, independentemente do seu ramo de atuação. Os métodos de previsão são cruciais no panorama atual de competitividade, pois garantem dados que podem potencializar o planejamento dos critérios que proporcionam vantagens sobre os concorrentes.

Como ponto fraco da ferramenta, nota-se que as mudanças súbitas das tendências de mercado e os fatores atípicos incorporados nas séries podem distorcer os resultados encontrados, entretanto, como foi utilizado no trabalho, a combinação da análise qualitativa com as técnicas quantitativas pode mitigar estas condições nas situações reais.

Com o êxito dos objetivos propostos neste trabalho, principalmente no grau de confiabilidade das projeções concebidas, fica evidente a abrangência e o campo futuro para novas atuações. Uma sugestão é da adequação do sistema produtivo em função da demanda prevista, buscando o nivelamento e, conseqüentemente, a redução dos estoques em processo de toda a cadeia manufatureira. Outro desdobramento do estudo seria referente ao planejamento agregado da companhia, projetando a capacidade fabril e o quadro de funcionários em função das demandas previstas.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, Tony J. R. **Administração de materiais**: Uma introdução. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- BACCI, L. A. **Combinação de Métodos de Séries Temporais para Previsão da Demanda de Café no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.
- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: logística empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2011.
- BORTOLETTO, W.W; PETRELLI, M. Z; IGNACIO, P. S. A; PACAGNELLA, A. C; SILVA, A. L. Modelo de séries temporais para previsão de demanda: estudo de caso em uma indústria eletroeletrônica. Encontro Nacional em Engenharia de Produção. **Anais... XXXVI ENEGEP 2016**.
- BOWERSOX, D. J. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BOWERSOX, D.J; CLOSS D.J; COOPER, M. B. **Gestão da Cadeia de Suprimento e Logística**. Tradução de Claudia Mello Belhassoft. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BOX, G. E. P; JENKINS, G. M. **Time Series Analysis**: forecasting and control. San Francisco: Holden Day, 1976.
- CAVALHEIRO, D. **Método de previsão de demanda aplicada ao planejamento da produção de industriais de alimentos**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- CAXITO, Fabiano. **Logística – um enfoque prático**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.
- CHING, Hong Yuh. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: *supply chain***. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CORRÊA, H. L; CORRÊA, C. A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Atlas 2009.
- CORRÊA, H. L; GIANESI, I.N; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**: MRP II/ERP – conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais**: Uma Abordagem Logística. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de Materiais**: Uma Abordagem Logística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

ELSAYED, E. A; BOUCHER, T. O. **Analysis and Control of Production Systems**. 2 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.

FRANCISCHINI, P. G; GURGEL, F. A. **Administração de Materiais e do Patrimônio**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

GONÇALVES, P. S. **Administração de Materiais**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GRANT, David B. **Gestão de Logística e Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Saraiva, 2013.

HILL, T. **Operations management: strategic context and managerial analysis**. London: MacMillan Press Ltd., 2000.

HOLT, C. C. **Forecasting Trends and Seasonals by Exponentially Weighted Averages**. ONR Memorandum, n. 52, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, USA, 1957.

KRUPP, J. A. G. Safety stock management. **Production and Inventory Management Journal**, v. 38, n. 3, p. 11-18, 1997.

LEWIS, Colin D. **Demand Forecasting and Inventory Control**. New York: Willey, 1997.

LIMA, M. B. S. P; SANTOS, W. B; DROGUETT, E.L; DINIZ, H. H. L; SANTOS, R. C. B. Aplicação do modelo de previsão de demanda Holt-Winters em uma regional de corte e dobra de aço. Encontro Nacional em Engenharia de Produção. **Anais... XXXV ENEGEP 2015**.

MAKRIDAKIS, S; WHEELWRIGHT, S; HYNDMAN, R. J. **Forecasting Methods and Applications**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

MORETTIN, P. A; TOLOI, C. M. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda., 2004.

PEINALDO, J; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba, PR: UnicenP, 2007.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. 2000. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2000.

