

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
ESCOLA DE NEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

CAUÊ BARROS GUIMARÃES

PREVISÃO DE DEMANDA PARA PEÇAS DE REPOSIÇÃO DE ALTO GIRO EM  
MÁQUINAS AGRÍCOLAS E DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO

CURITIBA

2010

CAUÊ BARROS GUIMARÃES

**PREVISÃO DE DEMANDA PARA PEÇAS DE REPOSIÇÃO DE ALTO GIRO EM  
MÁQUINAS AGRÍCOLAS E DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Administração, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Administração, área de concentração em Administração Estratégica.

Orientador: Prof. Dr. Ubiratã Tortato.

CURITIBA

2010

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho somente foi possível pela colaboração direta ou indireta de diversas pessoas e organizações, às quais devo meus sinceros agradecimentos. Dentre elas, quero agradecer, em especial:

- À empresa Alfa, que permitiu a utilização das informações para esta dissertação e aos seus profissionais pela disponibilidade e entusiasmo com que se envolveram nas fases em que participaram do estudo.

- Ao meu orientador, Prof. Dr. Ubiratã Tortato, pela serenidade, profissionalismo e conhecimento.

- Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Wesley Vieira da Silva, pelas avaliações, observações e sugestões feitas durante a elaboração do trabalho.

- Ao Prof. PhD. Luiz Carlos Duclós, pelo auxílio com a escolha do tema e pelo apoio metodológico principalmente com a escrita técnica.

- Ao meu pai e Prof. Msc. Ubiratan Vieira Guimarães, pela sua contribuição na parte de modelagem estatística.

- À minha família, pelo incentivo permanente e principalmente pelo tempo em que tiveram que abrir mão da minha presença.

- Aos meus colegas do mestrado, Pedro Piccoli, Sara Hokai e Elenilton Johann, pela amizade e incentivo nos momentos difíceis.

## RESUMO

O panorama atual da economia globalizada mostra que o ambiente organizacional está muito competitivo e dinâmico. Os mecanismos e os aspectos de como as organizações desenvolvem, planejam e implementam uma estratégia organizacional podem representar ganhos ou perdas significativas. No gerenciamento de estoques, principalmente em organizações que trabalham com peças de reposição, a previsão de demanda se faz obrigatória, pois a acuracidade nas predições auxiliam no desenvolvimento de estratégias, identificação de prioridades e alocação de recursos, além de permitir, pela operacionalização eficiente da produção e serviços, que as organizações ofereçam elevados níveis de serviço aos clientes, planejem expansões de capacidade e evitem perdas nas vendas e estoques. Modelos comuns de previsão de demanda e gestão de estoques não podem ser aplicados para peças de reposição devido a sua demanda intermitente e sazonal. Assim, o objetivo deste trabalho é comparar, para o estoque estratégico de peças de reposição de alto giro, o modelo de previsão de demanda atualmente utilizado por empresas de máquinas agrícolas e de construção e o modelo estatístico desenvolvido por Box e Jenkins. Para a construção da metodologia proposta neste trabalho e para o levantamento dos dados e das informações necessárias, foram utilizadas as metodologias de estudo de caso. Os resultados encontrados demonstram que é importante a utilização de uma metodologia baseada em técnicas estatísticas no gerenciamento do inventário e que o modelo proposto no estudo se adequou melhor para o controle do estoque de alto giro.

Palavras-chave: Estoque de alto giro, Peças de Reposição, Previsão de Demanda, Modelos Box & Jenkins.

## **ABSTRACT**

The current scenario of the globalized economy shows that the organizational environment is very competitive and dynamic. The mechanisms and aspects of how organizations develop, plan and implement an organizational strategy may represent gains or losses. In inventory management, especially in organizations that work with spare parts, the demand forecast is mandatory, because the accuracy in predictions help in developing strategies, identifying priorities and allocating resources, and allows for the efficient operation of manufacturing and services organizations to provide high levels of customer service, plan capacity expansions and avoid losses on sales and inventory. Common models of demand forecasting and inventory management can not be applied to spare parts due to its intermittent and seasonal demand. So, the objective of this study is to compare, for the strategic stock of spare parts of fast move inventory, the model of demand forecast currently used by companies of agricultural and construction spare parts and the statistical model developed by Box and Jenkins. In order to construct the proposal methodology of this study and to get the necessary data and information was considered the case study the results show that it is important to use a methodology based on statistical techniques in inventory management and that the model proposed in the study to better adapt themselves to control the stock of high turnover.

Key-words: Fast move inventory, Spare Parts, Demand Forecast, Box & Jenkins Models.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Comparação entre os principais métodos de previsão de demanda.....	69
Quadro 2: Classificação do Inventário.....	79
Quadro 3: Modelos estimados.....	81
Quadro 4: Estimativa dos parâmetros.....	82
Quadro 5: P-Valor dos parâmetros.....	83
Quadro 6: Medidas de erro.....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Demandas e estoque projetado para o primeiro período.....	87
Tabela 2: Demandas e estoque projetado para o segundo período.....	88
Tabela 3: Demandas e estoque projetado para o terceiro período.....	89
Tabela 4: Demandas e estoque projetado para o quarto período.....	90
Tabela 5: Demanda real e demandas projetadas.....	91
Tabela 6: Demanda real e estoques projetados.....	92
Tabela 7: Estoque real e estoques projetados.....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AR	– Autorregressivo
ARIMA	– <i>Auto Regressive Integrated Moving Averages</i>
ARMA	– <i>Auto Regressive Moving Averages</i>
ERP	– <i>Enterprise Resourcing Planning</i>
FAC	– Função de Autocorrelação
FACP	– Função de Autocorrelação Parcial
FMS	– <i>Flexible Manufacturing System</i>
I	– Filtro de Integração
JIT	– <i>Just-in-time</i>
MA	– Médias Móveis (MA)
MAD	– Erro Absoluto Médio
MAPE	– Erro Absoluto Percentual Médio
MPE	– Erro Percentual Médio
MRP	– <i>Material Requirement Planing</i>
MSD	– Erro Quadrático Médio
OPT	– <i>Optimezed Production Technology</i>
SARIMA	– <i>Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Averages</i>
SCM	– Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos
SKU's	– <i>Stock Keeping Units</i>
SMA	– Médias Móveis Simples
SES	– Suavização Exponencial Simples
SET	– Suavização Exponencial com Tendência
SETS	– Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade ou <i>Holt Winter's</i>
WMA	– Médias Móveis com Pesos
WMAPE	– Erro Absoluto Percentual Médio Ponderado



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	17
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	17
1.3 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA.....	18
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
<b>2 REFERÊNCIAL TEÓRICO-EMPÍRICO</b> .....	22
2.1 ESTRATÉGIA.....	22
<b>2.1.1 Estratégia de Custos</b> .....	25
<b>2.1.2 Cadeia de Valor</b> .....	27
<b>2.1.3 Posicionamento Estratégico</b> .....	28
<b>2.1.4 Direcionadores de Custos</b> .....	32
2.2 LOGÍSTICA.....	34
<b>2.2.1 Logística Integrada</b> .....	38
<b>2.2.2 Custos Logísticos</b> .....	40
<b>2.2.3 Estratégias para Reduzir Custos</b> .....	44
<b>2.2.4 Gestão de Estoques</b> .....	45
2.3 TEORIA DA DEMANDA.....	54
<b>2.3.1 Previsão de Demanda</b> .....	57
<b>2.3.2 Métodos de Previsão</b> .....	58
2.3.2.1 Método de Suavização Simples.....	59
2.3.2.2 Método de Suavização Exponencial.....	60
2.3.2.3 Metodologia Box-Jenkins.....	63
2.3.2.4 Modelos Lineares de Regressão Dinâmica.....	67
2.3.2.5 Método Delphi.....	68
2.3.2.6 Comparação dos Modelos.....	69
<b>2.3.3 Medidas de Avaliação dos Erros</b> .....	70
2.3.3.1 Erro Absoluto Percentual Médio (MAPE).....	71
2.3.3.2 Erro Absoluto Percentual Médio Ponderado (WMAPE).....	71

2.3.3.3 Erro Absoluto Médio (MAD).....	72
2.3.3.4 Erro Quadrático Médio (MSD).....	72
2.3.3.5 Erro Percentual Médio (MPE).....	73
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>74</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>77</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO.....	77
4.2 FASE EXPLORATÓRIA.....	78
4.3 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS PEÇAS.....	80
4.4 COMPARAÇÕES ENTRE O MODELO PROPOSTO, O MODELO UTILIZADO PELA ORGANIZAÇÃO ALFA E OS RESULTADOS REIAS.....	86
4.4.1 Demanda Projetada ALFA e Demanda Projetada Estudo x Demanda Real...	91
4.4.2 Estoque Projetado ALFA e Estoque Projetado Estudo x Demanda Real.....	92
4.4.3 Estoque Projetado ALFA e Estoque Projetado Estudo x Estoque Real.....	93
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	94
<b>5. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>99</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>110</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização da Estatística para descrever e interpretar dados específicos de diversas áreas de conhecimento constitui numa poderosa ferramenta para a solução de problemas no embasamento de decisões. Ela é reconhecida como um campo da ciência e é uma tecnologia quantitativa para a ciência experimental e observacional em que se podem avaliar e estudar as incertezas e os efeitos de algum planejamento e observações de fenômenos da natureza e principalmente os da sociedade. Um de seus ramos é o desenvolvimento de modelos que são uma representação simplificada de um problema, com o mínimo de complicação, para tornar mais fácil entender o mecanismo fundamental que está em ação.

Para Bracarense e Guimarães (2008, p.11):

A ciência tem procurado compreender os fenômenos da natureza a partir de modelos que possam ajudar o pesquisador a construir uma certa racionalidade para a sua compreensão e muitas vezes para a sua intervenção nos fenômenos em foco. Boa parte deles é construída sob pilares matemáticos, notadamente quando se utilizam técnicas estatísticas. Todo modelo construído dessa forma implica fazer algumas restrições ao comportamento do fenômeno. O que se faz então são simplificações para que se possa explicar a complexibilidade do mundo real. Quanto mais complexo for o fenômeno em estudo, mais complexo será o instrumental racional para compreendê-lo. Esse limite tem que ser compreendido para não correr o risco de pensar que o modelo possa substituir a realidade.

O panorama atual da economia globalizada mostra que o ambiente organizacional está muito competitivo e dinâmico. Na última década, a globalização passou a ser a palavra-chave no mercado mundial. As organizações que almejam se manter neste mercado, ou mesmo em seus mercados locais, precisam, antes de tudo, analisar a situação que as rodeiam e atentar para os rumos tomados no âmbito da globalização (WERNER; RIBEIRO, 2003). Os mecanismos e os aspectos de como as organizações desenvolvem, planejam e implementam uma estratégia organizacional podem representar ganhos ou perdas significativas.

Segundo Makridakis *et al.* (1998), efetuar previsões de demanda é importante para auxiliar na delimitação dos recursos necessários para a empresa. Em novos negócios ou em época de abertura de mercados, essa atividade se torna fundamental. Os mercados que podem ser acessados pela organização, assim

como a concorrência que os disputam, mudam continuamente, exigindo novas previsões de demanda em períodos mais curtos.

Previsões de demanda acuradas auxiliam no desenvolvimento de estratégias, identificação de prioridades e alocação de recursos (THOMAS, 1987; LYNN; SCHNAARS; SKOV, 1999), além de permitir, pela operacionalização eficiente da produção e serviços, que as organizações ofereçam elevados níveis de serviço aos clientes, planejem expansões de capacidade e evitem perdas nas vendas e estoques (KOTLER, 1991; MOON *et al.*, 1998; KAHN, 2002).

Ter estoques significa assumir alguns riscos: capital imobilizado, obsolescência, deterioração. Nas últimas décadas, a filosofia *Just-in-time* (JIT) vem atacando todos os desperdícios nas empresas, sobretudo aqueles originados pela existência de estoques, mas, em alguns casos, não há como escapar deles. Quando o tempo de espera é muito longo e o cliente (seja interno ou externo) tem uma baixa tolerância a prazos, é necessário que haja certo nível de estoque que atenda a esta demanda de imediato (MORAIS, 2008).

Um grande problema encontrado no controle de estoque de peças de reposição é fazer uma previsão adequada, pois a maioria desses artefatos tem como características uma demanda muito irregular, além de algumas peças costumarem ter um alto grau de complexidade para a fabricação, e sua ausência nos inventários tem como consequência meses de espera, afetando assim o nível de serviço da empresa (JOHANN, 2009).

Peças de reposição são necessárias para a manutenção de sistemas industriais, bem como para produtos de consumo. Sua logística tem uma dificuldade inerente: modelos comuns para a gestão de estoque são inválidos, pois aliado a este perfil, adiciona-se a questão de a demanda ser intermitente, ou seja, ocorrer em intervalos aleatórios e em quantidades variáveis, dificultando a previsão de demanda para o período futuro, aumentando o risco de excesso ou falta de material estocado.

O estudo de previsão desse tipo de demanda se viu, então, como um campo de pesquisa. A indústria de aviação foi pioneira na tentativa de antever o consumo de peças de reposição, uma vez que em geral são de alto valor e difícil transporte, e os métodos tradicionais se mostravam insatisfatórios para a ocasião, pois apresentavam erros grosseiros que resultavam em uma quantidade excessiva de peças e representavam um alto custo de estoque.

Algumas contribuições foram significantes para a tentativa de ajustar essa previsão, como a usada por Croston (1974) e depois por Wright (1986), pois foram consideradas correções para os erros e foram levados em conta dados irregulares ou mesmo a ausência de dados, que podem ser considerados demanda zero. Outra contribuição para essa área foi dada por Willemain (2004), que usou um algoritmo para calcular a ordem de pedido, considerando demandas nulas de peças, chegando a resultados muito melhores que o método de Croston e o de suavização exponencial. Alguns deles serão discutidos e utilizados no trabalho a fim de se encontrar o que melhor se adapte ao objeto desta pesquisa, doravante, chamada empresa Alfa para preservar o sigilo das informações. A previsão de demanda é muito importante para as empresas que atuam no setor agrícola, seja nas indústrias que atuam no primeiro elo da cadeia (produtores) ou nas indústrias prestadoras de serviço para este elo. A agricultura em si é muito sazonal e depende de diversos fatores econômicos e ambientais, que em algumas circunstâncias podem ser mapeados por modelos estatísticos.

O setor agrícola é de grande importância para o Brasil. Além de abastecer o mercado interno tem exportado boa parte da produção para as principais economias mundiais. Dentro deste setor, encontra-se o setor de máquinas agrícolas automotrizes como uma área de grandes oportunidades. A indústria de autopeças encontra-se em pleno desenvolvimento, com parte de suas vendas destinadas às montadoras, para exportação, para o mercado de reposição e o restante intras-setorial (JOHANN, 2009).

A frota de máquinas agrícolas no país vem crescendo, e a perspectiva de crescimento para a próxima década é considerada muito boa, conforme indica o planejamento da empresa Alfa. Para acompanhar este crescimento, as montadoras mantêm um número significativo de concessionárias para a venda de máquinas no varejo, bem como assistência técnica a esta frota circulante.

Ao avaliar a importância do setor agrícola no país e verificar a dimensão das empresas que atuam neste ramo, vislumbrou-se a possibilidade de melhorar os resultados da organização Alfa. O custo logístico, como será visto mais adiante, é um dos principais redutores no lucro líquido das organizações. Este impacto se deve a fatores vinculados principalmente a estoques e transportes, que também será abordado no próximo capítulo. Ao perceber que o gerenciamento de estoques das peças de reposição é normalmente realizado com ferramentas baseadas em

técnicas simplórias de estatística, verificou-se a oportunidade de um estudo mais aprofundado nesta temática.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Para peças de reposição de alto giro, a metodologia Box-Jenkins apresenta resultados diferentes na gestão do estoque estratégico do que o *software* de previsão de demanda utilizado pela empresa de máquinas agrícolas e de construção Alfa?

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos delineados para este estudo são:

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo da presente dissertação é avaliar comparativamente se, para gestão de estoques do inventário de alto giro nos centros de distribuição de peças de reposição, a metodologia Box-Jenkins apresenta diferentes resultados do que o *software* de previsão de demanda utilizado pela empresa de máquinas agrícolas e de construção Alfa.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Com base na definição do objetivo geral da pesquisa, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) levantar e apresentar as estruturas da gestão de estoques: as técnicas de administração de estoques, os tipos de estoques, o controle do inventário fixo e os sistemas de informação utilizados;
- b) analisar os métodos de previsão de demanda, suas aplicações e limitações para a previsão de demanda no inventário de peças de reposição de alto giro para a empresa Alfa;
- c) criar modelos de previsão de demanda para peças de reposição de alto giro, com a identificação dos pontos críticos para a empresa Alfa;
- d) validar os modelos propostos de acordo com as características da demanda de peças de reposição da empresa Alfa; e
- e) comparar os resultados obtidos em relação à previsão de demanda fornecida pelo Software utilizado pela empresa Alfa.

### 1.3 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

O estudo pode ser justificado por dois aspectos: quanto à relevância teórica e quanto à relevância prática.

A relevância teórica deste estudo caracteriza-se pela contribuição de uma formulação de modelo estatístico para o gerenciamento estratégico de inventário de peças de reposição de alto giro.

Considerando que o gerenciamento do inventário de peças de reposição de alto giro não atende a todas as necessidades, é primordial o uso de uma metodologia adequada como ferramenta de apoio ao negócio, ou seja, uma ferramenta que possa contribuir para o gerenciamento estratégico nas empresas de peças de reposição de máquinas agrícolas e de construção.

A gestão de inventário para peças de reposição de alto giro é comumente tratada com a utilização de sistemas de informações considerados muitas vezes como “commodities”, ou seja, ao alcance da maioria das empresas. Estes sistemas, apesar de se utilizarem de ferramentais estatísticos, não obtêm resultados satisfatórios nas projeções de médio e longo prazo, conseguindo apenas resultados medianos nas projeções de curto prazo. Isto ocorre porque os sistemas são implantados nos mesmos moldes e conceitos para diferentes organizações dos mais

variados setores. Além do mais, a metodologia estatística disponível nestes sistemas é simples, não sendo possível trabalhar com técnicas mais elaboradas e robustas.

Em seu estudo sobre a lacuna entre a teoria de gestão de estoques e a prática empresarial na reposição de peças em concessionárias de automóveis, Rego (2006, p.69) afirma que:

O desconhecimento de modelos acadêmicos de previsão questionados também foi evidente em todos os gestores. As técnicas de suavização exponencial, regressão linear e Box-Jenkins não eram do conhecimento de nenhum dos entrevistados (ainda que uma das concessionárias utilizasse a suavização exponencial dentro do sistema VMI da montadora, o método não era reconhecido com esta nomenclatura).

Para corroborar o levantamento anterior, Castro (2005), em seu estudo sobre o planejamento e controle da produção e estoques da cadeia automobilística brasileira, mostra que apenas 2% das empresas utilizam a metodologia Box-Jenkins, nenhuma utiliza regressão linear, 22% utilizam suavização exponencial e 34% média móvel. O consenso de especialistas ou a não utilização de métodos quantitativos corresponde a 42% do total. Estes números salientam o baixo grau de sofisticação dos métodos usados.

A partir de um estudo em trabalhos recentes de pesquisa da ESALQ/USP, UFMG, PUCPR, UFPR, entre outras grandes instituições de ensino e pesquisa do Brasil, confirmou-se a necessidade de estudos para a confecção de modelos preditivos de demanda em diversos segmentos da indústria e comércio brasileiros. Desta forma, acredita-se que esta necessidade possa ser estendida para o mercado de peças de reposição.

Verificou-se também não há muitos artigos disponíveis diretamente ligados ao estudo do inventário de alto giro, apesar de sua importância direta na rentabilidade mensal e no impacto nas vendas. Embora existam diversos modelos disponíveis na literatura e sistemas de informações no mercado, há lacunas a serem preenchidas nesta área, principalmente relacionadas ao estoque de alto giro que ainda necessita de pesquisa.

Quanto aos sistemas de informação nos processos decisórios, é um campo de conhecimento em constante desenvolvimento. A utilização adequada de técnicas estatísticas robustas de previsão de demanda fornece agilidade, padronização e



suporte nos indicadores financeiros e não financeiros para os tomadores de decisão, não apenas ao nível gerencial, mas também ao nível transacional da organização, reforçando desta maneira o posicionamento estratégico adotado.

A relevância prática do estudo é verificada pela importância financeira e operacional para a organização. A metodologia proposta por meio de previsão de demanda atua como uma ferramenta importante na gestão e no controle de estoques. Portanto, a grande relevância pode ser resumida considerando que a metodologia pode fornecer informações até então desconhecidas, decisões ágeis e com assertividade antes não encontrada.

A organização em que é conduzido este estudo comercializa seus produtos, peças de reposição, aos concessionários de máquinas agrícolas e de construção que são seus clientes diretos. Os concessionários vendem estas peças de reposição para os clientes finais. Um aspecto muito interessante das concessionárias é o percentual de participação nos resultados a partir das vendas de peças de reposição, pois cada vez mais este segmento vem gerando resultados positivos. Naturalmente, as concessionárias agora visualizam o negócio de peças de reposição não apenas como um complemento da venda da máquina, mas sim como um negócio altamente lucrativo e com grandes oportunidades de desenvolvimento.

O segmento de peças de reposição, por outro lado, exige cada vez mais qualidade dos serviços com a disponibilidade de peças nos centros de distribuição. Esta disponibilidade de peças necessárias para a manutenção de um nível de serviço ao cliente eficiente resulta na grande maioria dos casos em uma desatenção para com um grande número de itens (JOHANN, 2009).

#### 1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esta dissertação refere-se ao estudo de caso da empresa Alfa no que diz respeito à previsão de demanda para peças de reposição de alto giro, sendo, portanto, restrita a este contexto, não sendo aplicável para gerenciamento de inventário de produtos novos, médio, baixo e baixíssimo giro em situações diferentes da encontrada.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por cinco capítulos. No primeiro capítulo, foi apresentada a introdução, constituída do problema de pesquisa, dos objetivos gerais e específicos, da justificativa do tema, da apresentação da organização estudada, da delimitação do estudo, além da estrutura do trabalho.

O segundo capítulo compreende a revisão da literatura das seguintes temáticas: estratégia, estratégia de custos, custos logísticos, gestão de estoques, teoria da demanda e métodos de previsão de demanda. No primeiro item, estratégia, serão abordados suas definições e conceitos, além de caracterizar sua importância. Com relação à estratégia de custos e custos logísticos, destacam-se o seu histórico e a sua doutrina e a sua relação com o desenvolvimento sustentável. O tópico referente à gestão de estoques explicará os aspectos ligados à gestão e à inovação bem como à função principal dos estoques. No que tange à previsão de demanda, serão discutidos suas definições e conceitos sob o enfoque mais tradicional e a importância de sua utilização no mercado globalizado atual. Ainda no segundo capítulo, serão apresentados os métodos de previsão que mais se enquadram para o estudo em questão pela descrição de cada um deles, fundamentando seus pontos fortes e fracos.

No terceiro capítulo, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados, apresentando as fases que compõem a pesquisa e os procedimentos para coleta e análise dos dados.

A seguir, no quarto capítulo, são apresentados os modelos propostos e sua validação, descrevendo sua principal característica e sua relação com o cenário em que está inserido.

As considerações finais mostram as principais contribuições da pesquisa, as suas limitações e as sugestões para trabalhos futuros. Por fim, têm-se as referências e os apêndices e anexos deste trabalho.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentada uma representação teórica que auxilia a compreensão do tema e a contextualização do problema de pesquisa. O capítulo está dividido em três seções. A primeira seção traz uma revisão de conceitos sobre estratégia, a segunda explana a previsão de demanda e a terceira discute os métodos de previsão de demanda e sua aplicabilidade no mercado empresarial, além da importância estratégica nas organizações.

### 2.1 ESTRATÉGIA

O aumento do tamanho das unidades de negócio e o incremento da sua complexidade estrutural, associados à aceleração do ritmo das mudanças ambientais, têm exigido das organizações uma maior capacidade de formular e implementar estratégias que possibilitem superar os crescentes desafios de mercado e alcançar os seus objetivos, tanto de curto como de médio e longo prazos (CAMARGOS; DIAS, 2003). A rapidez das transformações na esfera de mercado pode estar associada a vários fatores, com destaque para o desenvolvimento tecnológico, a integração de mercados, o deslocamento da concorrência para o âmbito internacional, a redefinição do papel das organizações, além das mudanças no perfil demográfico e nos hábitos dos consumidores (MEIRELLES, 1995). Tais mudanças têm exigido uma redefinição das estratégias utilizadas pelas organizações e uma habilidade contínua de inovação e adaptação.

A articulação e a implementação de estratégias, principalmente da estratégia no âmbito corporativo, lançam diversos desafios à organização: escolher entre estreitar de maneira defensiva, manter ou aumentar o seu propósito corporativo, escolha que implica um considerável esforço por parte da organização como um todo. A seleção do melhor processo leva em conta o tempo despendido para implementação, o custo e o domínio do processo escolhido (CAMARGOS; DIAS, 2003).

A estratégia corporativa apresentou avançado desenvolvimento, principalmente a partir das últimas décadas do século XX, quando houve a reestruturação empresarial – conjunto amplo de decisões e de ações, com dimensão organizacional, financeira e de portfólio (WRIGHT, KROLL e PARNELL, 2000), ganhou estímulo a partir do desenvolvimento tecnológico dos meios de comunicação e dos transportes, passando a prevalecer uma dinâmica de interação e integração em nível mundial.

Um dos primeiros usos do termo estratégia foi proferido há mais de 3.000 anos pelo estrategista militar chinês Sun Tzu, que afirmava que “todos os homens podem ver as táticas pelas quais eu conquisto, mas o que ninguém consegue ver é a estratégia a partir da qual grandes vitórias são obtidas”.

O vocábulo teve sua origem na Grécia Antiga, significando, inicialmente, “arte do geral” (STEINER; MINER, 1981), adquirindo, mais tarde, uma conotação voltada para a guerra, denotando general, arte e a ciência de conduzir um exército por um caminho (MEIRELLES, 1995). Segundo Mintzberg e Quinn (1991), o termo estratégia assumiu o sentido de habilidade administrativa na época de Péricles (450 a.C.), quando passou a significar habilidades gerenciais (administrativas, liderança, oratória, poder). Mais tarde, no tempo de Alexandre (330 a.C.), adquiria o significado de aptidões empregadas para derrotar um oponente e desenvolver um sistema unificado de governança global.

Estratégia significava inicialmente a ação de liderar ou conduzir exércitos em tempo de guerra – um esforço de guerra (GHEMAWAT, 2000). Representava um meio de derrotar o inimigo, um instrumento de vitória na batalha, mais tarde difundida para as demais áreas do relacionamento humano, político, econômico e para o contexto organizacional, mantendo em todos os seus usos a raiz semântica, qual seja, a de estabelecer caminhos (GRAVE; MENDES, 2001). Origina-se assim como um meio de “um vencer o outro”, como uma virtude de um general de conduzir seu exército à vitória, utilizando-se para isso de estratégias e instrumentos que assegurassem a superioridade sobre o inimigo (GRAVE; MENDES, 2001).

A estratégia, desde sua concepção, tem várias fases e significados, modificando-se de um conjunto de ações e manobras militares para uma disciplina do conhecimento administrativo, a Administração Estratégica, dotada de conteúdo, conceitos e razões práticas, e que vem conquistando espaço, tanto no âmbito acadêmico como no empresarial.

Não existe um conceito único e concludente de estratégia. O termo teve diversos significados, diferentes em sua amplitude e complexidade, no decorrer do desenvolvimento da Administração Estratégica. Segundo Cabral (1998a), por sua abrangência, o conceito de estratégia depara-se com um paradoxo, pois exige a integração de um conjunto de teorias e enfoques, o que dificulta o completo registro de seus conceitos e abordagens. Dependendo do contexto no qual é empregada, a estratégia pode ter o significado de políticas, objetivos, táticas, metas, programas, entre outros, numa tentativa de manifestar as definições necessárias para defini-la (MINTZBERG; QUINN, 1991).

O conceito de estratégia vem sendo amplamente empregado em diversas circunstâncias dentro das organizações e no meio acadêmico. Algumas destas aplicações na área da Administração podem significar desde um curso de ação formulado de maneira precisa, até toda a personalidade e a razão existencial de uma organização. Trata-se de um conceito de grande aplicação no meio acadêmico e empresarial, dotado de grande amplitude e diversificação, que em alguns aspectos é complementar e em outros, divergente (MEIRELLES; GONÇALVES, 2001). Segundo Fahey (1999), poucos vocábulos são objeto de tantos abusos no léxico das empresas, são tão mal definidos na literatura gerencial e estão tão expostos a diferentes significados quanto a palavra estratégia.

Thompson Jr. e Strickland III (2000, p.1) definem estratégia como sendo um:

Conjunto de mudanças competitivas e abordagens comerciais que os gerentes executam para atingir o melhor desempenho da empresa. (...) é o planejamento do jogo de gerência para reforçar a posição da organização no mercado, promover a satisfação dos clientes e atingir os objetivos de desempenho.