PELLEGRINI, F. R; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda – técnicas e estudo de caso. **Revista Produção**, Rio de Janeiro, RJ, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.

POZO, Hamilton. **Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais - Uma Abordagem Logística**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SLACK, N; BRANDON-JONES, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

TISSOT, P. T; VIDOR, G; PEDDOT, A.H; CHIWIACOWSKY, L. D. Implementação de um modelo de previsão de vendas na distribuição de aços especiais. Encontro Nacional em Engenharia de Produção. **Anais... XXXVI ENEGEP 2016**.

TSUI, W. H. K; BALLI, H. O; GILBEY, A; GOW, H. Forecasting of Hong Kong airport's passenger throughput. **Tourism Management**, v. 42, p.62-76, 2014.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

WANKE, P. F. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimentos: Decisões e Modelos Quantitativos**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

WERNER, Liane. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

WERNER, Liane; RIBEIRO, José L. D. **Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões**. Revista Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

WINTERS, P. R. **Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages**. Management Science, v. 6, n. 3, p. 324-342, 1960.

YIN, ROBERT K. – **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 23.

APÊNDICE A – ESTATÍSTICAS DE AJUSTE DOS MODELOS

Código	Tipo de modelo	Estatísticas de ajuste do modelo						Ljung-Box Q(18)			Número de Valores Discrepantes
		R quadrado estacionário	REMQ	MAPE	MAD	MaxAPE	MaxAE	Estatísticas	DF	Sig.	
A1	Aditivo de Winters	,830	926,176	23,572	769,673	103,801	1902,681	30,011	15	,012	0
A2	Multiplicativo de Winters	,785	2105,659	16,737	1565,355	58,976	4947,510	21,625	15	,118	0
A3	Sazonal Simples	,770	2115,489	22,625	1665,593	90,408	5406,294	25,061	16	,069	0
A4	Sazonal Simples	,788	80,847	16,843	63,331	67,212	155,767	37,458	16	,002	0
A5	Aditivo de Winters	,856	596,897	25,901	470,914	139,689	1289,331	46,530	15	,000	0
A6	Aditivo de Winters	,816	433,694	20,396	330,658	105,508	1043,475	29,227	15	,015	0
A7	Sazonal Simples	,798	140,225	19,377	113,428	54,471	272,604	15,009	16	,524	0
A8	Sazonal Simples	,795	167,381	23,939	141,048	75,469	310,179	12,067	16	,739	0
A9	Multiplicativo de Winters	,753	1238,162	19,444	944,503	62,515	2548,744	26,316	15	,035	0
A10	Sazonal Simples	,772	1775,962	23,313	1368,690	117,889	3686,402	22,133	16	,139	0
A11	Sazonal Simples	,799	339,269	34,271	265,031	120,395	762,303	37,022	16	,002	0
A12	ARIMA(0,0,0)(0,0,0)	4,441E-16	1637,471	31,470	1326,099	160,234	3313,611	11,641	18	,865	0
A13	Sazonal Simples	,738	43,283	17,763	32,077	126,980	109,975	32,110	16	,010	0
A14	Aditivo de Winters	,822	375,412	24,967	304,489	93,157	707,063	24,525	15	,057	0
A15	Sazonal Simples	,768	328,145	32,154	255,839	92,349	702,114	38,485	16	,001	0
A16	Aditivo de Winters	,786	475,293	23,014	358,137	139,579	1083,129	55,280	15	,000	0
A17	Sazonal Simples	,805	1334,837	25,175	1094,221	55,218	3207,751	9,057	16	,911	0
A18	Aditivo de Winters	,841	440,585	24,142	352,532	95,765	848,398	46,814	15	,000	0
A19	Multiplicativo de Winters	,738	242,420	22,293	187,377	71,265	629,073	33,016	15	,005	0
A21	Aditivo de Winters	,866	145,729	20,083	108,299	105,933	323,095	22,805	15	,088	0
A22	Sazonal Simples	,833	56,732	25,918	45,176	130,510	141,638	40,921	16	,001	0
A24	Sazonal Simples	,835	147,740	23,450	110,314	130,639	366,179	27,461	16	,037	0
A25	Aditivo de Winters	,852	201,290	17,967	153,927	53,003	497,391	12,976	15	,604	0
A26	Sazonal Simples	,816	942,223	47,358	714,959	199,656	2112,222	14,969	16	,527	0
A27	Sazonal Simples	,783	942,981	26,229	784,692	54,669	2257,266	11,341	16	,788	0

APÊNDICE B – INTERFACES DE ANÁLISE DOS ESTOQUES DE SEGURANÇA

Produto	Realizado Julho	Previsão Sistema	Previsões Modelos	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetros dos Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2129	3110	1602	981	46%	146%	527	25%	75%	10	R\$ 7,51	1481	R\$ 11.122,55	763	R\$ 5.727,28	R\$ 5.395,27
A2	6245	8046	6967	1801	29%	129%	722	12%	112%	10	R\$ 2,20	3831	R\$ 8.429,14	3318	R\$ 7.299,26	R\$ 1.129,89
A3	3015	7155	7257	4140	137%	237%	4242	141%	241%	10	R\$ 2,47	3407	R\$ 8.416,03	3456	R\$ 8.535,91	-R\$ 119,87
A4	221	421	369	200	90%	190%	148	67%	167%	20	R\$ 25,16	401	R\$ 10.079,97	352	R\$ 8.846,01	R\$ 1.233,96
A5	1101	1569	733	468	43%	143%	368	33%	67%	10	R\$ 6,59	747	R\$ 4.923,67	349	R\$ 2.301,36	R\$ -
A6	1031	1354	628	323	31%	131%	403	39%	61%	10	R\$ 6,28	645	R\$ 4.049,60	299	R\$ 1.878,45	R\$ -
A7	374	566	469	192	51%	151%	95	25%	125%	20	R\$ 15,73	539	R\$ 8.479,22	446	R\$ 7.022,27	R\$ 1.456,95
A8	418	576	503	158	38%	138%	85	20%	120%	20	R\$ 14,86	548	R\$ 8.149,41	479	R\$ 7.112,65	R\$ 1.036,76
A9	4192	4748	3903	556	13%	113%	289	7%	93%	12	R\$ 1,78	2713	R\$ 4.829,06	2230	R\$ 3.970,08	R\$ 858,97
A10	7326	7170	5831	156	2%	98%	1495	20%	80%	10	R\$ 1,02	3414	R\$ 3.482,65	2777	R\$ 2.832,09	R\$ 650,56
A11	1325	893	649	432	33%	67%	676	51%	49%	20	R\$ 7,64	851	R\$ 6.498,85	618	R\$ 4.724,13	R\$ -
A12	4319	5259	5095	940	22%	122%	776	18%	118%	10	R\$ 1,25	2504	R\$ 3.130,36	2426	R\$ 3.032,97	R\$ 97,39
A13	142	232	238	90	64%	164%	96	67%	167%	20	R\$ 26,99	221	R\$ 5.972,07	226	R\$ 6.110,67	-R\$ 138,60
A14	1032	1243	679	211	20%	120%	353	34%	66%	15	R\$ 4,92	888	R\$ 4.367,09	485	R\$ 2.387,59	R\$ -
A15	1350	815	589	535	40%	60%	761	56%	44%	20	R\$ 6,56	777	R\$ 5.093,89	561	R\$ 3.677,58	R\$ -
A16	3245	2283	1630	962	30%	70%	1615	50%	50%	20	R\$ 2,10	2174	R\$ 4.566,00	1553	R\$ 3.260,50	R\$ -
A17	4684	5067	4766	383	8%	108%	82	2%	102%	20	R\$ 0,96	4825	R\$ 4.632,23	4539	R\$ 4.357,47	R\$ 274,76
A18	1631	1426	948	205	13%	87%	683	42%	58%	20	R\$ 3,59	1358	R\$ 4.876,70	903	R\$ 3.240,36	R\$ -
A19	716	744	519	28	4%	104%	197	28%	72%	12	R\$ 5,96	425	R\$ 2.532,72	297	R\$ 1.767,58	R\$ -
A21	446	537	454	91	20%	120%	8	2%	102%	10	R\$ 7,34	256	R\$ 1.877,53	216	R\$ 1.588,28	R\$ 289,24
A22	250	222	209	28	11%	89%	41	17%	83%	15	R\$ 18,34	159	R\$ 2.912,57	149	R\$ 2.731,75	R\$ 180,82
A24	457	474	549	17	4%	104%	92	20%	120%	10	R\$ 7,34	225	R\$ 1.655,00	262	R\$ 1.920,41	-R\$ 265,41
A25	864	1160	912	296	34%	134%	48	6%	106%	20	R\$ 3,37	1105	R\$ 3.724,12	869	R\$ 2.928,06	R\$ 796,06
A26	1458	2972	1848	1514	104%	204%	390	27%	127%	15	R\$ 1,12	2123	R\$ 2.377,20	1320	R\$ 1.478,72	R\$ 898,48
A27	2446	3658	2974	1212	50%	150%	528	22%	122%	18	R\$ 0,91	3136	R\$ 2.853,37	2549	R\$ 2.319,91	R\$ 533,46