Já para Mintzberg e Quinn (1991, p.4), estratégia “é um modelo ou plano que integra os objetivos, as políticas e as ações sequenciais de uma organização, em um todo coeso”.

Mintzberg, Lampel e Ahlstrand (2000) enfatizam que o termo estratégia é empregado distintamente, ainda que definido tradicionalmente apenas de uma maneira. A estratégia é adversa das abordagens deterministas e mecanicistas, que minimizam o espaço de liberdade e de escolha; não é apenas uma ideia de como lidar com um inimigo em um ambiente de concorrência ou de mercado, conforme é tratada por grande parte da literatura e em seu uso popular (MINTZBERG; QUINN,

1991), pois não se resume a ideias, proposições, diretrizes, indicativos de caminhos e soluções (MEIRELLES; GONÇALVES, 2001); tem uma amplitude e uma abrangência que englobam o conceito de Eficácia Operacional (PORTER, 1999) e não deve ser confundida com suas táticas; e não é só inovação, só diversificação ou planejamento financeiro (LODI, 1969).

Para Lodi (1969, p.6):

Estratégia é a mobilização de todos os recursos da empresa no âmbito nacional ou internacional visando a atingir objetivos a longo prazo (...) seu objetivo é permitir maior flexibilidade de resposta às contingências imprevisíveis.

Dentre os muitos conceitos de estratégia, um dos mais utilizados é o de Wright, Kroll e Parnell (2000, p.24), que a definem como “planos da alta administração para alcançar resultados consistentes com a missão e os objetivos gerais da organização.”

Meirelles e Gonçalves (2001) definem estratégia como a “disciplina da administração que se ocupa da adequação da organização ao seu ambiente”. Michel (1990, p.255) partilha de uma visão mais operacional do conceito de estratégia, definindo-a como “a decisão sobre quais recursos devem ser adquiridos e usados para que se possa tirar proveito das oportunidades e minimizar fatores que ameaçam a consecução dos resultados desejados”.

Qualquer que seja a definição, ela sobrepuja algumas palavras-chave que sempre a permeiam, entre elas: ambiente externo e interno, mudanças, competitividade, desempenho, posicionamento, missão, objetivos, metas, resultados, integração, adequação organizacional, palavras que muitas vezes reduzem sua amplitude ao serem empregadas como suas sinônimas (CAMARGOS; DIAS, 2003).

### **2.1.1 Estratégia de Custos**

Ser competitivo é sempre um dos grandes desafios enfrentados por todas as organizações. A vasta literatura acerca do tema propicia infinitos recursos para o

desenvolvimento da sustentação da vantagem competitiva. Contudo, vale ressaltar que geralmente as tradicionais soluções de curto prazo desenvolvidas pelas empresas nem sempre têm clareza e detalhamento da melhor direção a ser seguida, pois a vantagem competitiva geralmente está intimamente ligada à estruturação da cadeia de valores da empresa (GONÇALVES, M., 2008). Uma ferramenta útil para sustentar a competitividade é a gestão estratégica de custos. Ela tenta compreender onde a empresa estará no futuro diante de todas as variáveis e incertezas que envolvem o ambiente empresarial, tendo assim uma visão diferente se compararmos a estratégias puramente simples que geralmente se referem aos planos da alta administração para alcançar os objetivos desejados pela empresa (GONÇALVES, M., 2008).

Segundo Prado (2004, p.19), a gestão estratégica de custos "ênfatiza que sua finalidade principal é fornecer as informações de que as empresas necessitam para proporcionar valor, qualidade e oportunidade que os clientes desejam". Hansen e Mowen (2001, p.423) dizem que "é o uso de custos para desenvolver e identificar estratégias superiores que produzirão uma vantagem competitiva". Para Martins (2003), a gestão estratégica de custos requer um entendimento mais profundo dos custos que vão além dos limites da empresa. A gestão estratégica de custos busca conhecer toda a cadeia de valor, desde a aquisição da matéria-prima até o consumidor final.

Para Shank e Govindarajan (1997), gestão estratégica de custos trata de uma análise vista sob um contexto mais amplo, em que os elementos estratégicos se tornam mais conscientes, explícitos e formais, sendo a análise de custos vista tradicionalmente como o processo de avaliação do impacto financeiro nas decisões gerenciais. Hansen e Mowen (2001) afirmam que as informações fornecidas pelo departamento contábil da empresa normalmente são usadas para estabelecer estratégias tendo como foco a obtenção da vantagem competitiva, ou seja, a criação de um melhor valor para o cliente por um custo igual ou mais baixo que aquele oferecido pelos competidores. Valor ao cliente é a diferença entre o que um cliente recebe e o que ele espera receber, em outras palavras, é a superação das expectativas.

De acordo com Shank e Govindarajan (1997), a gestão estratégica de custos é resultado de três temas subjacentes extraídos de literaturas especializadas em gestão de custos. São eles:

- a) análise da cadeia de valor;
- b) análise de posicionamento estratégico; e
- c) análise de direcionadores de custos.

Para Wernke (2001, p. 64):

Entre as possibilidades que a empresa pode utilizar para se manter competitiva mercadologicamente, está o gerenciamento de custos por meio de análise da cadeia de valores, de seu posicionamento estratégico e do estudo dos direcionadores de custos.

Sendo assim, a gestão estratégica de custos evidencia-se como uma alternativa de entender as demandas do sistema econômico com relação às variáveis vividas nos mercados, buscando a melhoria contínua da competitividade.

### **2.1.2 Cadeia de Valor**

A cadeia de valor compõe-se de um conjunto de atividades criadoras de valores independentes, que vai da fonte da matéria-prima, passando pelos fornecedores, até ser entregue ao consumidor final.

A cadeia de valor, para Carvalho e Laurindo (2003, p.111) “[...], é o conjunto das atividades tecnológica e economicamente distintas que a empresa utiliza para realizar seus negócios”. E cada uma destas atividades seria uma atividade de valor. A capacidade de agregar valor a esta atividade em relação ao seu concorrente é o pilar da vantagem competitiva.

Carvalho e Laurindo (2003, p.111) identificam nove atividades genéricas, que podem ser classificadas em dois grandes grupos:

[...] atividades meio (ou de suporte) e atividade fim (ou primárias), [...]. As quatro atividades meio são: infraestrutura empresarial, gerenciamento de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologias e aquisição de insumos. As cinco atividades fim são: logística interna, operações, logística externa, marketing e vendas e finalmente prestação de serviços. Cada uma dessas atividades, para ser realizada, tem um componente físico e outro de processamento de informações, e é por isso que a tecnologia da informação tem grande impacto na cadeia de valor [...].



Para Wernke (2001 apud PAIVA, 2004), o modelo da cadeia de valor é descrito pelo modelo das cinco forças de Porter, que servem para analisar a competitividade e compreender o desenvolvimento estratégico de sua empresa em relação aos seus concorrentes.

Este conceito da cadeia de valores tem suas origens nas inúmeras atividades distintas que uma empresa executa no decorrer da sua gestão. Nas atividades de apoio, podemos encontrar as atividades necessárias para o andamento da organização (GONÇALVES, M., 2008). Conseqüentemente, encontram-se nas atividades de apoio as seguintes atividades fim: coordenação da administração, administração de recursos humanos e tecnológicos juntamente com a obtenção de recursos. Já na atividade primária, podemos encontrar logística interna, operações, logística externa, marketing e vendas e, por fim, atendimento ao cliente (HITT; IRELAND; HOSKISSON, 2003). Na próxima seção será abordada a importância do posicionamento estratégico para as organizações e como pode ser o trabalho dentro da cadeia de valor.

### **2.1.3 Posicionamento Estratégico**

Para uma empresa atingir os seus objetivos, precisa de uma estratégia consistente, pois a estratégia pura e simples não tem valor nenhum para a empresa. A formulação da estratégia deve ser baseada em um maior número de informações possíveis do mercado alvo, para que com isto seja possibilitado à empresa um conhecimento mais amplo do seu público alvo e, por consequência, acabe desenvolvendo uma estratégia mais consistente. Vale salientar que este valor percebido pelo cliente só será captado a partir de informações precisas sobre o mercado alvo que mostrará os atributos valorizados pelo cliente no produto (GONÇALVES, M., 2008).

Segundo Oliveira (1996, p.38):

O planejamento estratégico pode ser conceituado como um processo gerencial que possibilita aos administradores estabelecer o rumo a ser seguido pela empresa, com vistas a obter um nível de melhoria contínua na relação da empresa com seu ambiente.

Quem define a estratégia da organização é a alta administração, que tem como objetivo elaborar cursos de ações a serem seguidos, levando em consideração o ambiente em que atua, bem como todas as variáveis ambientais.

Segundo Oliveira (1996), a elaboração e a implementação do planejamento estratégico devem passar por quatro fases distintas a serem observadas. São elas:

- a) diagnóstico estratégico. Nesta fase, analisa-se a empresa como um todo, identificando a visão da empresa, objetivo, meta, análise interna e externa e análise de seus concorrentes;
- b) missão da empresa. Nesta fase, definem-se a razão de ser da empresa bem como seu posicionamento estratégico;
- c) instrumentos prescritivos e quantitativos. Nesta fase, analisam-se todas as alternativas possíveis para a empresa alcançar os objetivos desejados; e
- d) controle e avaliação. Nesta fase, faz-se a análise da estratégia escolhida. O controle pode ser feito pela comparação do desempenho da empresa no presente em relação à empresa antes da implantação da estratégia. Caso os resultados não estejam de acordo com o esperado, a empresa deverá reformular sua estratégia de modo que ela venha a atender aos objetivos traçados.

O que acaba diferenciando uma estratégia da outra é exatamente o perfil de cada organização juntamente com seus objetivos e metas. Uma estratégia bem desenhada propicia à organização capacidade de enfrentar o ambiente externo com maior eficácia. Para que a empresa possa formular suas estratégias adequadamente, ela deve auferir informações de seus ambientes internos e externos para que a partir daí possa avaliar qual o modelo estratégico irá se adequar melhor à situação mercadológica vivida no momento (GONÇALVES, M., 2008).

Conforme sugestão de Porter (1989), o desempenho de qualquer organização pode ser decomposto em duas partes: a primeira, estabelecida pelo desempenho médio de todos os concorrentes e a segunda, referente ao desempenho médio relativo da empresa no setor.

Segundo Porter (1986, p.49), há dois tipos básicos de vantagem competitiva: liderança em custo ou diferenciação.

Paralelamente, deve-se definir o escopo de atuação estratégica, podendo-se ter como alvo um mercado mais amplo, com vários segmentos industriais, ou mais restrito, atuando em um segmento específico. Com base nessas duas dimensões, há quatro possíveis estratégias genéricas. [...] As estratégias genéricas são: liderança em custo, diferenciação, enfoque/foco em custo e enfoque/foco em diferenciação.

A partir da definição da estratégia competitiva genérica, a empresa poderá estabelecer uma posição competitiva favorável e sustentável contra as forças externas e internas que determinam a concorrência em mercados competitivos.

A estratégia de liderança no custo exige um esforço muito grande de toda a organização, pois ela busca obter uma vantagem competitiva, oferecendo ao mercado suas mercadorias com custo mais baixo em relação a seu concorrente. Este tipo de estratégia faz com que a empresa busque trabalhar de forma integrada em relação aos seus departamentos, pois, para uma organização trabalhar com a diferenciação de custo, exige-se da empresa que todos os departamentos trabalhem com o forte objetivo de minimização de custos.

Segundo Porter (1989), um líder em custo não pode ignorar as bases da diferenciação de seu produto. Um líder no custo deve obter paridade em relação ao seu produto com o do concorrente para que a partir desta paridade possa obter lucros mais altos do que os da concorrente. A liderança de custo também exige que apenas uma empresa venha a ditar o preço de venda em seu mercado alvo e não uma dentre as várias empresas. E caso haja mais de uma, a concorrência tende a ser maior, dificultando ainda mais a obtenção da vantagem competitiva e inevitavelmente ocorrendo diminuição de seus lucros.

Vale a pena salientar que é muito difícil manter a sustentabilidade neste tipo de estratégia. O motivo da dificuldade se dá pela vulnerabilidade que se aloja nos mercados de concorrência perfeita em que de todos têm acesso aos insumos e à tecnologia.

Já a estratégia de diferenciação não tem como foco trabalhar seus produtos com custos menores, pelo contrário, ela busca encontrar um equilíbrio entre a necessidade do cliente e quanto ele está disposto a pagar pela diferenciação oferecida no produto.

Porter (1989) afirma que esta diferenciação não está apenas em ofertar um produto com um grau de diferenciação em relação ao seu concorrente, podendo-se obter a diferenciação a partir do nível de serviço oferecido ao cliente ou até mesmo pela durabilidade oferecida pelo produto. Variando de indústria para indústria.

Carvalho e Laurindo (2003) completam que a lógica desta estratégia é aumentar sua margem de contribuição, partindo da variável preço e não da variável custo. E seu objetivo está em identificar e satisfazer as necessidades dos clientes, mas naqueles requisitos em que o cliente está disposto a pagar a mais. Os cuidados também devem ser tomados em relação à interface da empresa juntamente com outros departamentos, caso contrário seus lucros poderão ser reduzidos pela necessidade que a organização tem em investir na diferenciação do produto.

Este tipo de diferenciação também pode se tornar vulnerável ao mercado de concorrência perfeita, pois seus concorrentes poderão copiá-lo, fazendo com que a vantagem que a empresa tem em relação aos seus concorrentes venha a desaparecer em médio prazo. Para que isto não aconteça, é necessário que a empresa esteja atenta ao mercado externo e invista em tecnologia a fim de ajustar e agregar valor a seu produto.

E por fim, a estratégia da diferenciação focada se torna diferente das outras em relação ao seu objetivo, que está em determinar um nicho de mercado para atuar. Podem-se encontrar dois tipos de enfoque: enfoque custo e enfoque diferenciação. E ambos os enfoques buscam trabalhar apenas com um segmento de mercado.

Carvalho e Laurindo (2003) salientam que o segredo da estratégia está em encontrar o mercado alvo para atuar, devendo a empresa dedicar todo seu esforço a este mercado. Vale ressaltar que os riscos neste tipo de estratégia são elevados, pois a organização para trabalhar com este tipo de estratégia precisa optar por atuar apenas em um tipo de segmento, renunciando aos outros.

Conforme já realçado, qualquer uma das estratégias genéricas que a organização possa escolher não está livre de riscos. Um dos perigos que a estratégia de diferenciação pode ter é o cliente não sentir a real diferença do produto em relação ao seu concorrente e não aceitar pagar o preço da diferenciação. Quanto à estratégia de custos, os contratempos estão voltados para a eficácia da administração da empresa. Promover uma reengenharia dentro dos departamentos é de vital importância, pois a eficiência e a eficácia só poderão ser alcançadas se a empresa, ao invés de trabalhar com a estrutura hierárquica clássica, der lugar à integração das suas diversas áreas (GONÇALVES, M., 2008).

Vale lembrar que a tarefa da gestão estratégica de custos nesta fase é reduzir custos, enquanto a empresa firma no mercado seu posicionamento estratégico escolhido.

#### **2.1.4 Direcionadores de Custos**

Ao estudar os custos de uma empresa, percebe-se que são causados ou direcionados por diversos fatores que se inter-relacionam de forma complexa. Paiva (2004, p.50) afirma que "compreender o comportamento dos custos significa compreender a complexa interação do conjunto de direcionadores de custos em determinada situação".

Diante deste fato, após analisar a cadeia de valores, sugere-se que a organização venha a identificar e analisar os determinantes de custos, ou seja, quais os fatores que efetivamente provocam os custos. Para Paiva (2004, p.50), estes custos podem ser "[...] denominados direcionadores de custos, por meio de uma relação de causa-efeito que reflita de forma mais precisa a realidade".

O mesmo autor completa que devemos dividir os direcionadores de custos em direcionadores de custos estruturais e direcionadores de custos de execução, podendo-se definir os direcionadores estruturais como aqueles que fazem parte da estrutura econômica da empresas, classificados, segundo Paiva (2004, p.51, apud SHANK; GOVINDARAJAN, 1997), como:

- a) escala: Define o quanto de investimento é necessário para a atividade de pesquisa de desenvolvimento, produção e marketing;
- b) escopo: Define o grau de integração vertical da empresa, sendo que o de escala define o grau de integração horizontal da empresa;
- c) experiência: O grau de experiência da empresa nas atividades executadas no presente;
- d) tecnologia: Quais são as tecnologias utilizadas em cada fase da cadeia de valor da empresa; e
- e) complexidade: A variedade de produtos ou serviços oferecidos pela empresa aos clientes.

Já os direcionadores de execução, segundo Paiva (2004, p.51):

São aqueles determinantes da posição de custos de uma organização que dependem de sua capacidade de executar cada atividade de forma bem sucedida e estão intimamente relacionados com o desempenho. Podem ser separados em envolvimento da força de trabalho, gestões da qualidade total, utilização da capacidade, eficiência do layout das instalações, configuração do produto e exploração de elos com fornecedores e clientes.

Para cada direcionador de custos, há uma estrutura de análise que deve ser estudada no momento de identificar os custos da empresa. E se este estudo for realizado de forma estratégica, é aconselhável que não seja feito de acordo com o volume de produção ou venda, e sim em relação à estrutura, habilidade e competências das empresas que norteiam a sua posição competitiva (GONÇALVES, M., 2008).

De acordo com Perez Jr. e Oliveira e Costa (2003), o que diferencia a gestão estratégica de custos das ferramentas tradicionais é a forma como ela trata as informações, tendo uma abordagem mais ampla, sendo que os dados de custos são utilizados para desenvolver estratégias, a fim de se obter uma vantagem competitiva.

Ao estudar a abordagem tradicional de análise de custos, é possível verificar que a ferramenta tradicional de avaliação de expensas tem como foco indicar os custos incorridos em um dado período de tempo, não levando em consideração as atividades que agregam valor ou não. Já a gestão estratégica de custos tem como foco principal agregar valor a toda a sua cadeia produtiva, buscando analisar atividades que podem reduzir tempos dos ciclos operacionais, bem como as principais atividades que agregam valor, buscando a todo o momento a redução de custos em toda a sua cadeia produtiva. Para isto, ela trabalha de forma sistêmica entre todos os seus setores (GONÇALVES, M., 2008). O setor responsável pela logística de uma organização é um dos mais impactantes nos custos de uma empresa. O conhecimento da logística como um todo é importante para a redução nos custos.

## 2.2 LOGÍSTICA

Iniciando pelo estudo da etimologia, segundo Araújo (2001) existem algumas versões para a origem do vocábulo Logística. Alguns autores afirmam que logística é originário da palavra francesa “*Loger*”, que significa “acomodar” ou “alojar”, enquanto outros estudiosos afirmam que é procedente do grego “*Logos*” (razão), que significa “a arte de calcular” ou “a manipulação dos detalhes de uma operação”. A palavra logística é usada para expressar “o planejamento e a gestão dos serviços relativos à documentação, manuseio, armazenagem dos bens objetos de uma operação de comércio nacional ou internacional”.

Conforme Faria (2003), a primeira tentativa de definir logística foi feita pelo Barão Henri de Jomini, general de Napoleão, em seu compêndio *Arte da Guerra*, no qual declara que a logística é “a arte da prática de movimentar exércitos, ou seja, tudo ou quase tudo no campo das atividades militares, exceto o combate”.

Recentemente, o conceito de logística ganhou abrangência, passando a ser entendido o seu potencial implícito de estratégia, proporcionando novas formas de posicionar a empresa frente ao aumento da competitividade, visando não apenas a reduzir os custos da cadeia de suprimentos, mas a alavancar os resultados. O enfoque nesta fase é o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (*SCM – Supply Chain Management*), que busca, além da integração entre os processos ao longo da cadeia de suprimentos (fluxo de materiais), de informação e de recursos financeiros, a redução de custos, de desperdícios e de agregação de valor ao consumidor final (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Estudando a evolução da logística, observa-se que inicialmente a logística era considerada uma mera atividade de apoio, não vital ao sucesso dos negócios, transformando-se, no passar das últimas décadas, em importante atividade de gerenciamento.

A logística exerce a função de responder pela movimentação de materiais no ambiente interno e externo da empresa, desde a chegada da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente. Suas atividades podem ser distribuídas da seguinte forma: funções típicas de logística, atividades primárias e secundárias (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

As funções típicas da logística são consideradas as estratégias de compras, transporte, armazenagem, gerenciamento de materiais, serviços aos clientes, ordens de processamento, planejamento de produção, relatórios e sistemas de informações e suporte a outras atividades (BALLOU, 1998).

Já as atividades primárias da logística são identificadas como as atividades de importância principal para que sejam atingidos os objetivos de custo e nível de serviço. Estas atividades são: transportes, manutenção de estoques e processamento de pedidos (BALLOU, 1998).

Estas atividades são consideradas primárias porque ou elas contribuem com a maior parcela do custo total ou elas são essenciais para a coordenação e o cumprimento da tarefa logística, que será detalhado a seguir:

**Transporte:** para a maioria das firmas, o transporte é a atividade mais importante, simplesmente porque ele é o mais visível e também porque ele é essencial. Nenhuma firma pode operar sem providenciar a movimentação de suas matérias-primas ou de seus produtos acabados. A administração da atividade de transporte geralmente envolve decidir quanto ao método de transporte, aos roteiros e à utilização da capacidade dos veículos.

**Manutenção de Estoque:** muitas vezes não é possível entregar o produto ao cliente assim que acaba a sua fabricação. Da mesma forma, não é possível receber todos os suprimentos no exato momento em que eles são necessários na produção, embora muito se tenha feito dentro dos conceitos de JIT. A armazenagem torna-se necessária quando por alguma razão tem-se que guardar uma matéria-prima, componente ou produto acabado até sua utilização. Os estoques agem então como “amortecedores entre a oferta e a demanda”. A manutenção dos estoques pode atingir de um a dois terços dos custos logísticos, o que torna a manutenção de estoques uma atividade-chave da logística.

**Processamento de Pedidos:** os custos de processamento de pedidos tendem a ser pequenos quando comparados aos custos de transporte ou de manutenção de estoque. Todavia, o processamento de pedidos é uma atividade logística primária. Sua importância deriva do fato de ser elemento decisivo em termos do tempo necessário para levar bens e serviços aos clientes. É também uma atividade primária que se inicia pela movimentação de produtos e entrega de serviços.

Com relação às atividades de apoio da logística, apesar de transporte, manutenção de estoque e processamento de pedidos serem os principais



ingredientes que contribuem para a disponibilidade e a condição física de bens e serviços, há uma série de atividades que apoiam estas atividades primárias. São elas: armazenagem e estocagem, movimentação de materiais, embalagem de transporte, suprimentos, programação de produção, manutenção de informações, estimativa de demanda, manuseio de devoluções, venda de sucatas e sobras e seleção de local para a fábrica e armazém (BALLOU, 1998).

É por meio da administração adequada das atividades primárias com as atividades de suporte que a logística empresarial vai atender ao objetivo de proporcionar ao cliente produtos e serviços que satisfaçam suas necessidades. É pela coordenação coletiva e cuidadosa dessas atividades relacionadas com o fluxo de bens de consumo e serviços que a empresa obtém proventos significativos, como redução dos estoques, diminuição do tempo médio de entrega e aumento da produtividade, entre outros.

A logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, por meio de planejamento, organização e controles efetivos às atividades de movimentação e armazenagem, que buscam facilitar o fluxo de produtos. A logística é um assunto vital à competitividade das empresas nos dias atuais, podendo ser um fator determinante do sucesso ou fracasso das empresas (BALLOU, 2001).

A logística tenta agrupar as diferentes atividades da organização relacionadas aos processos de produção e distribuição de seus produtos aos clientes e consumidores finais. Esse agrupamento possibilita à empresa melhor controle e maior integração dos diversos departamentos, que, originalmente, tinham visão limitada de sua área de atividade. Muitas vezes prevalecem os interesses individuais, não importando o envolvimento que cada departamento tem sobre a distribuição dos produtos finais e conseqüente influência em toda a organização (BALLOU, 1998).

A logística integrada irá demandar uma ótima administração para que as organizações se tornem mais competitivas, tenham sistemas logísticos mais eficientes e eficazes, proporcionando melhor padrão de vida para todos e tornando-se, dessa forma, vital para a economia e para a empresa como uma entidade individual (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

Em sua evolução histórica, a logística tem dispensado tratamento fragmentado às várias atividades de movimentação de materiais e informações nas

empresas. Contudo, todas essas atividades almejavam contribuir com a melhoria dos fluxos por toda a empresa, assim como melhorar os principais vínculos com fornecedores e clientes. A necessidade de compatibilizar todas as atividades para alcançar o objetivo apetejado permitiu que, por si só, elas fossem se integrando umas às outras. A primeira integração parcial se originou de dois grandes subsistemas, o de materiais e o de distribuição física, ficando claro que a logística representa, fundamentalmente, planejamento e gestão de fluxos – fluxos físicos e informacionais (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Em uma visão de fluxos, as atividades logísticas, em seu conjunto, transitam em toda a cadeia de abastecimentos origem-destino. Assim, se por um lado, é evidente que existem realidades empresariais diversas, em que se destacam as do produtor, do distribuidor e do prestador de serviços; por outro lado, fica clara a necessidade de uma ótica global de toda a cadeia de abastecimento (BALLOU, 2001).

O tratamento das atividades logísticas nas organizações pode ser classificado em várias etapas, de acordo com o grau de inter-relação existente entre diversos agentes da cadeia. Esse relacionamento se inicia na fase em que a organização lida com os problemas logísticos somente na visão interna, passa em seguida pelos passos iniciais rumo à integração empresa-cliente, progride futuramente em direção ao tratamento integrado empresa-fornecedor e atinge, enfim, a etapa da logística integrada, tendência atual em busca de uma maneira mais lucrativa e racional de distribuição dos produtos, não somente no aspecto interno, como também na integração com o ambiente externo (GARCIA et. AL, 2006).

Considerando que a importância empresarial está em analisar como a distribuição pode fornecer uma maior rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, existe o interesse de que os consumidores tenham bens de consumo e serviços quando e onde quiserem e na condição física de que necessitem. A logística empresarial é composta por um número de organizações e indivíduos que se encarregam de levar os produtos ou serviços ao local onde o comprador potencial se encontra, em tempo e momento convenientes, ao menor custo possível, a esses compradores, e em condições de transferir a posse. Essas vias são parte de um sistema complexo que tem envolvimento com forças sociais e culturais para que possa haver troca de consumo (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Com a logística, as empresas passam a contar com uma ferramenta precisa para medir os reflexos de um bom planejamento na distribuição de suas mercadorias, tanto no que se refere aos aspectos externos, consumidores e fornecedores, quanto a seu aspecto interno, fluxo de materiais e armazenamento físico de matéria-prima e produtos acabados. Assim, essa ferramenta permite que as empresas tenham a possibilidade de reduzir custos e, conseqüentemente, aumentar sua competitividade diante dos concorrentes nessa nova realidade de mercado globalizado em que fatores como redução de custos são primordiais para a continuidade das empresas (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

A logística na empresa é um assunto vital, exercendo uma função de analisar as formas de como a administração pode conseguir cada vez mais eficácia e eficiência nos seus serviços de distribuição aos clientes e consumidores, levando em consideração planejamento, organização e controles efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que busquem facilitar o fluxo de produtos (HONG, 1993).

A logística representa um fato econômico em virtude da distância existente tanto de recursos (fornecedores), quanto de seus consumidores – e esse é um problema que a logística tenta superar.

Segundo Almeida e Lucena (2006), em virtude de nosso ambiente estar em processo acelerado de constantes mudanças em razão dos avanços da tecnologia, alterações na economia e em outros fatores, as organizações têm de se adaptar a todo instante às novas realidades, colocando à prova seu desempenho e procurando sempre superar uma nova ordem das coisas (nova visão empresarial).

### **2.2.1 Logística Integrada**

As operações logísticas em uma empresa ocorrem de acordo com processos estabelecidos para, essencialmente, mover, estocar e entregar materiais e produtos a quem deles necessita, em conformidade com suas especificações, a tempo e a hora. Os processos logísticos ou cadeias logísticas, como por vezes são denominados, podem ser imaginados em diversos níveis de amplitude. Quer se esteja abordando o processo logístico de uma empresa como um todo, o processo

de distribuição ou, em outro extremo, num simples processo de abastecimento de determinada peça em uma linha de montagem, conceitualmente, tem-se que (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004):

- a) o processo de logística é sistêmico, engloba um conjunto de elementos interdependentes visando a atender determinado objetivo, assim como as decisões sobre o processo são inter-relacionadas;
- b) o processo logístico deve ser pensado em função do nível de serviço a ser assegurado, devendo operar de maneira a garantir que seja atendido; e
- c) ao intervir nos elementos no processo, em tempo de planejamento ou de operação, inevitavelmente, estar-se-á trabalhando com trocas compensatórias de custos (*trade-offs*). É bom lembrar que os custos (maiores ou menores) de um elemento afetam os custos de outros elementos do processo. Evidentemente, interessará a quem planeja o/ou opera o processo, o menor custo total e não reduções de custos em determinado elemento, que resultem em maior custo total.