Código	Realizado Agosto	Previsão Sistema	Previsões Modelos	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2210	2970	2442	760	34%	134%	232	11%	111%	10	R\$ 7,51	1414	R\$ 10.621,29	1163	R\$ 8.733,58	R\$ 1.887,70
A2	5408	7789	8381	2381	44%	144%	2973	55%	155%	10	R\$ 2,20	3709	R\$ 8.159,61	3991	R\$ 8.780,53	-R\$ 620,93
A3	4806	6564	7969	1758	37%	137%	3163	66%	166%	10	R\$ 2,47	3126	R\$ 7.720,35	3795	R\$ 9.372,58	-R\$ 1.652,23
A4	299	392	443	93	31%	131%	144	48%	148%	20	R\$ 25,16	373	R\$ 9.396,49	422	R\$ 10.611,21	-R\$ 1.214,72
A5	1214	1502	1006	288	24%	124%	208	17%	83%	10	R\$ 6,59	715	R\$ 4.713,87	479	R\$ 3.155,96	R\$ 1.557,90
A6	1298	1308	764	10	1%	101%	534	41%	59%	10	R\$ 6,28	623	R\$ 3.911,54	364	R\$ 2.284,12	R\$ -
A7	602	539	528	63	11%	89%	74	12%	88%	20	R\$ 15,73	513	R\$ 8.068,31	503	R\$ 7.906,14	R\$ 162,17
A8	555	553	581	2	0%	100%	26	5%	105%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.830,31	553	R\$ 8.216,54	-R\$ 386,23
A9	3116	4668	4377	1552	50%	150%	1261	40%	140%	12	R\$ 1,78	2668	R\$ 4.748,31	2501	R\$ 4.451,96	R\$ 296,36
A10	6933	7192	6372	259	4%	104%	561	8%	92%	10	R\$ 1,02	3425	R\$ 3.493,47	3034	R\$ 3.095,03	R\$ 398,44
A11	687	955	695	268	39%	139%	8	1%	101%	20	R\$ 7,64	909	R\$ 6.947,72	662	R\$ 5.056,40	R\$ 1.891,32
A12	5042	5125	5095	83	2%	102%	53	1%	101%	10	R\$ 1,25	2440	R\$ 3.050,43	2426	R\$ 3.032,97	R\$ 17,46
A13	171	219	172	48	28%	128%	1	0%	100%	20	R\$ 26,99	209	R\$ 5.640,36	164	R\$ 4.414,16	R\$ 1.226,20
A14	644	1213	730	569	88%	188%	86	13%	113%	15	R\$ 4,92	866	R\$ 4.261,32	522	R\$ 2.566,80	R\$ 1.694,52
A15	704	892	617	188	27%	127%	87	12%	88%	20	R\$ 6,56	849	R\$ 5.571,09	588	R\$ 3.856,68	R\$ 1.714,42
A16	1969	2420	2005	451	23%	123%	36	2%	102%	20	R\$ 2,10	2305	R\$ 4.840,86	1910	R\$ 4.010,50	R\$ 830,36
A17	4532	5012	5118	480	11%	111%	586	13%	113%	20	R\$ 0,96	4773	R\$ 4.582,27	4874	R\$ 4.679,00	-R\$ 96,73
A18	1904	1456	1178	448	24%	76%	726	38%	62%	20	R\$ 3,59	1386	R\$ 4.976,67	1122	R\$ 4.027,76	R\$ -
A19	712	740	619	28	4%	104%	93	13%	87%	12	R\$ 5,96	423	R\$ 2.519,26	354	R\$ 2.107,88	R\$ 411,38
A21	680	524	451	156	23%	77%	229	34%	66%	10	R\$ 7,34	250	R\$ 1.832,00	215	R\$ 1.576,63	R\$ -
A22	199	226	149	27	14%	114%	50	25%	75%	15	R\$ 18,34	162	R\$ 2.964,34	106	R\$ 1.945,75	R\$ 1.018,59
A24	543	471	552	72	13%	87%	9	2%	102%	10	R\$ 7,34	224	R\$ 1.646,76	263	R\$ 1.930,90	-R\$ 284,14
A25	1025	1118	1139	93	9%	109%	114	11%	111%	20	R\$ 3,37	1065	R\$ 3.588,25	1084	R\$ 3.654,48	-R\$ 66,23
A26	4513	2755	1642	1758	39%	61%	2871	64%	36%	15	R\$ 1,12	1968	R\$ 2.204,23	1173	R\$ 1.313,65	R\$ -
A27	3648	3485	3336	163	4%	96%	312	9%	91%	18	R\$ 0,91	2987	R\$ 2.718,30	2859	R\$ 2.602,01	R\$ 116,29