Por certo, a amplitude do processo em exame deferirá, substancialmente, em termos de complexidade. Uma coisa é o profissional de logística estar empenhado em compreender as interações e possíveis *trade-offs* de custos na logística da empresa, outra, diversa, é buscar uma solução para o abastecimento de determinada peça na linha de montagem.

De acordo com Faria (2003), na aplicação do conceito de Logística Integrada, a solução ótima é aquela que melhor atende à equação nível de serviço ótimo por custo total mínimo. O processo analisado tecnicamente sob o panorama de Logística Integrada aperfeiçoa seu funcionamento, do menor custo total, atendendo ao nível de serviço solicitado.

Copacino (*apud* FARIA, 2003) afirma que o conceito de custo total, chave da Logística Integrada, é baseado no inter-relacionamento dos custos de suprimentos, produção e distribuição. A análise do custo total envolve a otimização dos custos totais de transporte, armazenagem, inventário, processamento de pedidos e sistemas de informações e do custo decorrente de lotes e, ao mesmo tempo, tem como perspectiva os resultados econômicos como um sistema que se esforça para minimizar os custos totais, enquanto alcança um nível desejado de serviço ao cliente.

Em um ambiente competitivo, há necessidade imperiosa de sempre melhorar o nível de serviço, não só aumentado, mas, preferivelmente, reduzindo o custo total. Uma estratégia logística, buscando alcançar o balanceamento entre custos logísticos e nível de serviços, de acordo com Copacino (*apud* FARIA, 2003), envolve a determinação de critérios de desempenho de que o sistema logístico necessitará manter, mais especificamente, em termos de objetivos de custos e níveis de serviços. Normalmente custo e serviço envolvem relação direta, e uma organização tem a incumbência em considerá-la e determinar o desempenho logístico almejado.

### **2.2.2 Custos Logísticos**

As organizações continuamente administraram suas atividades logísticas, entretanto nem sempre tinham uma ideia bem definida de quanto isto lhes custava, pelos menos até meados dos anos 50 (BALLOU, 1998). A primeira aplicação do custo total à atividade logística, segundo Bowersox e Closs (1996), foi apresentada por Howard Lewis, James Culleton e Jack Steel em “The Role of Air Freight in Physical Distribution”.

A logística tem o objetivo de tornar os produtos e serviços disponíveis no local onde são necessários, no momento em que são desejados, facilitando as operações de produção e marketing. Assim, a contabilidade de custos tem buscado evoluir para captar, com propriedade, os efeitos positivos que a logística tem proporcionado às organizações, todavia cabem aos profissionais da contabilidade maiores precauções quanto à classificação dos custos, para que se possa ter de forma transparente e precisa a contribuição dos custos com logística sobre os resultados das empresas (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Segundo Bio, Robles e Faria (2002, p.10), “é comum deparar-se com a afirmação de que custos logísticos envolvem apenas os custos com transporte”. Segundo os pesquisadores, essa confusão ocorre porque os custos com transportes representam o maior custo isolado da cadeia de logística. Mas, como veremos no decorrer deste trabalho, existem vários outros componentes da cadeia que são relevantes na formação do montante dos custos.

A logística empresarial nos orienta, nos dias atuais, a observar que a diferença entre uma organização vencedora e uma perdedora está vinculada à sua administração da logística, aplicada pelos seus gestores e estrategistas.

Esta diferença irá se refletir não só na redução de seus custos, como também na satisfação de seus clientes. Para Robles (2001), o conceito de logística pode ser mais bem entendido a partir do que se convencionou denominar os 7Cs (de sete certos) da logística: “Assegurar a disponibilidade do produto certo, na quantidade certa, na condição certa no lugar certo, no momento certo, para o cliente certo, ao custo certo”.

A respeito desse conceito, Ballou (2001) assegura que um negócio qualquer pode gerar quatro tipos de valor em produtos ou serviços: forma, tempo, lugar e posse. A utilidade da forma está ligada ao fato de o produto estar disponível e pronto para uso e consumo. Ao consumidor não interessa, simplesmente, a utilidade da forma, mas a de lugar e tempo, estando no lugar certo e disponível para compra (posse). O produto ou serviço só terá valor efetivo se o cliente encontrá-lo onde e quando precisar.

A utilidade de posse não é o resultado da logística, é considerada responsabilidade de Marketing, da Engenharia e Finanças, em que é agregado valor para auxiliar o cliente a adquirir o produto e, depois, um suporte técnico na pós-venda, pelos descontos por volume ou prazos de pagamento que lhe permitirão tomar posse do produto. A logística gerencia o valor de tempo e de lugar nos produtos, sobretudo, por meio dos transportes, fluxos de informações e inventários.

Para movimentar materiais e produtos em direção aos clientes e disponibilizá-los, de modo oportuno, uma organização incorre em custos, propondo-se agregar um valor que não existia e foi ideado para o cliente. Isso faz parte da missão da logística que está relacionada à satisfação das necessidades dos clientes internos e externos, viabilizando operações relevantes de manufatura e marketing, otimizando todos os tempos e custos, dadas as condições de cada elo da cadeia (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Assim, muitas vezes, determinada região detém uma vantagem sobre as demais no que diz respeito a alguma característica singular produtiva. Um sistema logístico abalizado permite a uma região geográfica percorrer suas vantagens inerentes pela especialização de seus esforços produtivos naqueles produtos em que ela tem vantagens e pela exportação desses produtos para outras regiões. O

sistema permite então que o custo do país (custos logísticos e de produção) e a qualidade desse produto sejam competitivos com aqueles de qualquer outra região.

Custos logísticos são um fator-chave para impulsionar o comércio. O comércio entre países e entre regiões de um mesmo país é constantemente provocado pelo fato de diferenças nos custos de produção poderem mais do que compensar os custos logísticos necessários para o transporte entre as regiões (BALLOU, 1998).

A importância da logística é influenciada diretamente pelos custos associados à suas atividades. Fatores de peso estão influenciando o aumento dos custos logísticos. Dentre eles, os mais relevantes são: o aumento da competição internacional, as alterações populacionais, a crescente escassez de recursos e a maior atratividade da mão de obra no Terceiro Mundo. O avanço do comércio internacional indica que a especialização do trabalho acontece em uma escala mundial (BALLOU, 1998).

Na atividade logística, tem-se considerado, com assiduidade, o custeio baseado em atividades que buscam relacionar todos os custos relevantes à adição e valor às atividades desenvolvidas, independentemente de quando eles ocorrem. O critério de desenho do sistema de custeio, ou seja, as regras e procedimentos para identificação, agrupamento e definição dos custos têm impactos cruciais no processo de decisão, no sentido de ajudar o gestor a compreender os fatores primordiais que afetam os custos logísticos.

Para se entender alguns conceitos de custos à gestão da logística e ao entendimento do assunto, foram inseridos alguns conceitos de custos incorridos na atividade logística. Diversas organizações de serviços (entidades não industriais) passaram a utilizar os princípios e técnicas de Contabilidade de Custos em função da similaridade da situação, tratando seus gastos como custos. Como a atividade de logística é eminentemente prestadora de serviços de outras atividades da empresa, os consumos dos recursos associados a esta atividade foram tratados como custos, assim como são tratados por todos os autores e profissionais ligados à atividade de logística (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Quanto ao relacionamento com o objeto - clientes, produtos, regiões ou canais de distribuição - os custos podem ser classificados em:

Para Martins (2003), os custos diretos são aqueles que podem ser apropriados diretamente ao produto ou serviço (desde que haja uma medida de

consumo). No caso da logística é a mão de obra, embalagem e outros que se refletem diretamente na prestação do serviço.

Ainda segundo Martins (2003), os custos indiretos são aqueles que não podem ser apropriados diretamente a cada tipo de objeto/produto ou serviço no momento de sua ocorrência, tais como os custos com a tecnologia de informação utilizada em um processo logístico que atende a diversos clientes.

Os custos fixos são aqueles necessários ao funcionamento normal da empresa, podendo ser repetitivos ou não repetitivos. Por exemplo, o aluguel de um galpão para estocagem de produtos, independentemente do volume transportado, armazenado ou descarregado, esses custos estão incorporados à operação e deverão ser arcados pela empresa (MARTINS, 2003).

Já os custos variáveis são diretamente proporcionais ao volume de produção/prestação de serviços. No caso da atividade de logística, variam de acordo com o volume transportado, armazenado e os serviços prestados (MARTINS, 2003).

Os custos logísticos, normalmente, seguem os padrões contábeis de outras atividades, cabendo, todavia, conhecer bem do negócio antes de se alocar, classificar ou ratear qualquer tipo de custo, evitando-se incorrer em erros conceituais que venham a comprometer a confiabilidade dos números apresentados pela contabilidade de custos (MARTINS, 2003).

Um custo logístico muito frequente nas organizações, que representa valores significativos na linha de despesas, é o custo na distribuição. Organizações americanas e europeias estimam um custo de distribuição em torno de até 10% sobre a receita de vendas. Os custos de distribuição sempre representaram um ônus considerável para as companhias, embora, nos anos mais recentes, o controle logístico tenha conseguido reduzi-los. Quando expressos em termos de porcentagem do valor agregado, os custos logísticos estão se intensificando em diversas organizações. Isto se deve ao fato de o valor agregado estar caindo à medida que estas companhias terceirizam suas necessidades (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

Os gastos com logística nas unidades empresariais variam de 5% a 35% do valor das vendas, e dependendo do tipo de atividade, da área geográfica, da operação, da relação peso/valor dos produtos, é possível constatar que a logística tem uma parcela significativa na composição do preço final do produto, sendo



necessário desenvolver estratégias que visem à redução de custos (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

### **2.2.3 Estratégias para Reduzir Custos**

Segreti, Farber e Mondini (2004) afirmam que, mediante a inovação logística, diversas organizações estimulam suas atividades relativas à logística com o propósito final de reduzir os custos. Os setores mais interessados são a produção, a distribuição física e a venda. Os fatores que podem melhorar a logística da empresa são:

- a) nível de serviço aos clientes: é introduzido na forma de perguntas, o que serve para expor o nível de serviço para os clientes que a própria organização poderia conseguir futuramente;
- b) custos de distribuição física: devem ser expressos em termos diretos, entendidos como objetivos para o futuro. É fundamental que esses custos sejam definidos, ligando-os ao faturamento e às quantidades de mercadoria supostas para o futuro;
- c) percursos e bases de distribuição física: devem ser descritos os percursos e as bases de distribuição física que interferem no serviço para os clientes e nos custos logísticos;
- d) estoque de produtos: é necessário definir o nível ideal do estoque dos produtos não somente em relação às bases de distribuição física, mas também em relação às fábricas e aos outros sujeitos da distribuição (revendedores, atacadistas); e
- e) carga-descarga e transporte: é preciso definir com clareza os sistemas de transporte.

#### Transporte Eficiente

O percentual maior dos custos de distribuição física é constituído pelos custos de transporte e entrega que, dependendo do tipo de empresa, podem alcançar 60% dos custos totais (empresa de transporte). Esta constatação tem feito com que

muitas organizações tenham delegado esta atividade a terceiros (SEGRETI; FARBER; MONDINI, 2004).

O transporte e a entrega desempenham um indispensável diferencial no que se refere ao serviço ao cliente. As operações de entrega devem ser confiáveis, instituídas rapidamente e no lugar estabelecido. O aprofundamento do processo de escolha modal no transporte de carga é de extrema importância para o planejamento e o gerenciamento da cadeia logística que envolve as mercadorias desde os locais de produção até os de consumo (BALLOU, 1998).

Ainda segundo Ballou (1998), existem duas alternativas na escolha dos sistemas a serem utilizados: sistemas modais independentes (rodovia, ferrovia, hidrovía e aéreo), ou um conjunto de sistemas intermodais. As exigências de agilidade, flexibilidade e nível de serviço, na entrega dos produtos, são variáveis relevantes na tomada de decisão da escolha do modal a ser utilizado:

- a) confecção e embalagem: devem ser procuradas as modalidades mais apropriadas para reduzir os custos relativos à embalagem;
- b) sistema informativo de distribuição física: é preciso enfrentar as temáticas que concernem aos sistemas informativos; e
- c) organização e sistema de gestão: é preciso desenhar a organização mais apta à própria empresa e às próprias atividades.

As estratégias desenvolvidas com o intuito de redução de custos logísticos são importantes, não só para o aspecto financeiro da organização, mas também para diversos setores da empresa, principalmente na gestão de estoques, pois interferem diretamente nas bases de distribuição física e também em relação às fábricas e aos outros sujeitos da distribuição.

#### **2.2.4 Gestão de Estoques**

A gestão de estoques é um conceito que está presente em praticamente todo tipo de organizações, assim como na vida cotidiana das pessoas. Desde o início da sua história que a humanidade tem usado estoques de variados recursos, de modo a suportar o seu desenvolvimento e sobrevivência, tais como ferramentas e alimentos (GARCIA et al., 2006).

A administração de materiais na empresa é um conjunto de atividades com a finalidade de assegurar o suprimento de materiais necessários ao funcionamento da organização, no tempo correto, na quantidade necessária, na qualidade requerida e pelo melhor preço. Antes do tempo correto, ocasiona estoques altos, acima da necessidade da empresa. Após o tempo correto, ocasiona falta de material para o atendimento das necessidades. Além da quantidade necessária, representa imobilizações em estoque ocioso. Sem atributos de qualidade, acarreta custos maiores e oportunidades de lucros não auferidos. Aquém da quantidade necessária, pode levar à insuficiência de estoque.

No meio empresarial, se por um lado o excesso de estoques representa custos operacionais e de oportunidade do capital empatado, por outro lado, níveis baixos de estoque podem originar perdas de economias e custos elevados devidos à falta de produtos. Regra geral, não é tarefa fácil encontrar o ponto ótimo neste *Trade-off* (GARCIA et al., 2006). O alastrar do número de *Stock Keeping Units* (SKUs), o acréscimo na diferenciação de produtos, assim como da competição global, têm prejudicado ainda mais essa tarefa (GARCIA et al., 2006).

Devemos sempre ter o produto de que você necessita, mas nunca podemos ser pegos com algum estoque. É uma frase que descreve bem o dilema da descrição de estoques. O controle de estoques é parte vital do composto logístico, pois estes podem absorver de 25% a 40% dos custos totais, representando uma porção substancial do capital da empresa. Portanto, é importante a correta compreensão do seu papel na logística e de como devem ser gerenciados (BALLOU, 1998, p.57).

O grau de importância de um órgão de material está diretamente relacionado com o ramo de atividade da empresa. Porém, é possível garantir que a referida área sempre estará presente, pois qualquer atividade requer materiais e serviços. Em geral, no comércio, o envolvimento com materiais atinge de 70% a 85% do orçamento, na indústria entre 50% a 65% e em prestadora de serviços está entre 10% a 15% "(BALLOU, 1998).

A armazenagem de mercadorias antevendo seu uso futuro necessita de investimento por parte da empresa. O ideal seria a perfeita sincronização entre a oferta e a demanda, de maneira a tornar a manutenção de estoques desnecessária. Todavia, como é impossível conhecer exatamente a demanda futura e como nem sempre os suprimentos estão disponíveis a qualquer momento, deve-se acumular

estoque para assegurar a disponibilidade de mercadorias e minimizar os custos totais de produção e distribuição.

Na verdade, estoques servem para uma série de finalidades, ou seja:

- a) melhoram o nível de serviço;
- b) incentivam economias na produção;
- c) permitem economias de escala nas compras e no transporte;
- d) agem como proteção contra aumentos de preços;
- e) protegem a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento; e
- f) servem como segurança contra contingências.

O principal objetivo de se gerenciar um estoque, segundo Ballou (2001, p.254), é “assegurar que o produto esteja disponível no tempo e nas quantidades desejadas”. O valor varia conforme o armazenamento, e os produtos com giro menor apresentam um custo maior, sendo que as empresas que possuem grandes estoques comprometem seus recursos de giro. A empresa precisa estabelecer certos padrões que sirvam de guias aos controladores, para que eles tenham parâmetros de compra e venda.

Ainda para o autor, alguns princípios básicos para o controle de estoques são:

- a) determinar “o que”, “quando” e “quanto” será necessário para o estoque;
- b) identificar e retirar do estoque os itens fora de uso e danificados;
- c) receber, armazenar e atender aos materiais estocados de acordo com as necessidades;
- d) controlar os estoques em termos de quantidade e valor e fornecer informações sobre a reposição do estoque; e
- e) manter inventários periódicos para avaliação das quantidades e estados dos materiais estocados.

A administração de estoques é de importância significativa na maioria das empresas, tanto em função do próprio valor dos itens mantidos em estoque, quanto em associação direta com o ciclo operacional da empresa. Da mesma forma como as contas a receber, os níveis de estoques também dependem em grande parte do nível de vendas, com uma diferença: enquanto os valores a receber surgem após as vendas, os estoques precisam ser adquiridos antes das vendas (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

Essa é uma diferença crítica, e a necessidade de prever as vendas antes de estabelecer os níveis desejados de estoques torna sua administração uma tarefa difícil. Deve-se observar também que os erros na fixação dos níveis de estoque podem levar à perda das vendas (caso tenham sido subdimensionados) ou a custos de estocagem excessivos (caso tenham sido superdimensionados), residindo, por conseguinte, na correta determinação dos níveis de estoques, a importância do seu gerenciamento. Seu objetivo é garantir que os estoques necessários estejam disponíveis quando necessários para manutenção do ritmo de produção, ao mesmo tempo em que os custos de encomenda e manutenção de estoques sejam minimizados (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

O excesso de estoque é frequentemente a maior ameaça à liquidez do caixa. Para uma empresa ter sucesso e sobreviver, destinar de maneira errada os recursos leva a riscos desnecessários e desperdiça as oportunidades produtivas, portanto, deve-se encontrar um equilíbrio ideal para cada produto que tiver que ser mantido, porém, acima do nível, o estoque torna-se excessivo e abaixo, a empresa estará correndo risco de ficar com falta antes de fazer outra encomenda (RESNIK, 1990). Para mitigar estes riscos, existem técnicas de controle de estoques. Algumas agrupam os estoques em grupos enquanto outras estimam mais peças a serem guardadas com o objetivo de minimizar problemas inesperados. Estas técnicas serão descritas no próximo subitem.

### Técnicas de administração de estoques

A Curva ABC segregava os estoques em três grupos, demonstrando graficamente com eixos de valores e quantidades, que considera os materiais divididos em três grandes grupos, de acordo com seus valores de preço/custo e quantidades. Sendo assim, materiais "classe A" representam a minoria da quantidade total e a maioria do valor total; "classe C", a maioria da quantidade total e a minoria do valor total; e "classe B", valores e quantidades intermediárias. O controle da "classe A" é mais intenso; e os controles das "classes B e C", menos sofisticados.

O modelo de lote econômico permite determinar a quantidade ótima que minimiza os custos totais de estocagem de pedido para um item do estoque considerando os custos de pedir e os custos de manter os materiais. Os custos de

pedir são os fixos, administrativos ao se efetuar e receber um pedido, e os custos de manter são variáveis por unidade da manutenção de um item de estoque por um determinado período (custo de armazenagem), segundo a "oportunidade" de outros investimentos.

O estoque de segurança ou mínimo são as quantidades guardadas para garantir o andamento do processo produtivo, caso ocorra aumento na demanda do item por parte do processo ou atraso no abastecimento futuro (CABRAL, 1998b).

Os estoques de segurança impedem que ocorram problemas inesperados em alguma fase produtiva, interrompendo as atividades sucessivas de atendimento da demanda. A existência de estoques de segurança em uma unidade fabril evita que o processo produtivo pare em caso de uma avaria, alimentando as máquinas subsequentemente durante a reparação. São ainda utilizados para salvaguardar uma empresa de incertezas nas suas operações logísticas. Lead-times (tempo entre colocar e receber um pedido), procura dos clientes e quantidades recebidas são exemplos de fatores que podem apresentar variações não esperadas (GARCIA et al., 2006).

### Tipos de estoques

Segundo Dias (1995), o estoque mínimo, também conhecido como estoque de segurança, é a quantidade mínima que deve existir em estoque que se destina a cobrir eventuais atrasos no suprimento, objetivando a garantia do funcionamento duradouro e eficiente da organização, sem o risco de faltas.

Para Almeida e Lucena (2006), os estoques podem ser classificados de três formas: estoques de matérias-primas, estoques em processo e estoques de produtos acabados. A razão para manutenção de estoques depende fundamentalmente da natureza desses materiais. Dias (1995) define que os tipos de estoques encontrados em uma indústria são:

- a) matérias-primas: são materiais necessários para a produção, pode-se dizer que a matéria-prima é todo material agregado ao produto final, e seu consumo é proporcional ao volume da produção. Toda empresa de algum modo tem um estoque de matéria-prima;
- b) materiais em processo: são os materiais usados no processo de fabricação dos produtos, geralmente esses materiais estão

parcialmente acabados, mas adquirem outra(s) característica(s) no fim do processo produtivo. Ter um estoque em grande quantidade desses materiais acarreta maiores custos para a empresa. Para que isso não ocorra, deve-se acelerar a rotatividade do estoque; e

- c) produtos acabados: São os itens já produzidos, mas ainda não comercializados. Nas empresas que já possuem encomendas desses produtos, o estoque é baixo, mas, ao contrário, em alguns casos os produtos são fabricados antes de ocorrer sua venda, isso acaba sendo determinado pelas previsões de vendas, pelo processo e pelo investimento feito.

Para a manutenção dos estoques de matérias-primas, são utilizadas as justificativas da facilidade para o planejamento do processo produtivo, da manutenção do melhor preço deste produto, da prevenção quanto à falta de materiais e, eventualmente, da obtenção de descontos por aquisição de grandes quantidades.

Essas razões são contra-argumentadas de várias formas. Atualmente, as modernas técnicas de administração de estoques, o conceito do *Supply Chain Management*, que ajuda a reduzir custos, representam alternativas eficientes para prevenir falta de materiais. Adicionalmente, a efetivação de contratos futuros pode representar um instrumento eficiente para proteger a empresa de eventual oscilação de preços de seus insumos básicos.

Para a manutenção de estoques de materiais em processos, justifica-se uma maior flexibilidade do processo produtivo, caso ocorra interrupção em alguma das linhas de produção da empresa. Obviamente, essa questão deve ser substituída pela adoção de processos de produção mais confiáveis, para evitar a ocorrência dessas interrupções.

A manutenção de estoques de produtos acabados é justificada por duas razões: garantir atendimentos efetuados para as vendas realizadas e diminuir os custos de mudança na linha de produção.

### Inventário físico

Segundo Dias (2005), uma empresa tem uma estrutura de administração de materiais com políticas e procedimentos bem definidos, dessa maneira, uma das

funções é a precisão nos registros de estoques, pois toda a movimentação do estoque deve ser registrada pelos documentos adequados.

Ainda para o autor, os inventários podem ser gerais e rotativos. Os inventários gerais são efetuados no final do exercício fiscal e abrangem todos os itens de estoque de uma só vez. Já os rotativos são as contagens efetuadas com maior frequência, concentradas cada mês em menor quantidade de itens, deverão reduzir a duração unitária da operação e darão melhores condições de análise das causas de ajustes visando ao melhor controle. Essas contagens são feitas ao longo do ano e cada empresa faz a contagem de acordo com a sua necessidade semanal, mensal ou trimestral.

Conforme Correa (2001), para monitorar a qualidade de seus dados em estoques, as empresas fazem inventários rotativos mensais ou trimestrais, em que todos os itens em estoque são contados fisicamente e o número total de artigos a serem contados é dividido pelo número total de dias úteis, resultando no número de artigos a serem contados em cada período de tempo. Assim, no final do período, todos os itens terão sido contados pelo menos uma vez.

### Sistemas de informação para controle de estoques

Os autores Laudon e Laudon (2004) afirmam que sistema de informação pode ser definido tecnicamente “como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações”, e essas informações são responsáveis pela tomada de decisões, gerenciamento e comando de uma empresa. Ainda para os autores, os sistemas de informação permitem que diretores, gerentes e demais colaboradores possam estudar problemas, assuntos complexos, desenvolver novos produtos, facilitar e tornar a administração das empresas cada dia melhor e mais dinâmica.

Cassarro (2001) diz que é consenso que as informações no mundo atual são valiosas e tornam as empresas mais dinâmicas, mais competitivas, à medida que vão possuindo bons sistemas de informação, e claro, com pessoas capacitadas e treinadas para usá-los. Conforme O'Brien (2004), “sistema é um conjunto de partes interagentes e interdependentes que em conjunto formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função”. Para Oliveira (1999), os sistemas de controle de estoque processam dados que se refletem nas mudanças



nos artigos em estoque. Os sistemas computadorizados de controle de estoque ajudam a organização a fornecer serviço de alta qualidade para os clientes, reduzindo ao mesmo tempo o investimento e os custos de manutenção de estoques.

Segundo Oliveira (1999), os principais componentes de um sistema são:

- a) a definição dos objetivos, dos usuários quanto aos do sistema, o objetivo é a finalidade da criação do sistema;
- b) as entradas do sistema, cuja atividade distingue as forças que fornecem ao sistema o material, a energia e a informação para o processo, gerando com isso as saídas;
- c) o processo de transformação do sistema, que transforma a entrada em um resultado;
- d) as saídas do sistema correspondem aos resultados do processo de transformação e devem ser coerentes com os objetivos do sistema;
- e) os controles e as avaliações do sistema têm como finalidade verificar se as saídas estão coerentes com os objetivos; e
- f) a retroalimentação é a introdução de uma saída em forma de informação.

Segundo Slack et al. (1999), a maioria dos estoques é controlada por um sistema computadorizado devido ao grande número de cálculos rotineiros envolvidos no controle de estoques e às novas tecnologias, como pontos de venda com registro de transação e leitoras de código de barras.

Os sistemas mais comumente utilizados na administração de estoques são:

**Flexible Manufacturing System (FMS):** nesse sistema, os computadores comandam as operações das máquinas de produção e, inclusive, comandam a troca de ferramentas das operações de manuseio de materiais, ferramentas, acessórios e estoques. É possível incluir nos softwares módulos de monitoração do controle estatístico da qualidade. Normalmente, é utilizado em fábricas com grande diversidade de peças de produtos finais montados em lotes (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

**Material Requirement Planing (MRP):** O MRP é um sistema completo para disparar ordens de fabricação, de compras, controlar os estoques e gerir a carteira de pedidos dos clientes. Atua em base semanal, impondo, com isso, uma previsão

de vendas no mesmo prazo, ou seja, semanal, de modo a permitir a geração de novas ordens de produção para a fábrica. O sistema pode funcionar com diversas fórmulas para cálculo dos lotes de compras, fabricação e montagem, operando ainda com variados estoques de material em processo, como estoque de matérias-primas, partes, submontagens e produtos acabados. A grande vantagem do MRP consiste em utilizar programas de computadores complexos, levando-se em consideração todos os fatores relevantes para conseguir o melhor cumprimento de prazos de entrega, com estoques baixos, mesmo que a fábrica tenha muitos produtos em quantidade, de uma semana para outra. Um ponto fundamental para o correto funcionamento do sistema é a rigorosa disciplina a ser observada pelos colaboradores que interagem com o sistema MRP, em relação à informação de dados para computador. Sem essa disciplina, a memória do MRP acumulará erros nos saldos em estoques e nas quantidades necessárias (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

**Sistema periódico:** A característica básica desse sistema é a divisão da fábrica em diversos setores de processamento sucessivo de vários produtos similares. Cada setor recebe um conjunto de ordens de fabricação para ser iniciado e terminado no período. Com isso, no fim de cada período, se todos os setores cumprirem sua carga de trabalho, não haverá qualquer material em aberto. Isso facilita o controle de cada setor da fábrica, atribuindo responsabilidades bem definidas. Esse sistema com período fixo é antigo, mas, devido às suas características, não se tornou obsoleto face aos sistemas modernos, nos quais é possível a adoção de períodos curtos, menores que uma semana (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

**Optimized Production Technology (OPT):** O sistema OPT foi desenvolvido com uma abordagem diferente dos sistemas anteriores, enfatizando a racionalidade do fluxo de materiais pelos diversos postos de trabalho de uma fábrica, e os pressupostos básicos do OPT foram originados por formulações matemáticas. Nesse sistema, as ordens de fabricação são vistas como tendo de passar por filas de espera de atendimento nos diversos postos de trabalho na fábrica. O conjunto de postos de trabalho forma, então, uma rede de filas de espera. O sistema OPT utiliza um conjunto de coeficientes gerenciais para ajudar a determinar o lote ótimo para cada componente ou submontagem a ser processado em cada posto de trabalho.