Código	Realizado Setembro	Previsão Sistema	Previsões Modelo	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2081	2875	3047	794	38%	138%	966	46%	146%	10	R\$ 7,51	1369	R\$ 10.281,55	1451	R\$ 10.895,90	-R\$ 614,35
A2	5045	7491	9863	2446	48%	148%	4818	96%	196%	10	R\$ 2,20	3567	R\$ 7.847,85	4697	R\$ 10.332,74	-R\$ 2.484,89
A3	6784	6344	9391	440	6%	94%	2607	38%	138%	10	R\$ 2,47	3021	R\$ 7.461,90	4472	R\$ 11.045,91	-R\$ 3.584,01
A4	373	381	454	8	2%	102%	81	22%	122%	20	R\$ 25,16	362	R\$ 9.117,50	432	R\$ 10.874,79	-R\$ 1.757,28
A5	1515	1466	1281	49	3%	97%	234	15%	85%	10	R\$ 6,59	698	R\$ 4.600,84	610	R\$ 4.019,98	R\$ 580,86
A6	979	1307	806	328	33%	133%	173	18%	82%	10	R\$ 6,28	622	R\$ 3.907,80	384	R\$ 2.411,66	R\$ 1.496,14
A7	414	547	708	133	32%	132%	294	71%	171%	20	R\$ 15,73	520	R\$ 8.187,09	674	R\$ 10.607,71	-R\$ 2.420,62
A8	383	554	665	171	45%	145%	282	74%	174%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.833,34	633	R\$ 9.410,06	-R\$ 1.576,71
A9	3208	4474	4891	1266	39%	139%	1683	52%	152%	12	R\$ 1,78	2557	R\$ 4.550,95	2795	R\$ 4.974,95	-R\$ 424,00
A10	6630	7160	8148	530	8%	108%	1518	23%	123%	10	R\$ 1,02	3410	R\$ 3.477,71	3880	R\$ 3.957,66	-R\$ 479,94
A11	0	921	712	921	-	-	712	-	-	20	R\$ 7,64	878	R\$ 6.704,10	678	R\$ 5.177,67	R\$ 1.526,43
A12	4483	5114	5095	631	14%	114%	612	14%	114%	10	R\$ 1,25	2435	R\$ 3.044,27	2426	R\$ 3.032,97	R\$ 11,30
A13	213	213	299	0	0%	100%	86	41%	141%	20	R\$ 26,99	203	R\$ 5.484,75	285	R\$ 7.695,80	-R\$ 2.211,05
A14	944	1142	1147	198	21%	121%	203	22%	122%	15	R\$ 4,92	815	R\$ 4.011,56	820	R\$ 4.032,24	-R\$ 20,68
A15	0	868	684	868	-	-	684	-	-	20	R\$ 6,56	827	R\$ 5.424,50	651	R\$ 4.273,18	R\$ 1.151,31
A16	1629	2364	2109	735	45%	145%	480	29%	129%	20	R\$ 2,10	2251	R\$ 4.728,00	2008	R\$ 4.217,83	R\$ 510,17
A17	2756	4952	5532	2196	80%	180%	2776	101%	201%	20	R\$ 0,96	4716	R\$ 4.527,43	5269	R\$ 5.057,82	-R\$ 530,39
A18	1670	1512	1505	158	9%	91%	165	10%	90%	20	R\$ 3,59	1440	R\$ 5.168,32	1433	R\$ 5.145,66	R\$ 22,66
A19	709	736	631	27	4%	104%	78	11%	89%	12	R\$ 5,96	421	R\$ 2.507,46	361	R\$ 2.148,66	R\$ 358,80
A21	570	544	583	26	5%	95%	13	2%	102%	10	R\$ 7,34	259	R\$ 1.900,10	278	R\$ 2.039,17	-R\$ 139,07
A22	237	223	255	14	6%	94%	18	8%	108%	15	R\$ 18,34	159	R\$ 2.921,30	182	R\$ 3.343,08	-R\$ 421,78
A24	538	480	631	58	11%	89%	93	17%	117%	10	R\$ 7,34	229	R\$ 1.678,15	300	R\$ 2.204,69	-R\$ 526,54
A25	868	1106	1245	238	27%	127%	377	43%	143%	20	R\$ 3,37	1054	R\$ 3.550,94	1186	R\$ 3.995,75	-R\$ 444,82
A26	4025	2975	2574	1050	26%	74%	1451	36%	64%	15	R\$ 1,12	2125	R\$ 2.380,00	1838	R\$ 2.058,98	R\$ -
A27	2046	3505	3930	1459	71%	171%	1884	92%	192%	18	R\$ 0,91	3005	R\$ 2.734,19	3369	R\$ 3.065,59	-R\$ 331,40