Muita ênfase é dedicada aos pontos de gargalo da produção (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

**Sistema Kanban-Jit:** O sistema Kanban foi desenvolvido para ser aproveitado onde os colaboradores possuem motivação e mobilização, com grande liberdade de ação. Nessas fábricas, na certeza de que os funcionários trabalham com dedicação e responsabilidade, é legítimo um trabalhador parar a linha de montagem ou produção porque achou algo errado. Os empregados mantêm-se ocupados todo o tempo, ajudando-se mutuamente ou trocando de tarefas conforme as necessidades. O sistema Kanban-JIT é um sistema que "puxa" a produção da fábrica, inclusive até o nível de compras, pelas necessidades geradas na montagem final. As peças ou submontagens são colocadas em caixa feitas especialmente para cada uma dessas partes, que, ao serem esvaziadas na montagem, são remetidas ao posto de trabalho que faz a última operação referente a essa remessa, funcionando como uma ordem de produção (ALMEIDA; LUCENA, 2006).

Em suma, um controle de estoques bem estruturado e gerenciado exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa. Eles absorvem capital que poderia ser investido de outras maneiras. Portanto, aumentar a rotatividade do estoque auxilia a liberar ativos e economiza com gastos de manutenção e de controle, que podem absorver de 25% a 40% dos custos totais, conforme Ballou (2001).

Na seção seguinte serão abordados métodos de previsão de demanda para que o controle do estoque seja mais efetivo. Contudo, antes dos modelos, será feita uma introdução com os principais conceitos relativos à teoria da demanda.

### 2.3 TEORIA DA DEMANDA

O conceito de demanda é natural da economia e é baseado na teoria de escolha do consumidor. Esta teoria supõe que os consumidores são racionais e, como indivíduos racionais, buscam maximizar a satisfação obtida com suas decisões de consumo. Essa satisfação é definida como utilidade. Dentro das limitações de recursos disponíveis, o desafio de cada consumidor se defronta com um problema

de otimização restrita, no qual o objetivo consiste em escolher as combinações de bens que maximizem sua utilidade (PACHECO, 2007).

A argumentação clássica é que a oferta cria a sua própria procura. O desenvolvimento das análises sobre a teoria de demanda identificou fatores determinantes da demanda de mercado. McGuigan *et. al.* (2004) apresentam os seguintes fatores determinantes da demanda:

- a) o “preço próprio” do bem propriamente dito, tido com um dos fatores mais importantes no estímulo da demanda;
- b) o preço dos bens substitutos, como bens concorrentes ao produto em questão;
- c) o preço dos bens complementares, como bens com o consumo relacionado ao produto em questão;
- d) o nível de despesa com propaganda para o produto em questão, bem como para os produtos complementares e substitutos.
- e) o nível e a distribuição de renda líquida dos consumidores, como um fator influenciador da compra efetiva;
- f) os efeitos de bem-estar, pelo impacto nas necessidades e desejos do consumidor;
- g) mudanças nos gostos e preferências dos consumidores, pela alteração desses desejos;
- h) o custo e a disponibilidade de crédito, impactando a capacidade de compra;
- i) as expectativas dos consumidores com relação a futuros aumentos de preço e disponibilidade do produto, impactando a prioridade de compra dos bens e produtos; e
- j) mudança na população, alterando o número de compradores potenciais.

Os fatores que afetam a demanda, com exceção do preço próprio, são descritos como condições da demanda, desenvolvendo um ambiente no qual os consumidores decidem quanto comprar por determinado preço (MCGUIGAN *et al.*, 2004; NELLIS; PARKER, 2003).

O modelo de curva de demanda é essencial para as bases da Economia atual. Esse modelo ajuda a decifrar as causas e a origem das mudanças na demanda. Pela teoria da demanda, existem motivos pelos quais a quantidade

demandada de um bem se altera em relação à variação do seu preço próprio: o efeito-renda e o efeito-substituição (PACHECO, 2007). O efeito-renda é o impacto na variação do preço próprio do produto na percepção de prosperidade do consumidor. Já o efeito-substituição refere-se ao impacto da variação do preço próprio do bem na percepção de valor do bem em relação a produtos alternativos (NELLIS; PARKER, 2003).

Considerando o modelo de demanda e seus pressupostos, pode-se afirmar que o efeito-substituição é inversamente proporcional à direção da mudança no preço, desde que exista um produto alternativo. Já uma afirmação deste mesmo gênero não pode ser feita para o efeito-renda. Alguns estudos clássicos mostraram que o efeito-renda tem uma relação direta com a natureza do bem ou serviço.

Outro aspecto importante da demanda é a mensuração da sensibilidade da demanda a variações desses fatores determinantes. É o conceito de elasticidade, um dos conceitos mais importantes da teoria da demanda. A elasticidade da demanda é uma medida de resposta da quantidade demandada a uma alteração em um dos fatores que influenciam a demanda, tais como preço, propaganda, níveis de renda, ou preço dos bens substitutos ou complementares (McGUIGAN *et al.*, 2004).

Um entendimento profundo da teoria da demanda e de suas aplicações é requisito fundamental para os gestores das organizações. A empresa precisa conhecer o efeito das mudanças nos fatores determinantes da demanda sobre a quantidade demandada. Alguns desses fatores são controlados pela empresa, como preço, propaganda etc. Outros fatores, como renda e preços dos concorrentes, não se encontram sob controle direto da empresa. Para isso, os gestores das organizações precisam compreender a teoria da demanda e seus desdobramentos (PACHECO, 2007).

### 2.3.1 A Previsão de Demanda

As previsões de demanda exercem um papel fundamental em diversas áreas na gestão de organizações, por exemplo, na área financeira (no planejamento da necessidade de recursos), na área de recursos humanos (no planejamento de modificações no nível da força de trabalho) e na área de vendas (no agendamento de promoções). Tais previsões são também cruciais na operacionalização de vários aspectos da administração da produção, como na gestão de estoques e no desenvolvimento de planos agregados de produção (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2000).

O principal problema da previsão de demanda é a incerteza em relação às estimativas. A ciência buscou formas de reduzir essa incerteza a partir de métodos de previsão. Contudo, o princípio da incerteza é inerente aos métodos de previsão, e para muitos autores, a incerteza se acentua em estimativas de demanda de longo prazo, pois as condições de mercado estão sujeitas às modificações (PACHECO, 2007).

Para Gonçalves (1998), o papel da previsão não é fazer informações definitivas do que possa acontecer no futuro. O papel maior da previsão é ajudar a esclarecer as consequências futuras do que está sendo feito no presente, na ausência de eventos imprevistos. Por isso, o autor salienta que a previsão deve ser feita e atualizada de forma sistemática, com a frequência temporal adequada aos ciclos específicos de negócios e à iminência de mudanças importantes no ambiente empresarial, pois a possibilidade de programar adequadamente o negócio para um futuro visível permite à empresa aproveitar as oportunidades de incremento de receitas e enfrentar com eficiência os períodos de contenção forçada de custos e produção (GONÇALVES, A., 1998).

Em muitos casos, por serem desacreditadas, as previsões são desconsideradas. A credibilidade da previsão de demanda de mercado é, portanto, um aspecto crítico à sua utilização. O desafio da organização é desenvolver um processo de previsão de demanda que legitime e dê qualidade à previsão de demanda de mercado, tornando-a utilizável (PACHECO, 2007).

Os métodos de previsão de demanda podem ser classificados em três grandes grupos: modelos qualitativos, séries históricas e modelos causais. Chase *et*

al. (2005) incluem ainda um quarto grupo: os modelos de simulação. Esses grupos apresentam diferenças em termos de precisão e acurácia de acordo com o horizonte de previsão, nível de sofisticação do modelo e base de dados necessária (BALLOU, 2001). Os métodos qualitativos de previsão são baseados no julgamento e na experiência das pessoas, suportados por opiniões, estimativas ou informações subjetivas. Os métodos de séries temporais assumem que o padrão de demanda no passado se reproduzirá no futuro, assim analisam dados passados para extrapolar as tendências para o futuro por meio de técnicas estatísticas. Os métodos de previsão causal buscam encontrar as variáveis que ocasionam a demanda, e assim pela descrição do cenário dessas variáveis pode-se prever a demanda. Os modelos de simulação são modelos dinâmicos, geralmente computacionais, que simulam diversos cenários para a previsão de acordo com as variáveis que o modelo assume.

### **2.3.2 Métodos de Previsão**

Neste capítulo, apresentaremos as revisões de literatura referentes aos métodos quantitativos (objetivos) e qualitativos (subjetivos) que apresentam ligação direta com o que está sendo preconizado.

Os métodos quantitativos univariados utilizam dados históricos da variável sobre a qual se pretende efetuar as previsões para determinar seu padrão evolutivo e utilizam-no para efetuar extrapolações sobre seu comportamento futuro. Assim, usam padrões internos dos dados históricos para prever o futuro, ou melhor, modelam os padrões da série histórica e os projetam no futuro. Já os métodos quantitativos multivariados são agrupamentos de métodos que fazem projeções do futuro pela modelagem das relações entre variáveis independentes, ou preditoras, e variáveis dependentes e preditivas. Também chamados de causais, esses métodos utilizam dados históricos para relacionar a variável que se pretende prever, com outras explicativas do comportamento da variável preditiva. Quanto aos métodos quantitativos, são abordados, portanto, a Suavização Simples, a Suavização Exponencial, a metodologia Box-Jenkins e a metodologia de modelos de regressão dinâmica.

Os métodos de previsão qualitativos são baseados no julgamento e opiniões subjetivas sobre as tendências sociais, tecnológicas e de demanda. Os métodos qualitativos se baseiam em informações subjetivas. São usados principalmente em previsões de longo prazo, devido à deficiência de dados e complexidade que um modelo quantitativo exigiria. Por não serem métodos científicos, são difíceis de padronização e validação de acurácia (BALLOU, 2001).

Muitas técnicas podem ser citadas como modelos qualitativos. São elas: o método Delphi, pesquisa de mercado, painel de consenso, estimativa da força de vendas, previsão visionária, analogia histórica, pesquisas de intenção de compra, modelo de entrada e saída, entre outros. Devido à abrangência de técnicas, serão explicadas apenas as mais significativas para o problema analisado.

#### 2.3.2.1 Modelo de Suavização Simples

Os métodos de Suavização Simples são também conhecidos como Métodos de Projeção Linear ou Métodos de Médias Móveis. São eles:

##### Médias Móveis Simples (SMA)

A premissa básica do método das médias móveis simples é assumir um valor futuro igual à média dos valores passados. O SMA considera para a previsão a média aritmética de todas as observações anteriores, para minimizar o erro médio quadrático. O SMA atenua as discrepâncias indesejáveis da série histórica, ou *outliers*, projetando o valor futuro segundo o padrão linear presente na série. É um método muito útil na modelagem de séries randômicas, ou seja, séries sem tendência ou sazonalidade. A principal vantagem do SMA é ser um dos métodos mais simples de ser aplicado em previsão. A principal desvantagem do SMA está no fato de atribuir igual peso a todas as observações, não permitindo a detecção de possíveis mudanças de comportamento da série (PACHECO, 2007; DELURGIO, 2008; MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).



$$SMA_t = \frac{Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n}}{n} \quad (1)$$

Em que:

t é o índice do período de tempo;

n é o número de valores que deve ser coletado no cálculo da média móvel; e

$Y_t$  é o valor de demanda observado no período t.

### Médias Móveis com Pesos (WMA)

O WMA baseia-se na premissa de que dados do passado recente são mais relevantes para a previsão do futuro imediato do que dados mais antigos. Assim, o WMA requer a seleção do período da série histórica a ser considerado e atribuição de pesos às observações da série histórica. O critério para estes pesos é atribuir pesos maiores para observações recentes, combinados de forma a minimizar o erro quadrático. A vantagem do WMA é que estes pesos podem ser gerenciáveis. A desvantagem é prejudicar as observações mais antigas (DELURGIO, 2008; MAKRIDAKIS *et al.*, 1998).

$$WMA_t = Y_{t-1}W_{t-1} + Y_{t-2}W_{t-2} + \dots + Y_{t-n}W_{t-n} \quad (2)$$

Em que:

t é o índice do período de tempo;

n é o número de valores que deve ser coletado no cálculo da média móvel;

$Y_t$  é o valor de demanda observado no período t; e

$W_t$  é o valor do peso associado ao período t.

### 2.3.2.2 Modelo de Suavização Exponencial

Os métodos de Suavização Exponencial se referem a um conjunto de métodos de previsão também conhecidos como Métodos de Projeção Logarítmica. São analisados os seguintes:

### Suavização Exponencial Simples (SES)

É um método popularmente utilizado devido à sua simplicidade e eficiência dos resultados. É similar ao método da média móvel, com as diferenças básicas de que na suavização exponencial todos os dados históricos são utilizados e os valores passados são ponderados exponencialmente de acordo com seu período, ou seja, os dados mais recentes têm um peso maior na previsão. O valor utilizado para a ponderação dos dados históricos determinará se a previsão será mais sensível às variações ou mais estável. A literatura recomenda o uso dessa constante de ponderação exponencial entre 0,01 a 0,3. O modelo assume que a demanda é função de um valor médio mais uma componente de aleatoriedade, ou seja, que a curva da demanda possui o padrão estacionário. Porém, na prática, esse método é utilizado com bons resultados para outros tipos de curva, pois a possibilidade da escolha da constante de ponderação exponencial garante que o modelo se adapte rapidamente a diferentes comportamentos da curva da demanda (PACHECO, 2007).

$$SES_{t+1} = \alpha y_1 + (1-\alpha)^2 y_{t-1} + (1-\alpha)^3 y_{t-2} + \dots + (1-\alpha)^t y_1 \quad (3)$$

ou de forma mais prática:

$$SES_{t+1} = \alpha y_1 + (1-\alpha)SES_t \quad (4)$$

Em que:

t é o período de tempo atual;

$\alpha$  é a constante de ponderação exponencial (varia de 0 a 1);

$y_t$  é a demanda no período t;

$SES_t$  é a previsão para o período t; e

$SES_{t+1}$  é a previsão para o período atual (t+1).

### Suavização Exponencial com Tendência (SET)

Caso exista uma componente de tendência, o modelo de suavização exponencial simples não responderá mais com tanta eficiência, pois responderá com atraso ao crescimento ou declínio de vendas. Para solucionar esse problema, foi adicionada ao modelo a componente de tendência (PACHECO, 2007).

$$N_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)(N_t + T_t) \quad (5)$$

$$T_{t+1} = \beta(N_{t+1} - N_t) + (1 - \beta)T_t \quad (6)$$

$$SET_{t+1} = N_{t+1} + T_{t+1} \quad (7)$$

Em que:

t é o período de tempo atual;

$\alpha$  é a constante de ponderação exponencial horizontal;

$\beta$  é a constante ponderada da tendência;

$y_t$  é a demanda no período t;

$N_t$  é o nível para o período t;

$T_t$  é a tendência para o período t; e

$SET_t$  é a previsão final para o período t.

### Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (SETS) - Holt Winter's

No método de Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade, a demanda é descrita como a composição da componente estacionária da tendência, da sazonalidade e do erro. Ballou (2001) alerta que algumas condições devem ser satisfeitas antes da aplicação dessa técnica: 1) Conhecer as razões para a sazonalidade da demanda; 2) As sazonalidades devem ocorrer nos mesmos períodos todos os anos; e 3) A variação sazonal deve ser maior do que as variações aleatórias (PACHECO, 2007).

$$N_{t+1} = \alpha(y_t / S_{t-L}) + (1 - \alpha)(N_t + T_t) \quad (8)$$

$$T_{t+1} = \beta(N_{t+1} - N_t) + (1 - \beta)T_t \quad (9)$$

$$S_t = \gamma(y_t / N_t) + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (10)$$

$$SETS_{t+1} = (S_{t+1} + T_{t+1})S_{t-L-1} \quad (11)$$

Em que:

T é o período de tempo atual;

L é o período de tempo para uma estação completa;

$\alpha$  é a constante de ponderação exponencial horizontal;

$\beta$  é a constante de ponderação da tendência;

$\gamma$  é a constante de ponderação da sazonalidade;

$y_t$  é a demanda no período t;

$N_t$  é o nível para o período  $t$ ;  
 $T_t$  é a tendência para o período  $t$ ;  
 $S_t$  é a sazonalidade para o período  $t$ ; e  
 $SETS_t$  é a previsão final para o período  $t$ .

A vantagem destes modelos é serem de fácil aplicação, dependendo somente de um parâmetro e sem requererem o armazenamento de uma grande quantidade de observações. A desvantagem reside na pré-fixação do parâmetro e na dificuldade de escolha de um  $\alpha$  que minimize o erro quadrático (DELURGIO, 2008; MAKRIDAKIS et al., 1998).

### 2.3.2.3 Modelos Box-Jenkins

Conforme Morettin e Tolo (2006), uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. Séries temporais são compostas por quatro elementos:

- a) tendência: verifica o sentido de deslocamento da série ao longo de vários anos;
- b) ciclo: movimento ondulatório que ao longo de vários anos tende a ser periódico;
- c) sazonalidade: movimento ondulatório de curta duração, em geral, inferior a um ano, associada, na maioria dos casos, a mudanças climáticas; e
- d) ruído aleatório ou erro: compreende a variabilidade intrínseca aos dados e não pode ser modelado.

Como uma série temporal tem os dados coletados sequencialmente ao longo do tempo, espera-se que ela apresente correlação seriada no tempo. Os modelos de Box-Jenkins, genericamente conhecidos por *Auto Regressive Integrated Moving Averages* (ARIMA) e na literatura em português por Autorregressivos Integrados de Médias Móveis, são modelos matemáticos que visam a captar o comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal, e com base

nesse comportamento realizar previsões futuras. Se essa estrutura de correlação for bem modelada, fornecerá boas previsões (WERNER; RIBEIRO, 2003). Segundo Fava (2000), os modelos ARIMA resultam da combinação de três componentes denominados “filtros”: o componente autorregressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). Uma série pode ser modelada pelos três filtros ou apenas por um subconjunto deles, resultando em vários modelos abordados a seguir.

### Modelos Estacionários

Modelos estacionários são aqueles que assumem que o processo está em “equilíbrio”. Um processo é considerado fracamente estacionário se suas média e variância se mantêm constantes ao longo do tempo, e a função de autocovariância depende apenas da defasagem entre os instantes de tempo. Um processo é fortemente estacionário se todos os momentos conjuntos são invariantes a translações no tempo (WERNER; RIBEIRO, 2003). Podem ser de três tipos:

- a) autorregressivo (AR): a série de dados históricos é descrita por seus valores passados regredidos e pelo ruído aleatório;

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \phi_2 x_{t-2} + \dots + \phi_p x_{t-p} + e_t \quad (12)$$

em que  $x_t$  corresponde à observação da série temporal no tempo;  $t$ ;  $\phi_p$  corresponde ao parâmetro do modelo AR de ordem  $p$ ; e  $e_t$  representa o erro de eventos aleatórios que não podem ser explicados pelo modelo. Para o modelo ser estacionário é necessário que  $|\phi_1| < 1$  e que as autocovariâncias ( $\gamma_k$ ) sejam independentes.

$$\gamma_k = \phi_1^k \gamma_0 \quad (13)$$

as autocorrelações ( $\rho_k$ ) são dadas por:

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \phi_1^k, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (14)$$

- b) modelos de médias móveis (MA): em um modelo de médias móveis, a série resulta da combinação dos ruídos brancos do período atual com aqueles ocorridos em períodos anteriores; e

$$x_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (15)$$

em que  $e_t$  representa o erro de eventos aleatórios que não podem ser explicados pelo modelo e  $\theta_q$  corresponde ao parâmetro do modelo MA de ordem  $q$ . As autocorrelações  $\rho_k$ , que nada mais são do que as autocovariâncias divididas pela variância, são dadas por:

$$\rho_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma_0} = \frac{-\theta_1 \sigma_\varepsilon^2}{(1 - \theta_1^2) \sigma_\varepsilon^2} = \frac{-\theta_1}{(1 + \theta_1^2)} \text{ e } \rho_k = 0 \text{ } k > 1 \quad (16)$$

- c) modelos autorregressivos de médias móveis (ARMA): em alguns casos, pode ser necessário utilizar um grande número de parâmetros em modelos puramente AR ou puramente MA. Nesses casos, é vantajoso misturar os componentes de um modelo AR como os componentes de um modelo MA, gerando, assim, um modelo ARMA. O modelo ARMA (p,q) exigirá um número menor de termos.

$$x_t = \phi_1 x_{t-1} + \dots + \phi_p x_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (17)$$

em que a função de autocorrelação é dada pela seguinte expressão:

$$\rho_k = \phi_1 \rho_{k-1} \text{ para } k > 1 \quad (18)$$

### Modelos Não-Estacionários

Quando uma série temporal apresenta média e variância dependentes do tempo, é porque ela não é estacionária. A não-estacionariedade de uma série implica que: a) há inclinação nos dados e eles não permanecem ao redor de uma linha horizontal ao longo do tempo e/ou b) a variação dos dados não permanece essencialmente constante sobre o tempo, isto é, as flutuações aumentam ou diminuem com o passar do tempo, indicando que a variância está se alterando (WERNER; RIBEIRO, 2003).

Para detectar a não-estacionariedade de uma série, o comportamento temporal pode ser analisado graficamente buscando padrões (a) e (b) ou, então, aplicando os testes estatísticos de raiz unitária. O teste de raiz unitária mais usado é o de Dickey-Fuller.

Como a maioria dos procedimentos de análise estatística de séries temporais supõe que estas sejam estacionárias, será necessário transformá-las,

caso ainda não sejam. Segundo Morettin e Tolo (2006), a transformação mais comum consiste em tomar diferenças sucessivas da série original até obter uma série estacionária.

A primeira diferença de  $Z_t$  é definida por:

$$\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (19)$$

a segunda é dada por:

$$D2Z_t = Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2} \quad (20)$$

Em situações normais, ainda segundo os autores citados, será suficiente tomar uma ou duas diferenças para que a série se torne estacionária. O número de diferenças necessárias para tornar a série estacionária é denominado ordem de integração. A inclusão do termo de ordem de integração permite que sejam utilizados os modelos ARIMA (p,d,q) (WERNER & RIBEIRO, 2003).

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \phi_2 w_{t-2} + \dots + \phi_p w_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (21)$$

em que:

$$w_t = \Delta^d Z_t \quad (22)$$

### Modelos Sazonais

Os modelos ARIMA exploram a autocorrelação entre os valores da série em instantes sucessivos, mas quando os dados são observados em períodos inferiores a um ano, a série também pode apresentar autocorrelação para uma estação de sazonalidades. Os modelos que contemplam as séries que apresentam autocorrelação sazonal são conhecidos como *Seasonal Auto Regressive Integrated Moving Averages* (SARIMA). Os modelos SARIMA contêm uma parte não sazonal, com parâmetros (p,d,q), e uma sazonal, com parâmetros (P,D,Q)<sub>s</sub> (WERNER; RIBEIRO, 2003).

$$\begin{aligned} & (1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) (1 - \phi_1 L^s - \dots - \phi_p L^{ps}) (1 - L)^d (1 - L^s)^D Z_t \\ & = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) (1 - \theta_1 L^s - \dots - \theta_q L^{qs}) e_t \end{aligned} \quad (23)$$

em que:

$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)$  é a parte autorregressiva não-sazonal de ordem  $p$ ;

$(1 - \phi_1 L^s - \dots - \phi_p L^{ps})$  é a parte autorregressiva sazonal de ordem  $P$  e estação sazonal  $s$ ;

$(1 - L)^d$  é parte de integração não-sazonal de ordem  $d$ ;

$(1 - L^s)^D$  é parte de integração sazonal de ordem  $D$  e estação sazonal  $s$ ;

$(1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q)$  é a parte não-sazonal de médias móveis de ordem  $q$ ; e

$(1 - \theta_1 L^s - \dots - \theta_q L^{qs})$  é a parte sazonal de médias móveis de ordem  $Q$  e estação sazonal  $s$ .

#### 2.3.2.4 Modelos Lineares de Regressão Dinâmica

Os modelos de regressão dinâmica serão os representantes dos modelos causais de previsão objetiva neste estudo. Trata-se de regressões de mínimos quadrados ordinários que utilizam diferentes defasagens de seus regressores, dando assim o caráter dinâmico aos mesmos.

Os modelos causais são amplamente utilizados em séries temporais, principalmente em Economia, a partir da área de pesquisa conhecida como Econometria. São modelos mais indicados para previsões de médio e longo prazo (HANKE *et al.*, 2001; ARMSTRONG, 2006).

Uma particularidade dos modelos dinâmicos que merece destaque é que eles podem se apresentar tanto na forma de defasagem distribuída, que utiliza como variáveis explicativas os valores defasados de cada variável independente considerada, como na forma autoregressiva, que utiliza como variáveis explicativas os valores defasados da variável resposta (SOUZA, 2005).



$$\varphi(B)Y_t = \beta X_t + \varepsilon_t \quad (24)$$

$$\varphi(B) = 1 - \varphi_1 B_1 - \varphi_2 B_2 - \dots - \varphi_p B_p \quad (25)$$

Em que:

$\varphi(B)$  é o polinômio autorregressivo de ordem p;

B é o operador de retardo;

$Y_t$  é a variável dependente no instante t;

$\beta$  é o vetor de coeficientes das variáveis causais;

$X_t$  é o vetor de variáveis causais no instante t; e

$\varepsilon_t$  é o ruído aleatório associado ao modelo.

### 2.3.2.5 Modelo *Delphi*

É a técnica na qual um painel de especialistas de diversas áreas é reunido e interrogado por uma sequência de questionários, cujas respostas são usadas para produzir o questionário seguinte. A ideia principal do método é o fluxo da informação, pois toda informação disponível por algum especialista deve ser apresentada a todos. Dessa maneira, todo o conhecimento é reunido, produzindo melhores decisões. Essa técnica elimina o efeito da influência da maioria (HARPER; PIKE, 1969) e foi desenvolvida justamente para corrigir esse problema intrínseco ao Painel de Consenso. O método *Delphi* é composto das seguintes etapas:

- a) seleção dos especialistas, recomendando-se uma equipe multidisciplinar;
- b) previsões de todos os participantes a partir de questionários ou e-mails;
- c) resumo dos resultados e divulgação aos participantes juntamente com novas questões apropriadas;
- d) novo resumo de resultados, com refinamento das previsões e condições e novas perguntas; e
- e) distribuição do resultado final a todos os participantes, se necessário repetição da etapa "d".

De acordo com Chase *et al.* (2005), resultados satisfatórios são obtidos em três meses, mas esse tempo pode variar de acordo com o número de participantes,

do trabalho envolvido para desenvolvimento das previsões e da agilidade na obtenção de resposta.

### 2.3.2.6 Comparação dos Modelos

O Quadro 1 apresenta um resumo com as principais características dos principais modelos estudados neste trabalho, a fim de se ter um painel comparativo para escolha.

Tipo de Método	Técnicas	Horizonte de Tempo	Complexidade do Modelo	Precisão do Modelo	Quantidade de Variáveis
Qualitativo	Delphi	Longo	Média	Variável	Depende
	Média Móvel	Curto	Baixa	Baixa	Poucas
Quantitativo	Suavização Exponencial	Curto	Média	Média	Poucas
	Regressão Dinâmica	Longo	Alta	Alta	Muitas
	Box-Jenkins	Médio	Alta	Alta	Poucas

Quadro 1 - Comparação entre os principais métodos de previsão de demanda

Fonte: O autor.

O Quadro 1 exibe as principais informações para escolha de um modelo de previsão de demanda. O horizonte de tempo refere-se à quantidade de dados necessários, por exemplo, no caso da metodologia *Box-Jenkins*, em que é obrigatório um mínimo de 48 observações. A complexibilidade do modelo para as abordagens quantitativas reflete o arcabouço matemático e estatístico que está por detrás das técnicas e para o caso qualitativo as fases e contextualização da aplicação. A precisão do modelo mostra quais técnicas tem um índice de acuracidade maior. Por fim, a quantidade de variáveis significa quantas variáveis são necessárias para a criação do modelo. No método criado por *Box-Jenkins*, é necessário somente uma. Já no caso da regressão dinâmica, necessita-se de no mínimo duas variáveis, e mesmo assim os resultados podem ser insuficientes pela falta de mais variáveis que expliquem a demanda.

Conforme pode ser observado no Quadro1, o modelo *Box-Jenkins* pré-selecionado para ser utilizado no estudo apresenta um poder de precisão alto, necessita de apenas uma variável e de um número mediano de observações para

atender aos pressupostos estatísticos. A única dificuldade é em relação à sua complexibilidade.

### 2.3.3 Medidas de Avaliação dos Erros

Para avaliação da validade do modelo é importante utilizar-se de alguns indicadores de desempenho, que também são muito úteis na comparação entre modelos. Além da utilidade do erro para a avaliação do método de previsão, ele também é uma informação importante para gerentes de operação, isso ocorre, porque, além da demanda esperada, também precisam saber qual o erro esperado para essa previsão, para avaliação e mitigação do risco.

Os principais indicadores envolvem o erro da previsão. O erro da previsão é definido pela diferença entre o valor observado e o valor previsto no período determinado, equação a seguir.

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{y}_t \quad (26)$$

Em que:

$t$  é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período  $t$ ; e

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período  $t$ .

É fundamental acompanhar dois tipos de erros de previsão: a amplitude e o viés dos erros. A amplitude serve para avaliar a faixa de erro estimada para as previsões e assim os riscos em que elas incorrem. Já a análise do viés dos erros tem a finalidade de melhorar o modelo de previsão, através da identificação de erros sistemáticos na previsão, possibilitando sua correção. Assim, são definidos alguns indicadores para se avaliar a precisão de um método: erro absoluto percentual médio, erro absoluto médio, erro quadrático médio e erro percentual médio. E apenas o indicador erro percentual médio é um indicador de viés, todos os outros medem de alguma forma a amplitude do erro. Para todas essas medidas, quanto menor o indicador, melhor a previsão.

### 2.3.3.1 Erro Absoluto Percentual Médio (MAPE)

O MAPE expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem. É útil, pois permite a comparação entre previsões independentemente dos dados. A fragilidade desta medida está no fato de ser muito sensível a séries temporais com valores de demanda próximos a zero.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|(y_t - \hat{y}_t)|}{y_t}}{n} 100 \quad (27)$$

Em que:

t é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período t;

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período t; e

n é o número de valores coletados.

### 2.3.3.2 Erro Absoluto Percentual Médio Ponderado (WMAPE)

O WMAPE também expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem. O WMAPE busca solucionar as limitações do MAPE com itens de demanda pequena ou nula. Já que não se pode calcular o indicador MAPE para produtos que possuem demanda zero e para itens de demanda pequena, os valores de erro perdem o sentido.

$$WMAPE = \left[ \frac{\sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t)|}{\sum_{t=1}^n y_t} \right] 100 \quad (28)$$

Em que:

t é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período t;

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período t; e

n é o número de valores coletados.

### 2.3.3.3 Erro Absoluto Médio (MAD)

O MAD expressa a acurácia da previsão na mesma unidade da informação, o que facilita a compreensão gerencial do impacto do erro de previsão. Sua restrição se encontra no fato de o valor da média não ser independente da faixa de valores da série temporal, impedindo comparações entre séries.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n} \quad (29)$$

Em que:

t é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período t;

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período t; e

n é o número de valores coletados.

### 2.3.3.4 Erro Quadrático Médio (MSD)

O MSD expressa a acurácia da previsão pela soma do quadrado do erro. Por isso é um indicador muito mais sensível ao erro. Pode ser usado para a comparação de valores entre modelos. Seu problema de utilização é ser sensível a demandas pontuais distantes da média.

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (30)$$

Em que:

t é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período t;

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período t; e

n é o número de valores coletados.

### 2.3.3.5 Erro Percentual Médio (MPE)

O MPE é um indicador de cálculo similar ao MAPE. Porém a finalidade do MPE é analisar o viés da previsão. É útil na identificação de erros sistemáticos de previsão e deve ser usado no seu processo de melhoria. Seu problema é que só serve para medir os erros sistemáticos da série.

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n y_t - \hat{y}_t}{n} 100 \quad (31)$$

Em que:

T é o período de tempo;

$y_t$  é o valor da demanda real no período t;

$\hat{y}_t$  é o valor da previsão no período t; e

n é o número de valores coletados.

A princípio, todas as medidas de erro são importantes para avaliar os modelos. Entretanto, as duas medidas que mais se destacam são o MAD, que expressa a acurácia da previsão na mesma unidade da informação, e o MAPE, que expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem.

Para este tipo de estudo, o modelo mais adequado ao problema de pesquisa é o método Box-Jenkins, que, por apresentar um poder de precisão alto, necessita de apenas uma variável e de um número mediano de observações para atender aos pressupostos estatísticos.

### 3. METODOLOGIA

O estudo tem por finalidade delinear um modelo de previsão de demanda para peças de reposição de alto giro de máquinas agrícolas e de construção a partir da metodologia *Box-Jenkins*, proporcionando, assim, estimar com maior acurácia a demanda de peças de reposição para um período um ano, conforme necessidade da empresa Alfa.

Este capítulo ressalta os procedimentos metodológicos necessários para atingir os objetivos geral e específico.

Segundo Silva e Menezes (2000), as pesquisas podem ser classificadas de quatro modos distintos: (1) quanto à natureza; (2) quanto à forma de abordagem ao problema; (3) quanto aos objetivos da pesquisa; e (4) quanto aos procedimentos técnicos utilizados.

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo discorrer teoricamente sobre logística e previsão de demanda e identificar os principais modelos que se enquadram no escopo do estudo, desta forma, gerando vantagem competitiva para as empresas que utilizarem a metodologia desenvolvida. Para Jung (2004), a pesquisa aplicada busca empregar conhecimentos básicos visando a gerar produtos, processos e conhecimentos com finalidades imediatas.

Em relação à forma de abordagem ao problema, por trabalhar com modelagem estatística avançada e estatística descritiva, a pesquisa é considerada quantitativa.

A presente pesquisa, quanto aos objetivos, tem características de uma pesquisa eminentemente exploratória, pois envolve procedimentos de pesquisa bibliográfica, seguidos de procedimento de entrevista. As pesquisas exploratórias visam a proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo. Este tipo de pesquisa é desenvolvido sobre um problema com pouco ou nenhum estudo anterior a seu respeito.

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa caracteriza-se fundamentalmente por “levantamento”, entrevistas e estudo de caso. A pesquisa também pode ser caracterizada como uma pesquisa operacional, dado que tem o

objetivo de investigar de forma sistemática e racional os processos avaliados, buscando a melhor opção para a tomada de decisões.

No plano deste trabalho, foi estudada apenas a perspectiva de peças de reposição de alto giro de classe “A” dentro da organização Alfa, por se tratar de um inventário com 4.000 itens que correspondem a 45 milhões de reais e tem mais de 20 milhões de peças. Estas peças, por serem de alto giro, normalmente com custo baixo e pequeno volume físico não recebem prioridade de tratamento e análise, ficando alocadas no estoque.

A identificação das principais variáveis que explicam a demanda foi feita em três etapas. A primeira consistiu em buscar, na literatura acadêmica, estudos com foco em previsão de demanda e aplicações destas técnicas. Nesta etapa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, consultando-se livros, manuais, anais de congressos, dissertações, teses e periódicos em bases de dados diversas. Já a segunda etapa se baseou em levantamento de dados junto a um grupo de especialistas em modelos de previsão de demanda. Foram feitas anotações e consultas sobre modelagem e tratamento dos dados. A última etapa consistiu em entrevistas semiestruturadas com alguns elementos chave na organização estudada, a fim de entender melhor os aspectos observados nas duas fases anteriores.

A modelagem dos dados foi realizada com o auxílio de técnicas estatísticas de previsão, mais especificamente, com análise de séries temporais a partir dos modelos ARIMA. Como os modelos apresentaram sazonalidade dos dados, foi utilizado o modelo SARIMA, que é um modelo ARIMA sazonal. Segundo Morettin e Toloí (2006), o modelo SARIMA é utilizado quando existe autocorrelação significativa em *lags*<sup>1</sup> sazonais, isto significa que há necessidade de se considerar uma sazonalidade estocástica.

Para a modelagem, foram utilizados dados mensais referentes ao período de quatro anos e meio das variáveis selecionadas. Foi extraída uma amostra aleatória de 30 peças de reposição do inventário, escolhidas seguindo dois critérios básicos: somente as peças de alto giro e classe “A” e as peças que tiveram pelo menos uma demanda em cada período. Esta segunda condição se faz necessária para que não seja violado nenhum pressuposto estatístico da modelagem ARIMA. A escolha

---

<sup>1</sup> Defasagem entre períodos de tempo.



destes parâmetros se deve ao fato de que para existir normalidade, ou seja, os dados se adequarem a uma distribuição normal de probabilidade, o número mínimo para que um dos pressupostos seja atendido é 30. A utilização de técnicas e testes estatísticos paramétricos só é possível se for garantido que os dados sejam provenientes de uma distribuição normal. Com relação às 54 observações (dados mensais de quatro anos e meio), são uma imposição da metodologia *Box & Jenkins* devido a ela ser baseada em alguns resultados fortemente assintóticos. Segundo os autores, é necessário um mínimo de 50 observações para que seja possível criar os modelos e efetuar previsões com acuidade. Os 4 períodos restantes serão utilizados para validar as previsões.

Após a criação dos modelos de previsão de demanda, foram realizadas a previsão de quatro meses e sua validação. A avaliação dos modelos ocorreu de duas formas: na primeira, testando os parâmetros dos modelos e verificando se são significativos ou não; na segunda, foi confrontando o valor previsto com o valor observado, gerando uma medida de erro. A partir desta medida, pode-se concluir sobre a eficiência da previsão de demanda do estudo.

## 4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi delineado com o objetivo de gerar uma contribuição à empresa pesquisada e ao meio acadêmico, procurando, por meio de previsão de demanda, determinar uma metodologia alternativa para o gerenciamento do estoque de alto giro.

Este capítulo está dividido da seguinte forma:

A seção 4.1 mostra a organização do estudo. Na seção 4.2, encontram-se as características das peças de reposição e as informações pertinentes à demanda dos produtos durante o período especificado para o estudo. A seção 4.3 mostra o procedimento de modelagem utilizando a metodologia *Box-Jenkins*. A seção 4.4 promove a comparação entre os resultados obtidos pelo método sugerido neste trabalho e os resultados do *software* utilizado pela empresa. Finalmente, a seção 4.5 traz a análise dos resultados.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A organização em que é conduzido este estudo de caso é uma empresa multinacional fabricante de máquinas agrícolas e equipamentos para construção. O estudo será feito especificamente no negócio de peças de reposição. Seus produtos comercializados são peças de reposição, e seus clientes são os concessionários de máquinas agrícolas e de construção. Os concessionários vendem estas peças de reposição para os clientes finais, ou seja, agricultores, construção civil etc.

A empresa possui aproximadamente três mil funcionários, dispersos em alguns países da América Latina. Especificamente para o negócio de peças de reposição, o número de colaboradores é de aproximadamente 500.

Um dos custos mais importantes no balanço patrimonial da empresa estudada é referente ao inventário de peças de reposição nos centros de distribuição. Este estoque está dividido em peças novas e peças de alto, médio, baixo e baixíssimo giro. Cada vez mais a organização está buscando estratégias para reduzir o inventário, mantendo o serviço nos níveis atuais.

A estrutura para tomada de decisões estratégicas quanto ao planejamento do inventário de peças de reposição está baseada no sistema *Enterprise Resourcing Planning* (ERP) da companhia. Por meio de algoritmos padronizados (suavização exponencial), são efetuadas as reposições de estoque, bem como o estoque de segurança necessário para o planejamento de aproximadamente 130 mil itens com inventário, que representam em torno de R\$ 200 milhões.

Por questões sigilosas, o nome da empresa, concessionários e modelo de máquinas foram alterados para este estudo de caso. Para a empresa, foi considerado o nome “ALFA”, e para os concessionários e modelos de máquinas foram aplicados nomes fictícios.

## 4.2 FASE EXPLORATÓRIA

Uma das ideias iniciais para verificar a relevância do estudo foi entrevistar colaboradores da empresa Alfa que atuam diretamente na área de gestão de estoques. O foco inicial era o inventário de peças de reposição, ou seja, como eram feitas as previsões de demanda para este tipo de peças. Neste primeiro contato, foi feita uma entrevista com o diretor de planejamento de inventário, buscando entender como a empresa Alfa gerenciava o seu estoque de médio e alto giro e o estoque de peças novas, identificando a representatividade tanto financeira como em quantidade de itens.

Na entrevista, o colaborador informou que o gerenciamento do estoque ocorre com base no que o ERP da empresa fornece, ou seja, o ERP calcula baseando-se em um algoritmo a quantidade que você deve comprar ou deixar de comprar. O sistema usa a análise da série histórica para quantificar qualquer componente de tendência ou sazonalidade que possa estar presente e para determinar o comportamento estatístico de cada produto. O modelo usado é extrapolativo, isto é, a demanda futura é totalmente deduzida da série histórica. O modelo de previsão deve ser suprido com demandas do tipo repetitivo, isto é, com demandas da peça que possam ser reconhecidas pela organização de vendas. Demandas pertencentes a contratos, vendas especiais, ou outras não são consideradas para definição da previsão. Uma dúvida que surgiu nesta conversa foi qual o método estatístico que

está sendo empregado no *software*. O diretor não soube responder, mas forneceu o manual do programa. Ao analisar o documento fornecido, foi possível verificar que a técnica estatística empregada no *software* é a suavização exponencial. Esta técnica, como já descrita, tem uma grande vantagem relacionada com a facilidade de aplicação, contudo não fornece previsões com um alto índice de confiabilidade.

Outra dúvida que surgiu foi relacionada à quantidade de peças em estoque. Em alguns casos, o estoque chegava a ser 30 vezes maior do que a média das últimas demandas geradas pelo *software*. Ao ser questionado, o colaborador respondeu que “teoricamente” o estoque de segurança seria de 10% a mais do que a demanda, contudo, como as previsões em alguns casos estavam totalmente fora da realidade do mercado de peças, o controle do estoque era feito manualmente por especialistas da empresa em demanda.

Diante desta situação, verificou-se que a utilização de modelos matemáticos pouco sofisticados para o gerenciamento de alto giro poderia não ser suficiente, bem como não disponibilizaria informações importantes e oportunas para o gerenciamento de alto giro. Este foi o primeiro sinal evidente que demonstrou uma oportunidade no tratamento do estoque de alto giro.

Em um segundo momento, buscou-se identificar a representatividade financeira e física do inventário de alto giro, bem como a classificação do estoque na empresa que pode ser observada no Quadro 2.

Classificação na empresa Alfa	Quantidade de pedidos atendidos em 1 ano		Classe
	Mínimo	Máximo	
<b>Alto Giro</b>	<b>64</b>	<b>∞</b>	<b>A</b>
	26	64	B
	16	26	C
	11	16	D
Médio Giro	7	11	E
	6	7	F
	5	6	G
	4	5	H
Baixo Giro	2	4	I
	1	2	J
	0	1	K
Baixíssimo Giro	0	0	L

Quadro 2 – Classificação do inventário  
Fonte: O autor.

O inventário de alto giro e classe “A” tem aproximadamente 4 mil itens que correspondem a R\$ 45 milhões. Com relação à representatividade da quantidade de itens em relação ao seu total, percebe-se que é de apenas 3%, entretanto, quando se verifica a perspectiva financeira, a representatividade do inventário de alto giro é de 23%. Os estoques têm cerca de 20 milhões de peças de alto giro, classe “A”. Estes dados evidenciam a relevância de um estudo científico a respeito do assunto, conforme pode ser observado nos próximos tópicos.

#### 4.3 ESPECIFICAÇÃO DOS MODELOS DE DISTRIBUIÇÃO DAS PEÇAS

Para cada uma das peças de reposição, foi feita a modelagem dos dados, utilizando-se somente de sua série histórica de demanda, possibilitando verificar as medidas de erro associadas e os modelos *Box-Jenkins* enfocados no capítulo 2.

Os gráficos da função de autocorrelação (FAC) e função da autocorrelação parcial (FACP) e papel de probabilidade, estimativas dos parâmetros dos modelos selecionados, formulação dos testes de adequação, ajuste da série histórica em função da sazonalidade e determinação do modelo adequado ao estudo foram feitos por meio do *software* Statgraphics Centurion (2006).

Na análise da adequação dos modelos, foi considerada a sazonalidade anual, conforme havia sido informado pelos colaboradores da organização na fase de entrevistas. Para cada peça, foi feita uma análise de tendência da série que confirmou a presença de sazonalidade anual.

O Quadro 3 mostra os modelos estimados para cada peça de reposição. Neste estudo, é possível verificar que todos os modelos possuem a parte sazonal intrínseca em sua formulação. A maioria das peças se ajustou melhor com a utilização de uma constante em sua composição, entretanto, para uma minoria das peças, o fator constante prejudicou o modelo e foi retirado.

Peça	Modelos Estimados
A001	ARIMA(1,0,1)x(0,0,5) <sub>12</sub> com constante
A002	ARIMA(0,0,6)x(1,0,6) <sub>12</sub> com constante
A003	ARIMA(0,1,0)x(4,1,0) <sub>12</sub> com constante
A004	ARIMA(0,0,2)x(5,0,0) <sub>12</sub> com constante
A005	ARIMA(0,1,0)x(4,1,1) <sub>12</sub> com constante
A006	ARIMA(0,0,0)x(1,1,5) <sub>12</sub>
A007	ARIMA(2,0,0)x(3,1,0) <sub>12</sub>
A008	ARIMA(0,0,0)x(0,0,5) <sub>12</sub> com constante
A009	ARIMA(0,1,0)x(3,1,0) <sub>12</sub> com constante
A010	ARIMA(0,0,1)x(5,0,0) <sub>12</sub> com constante
A011	ARIMA(1,0,0)x(5,0,0) <sub>12</sub> com constante
A012	ARIMA(0,0,0)x(2,1,2) <sub>12</sub> com constante
A013	ARIMA(0,1,1)x(0,1,3) <sub>12</sub>
A014	ARIMA(1,1,1)x(1,0,3) <sub>12</sub>
A015	ARIMA(2,1,0)x(1,0,2) <sub>12</sub>
A016	ARIMA(2,1,0)x(2,1,1) <sub>12</sub>
A017	ARIMA(2,0,1)x(2,0,0) <sub>12</sub> com constante
A018	ARIMA(0,0,1)x(2,0,5) <sub>12</sub> com constante
A019	ARIMA(0,0,0)x(0,1,4) <sub>12</sub> com constante
A020	ARIMA(2,1,0)x(3,1,0) <sub>12</sub>
A022	ARIMA(2,0,0)x(3,1,0) <sub>12</sub> com constante
A024	ARIMA(0,0,2)x(0,1,3) <sub>12</sub> com constante
A026	ARIMA(0,0,0)x(0,1,3) <sub>12</sub> com constante
A029	ARIMA(0,0,0)x(0,1,4) <sub>12</sub> com constante
A030	ARIMA(2,1,0)x(3,1,0) <sub>12</sub>
A031	ARIMA(0,0,0)x(0,1,2) <sub>12</sub> com constante
A032	ARIMA(0,0,0)x(1,0,2) <sub>12</sub> com constante
A035	ARIMA(2,0,2)x(2,1,0) <sub>12</sub> com constante
A038	ARIMA(0,0,3)x(3,0,4) <sub>12</sub> com constante
A040	ARIMA(2,0,0)x(3,1,0) <sub>12</sub> com constante

Quadro 3: Modelos estimados

Fonte: O autor.

O Quadro 4 traz a estimativa para os parâmetros associados aos modelos de cada peça do Quadro 3. Todos os modelos apresentaram um grande número de parâmetros estimados, isso ocorreu por dois motivos: primeiro, pelo fato de a série histórica ser relativamente pequena; segundo, porque as peças apresentavam sazonalidade, e ao tratar este ciclo sazonal no modelo, faz-se necessária a utilização de mais parâmetros, praticamente o dobro do que é utilizado em um modelo não sazonal.

Estimativa dos Parâmetros	Peças									
	A001	A002	A003	A004	A005	A006	A007	A008	A009	A010
AR(1)	0,9998	-	-	-	-	-	0,2631	-	-	-
AR(2)	-	-	-	-	-	-	-1,0000	-	-	-
MA(1)	0,8792	-0,8375	-	-0,3047	-	-	-	-	-	0,0474
MA(2)	-	-0,9115	-	-0,0488	-	-	-	-	-	-
MA(3)	-	-0,7696	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(4)	-	-0,4027	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	0,0313	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	-0,5457	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	-	0,4460	-0,4865	-0,2060	-0,8154	-0,9617	-0,3285	-	-0,0745	-0,3816
SAR(2)	-	-	0,0000	-0,3482	0,0000	-	0,3285	-	0,0745	-0,0738
SAR(3)	-	-	0,4865	0,3482	0,8154	-	1,0000	-	1,0000	0,0738
SAR(4)	-	-	1,0000	0,2060	1,0000	-	-	-	-	0,3816
SAR(5)	-	-	-	1,0000	-	-	-	-	-	1,0000
SMA(1)	-0,1855	0,1705	-	-	0,0000	-1,2514	-	0,3971	-	-
SMA(2)	-0,6426	0,6168	-	-	-	-0,3630	-	0,3119	-	-
SMA(3)	0,6760	-0,1617	-	-	-	0,8828	-	0,3055	-	-
SMA(4)	0,1927	0,6102	-	-	-	1,0455	-	0,3789	-	-
SMA(5)	0,5618	0,0933	-	-	-	0,4588	-	-0,6541	-	-
SMA(6)	-	-0,5797	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	35,5018	58,1006	-2,9936	833,8740	-2,4135	-	-	1.292,2600	10,1325	136,2800
Constant	0,0083	32,1854	0,0000	0,0000	0,0000	-	-	1.292,2600	0,0000	0,0000
	A011	A012	A013	A014	A015	A016	A017	A018	A019	A020
AR(1)	0,2233	-	-	-0,7340	-0,8175	-0,9808	0,5966	-	-	-1,4515
AR(2)	-	-	-	-	-0,5120	-0,6150	0,4202	-	-	-1,0000
MA(1)	-	-	1,0019	0,1262	-	-	0,8331	-0,2673	-	-
MA(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	-0,3724	-0,2276	-	1,1385	0,6628	0,0609	-0,0480	-1,1342	-	0,2105
SAR(2)	0,1264	-0,6516	-	-	-	0,9932	0,7996	-1,0739	-	-0,2105
SAR(3)	-0,1264	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0000
SAR(4)	0,3724	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(5)	1,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(1)	-	1,4980	0,6945	1,9106	0,6206	0,5321	-	-1,6227	1,9403	-
SMA(2)	-	-0,9180	0,6214	-1,4315	-0,7793	-	-	-1,0057	-1,9130	-
SMA(3)	-	-	-0,6070	0,5429	-	-	-	0,5026	1,0821	-
SMA(4)	-	-	-	-	-	-	-	1,2242	-0,2902	-
SMA(5)	-	-	-	-	-	-	-	0,6298	-	-
SMA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	44,3685	-235,9110	-	-	-	-	-2.422,0700	559,5600	-27,5606	-
Constant	0,0000	-443,3290	-	-	-	-	10,0939	1.795,1000	-27,5606	-
	A022	A024	A026	A029	A030	A031	A032	A035	A038	A040
AR(1)	-0,9537	-	-	-	-1,1276	-	-	-0,1951	-	-1,2234
AR(2)	-1,0000	-	-	-	-1,0000	-	-	-0,8593	-	-1,0000
MA(1)	-	0,4391	-	-	-	-	-	1,5188	0,0864	-
MA(2)	-	0,5659	-	-	-	-	-	-0,5931	0,2137	-
MA(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,3682	-
MA(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	-0,0648	-	-	-	-0,5918	-	1,3297	-1,6025	0,3703	-0,5356
SAR(2)	0,0648	-	-	-	0,5918	-	-	-0,9997	0,2151	0,5356
SAR(3)	1,0000	-	-	-	1,0000	-	-	-	1,6352	1,0000
SAR(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(1)	-	1,6461	1,7274	1,0711	-	1,4283	1,6535	-	-0,1934	-
SMA(2)	-	-1,2044	-1,3334	0,1997	-	-0,6373	-0,4768	-	0,5840	-
SMA(3)	-	0,3766	0,4420	-0,9488	-	-	-	-	1,4906	-
SMA(4)	-	-	-	0,4798	-	-	-	-	0,9266	-
SMA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	220,7180	105,0380	-106,9310	-38,0463	-	-231,5830	1.411,1200	-266,4570	3.419,4400	531,7410
Constant	0,0000	105,0380	-106,9310	-38,0463	-	-231,5830	-465,2740	-1.971,8200	-4.174,1500	0,0000

Quadro 4: Estimativa dos parâmetros

Fonte: O autor.

P-valor dos Parâmetros	Peças									
	A001	A002	A003	A004	A005	A006	A007	A008	A009	A010
AR(1)	0,0000	-	-	-	-	-	0,0000	-	-	-
AR(2)	-	-	-	-	-	-	0,0000	-	-	-
MA(1)	0,0000	0,0000	-	0,0000	-	-	-	-	-	0,0000
MA(2)	-	0,0000	-	0,0000	-	-	-	-	-	-
MA(3)	-	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(4)	-	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	0,7437	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	0,0003	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	-	0,0787	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	0,0000
SAR(2)	-	-	0,4685	0,0000	0,4472	-	0,0000	-	0,0000	0,0000
SAR(3)	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	-	0,0000	0,0000
SAR(4)	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-	-	-	-	0,0000
SAR(5)	-	-	-	0,0000	-	-	-	-	-	0,0000
SMA(1)	0,2532	0,4953	-	-	0,6036	0,0000	-	0,0058	-	-
SMA(2)	0,0000	0,0000	-	-	-	0,0204	-	0,0191	-	-
SMA(3)	0,0000	0,4631	-	-	-	0,0000	-	0,0235	-	-
SMA(4)	0,1370	0,0000	-	-	-	0,0000	-	0,0033	-	-
SMA(5)	0,0000	0,5221	-	-	-	0,0001	-	0,0000	-	-
SMA(6)	-	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	0,0679	0,0461	0,0000	0,0000	0,0000	-	-	0,0000	0,0000	0,0000
Constant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	A011	A012	A013	A014	A015	A016	A017	A018	A019	A020
AR(1)	0,0000	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	-	-	0,0000
AR(2)	-	-	-	-	0,0001	0,0003	0,0048	-	-	0,0000
MA(1)	-	-	0,0000	0,4990	-	-	0,0000	0,1046	-	-
MA(2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	0,0000	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,1561	0,4945	0,0000	-	0,0000
SAR(2)	0,0000	0,0000	-	-	-	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000
SAR(3)	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0000
SAR(4)	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(5)	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(1)	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	-	0,0000	0,0000	-
SMA(2)	-	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	-	-	0,0000	0,0000	-
SMA(3)	-	-	0,0000	0,0000	-	-	-	0,0009	0,0000	-
SMA(4)	-	-	-	-	-	-	-	0,0000	0,0003	-
SMA(5)	-	-	-	-	-	-	-	0,0000	-	-
SMA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	0,0000	0,0000	-	-	-	-	0,6147	0,0000	0,0014	-
Constant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	A022	A024	A026	A029	A030	A031	A032	A035	A038	A040
AR(1)	0,0000	-	-	-	0,0000	-	-	0,0245	-	0,0000
AR(2)	0,0000	-	-	-	0,0000	-	-	0,0000	-	0,0000
MA(1)	-	0,0042	-	-	-	-	-	0,0000	0,6006	-
MA(2)	-	0,0006	-	-	-	-	-	0,0000	0,1304	-
MA(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0050	-
MA(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(1)	0,0000	-	-	-	0,0000	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SAR(2)	0,0000	-	-	-	0,0000	-	-	0,0000	0,0006	0,0000
SAR(3)	0,0000	-	-	-	0,0000	-	-	-	0,0000	0,0000
SAR(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAR(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(1)	-	0,0000	0,0000	0,0000	-	0,0000	0,0000	-	0,0661	-
SMA(2)	-	0,0000	0,0000	0,1292	-	0,0000	0,0016	-	0,0000	-
SMA(3)	-	0,0002	0,0000	0,0000	-	-	-	-	0,0000	-
SMA(4)	-	-	-	0,0000	-	-	-	-	0,0000	-
SMA(5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SMA(6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	-	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Constant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 5: P-Valor dos parâmetros

Fonte: O autor.



No Quadro 5 encontram-se os resultados de significância das estimativas dos parâmetros. Nota-se que praticamente todas as estimativas de todas as peças de reposição foram significativas, o que indica, em um primeiro momento, que os modelos são satisfatórios e possuem um índice razoável de acurácia. No caso das estimativas que não foram significativas, elas são necessárias para que o modelo em si seja significativo. Nestes casos, buscaram-se outros ajustes e alternativas de modelagem, que não foram bem-sucedidos. No decorrer deste trabalho, será possível verificar que os modelos estimados se apresentaram conforme o esperado, mesmo com estas limitações nos parâmetros.

No Quadro 6, são informadas as estatísticas das medidas de erro para cada peça modelada.