Código	Realizado Setembro	Previsão Sistema	Previsões Modelos + Qualitativas	Estatísticas - Sistema ERP			Estatísticas - Modelos			Parâmetro Itens		Previsões Sistema		Previsões Modelos		Estoque Reduzido Efetivamente
				MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	MAD	MAPE	Cobertura da Previsão	Cobertura (em dias)	Custo Unitário Médio (R\$)	Estoque Segurança Sistema	Valor Total (R\$)	Estoque Segurança (peças)	Valor Total (R\$)	
A1	2081	2875	2437	794	38%	138%	356	17%	117%	10	R\$ 7,51	1369	R\$ 10.281,55	1161	R\$ 8.716,72	R\$ 1.564,83
A2	5045	7491	7890	2446	48%	148%	2845	56%	156%	10	R\$ 2,20	3567	R\$ 7.847,85	3757	R\$ 8.266,19	-R\$ 418,34
A3	6784	6344	7513	440	6%	94%	729	11%	111%	10	R\$ 2,47	3021	R\$ 7.461,90	3578	R\$ 8.836,73	-R\$ 1.374,83
A4	373	381	363	8	2%	102%	10	3%	97%	20	R\$ 25,16	362	R\$ 9.117,50	346	R\$ 8.699,83	R\$ 417,67
A5	1515	1466	1025	49	3%	97%	490	32%	68%	10	R\$ 6,59	698	R\$ 4.600,84	488	R\$ 3.215,98	R\$ -
A6	979	1307	645	328	33%	133%	334	34%	66%	10	R\$ 6,28	622	R\$ 3.907,80	307	R\$ 1.929,33	R\$ -
A7	414	547	566	133	32%	132%	152	37%	137%	20	R\$ 15,73	520	R\$ 8.187,09	539	R\$ 8.486,17	-R\$ 299,08
A8	383	554	532	171	45%	145%	149	39%	139%	20	R\$ 14,86	527	R\$ 7.833,34	507	R\$ 7.528,04	R\$ 305,30
A9	3208	4474	3913	1266	39%	139%	705	22%	122%	12	R\$ 1,78	2557	R\$ 4.550,95	2236	R\$ 3.979,96	R\$ 570,99
A10	6630	7160	6518	530	8%	108%	112	2%	98%	10	R\$ 1,02	3410	R\$ 3.477,71	3104	R\$ 3.166,12	R\$ 311,59