Estatística de Erro	Peça									
	A001	A002	A003	A004	A005	A006	A007	A008	A009	A010
MSD	15,8684	30,1005	0,0000	0,0000	0,0000	48,3859	0,0000	472,2590	0,0000	0,0000
MAD	10,1255	18,9023	0,0000	0,0000	0,0000	31,4430	0,0000	321,2930	0,0000	0,0000
MAPE	23,1569	49,5428	0,0000	0,0000	0,0000	15,7671	0,0000	37,4577	0,0000	0,0000
MPE	-14,0433	-18,8208	0,0000	0,0000	0,0000	-7,8114	0,0000	-20,4722	0,0000	0,0000
	A011	A012	A013	A014	A015	A016	A017	A018	A019	A020
MSD	0,0000	197,8650	98,9356	62,8847	123,1190	97,5418	296,9920	134,0580	64,5880	0,0000
MAD	0,0000	138,5600	69,8733	46,7335	93,7209	66,0333	184,2400	90,4969	48,2464	0,0000
MAPE	0,0000	83,2558	24,8301	22,8231	29,8497	49,4123	42,1712	25,0356	24,5142	0,0000
MPE	0,0000	35,2709	-3,9573	3,3400	-14,9066	-14,6800	-7,2471	-7,4011	-3,0140	0,0000
	A022	A024	A026	A029	A030	A031	A032	A035	A038	A040
MSD	0,0000	312,0430	168,2860	49,9922	0,0000	295,3870	383,5770	454,3990	1223,5400	0,0000
MAD	0,0000	233,5780	124,5430	34,7604	0,0000	178,9680	295,6930	259,5600	883,0610	0,0000
MAPE	0,0000	27,4221	26,7273	11,3700	0,0000	35,8723	22,0983	12,6760	37,7165	0,0000
MPE	0,0000	-3,9150	-7,7712	-2,0853	0,0000	-7,3541	-3,5081	-3,9532	-7,3551	0,0000

Quadro 6: Medidas de erro

Seguindo a metodologia de análise de erro descrita no capítulo anterior, muitas das medidas de erro resultaram em valores próximos de zero. As duas estatísticas mais interessantes a serem observadas no Quadro 6 são o “MAD” e o “MAPE”. O MAD expressa a acurácia da previsão na mesma unidade da informação, o que facilita a compreensão gerencial do impacto do erro de previsão; e o MAPE expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem. As estatísticas de MAD, que apresentaram grandes valores, são referentes a peças que possuem grandes quantidades demandadas na série histórica. Com relação aos resultados da estatística MAPE, a única preocupação foi para a peça A012, entretanto, ao voltar ao Quadro 5, verifica-se que todos os parâmetros do modelo desta peça foram extremamente significativos. A subseção abaixo irá apresentar os resultados obtidos com a utilização dos modelos expostos anteriormente.

#### 4.4 COMPARAÇÕES ENTRE O MODELO PROPOSTO, O MODELO UTILIZADO PELA ORGANIZAÇÃO ALFA E OS RESULTADOS REAIS

O estudo foi conduzido utilizando 52 observações da série histórica de demanda bem como suas projeções para estoque de segurança. As 48 observações iniciais foram utilizadas para elaboração e desenvolvimento dos modelos. O cálculo das medidas de erro, as estimativas dos parâmetros e os testes de significância aconteceram sobre esta série de dados. Os dados das 4 observações restantes da série histórica serviram para medir a efetividade dos modelos e comparar com as projeções obtidas pelo *software* utilizado pela empresa Alfa. Em resumo, têm-se as seguintes informações para cada um dos quatro períodos: a demanda projetada pela empresa Alfa, a demanda projetada pela proposta deste estudo, a demanda real, o estoque de segurança projetado pela empresa Alfa, o estoque de segurança projetado pela proposta deste estudo e somente para o quarto período o estoque real. Esta limitação sobre a informação somente do último mês de estoque se deu por conta de o sistema utilizado pela empresa Alfa não possuir uma funcionalidade para registro deste tipo de informação, desta forma não gerando uma base histórica.

Nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 encontram-se as informações descritas no parágrafo anterior. A Tabela 1 informa os resultados para o primeiro período; a Tabela 2, para o segundo período; a Tabela 3, para o terceiro; e, por fim, a Tabela 4 traz as informações do quarto período.

Tabela 1: Demandas e estoque projetado para o primeiro período

Peça	Custo Unitário	Demanda Projetada Empresa P1	Estoque Projetado Empresa P1	Demanda Projetada Proposta P1	Estoque Projetado Proposto P1	Demanda Real P1
A001	R\$ 574,92	24	26	36	94	31
A002	R\$ 193,55	12	13	21	179	19
A003	R\$ 60,71	182	200	165	165	150
A004	R\$ 59,48	566	623	834	834	756
A005	R\$ 44,52	96	106	88	88	95
A006	R\$ 43,62	252	277	39	265	65
A007	R\$ 37,14	501	551	524	524	608
A008	R\$ 34,55	1.828	2.011	554	2.402	995
A009	R\$ 31,92	126	139	132	132	95
A010	R\$ 31,25	113	124	136	136	140
A011	R\$ 30,26	70	77	44	44	60
A012	R\$ 29,75	355	391	726	1.244	615
A013	R\$ 26,71	176	194	224	539	210
A014	R\$ 26,50	211	232	202	346	155
A015	R\$ 24,85	230	253	116	417	98
A016	R\$ 23,77	195	215	137	340	144
A017	R\$ 22,04	191	210	71	698	45
A018	R\$ 18,13	679	747	680	1.091	675
A019	R\$ 17,75	142	156	217	409	243
A020	R\$ 17,24	2.271	2.498	2.269	2.269	2.010
A022	R\$ 15,74	882	970	173	173	199
A024	R\$ 14,04	881	969	1.168	1.998	835
A026	R\$ 12,20	415	457	921	1.487	807
A029	R\$ 10,30	264	290	241	429	249
A030	R\$ 9,51	1.126	1.239	1.220	1.220	1.214
A031	R\$ 8,01	146	161	334	1.108	255
A032	R\$ 7,95	1.737	1.911	1.834	2.646	1.856
A035	R\$ 7,33	2.909	3.200	2.529	3.457	2.590
A038	R\$ 6,27	2.857	3.143	991	3.937	689
A040	R\$ 5,07	3.861	4.247	3.177	3.177	3.265
<b>Total</b>	-	<b>23.298</b>	<b>25.630</b>	<b>19.803</b>	<b>31.848</b>	<b>19.168</b>

Fonte: O autor.

Na Tabela 1 nota-se que a quantidade demandada projetada pelos modelos propostos neste estudo é muito próxima em geral da quantidade demandada na realidade. Comparando o estoque proposto projetado com a demanda real, verifica-se que pouquíssimos clientes não seriam atendidos por falta de peças no estoque.

Outra conclusão que pode ser extraída da Tabela 1 é que o *software* utilizado pela empresa Alfa projeta em torno de 20% a mais de peças e propõe um estoque de segurança que deixaria aproximadamente 5% das demandas sem a peça necessária.

Tabela 2: Demandas e estoque projetado para o segundo período

Peça	Custo Unitário	Demanda Projetada Empresa P2	Estoque Projetado Empresa P2	Demanda Projetada Proposta P2	Estoque Projetado Proposto P2	Demanda Real P2
A001	R\$ 574,92	43	47	47	105	43
A002	R\$ 193,55	13	14	11	206	16
A003	R\$ 60,71	268	295	162	162	154
A004	R\$ 59,48	642	706	834	834	969
A005	R\$ 44,52	103	113	49	49	45
A006	R\$ 43,62	286	315	493	719	421
A007	R\$ 37,14	556	612	689	689	756
A008	R\$ 34,55	1.137	1.251	1.628	3.477	1.498
A009	R\$ 31,92	69	76	45	45	54
A010	R\$ 31,25	76	84	136	136	125
A011	R\$ 30,26	87	96	44	44	80
A012	R\$ 29,75	260	286	623	1.141	779
A013	R\$ 26,71	216	238	302	617	261
A014	R\$ 26,50	372	409	420	565	400
A015	R\$ 24,85	179	197	150	456	170
A016	R\$ 23,77	260	286	490	693	449
A017	R\$ 22,04	190	209	210	865	216
A018	R\$ 18,13	457	503	307	733	305
A019	R\$ 17,75	246	271	366	558	350
A020	R\$ 17,24	2.037	2.241	3.089	3.089	2.852
A022	R\$ 15,74	1.184	1.302	199	199	303
A024	R\$ 14,04	1.182	1.300	1.708	2.614	1.342
A026	R\$ 12,20	428	471	326	893	371
A029	R\$ 10,30	247	272	159	348	178
A030	R\$ 9,51	1.557	1.713	1.944	1.944	1.680
A031	R\$ 8,01	145	160	23	797	37
A032	R\$ 7,95	1.505	1.656	1.625	2.436	1.601
A035	R\$ 7,33	2.676	2.944	3.407	5.248	3.188
A038	R\$ 6,27	4.512	4.963	4.275	7.232	4.376
A040	R\$ 5,07	4.761	5.237	3.039	3.039	3.450
<b>Total</b>	-	<b>25.694</b>	<b>28.267</b>	<b>26.800</b>	<b>39.923</b>	<b>26.469</b>

Fonte: O autor.

Os resultados obtidos para o segundo período, Tabela 2, seguem os mesmos princípios da análise feita anteriormente para o primeiro momento, com uma pequena alteração: os erros, comparando a demanda projetada pela empresa e proposta com a demanda real, diminuíram, e o estoque de segurança projetado pela empresa e o proposto comparado com a demanda real aumentou, entretanto, as conclusões são as mesmas, ou seja, o modelo proposto obteve erros absolutos menores.

Tabela 3: Demandas e estoque projetado para o terceiro período

Peça	Custo Unitário	Demanda Projetada Empresa P3	Estoque Projetado Empresa P3	Demanda Projetada Proposta P3	Estoque Projetado Proposto P3	Demanda Real P3
A001	R\$ 574,92	29	32	3	62	5
A002	R\$ 193,55	11	12	28	279	30
A003	R\$ 60,71	414	455	549	549	460
A004	R\$ 59,48	496	546	834	834	867
A005	R\$ 44,52	91	100	68	68	75
A006	R\$ 43,62	304	334	194	420	215
A007	R\$ 37,14	567	624	1.001	1.001	814
A008	R\$ 34,55	1.591	1.750	1.262	3.111	1.312
A009	R\$ 31,92	76	84	165	165	134
A010	R\$ 31,25	78	86	136	136	151
A011	R\$ 30,26	90	99	44	44	50
A012	R\$ 29,75	188	207	48	566	35
A013	R\$ 26,71	236	260	532	848	488
A014	R\$ 26,50	565	622	555	737	478
A015	R\$ 24,85	272	299	188	511	200
A016	R\$ 23,77	286	315	264	481	280
A017	R\$ 22,04	258	284	106	774	208
A018	R\$ 18,13	464	510	877	1.303	952
A019	R\$ 17,75	258	284	253	445	226
A020	R\$ 17,24	1.706	1.877	1.715	1.715	1.683
A022	R\$ 15,74	1.064	1.170	1.949	1.949	1.830
A024	R\$ 14,04	1.063	1.169	929	1.949	1.025
A026	R\$ 12,20	955	1.051	861	1.427	827
A029	R\$ 10,30	239	263	236	425	215
A030	R\$ 9,51	1.464	1.610	1.348	1.348	1.390
A031	R\$ 8,01	214	235	314	1.088	286
A032	R\$ 7,95	1.670	1.837	1.785	2.596	1.842
A035	R\$ 7,33	3.500	3.850	1.854	3.697	2.199
A038	R\$ 6,27	4.021	4.423	5.466	8.490	4.811
A040	R\$ 5,07	6.186	6.805	10.163	10.163	8.807
<b>Total</b>	-	<b>28.356</b>	<b>31.193</b>	<b>33.727</b>	<b>47.181</b>	<b>31.895</b>

Fonte: O autor.

Para o terceiro período, ao analisar a Tabela 3, é visível que os resultados das projeções da empresa Alfa são inferiores aos resultados obtidos pelos modelos propostos neste trabalho. A demanda estimada pelo *software* de empresa Alfa é menor em 10% em relação à demanda real. Se for verificado peça a peça, esta demanda chega a ser 26% menor. Desta forma, ao utilizar a inteligência do *software* da empresa Alfa, em apenas 74% das ocasiões, haverá o produto solicitado afetando a qualidade do serviço prestado por este distribuidor. Pensando na utilização do estoque de segurança projetado pela empresa Alfa, este número aumenta para 87%.

Tabela 4: Demandas e estoque projetado para o quarto período

Peça	Custo Unitário	Demanda Projetada Empresa P4	Estoque Projetado Empresa P4	Demanda Projetada Proposta P4	Estoque Projetado Proposto P4	Demanda Real P4	Estoque Real P4
A001	R\$ 574,92	48	53	28	87	35	65
A002	R\$ 193,55	12	13	8	271	12	626
A003	R\$ 60,71	238	262	234	234	236	1.171
A004	R\$ 59,48	598	658	834	834	777	4.605
A005	R\$ 44,52	121	133	63	63	57	447
A006	R\$ 43,62	309	340	394	620	384	275
A007	R\$ 37,14	381	419	493	493	472	5.611
A008	R\$ 34,55	1.279	1.407	1.447	3.296	1.450	6.480
A009	R\$ 31,92	100	110	299	299	193	1.234
A010	R\$ 31,25	88	97	136	136	112	160
A011	R\$ 30,26	90	99	44	44	42	345
A012	R\$ 29,75	168	185	105	623	78	1.164
A013	R\$ 26,71	180	198	214	530	190	1.955
A014	R\$ 26,50	231	254	230	417	227	3.867
A015	R\$ 24,85	214	235	154	529	177	774
A016	R\$ 23,77	220	242	360	611	342	288
A017	R\$ 22,04	309	340	134	804	138	185
A018	R\$ 18,13	357	393	703	1.128	674	3.588
A019	R\$ 17,75	295	325	459	650	481	768
A020	R\$ 17,24	1.747	1.922	1.215	1.215	1.315	21.028
A022	R\$ 15,74	1.365	1.502	1.297	1.297	1.233	346
A024	R\$ 14,04	1.363	1.499	1.848	2.868	1.627	4.377
A026	R\$ 12,20	495	545	99	666	115	1.285
A029	R\$ 10,30	231	254	202	391	274	159
A030	R\$ 9,51	1.213	1.334	1.217	1.217	1.228	13.908
A031	R\$ 8,01	190	209	14	770	115	1.837
A032	R\$ 7,95	1.564	1.720	1.656	2.468	1.618	1.367
A035	R\$ 7,33	2.041	2.245	2.758	5.045	2.959	5.185
A038	R\$ 6,27	2.518	2.770	2.808	6.021	2.701	31.206
A040	R\$ 5,07	4.205	4.626	3.703	3.703	3.949	44.795
<b>Total</b>	-	<b>22.170</b>	<b>24.389</b>	<b>23.156</b>	<b>37.330</b>	<b>23.211</b>	<b>159.081</b>

Fonte: O autor.

A Tabela 4, além das informações discutidas nas Tabelas 1, 2 e 3, traz a informação do estoque real. A partir deste número, é possível verificar que existe uma oportunidade de melhoria na gestão dos estoques. Neste quarto período, o estoque é sete vezes maior que a demanda observada. Ao indagar aos colaboradores responsáveis pelo controle de estoque e previsão de demanda sobre estes números, obteve-se a informação de que, por serem peças de alto giro, com baixo custo e pequeno volume físico, não estariam impactando no estoque, não sendo, portanto, motivo de preocupação imediata. Na opinião destes colaboradores, a prioridade nas análises é para peças com giro mais lento e com grande volume físico ou alto custo unitário.

Nas subseções seguintes, serão analisadas com detalhes as tabelas anteriores, com a comparação entre os métodos utilizados pela empresa Alfa

com a proposta deste estudo, sempre tendo como medidas de referência os resultados reais.

#### 4.4.1 Demanda Projetada ALFA e Demanda Projetada Estudo x Demanda Real

A fim de facilitar a visualização dos resultados das tabelas anteriores, concatenaram-se as informações sobre demanda na Tabela 5.

Tabela 5: Demanda real e demandas projetadas

Período	Demanda Real (X)	Erro Absoluto Alfa (Y1)	$\frac{X}{Y1}$	Erro Absoluto Estudo (Y2)	$\frac{X}{Y2}$
p1	19.168	7.012	37%	2.267	12%
p2	26.469	6.609	25%	2.587	10%
p3	31.895	8.411	26%	3.594	11%
p4	23.211	4.449	19%	1.569	7%
<b>Total</b>	<b>100.743</b>	<b>26.481</b>	<b>26%</b>	<b>10.017</b>	<b>10%</b>

Fonte: O autor.

O erro absoluto, assim chamado na Tabela 5, é calculado pela diferença entre o valor de demanda real e o valor de demanda projetado. Após este cálculo, aplicou-se o módulo no resultado obtido para que fosse possível a mensuração da informação de forma absoluta.

Conforme se pode notar na Tabela 5, a metodologia do estudo proposto errou em média na demanda em 10%. O método utilizado pela empresa Alfa obteve um erro absoluto médio de 26%.

Um ponto importante a destacar é que, para o quarto período, o acerto médio foi maior em ambas as projeções se comparado com os períodos anteriores. Isto não deveria ocorrer em um ambiente normal, entretanto, como o trabalho foi desenvolvido com modelos sazonais, é possivelmente plausível esta situação.

Na próxima seção, será promovida a comparação da demanda real pelo estoque projetado.



#### 4.4.2 Estoque Projetado ALFA e Estoque Projetado Estudo x Demanda Real

Uma medida interessante de comparação dos resultados é a diferença entre o estoque projetado e a demanda observada. A partir desta mensuração, tem-se um índice de disponibilidade em relação ao estoque. Para este cálculo foi utilizada a Tabela 6.

Tabela 6: Demanda real e estoques projetados

Período	Demanda Real Qtde (X)	Erro Alfa Qtde (Y1)	$\frac{X}{Y1}$	Erro Estudo Qtde (Y2)	$\frac{X}{Y2}$
p1	19.168	988	5,2%	225	1,2%
p2	26.469	2.465	9,3%	762	2,9%
p3	31.895	4.425	13,9%	103	0,3%
p4	23.211	1.756	7,6%	359	1,5%
<b>Total</b>	<b>100.743</b>	<b>9.634</b>	<b>9,6%</b>	<b>1.449</b>	<b>1,4%</b>
Período	Demanda Real Valor (X)	Erro Alfa Valor (Y1)	$\frac{X}{Y1}$	Erro Estudo Valor (Y2)	$\frac{X}{Y2}$
p1	R\$ 330.347	R\$ 28.223	8,5%	R\$ 4.895	1,5%
p2	R\$ 451.639	R\$ 69.441	15,4%	R\$ 15.615	3,5%
p3	R\$ 456.783	R\$ 71.083	15,6%	R\$ 3.324	0,7%
p4	R\$ 383.818	R\$ 33.042	8,6%	R\$ 3.197	0,8%
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.622.586</b>	<b>R\$ 201.790</b>	<b>12,4%</b>	<b>R\$ 27.032</b>	<b>1,7%</b>

Fonte: O autor.

Na Tabela 6, o erro é calculado pela subtração do estoque projetado da demanda real. Caso o estoque projetado seja maior que a demanda, utiliza-se o valor padrão de zero para o cálculo desta diferença. Caso contrário, é possível mensurar a quantidade de peças de reposição que faltaram no estoque para que o atendimento ao cliente tivesse sido satisfatório. Esta Tabela mostra os valores financeiros que as quantidades representam. Estes números são importantes para mensurar quanto a empresa Alfa deixou de faturar por não ter as peças no estoque.

Analisando a Tabela 6, percebe-se que apenas 1,4% das solicitações, em média, não seriam atendidas ao utilizar o método proposto neste estudo, enquanto com a metodologia atual este percentual é 9,6. Ao verificar, sob o aspecto financeiro, a empresa Alfa, para esta amostra, se ela estivesse

utilizando o método atual, deixaria de faturar o equivalente a R\$200.000,00 nos quatro meses de estudo. Com os modelos sugeridos nesta pesquisa, ela deixaria de faturar R\$27.000,00.

Neste item de comparação entre os métodos, salienta-se que a empresa Alfa não aplica na prática todas as projeções efetuadas pelo seu *software*. Este comportamento poderá ser observado na próxima seção pela comparação entre o estoque real e o projetado.

#### 4.4.3 Estoque Projetado ALFA e Estoque Projetado Estudo x Estoque Real

A última medida para efeito de comparação entre o modelo proposto neste estudo e o modelo utilizado pela empresa Alfa será em relação aos estoques projetados e atuais.

Tabela 7: Estoque real e estoques projetados

Período - p4	Esoque Real (X)	Estoque Alfa	Relação	Estoque Estudo	Relação
Quantidade	159.081	24.389	-84,7%	37.330	-76,5%
Valor	R\$ 2.385.700	R\$ 404.396	-83,0%	R\$ 689.189	-71,1%

Fonte: O autor.

Conforme foi descrito anteriormente, por uma limitação técnica da empresa Alfa, não foi possível aprimorar o estudo utilizando informações do estoque real para os períodos um, dois e três. Contudo, a partir da quantidade estocada no período 4, foi possível fazer a comparação entre o modelo proposto, o modelo atual e a quantidade observada. Seguindo fielmente as projeções, tanto referentes ao estudo quanto do *software* da empresa Alfa e não fazendo ajustes manuais, é possível verificar uma redução significativa na quantidade de itens parados nos centros de armazenagens.

Na Tabela 7, percebe-se que, utilizando os métodos estatísticos atrelados à prática, é possível uma redução de até 84% nos estoques. Este número, em termos financeiros, representa, aproximadamente, uma redução de 1,9 milhões de reais. Os números citados anteriormente apresentam

somente um problema: com esta redução significativa de estoque, cerca de 7,6% dos clientes não teriam os produtos necessários no momento da compra, conforme pode ser observado na Tabela 6. Este fator pode comprometer o nível de atendimento e o grau de satisfação dos consumidores. A metodologia proposta neste estudo se preocupa com este aspecto. A Tabela 7 mostra que a redução seria de 76% do estoque atual referente a 1,6 milhões de reais. A quantidade de pedidos não atendidos ficaria em torno de 1,5% por falta de peças no estoque.

A seção abaixo fará uma compilação dos resultados mais importantes destacados nestas seções e subseções.

#### 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados observados mostraram-se satisfatórios nas duas alternativas de modelagens utilizadas – metodologia *Box-Jenkins* (proposto) e Suavização Exponencial (empresa Alfa). O modelo implementado na organização Alfa apresenta características positivas relacionadas com a facilidade de formulação em qualquer sistema, além de ser facilmente compreendido. Não foi possível ter subsídios mais aprofundados para discorrer sobre o *software* utilizado na empresa Alfa, pois as análises foram realizadas somente sobre os resultados, ou seja, sobre as previsões de demanda efetuadas e sobre o estoque gerado.

No caso do modelo proposto, foram realizados diversos testes para avaliar a viabilidade de implantação da solução. Primeiramente foi realizado teste para avaliar a sazonalidade. Neste teste, foi constatada a suposição de sazonalidade anual informada na fase de entrevistas com os colaboradores da organização.

Em um segundo momento, foram testados diversos modelos para cada peça a fim de encontrar um que melhor satisfizesse os pressupostos. Estes testes consistiram na observação das funções FAC e FACP dos modelos, além de avaliar o ruído branco. Após esta fase, passou-se para a fase de análise das estimativas dos parâmetros, buscando modelos com estimativas que

possuíssem p-valor inferior a 5%. A grade maioria das estimativas dos parâmetros se enquadrou nesta suposição.

Com os modelos já criados e as previsões já efetuadas, a análise que se seguiu foi referente às medidas de erro resultantes. Praticamente todas as peças apresentaram baixos erros. Das 30 peças estudadas, 11 obtiveram o valor de erro próximo a zero, indicando que os modelos se encaixaram de forma satisfatória e com um grande poder de acurácia nas previsões.

Após todas as análises de pressupostos, sazonalidade, ajuste de modelo, estimativa de parâmetros e avaliação erros dos erros, foram comparados os resultados obtidos com os dados obtidos do *software* da empresa Alfa e com a demanda real. Pela confrontação dos resultados, constatou-se que o modelo proposto apresentou um índice médio de 10% de erro absoluto em relação à demanda real. No entanto, para o quarto período, este índice foi de 7%. O *software* de empresa Alfa obteve nesta mesma avaliação um erro médio absoluto de 26%, sendo que no primeiro período este erro chegou a ser de 37%. A partir desta medida, já é possível notar diferenças entre resultados obtidos pelos dois métodos. O índice de acurácia da demanda, por este critério, é mais forte para a modelagem proposta no estudo.

Uma segunda análise comparativa importante foi referente ao estoque proposto e à demanda real. O estoque de segurança proposto neste trabalho é calculado pelo intervalo de confiança da estimativa da previsão de demanda com 95% de significância. Os resultados deste índice também favoreceram a metodologia *Box-Jenkins*, pois em média 1,4% das solicitações não seriam atendidas por falta de estoque, enquanto a metodologia utilizada pelo *software* apresentou em média 9,6% de falta de estoque. O melhor resultado advindo do *software* é para o primeiro período e mesmo assim 5,2% das solicitações não seriam atendidas. Em contrapartida, o melhor resultado do método proposto acontece no terceiro período e somente 0,3% dos pedidos não seriam cumpridos. Ainda comparando os métodos segundo a temática do estoque e da demanda, para os quatro meses de previsão, a empresa Alfa deixaria de faturar R\$ 200.000,00, caso utilizasse literalmente as previsões de seu *software*. Por outro lado, utilizando as previsões pelo modelo sugerido nesta pesquisa, o faturamento que deixaria de registrar seria de R\$ 25.000,00 nos quatro períodos.

Por fim, a última análise comparativa se deu entre os estoques preditos e o estoque real. Esta análise se deu somente para o quarto período, e verificando isoladamente seu resultado, podem-se retirar informações precipitadas. Segundo esta análise isolada, a previsão para o estoque feita pelo *software* da empresa Alfa foi melhor do que a previsão feita pela técnica descrita no estudo. Os números mostram que a redução de estoque seria de 84% e de 1,9 milhões, caso a previsão do *software* fosse utilizada sem interferência manual ou de qualquer outra ferramenta, enquanto a redução pelo modelo, foco deste estudo, seria de 76% e 1,6 milhões.

Uma das grandes preocupações da empresa Alfa diz respeito à qualidade de seu atendimento e disponibilidade de produtos aos seus clientes. Ao analisar os resultados de uma forma única e consolidada, é possível verificar que ambas as técnicas apresentam resultados melhores do que a não utilização de métodos numéricos cientificamente estudados. Contudo, o modelo proposto no estudo desenvolveu melhores resultados do que o *software* utilizado pela empresa Alfa. Esta afirmação é plausível de ser assegurada ao verificar os objetivos e preocupações da empresa Alfa. No caso deste estudo, foi comprovado que a técnica *Box-Jenkins* apresentou índices de acurácia mais elevados tanto para a demanda quanto para o estoque de segurança quando verificados com a demanda real. Quando comparado o estoque projetado pelo estoque real, realmente a metodologia proposta obteve uma redução menor do que a redução obtida pelo *software* da empresa Alfa, entretanto, foi mais segura, pois teria indisponibilidade de peças no estoque para somente 1,5% das solicitações, enquanto o outro método apresentaria falta de peças no estoque em 7,6% das ocasiões.

Supondo que estes resultados obtidos pela amostra de 30 peças pudessem ser extrapolados para a população total de peças de alto giro de classe "A" e que este total de peças apresentasse as mesmas proporções da amostra referente a custos e quantidades, a utilização correta da metodologia proposta resultaria em uma redução de 15 milhões de peças nos estoques, o que representaria uma redução de 32 milhões de reais.

## 5. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O desenvolvimento deste estudo proporcionou observar o funcionamento de uma unidade que controla o inventário de uma organização multinacional da indústria de máquinas agrícolas e de construção, a partir da ótica do estudo de previsão de demanda e estoques de segurança. A metodologia adotada permitiu especificar uma alternativa complementar para as demandas de peças de reposição de alto giro de classe “A”. Os resultados observados nas modelagens aplicadas no estudo de caso estavam próximos das demandas reais, consolidando as premissas feitas no decorrer do estudo.

A participação dos colaboradores da organização envolvidos no processo contribuiu de maneira significativa para este trabalho, pois o comprometimento e a interação entre o grupo funcional e o pesquisador ocorreram de forma efetiva. As informações técnicas avalizadas pelo quadro funcional foram de extrema importância para o desenvolvimento deste estudo.

Dos resultados obtidos, algumas considerações podem ser feitas para cada um dos métodos adotados e, por extensão, ao posicionamento da organização em relação à demanda de peças de reposição. No modelo implementado na organização Alfa, constatou-se um índice razoável de acurácia para as demandas e estoques, tendo apresentado também bons resultados na solução de redução de estoque. Todavia, o nível de serviço ficou prejudicado pela falta de peças de reposição em estoque em 7,6% das demandas, fugindo o resultado, em princípio, às expectativas da empresa, pois, atualmente, a organização apresenta menos de 1% de falta de peças no inventário no momento da demanda. De qualquer forma, estes resultados são úteis no caso de uma redução agressiva no inventário e se a organização mudar o foco da sua estratégia, priorizando o controle de custos em lugar da satisfação dos clientes.

Em relação à previsão de demanda por conta do método desenvolvido por Box e Jenkins, cerne deste estudo, constatou-se a aplicabilidade do procedimento desde que os pressupostos sejam atendidos. Tradicionalmente, esta técnica tem sido pouco utilizada na criação de modelos de previsão em função da grande quantidade de dados necessários e de parâmetros a serem

estimados, além da complexidade dos cálculos. No caso deste estudo, como não havia pesquisas nesta linha de atuação, optou-se por criar um modelo de previsão de demanda a partir da metodologia *Box-Jenkins*. Neste contexto, verificou-se uma grande consistência entre os valores preditos e os resultados reais de demanda. A avaliação do estoque de segurança em relação à demanda real também se enquadrou de forma satisfatória nos anseios da organização. O método desenvolvido neste estudo é vantajoso em relação aos demais pela otimização na redução de peças no inventário, somado à demanda projetada próxima da demanda real e ao estoque de segurança proposto, assegurando um nível satisfatório de atendimento. A partir destes resultados, salienta-se a importância desta técnica como método de previsão.

O trabalho tem algumas limitações. O tamanho da amostra foi pequeno. Este tamanho de amostra traz a limitação de não ser possível fazer inferências e extrapolações, sendo somente utilizável para o conjunto de dados selecionados. A série histórica utilizada foi curta, baseando-se no mínimo necessário para que fosse possível a aplicação da técnica empregada no estudo. Devido à complexibilidade do método, foi utilizada somente uma técnica de previsão de demanda.

A partir deste estudo, recomenda-se para futuros trabalhos a utilização de uma amostra grande para que seja possível o uso de inferência estatística paramétrica. Outra sugestão é trabalhar com uma série histórica longa de dados, preferencialmente com mais de cem observações, para que as estimativas dos parâmetros sejam mais precisas. Por fim, recomenda-se trabalhar com outras classes de peças que sejam importantes financeiramente para a empresa.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.; LUCENA, M., Gestão estoques na cadeia de suprimentos. **Revista ECCO**, v. 1, p. 1, 2006.

ANSOFF, H. I. **Estratégia empresarial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.

ARAUJO, A. O. . Gestão Estratégica de Custos Logísticos. In: VII Congresso Brasileiro de Custos, 2001, São Leopoldo/RS. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Custos**. São Leopoldo/RS : UNISINOS, 2001.

ARMSTRONG, J. S. Findings from evidence-based forecastings: Methods for reducing forecast error. **International Journal of Forecasting**. V22, p. 583-598, 2006.

BACKES, N. A. **Alianças estratégicas, decisões de investimentos, estrutura de custos e indicadores de desempenho: estudo de caso em operadores logísticos**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. PUCPR, 2008.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**, 4ª ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 2001.

\_\_\_\_\_. **Logística Empresarial: transportes, administração de marketing e distribuição física**, São Paulo, Atlas, 1998.

BIO, S. R.; FARIA, A. C.; ROBLES, L. T., Em busca da vantagem competitiva: *trade-offs* de custos logísticos em cadeias de suprimentos. Artigo publicado na **Revista de Contabilidade CRC-SP**, São Paulo, v.6, n. 19, p. 5-18, mar. 2002.

BRACARENSE, P. A.; GUIMARÃES, U. V. **Métodos Quantitativos Aplicados a Negócios**. Iesde: Curitiba, 2008.



BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J., **Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process**, 1ª ed., McGraw-Hill, Singapore, 1996.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis forecasting and control**. San Francisco: Holden-Day, 1976. Edição revisada.

CABRAL, A. C. A., **A evolução da estratégia: em busca de um enfoque realista**. In: **XXII ENANPAD, 22º, Anais...**, Foz do Iguaçu: ANPAD, set. 1998a.

CABRAL, J. S., **Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática**. 3ª ed. Lisboa: Lidel Edições Técnicas, 1998b. ISBN: 978-972-757-052-2

CAMARGOS, M. A.; DIAS, A. T., **Estratégia, administração estratégica e estratégia corporativa: uma síntese teórica**. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 10, nº 1, 2003.

CARVALHO M.; LAURINDO F., **Estratégia para competitividade**. São Paulo: Futura, 2003.

CASSARRO, A.C., **Sistemas de informações para tomada de decisões**. 3.ed. São Paulo: pioneira, 2001.

CASTRO, R. L. **Planejamento e controle da produção e estoques: um survey com fornecedores da cadeia automobilística brasileira**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia. EPUSP, 2005.

CHASE R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para Vantagem Competitiva**. 10ª ed. Porto alegre: Bookman, 2005.

CORRÊA, H. L., **Planejamento, programação e controle de produção**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

COUTINHO, L., FERRAZ, J., **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papyrus, 1994.

CROSTON, J.D. Forecasting and stock control for intermittent demands – Operational. **Research Quarterly**, p. 289 -303, 1972.

DELURGIO, S. A. **Forecasting principles and applications**. USA: McGraw-Hill, 1998.

DIAS, M. A. P., **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995

\_\_\_\_\_. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. New York: John Wiley & Sons, 1995.

FAHEY, L., **Gestão estratégica: o desafio empresarial mais importante da atualidade**. In: FAHEY, L.; RANDALL, R. M. *MBA curso prático: estratégia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, p. 15-63, 1999.

FARIA, A. C., **Uma abordagem na adequação das informações de Controladoria à gestão da Logística Empresarial**. Tese de Doutorado apresentada na USP. São Paulo, 2003.

FARINA, E. M. M. Q. F.; FURQUIM, P. A.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, Estado e organizações**. São Paulo: Editora Singular, 1997.

FAVA, V. L. **Manual de econometria**. In: VASCONCELOS, M. A. S.; ALVES, D. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

FERNANDES, L. A.; PIRES, S. R. I., Impactos da falta de acurácia de estoques e proposições para melhorias: estudo de caso em uma empresa fabricante de autopeças. **XII SIMPEP** – Bauru, p. 1, 2005.

GARCIA, E. S.; REIS, L. M. T. V.; MACHADO, L. R.; FERREIRA, V. J. M. – **Gestão de estoques: otimizando a logística e a cadeia de suprimentos [Em linha]**. Rio de Janeiro: E-papers Servicos Editoriais Ltda., 2006. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=AvfRM51NLcQC&dq=pt-PT>>. Acesso em: 21 dez. 2010.

GHEMAWAT, P., **A estratégia e o cenário dos negócios: texto e casos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GONÇALVES, A. Técnicas de previsão em finanças: uma aplicação na administração de carteira de ativos. In: **III SEMEAD**, 1998.

GONÇALVES, M., **A gestão estratégica de custos como diferencial competitivo nas empresas**. 2008. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/4770/1/A-Gestao-Estrategica-De-Custos-Como-Diferencial-Competitivo-Nas-Empresas/pagina1.html>> Acesso em: 13 jan. 2010.

GRAVE, P. S.; MENDES, A. A., Pensamento Estratégico Contemporâneo: Possíveis fundamentos antigos da estratégia como uma medida administrativa atual ou em busca ao elo perdido? In: **XXV ENANPAD, 25º, Anais**. Campinas: ANPAD, 15 p., set. 2001.

GUIMARÃES, U. V. **Modelagem para análise da confiabilidade de produtos em garantia**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. UFRGS, 2002.

HAMILTON, J. D. Time series analysis. New Jersey: **Princeton University Press**, 1994.

HANKE, J. E.; REITSCH, A. G.; WICHERN, D. W. **Business Forecasting**. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M., **Gestão de Custos: Contabilidade e Controle**. São Paulo: Pioneira, 2001.

HARPER, Q. N.; PIKE, D.L. Probes of the Technological Future. **Harvard Business Review**, p. 68, may./jun., 1969.

HENDERSON, B. D. The origin of strategy. **Harvard Business Review**, p. 139-143, nov./dec., 1989.

HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E., **Administração Estratégica**. São Paulo: Thomson Learnig, 2003.

HONG, Y. C., **Gestão de estoques na cadeia logística integrada**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

JOHANN, E. R., **Metodologia para gerenciamento do estoque estratégico de baixíssimo giro nos centros de distribuição de peças de reposição das empresas de máquinas agrícolas e de construção**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. PUCPR, 2009.

JUNG, C. F.; **Metodologia para Pesquisa & Desenvolvimento: Aplicada a Novas Tecnologias, Produtos e Processos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Ltda, v. 1, 2004.

KAHN, K. An Exploratory Investigation of New Product Forecasting Practices. **The Journal of Product Innovation Management**. Vol. 19, n. 2, p. 133-143, 2002.

KOTLER, P. **Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control**. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P., **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

LETENSKI NETO, M. **Gestão de estoques na cadeia de suprimentos de uma indústria do setor de perfumes e cosméticos: uma interpretação em função de erros na previsão de vendas**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia da Produção e Sistemas. PUCPR, 2005.

LODI, J. B., Estratégia de negócios: planejamento a longo prazo. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro: FGV, v. 9, n. 1, p. 5-32, mar. 1969.

LYNN, G.; SCHNAARS, S. & SKOV, R. Survey of New Product Forecasting Practices in Industrial High Technology and Low Technology Businesses. **Industrial Marketing Management**. Vol. 28, n. 6, p. 565-571, 1999.

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

MARTINS, E., **Contabilidade de Custos**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MCGUIGAN, J. R.; MOYER, R. C.; HARRIS, F. H. **Economia de empresas: aplicações, estratégia e táticas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MEIRELLES, A. M., **O planejamento estratégico no Banco Central do Brasil e a viabilidade estratégica em uma unidade descentralizada da autarquia: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. CEPEAD/FACE/UFMG, Belo Horizonte: UFMG, 1995.

MEIRELLES, A. M; GONÇALVES, C. A., **O que é estratégia: histórico, conceito e analogias**. In: GONÇALVES, C. A.; REIS, M. T.; GONÇALVES, C. (Orgs.). *Administração estratégica: múltiplos enfoques para o sucesso empresarial*. Belo Horizonte: UFMG/CEPEAD, p. 21-33, 2001.

MICHEL, K., **Esboço de um programa de desenvolvimento administrativo intrafirma para a administração estratégica**. In: ANSOFF, H.; DECLERCK, R.; HAYES, R. (Orgs.). *Do Planejamento Estratégico à Administração Estratégica*. São Paulo: Atlas, p. 252-271, 1990.

MINTZBERG, H.; QUINN, J. B., **The Strategy Process: Concepts, Contexts and Cases**. 2. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall International, Inc., 1991.

MINTZBERG, H.; LAMPEL J.; AHLSTRAND, B., **Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MOON, M; MENTZER, J.; SMITH, C. & GARVER, M. Seven Keys to Better Forecasting. **Business Horizons**. Vol. 41, n. 5, p. 44-52, 1998.

MORAIS, R. R., **Dimensionamento de estoques em ambiente de demanda intermitente**. 2008. Disponível em: <<http://www.astreinbrasil.com.br/estoques.pdf>> Acesso em: 03 jan. 2010.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Blucher, 2006.

NELLIS, J.; PARKER, D. **Princípios de economia para os negócios**. São Paulo: Futura, 2003.

O'BRIEN, J. A., **Sistemas de Informação e as decisões gerenciais na era da Internet**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

OLIVEIRA, D. P. R., **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Atlas, 1996.

\_\_\_\_\_. **Sistemas de informações gerenciais: estratégicas táticas operacionais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

PACHECO, P. H. P. **Análise do processo de previsão de demanda B2B: o caso de um fornecedor do mercado empresarial.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. PUCPR, 2007.

PAIVA, L. E., **A evolução da contabilidade.** 2004. Disponível em: <<http://www.classecontabil.com.br>> acesso em 15 de set. 2009.

PEDROZO, E. A.; BEGNIS, H. S. M.; ESTIVALETE, V. de F. B. **Análise do ambiente competitivo como determinante das escolhas estratégicas no agronegócio: um estudo de caso numa unidade de produção avícola.** Contexto, Porto Alegre/RS, v. 5, n. 8, p. 71-95, 2006.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. **Revista Produto & Produção**, v. 4, número especial, p. 72-85, abr. 2000.

PEREZ Jr., J. H.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, R. G., **Gestão Estratégica de Custos.** 3º ed. SP: Atlas, 2001.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** 17. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

\_\_\_\_\_. **Competição: estratégias competitivas essenciais.** 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

\_\_\_\_\_. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior.** Rio de Janeiro: Campus, 1989.

\_\_\_\_\_. Towards a Dynamic Theory of Strategy. **Strategic Management Journal**, v.12, p. 95-117, 1991.

PRADO, L. J.. **Série empresarial: Guia de custos.** E-Book ed. 1º julho 2004 versão 2. Disponível em: <<http://www.widebiz.com.br/ebooks/prado/custos>>. Acesso em: 14 out. 2009.

REGO, J. R. **A lacuna entre a teoria de gestão de estoques e a prática empresarial na reposição de peças em concessionárias de automóveis.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Administração. USP, 2006.

ROBLES, L. T., **A prestação de serviços de logística integrada na indústria automobilística no Brasil: em busca de alianças logísticas estratégicas.** Tese de Doutorado apresentada na USP. São Paulo, 2001.

SEGRETI, J. B.; FARBER, J. C.; MONDINI, L. C., A importância da Gestão Estratégica de custos logísticos. In: **XXXIX CLADEA - Asamblea Anual del Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administracion**, 2004.

SHANK, J.; GOVINDARAJAN, V., **A revolução dos custos - como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos.** 2 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

SILVA, C. L. ; STEFANELO, E. . **Ambiente Econômico.** In: Judas Tadeu Grassi Mendes; Christian Luiz da Silva. (Org.). Economia Empresarial. 1 ed. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Sr. Bom Jesus, v. 1, p. 1-13, 2002.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2000.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1999.

SOUZA, G. P. **Previsão do consumo industrial de energia elétrica no estado de Santa Catarina: uma aplicação da combinação de previsões entre Modelos Univariados e de Regressão Dinâmica.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia de Produção. UFSC, 2005.

\_\_\_\_\_. **Método para estruturar a integração de previsões utilizando a técnica Delphi.** Tese de Doutorado. Doutorado em Engenharia de Produção. UFSC, 2008.



STEINER, G. A.; MINER, J. B., **Política e estratégia administrativa**. Rio de Janeiro: Interciência, 1981.

SUN TZU., **A arte da guerra**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 2007.

THOMAS, R. J. Forecasting New Product Market Potential: Combining Multiple Methods. **The Journal of Product Innovation Management**. Vol. 4, n. 2, p. 109-119, 1987.

THOMPSON JR., A.; STRICKLAND III, A., **Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução**. São Paulo: Pioneira, 2000.

WERNER, L. ; RIBEIRO, J. L. D. . Uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Gestão e Produção (UFSCar)**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 47-67, 2003.

WERNKE, R. **Gestão de Custos: uma abordagem prática**. São Paulo. Atlas, 2001.

WILLERMAN, T. R. A., SMART, C. N. SHOCKOR, J.H. e DESAULTELS, P.A. Forecasting intermittent demand in manufacturing: A comparative evaluation of Croston's method. **International Journal of forecasting**, 10, p. 529-538, 1994.

WILLERMAIN, T.R. A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. **International Journal off Forecasting**, 20, p. 375-387, 2004.

WILLIAMSON, O. E., **The Mechanisms of governance**. New York: Oxford University Press, 1999.

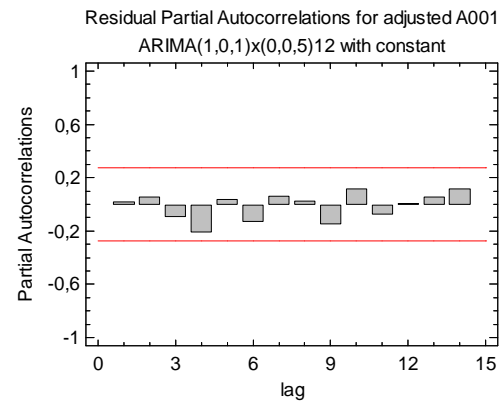
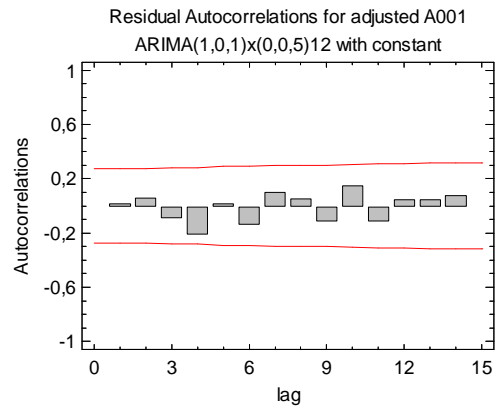
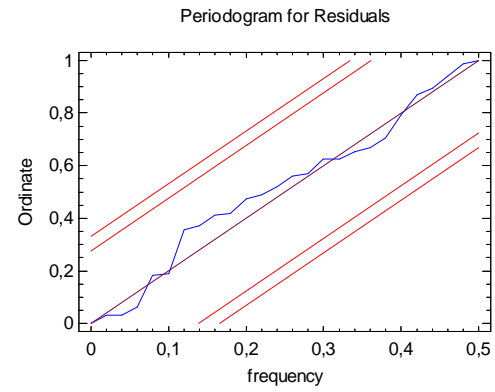
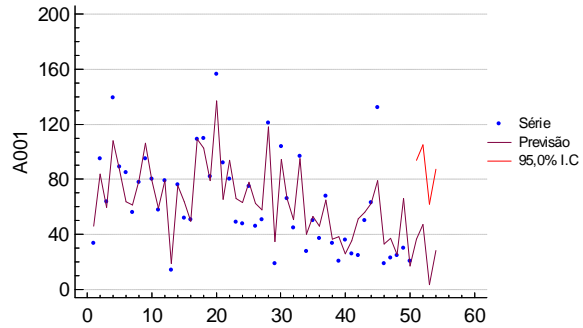
WRIGHT, J.D., Forecasting data published at irregular time intervals using an extension of Holt's method. **Management Science**, 32, p. 499-510, 1986.

WRIGHT, P.; KROLL, M.; PARNELL, L., **Administração estratégica: conceitos**. São Paulo: Atlas, 2000.

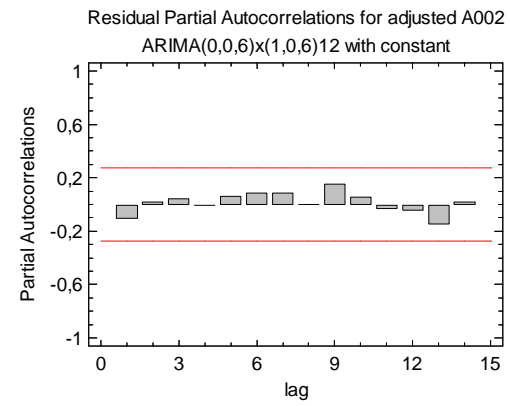
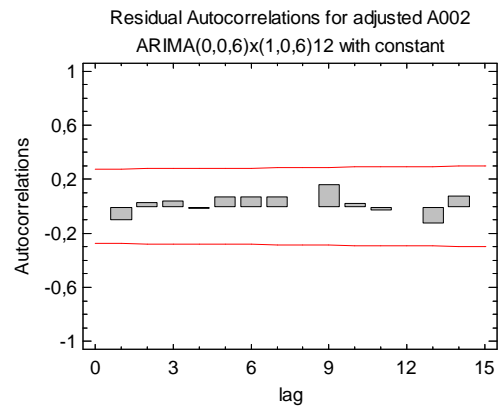
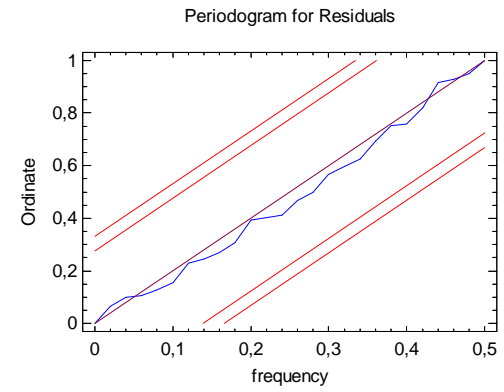
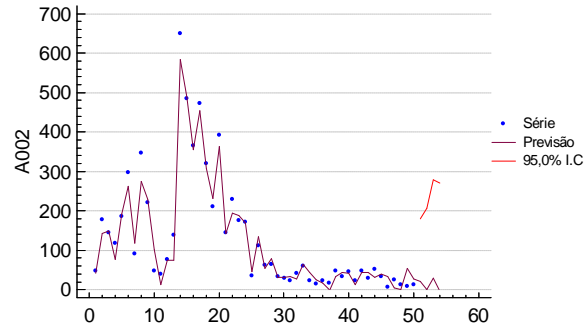
## ANEXOS

Anexo A – Ilustrações das funções FAC e FACP além da série histórica de dados e do periodograma dos resíduos para cada modelo estimado.

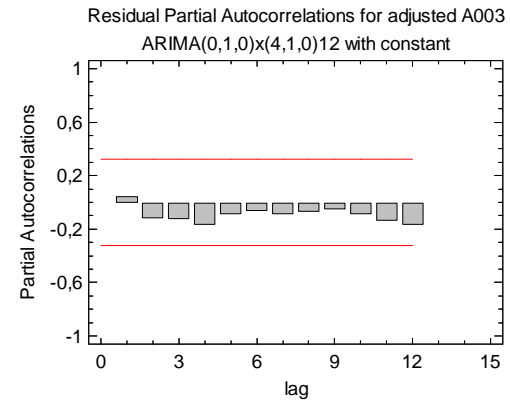
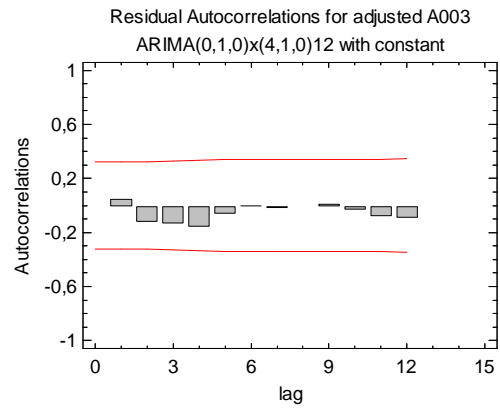
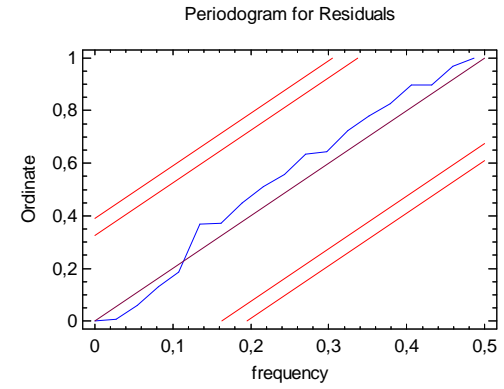
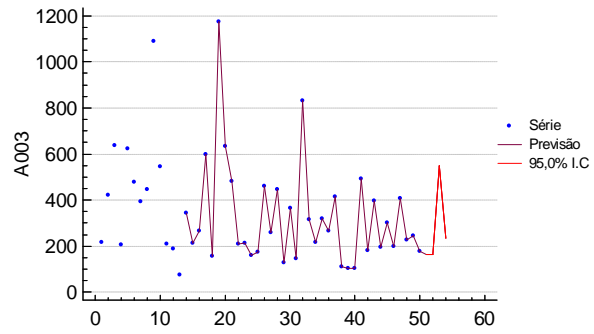
PEÇA A001



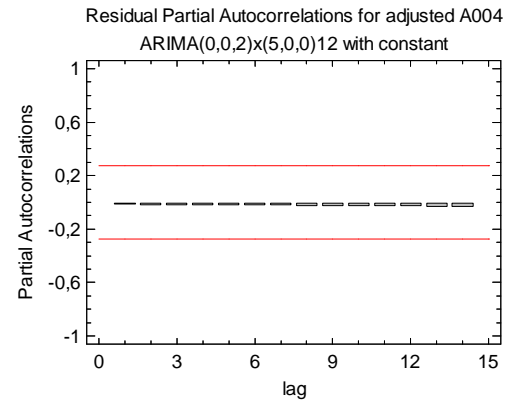
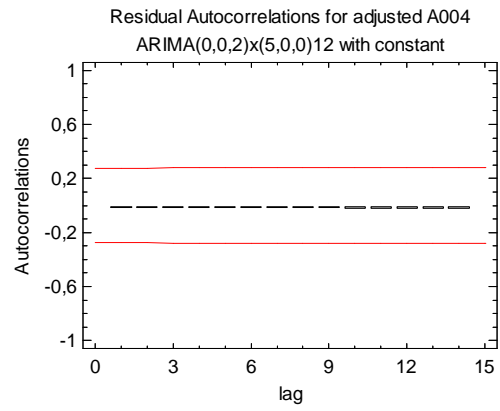
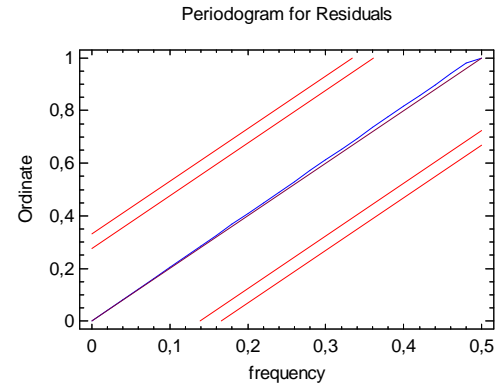
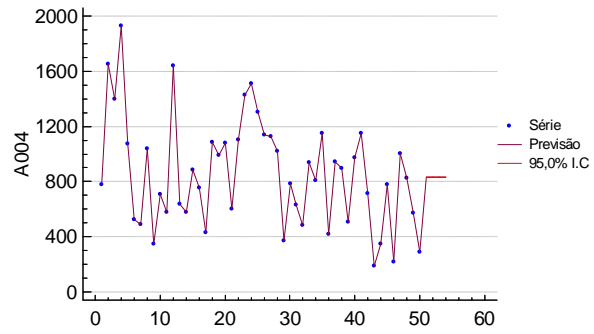
PEÇA A002



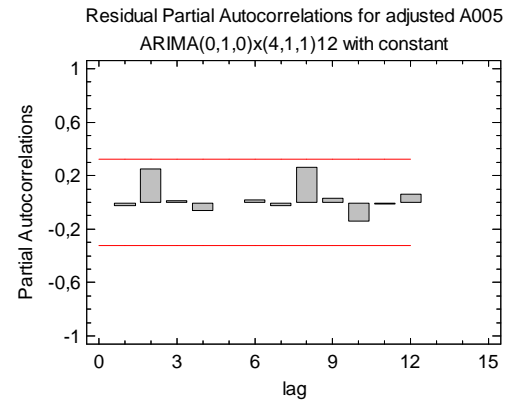
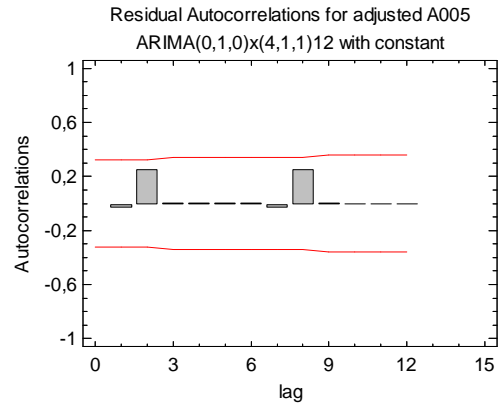
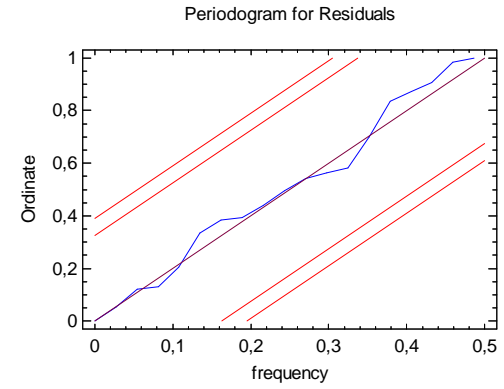
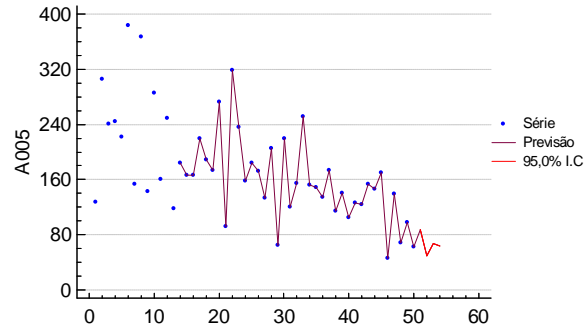
PEÇA A003