A11	0	921	569	921	-	-	569	-	-	20	R\$ 7,64	878	R\$ 6.704,10	542	R\$ 4.142,14	R\$ 2.561,96
A12	4483	5114	4076	631	14%	114%	407	9%	91%	10	R\$ 1,25	2435	R\$ 3.044,27	1941	R\$ 2.426,38	R\$ 617,90
A13	213	213	240	0	0%	100%	27	12%	112%	20	R\$ 26,99	203	R\$ 5.484,75	228	R\$ 6.156,64	-R\$ 671,89
A14	944	1142	918	198	21%	121%	26	3%	97%	15	R\$ 4,92	815	R\$ 4.011,56	656	R\$ 3.225,79	R\$ 785,77
A15	0	868	547	868	-	-	547	-	-	20	R\$ 6,56	827	R\$ 5.424,50	521	R\$ 3.418,55	R\$ 2.005,95
A16	1629	2364	1687	735	45%	145%	58	4%	104%	20	R\$ 2,10	2251	R\$ 4.728,00	1607	R\$ 3.374,26	R\$ 1.353,74
A17	2756	4952	4426	2196	80%	180%	1670	61%	161%	20	R\$ 0,96	4716	R\$ 4.527,43	4215	R\$ 4.046,25	R\$ 481,18
A18	1670	1512	1204	158	9%	91%	466	28%	72%	20	R\$ 3,59	1440	R\$ 5.168,32	1147	R\$ 4.116,53	R\$ -
A19	709	736	505	27	4%	104%	204	29%	71%	12	R\$ 5,96	421	R\$ 2.507,46	288	R\$ 1.718,93	R\$ -
A21	570	544	467	26	5%	95%	103	18%	82%	10	R\$ 7,34	259	R\$ 1.900,10	222	R\$ 1.631,33	R\$ 268,76
A22	237	223	204	14	6%	94%	33	14%	86%	15	R\$ 18,34	159	R\$ 2.921,30	146	R\$ 2.674,47	R\$ 246,83
A24	538	480	505	58	11%	89%	33	6%	94%	10	R\$ 7,34	229	R\$ 1.678,15	240	R\$ 1.763,75	-R\$ 85,60
A25	868	1106	996	238	27%	127%	128	15%	115%	20	R\$ 3,37	1054	R\$ 3.550,94	949	R\$ 3.196,60	R\$ 354,33
A26	4025	2975	2059	1050	26%	74%	1966	49%	51%	15	R\$ 1,12	2125	R\$ 2.380,00	1471	R\$ 1.647,19	R\$ -
A27	2046	3505	3144	1459	71%	171%	1098	54%	154%	18	R\$ 0,91	3005	R\$ 2.734,19	2695	R\$ 2.452,48	R\$ 281,72