### PEÇA A004

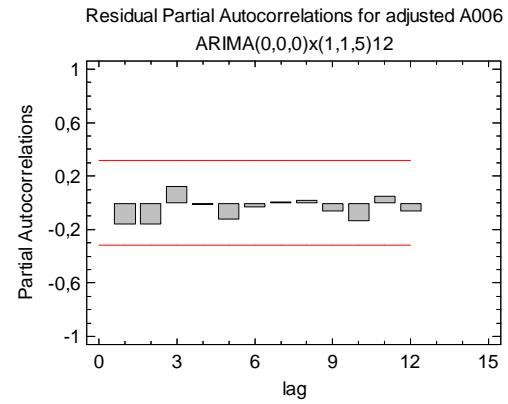
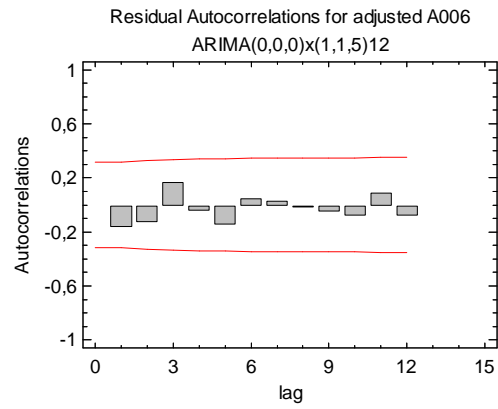
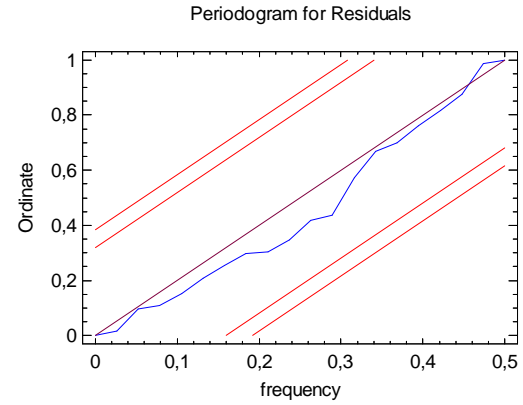
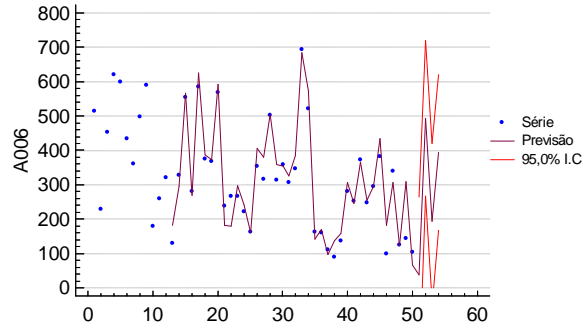


### PEÇA A005

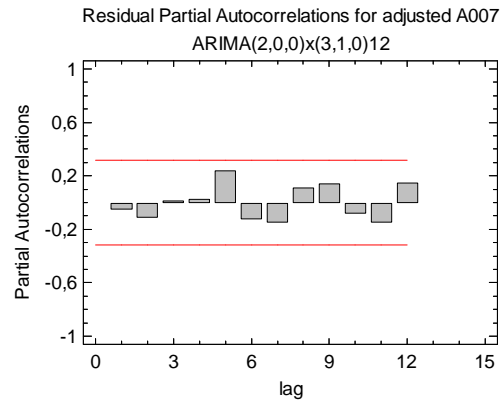
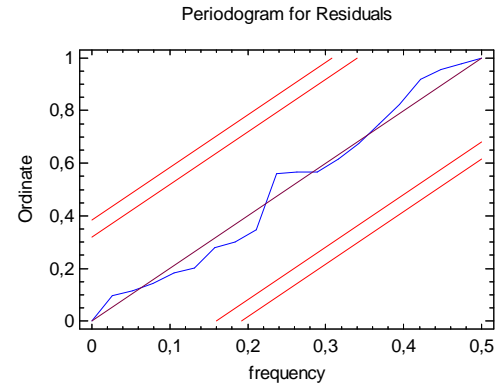
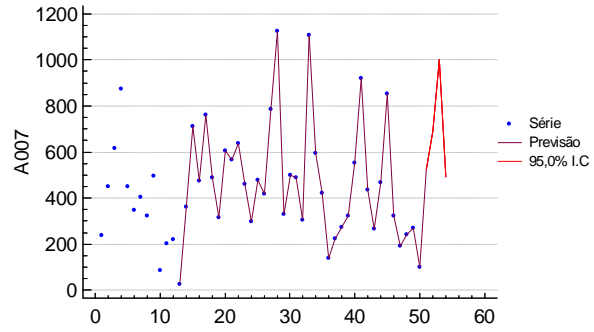




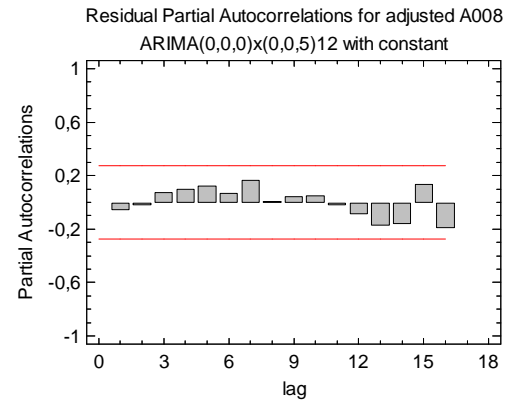
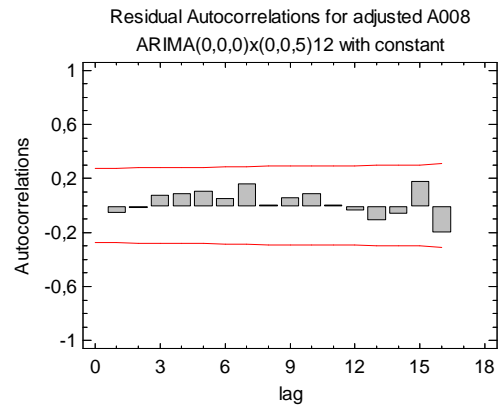
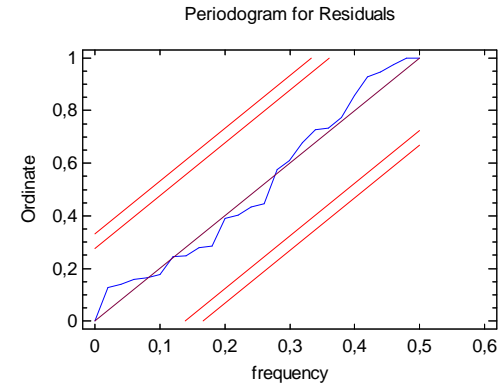
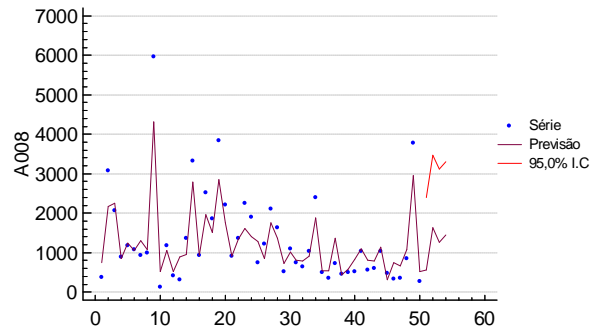
### PEÇA A006



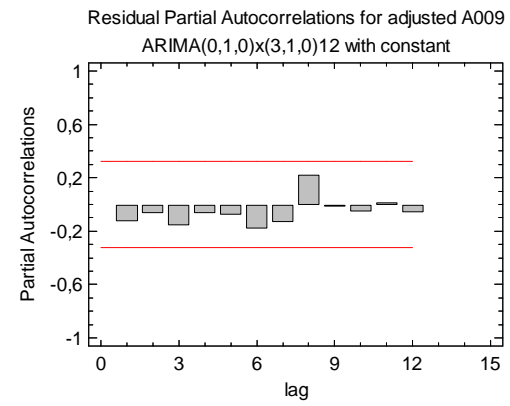
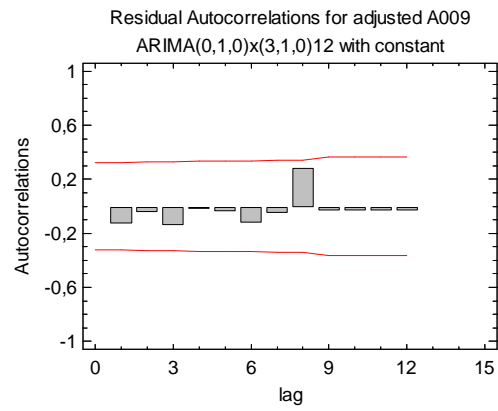
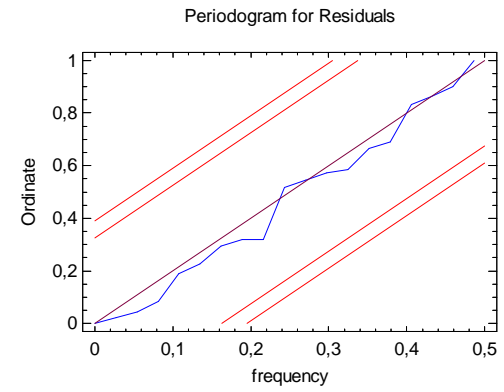
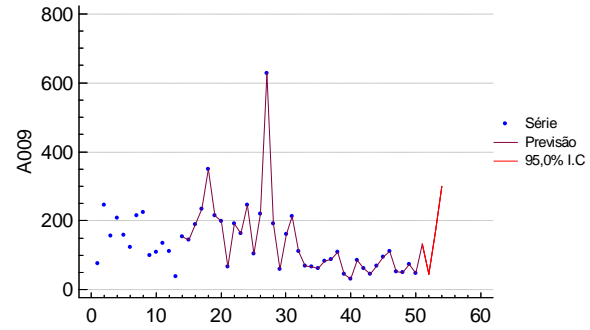
### PEÇA A007



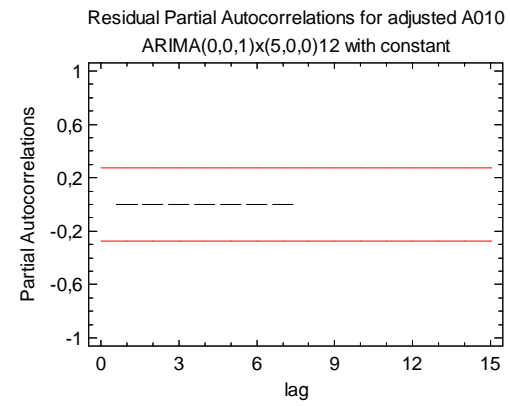
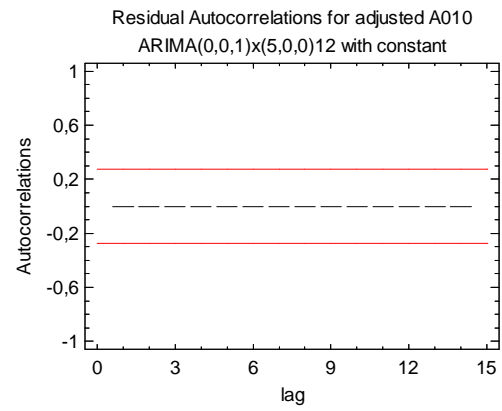
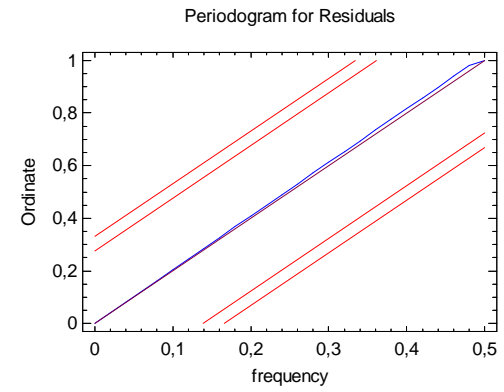
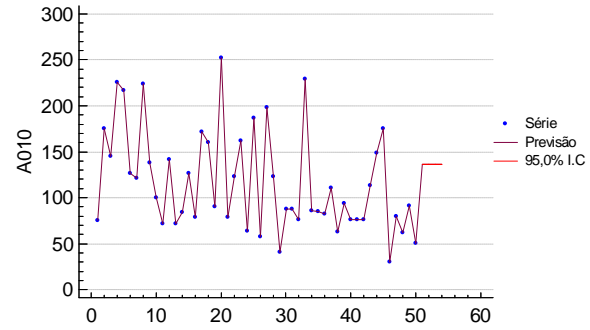
PEÇA A008



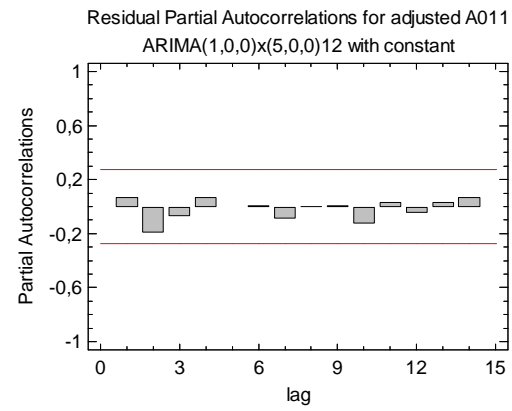
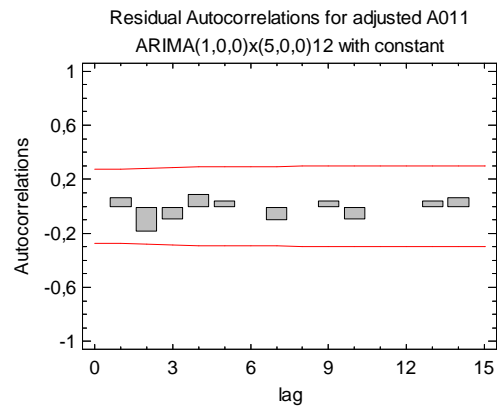
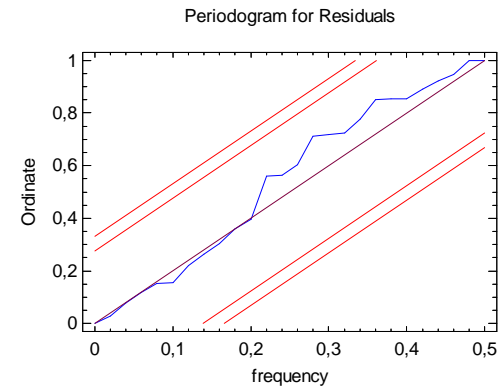
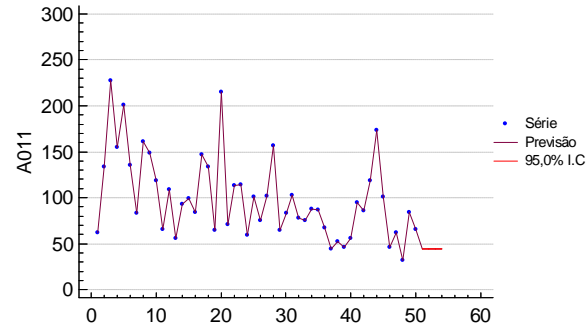
### PEÇA A009



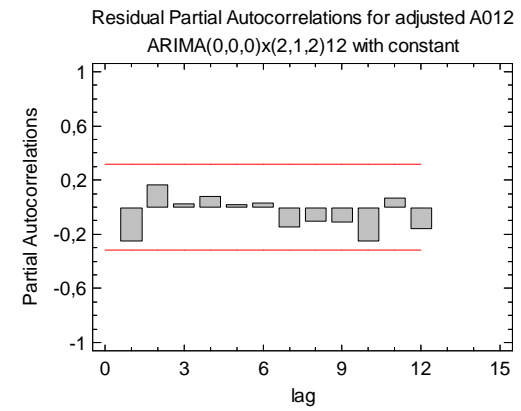
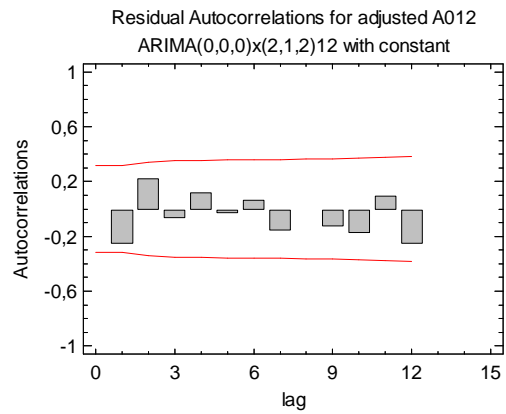
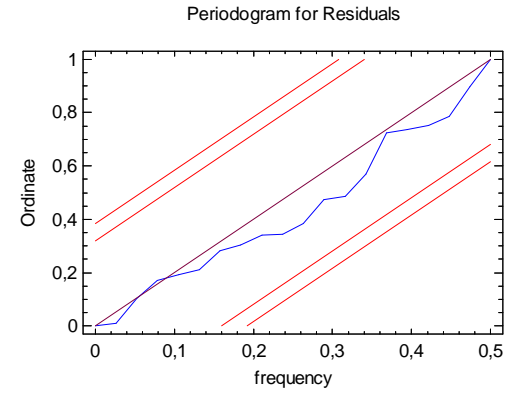
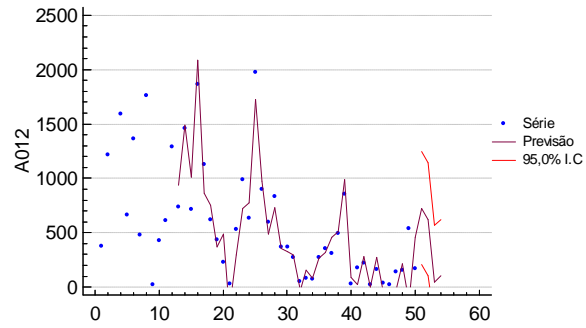
### PEÇA A010



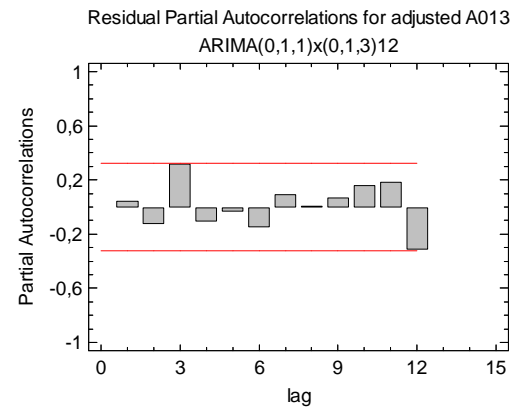
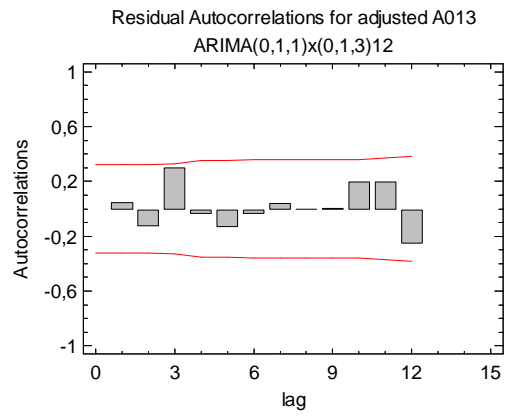
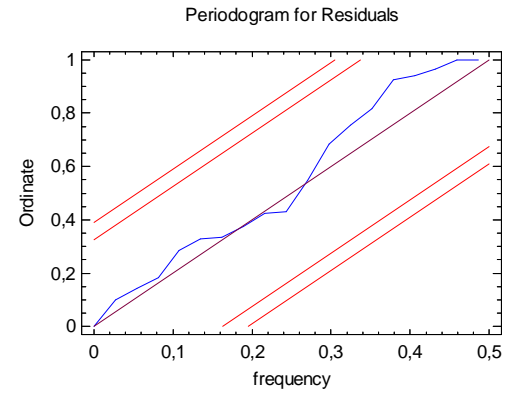
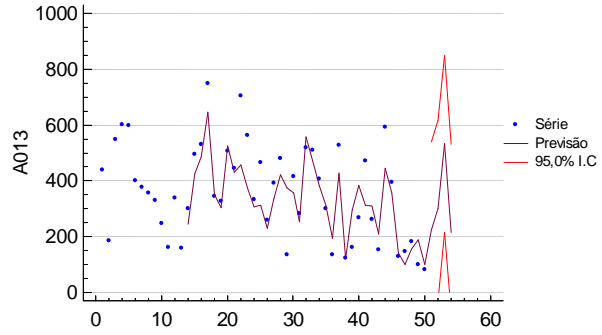
### PEÇA A011



PEÇA A012

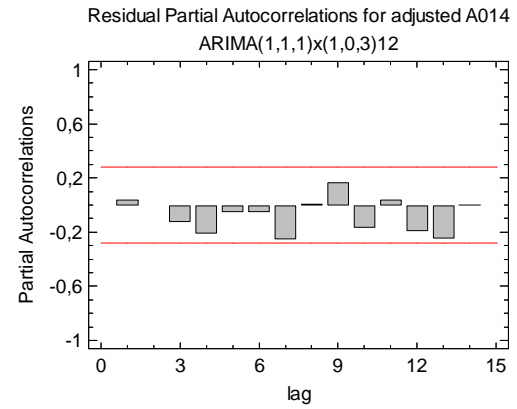
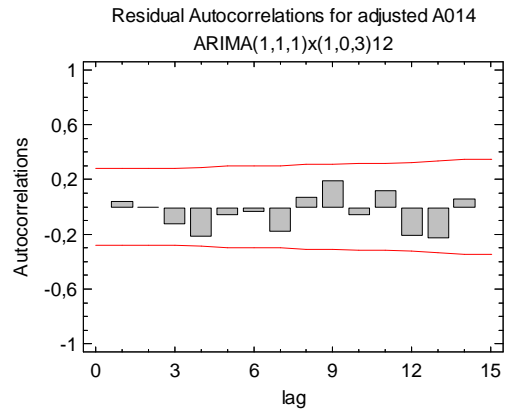
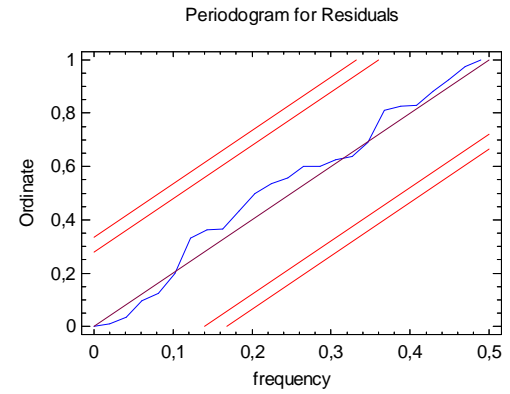
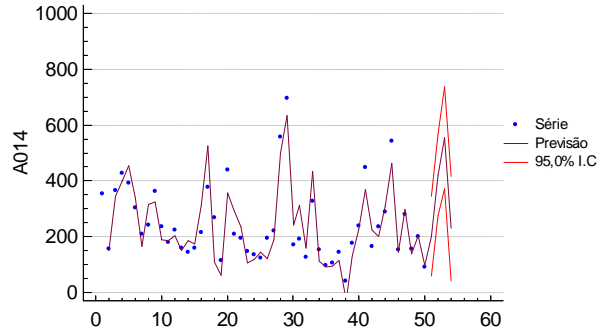


PEÇA A013

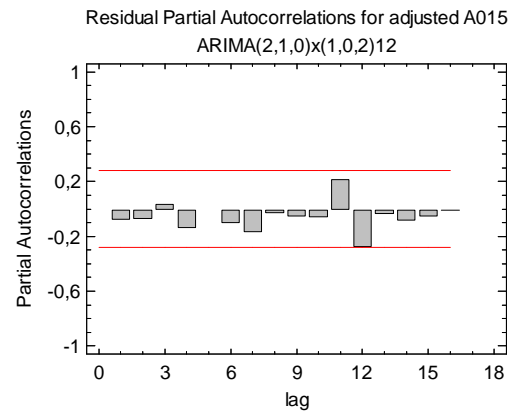
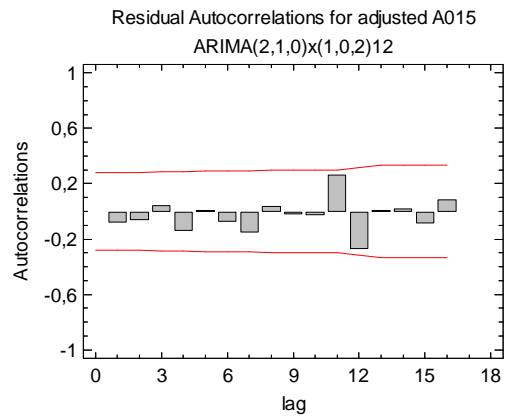
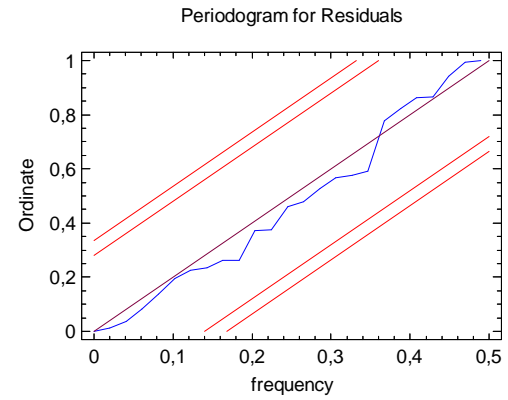
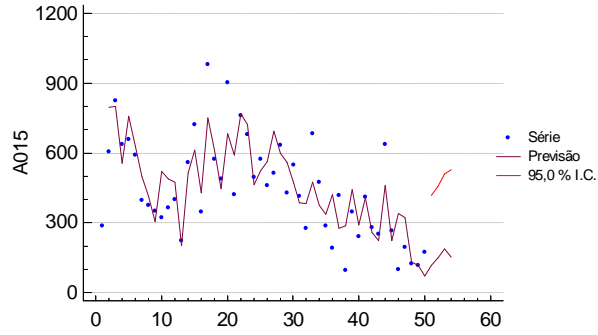




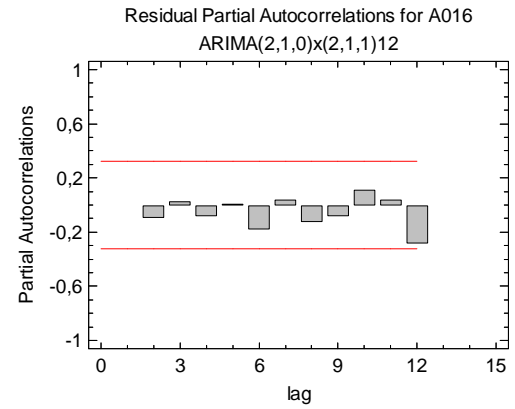
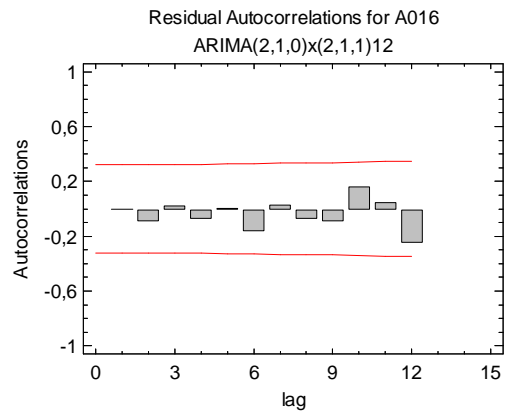
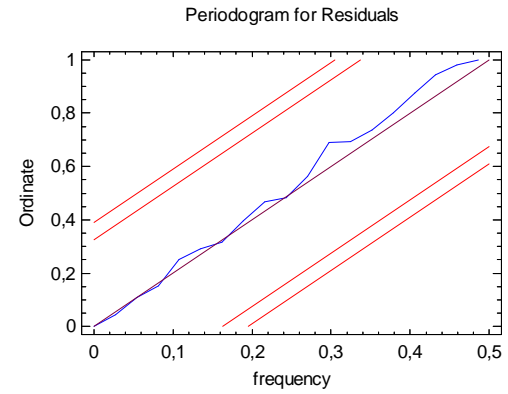
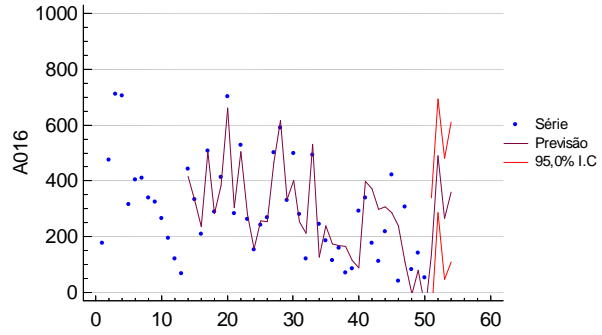
### PEÇA A014



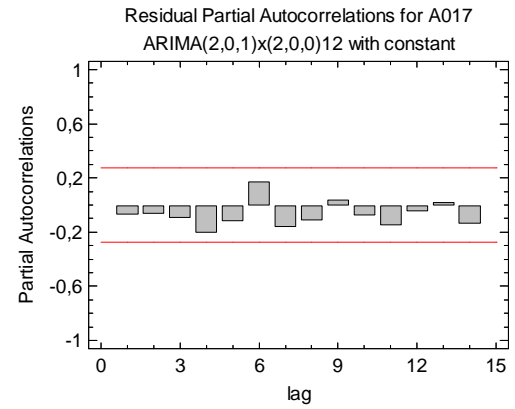
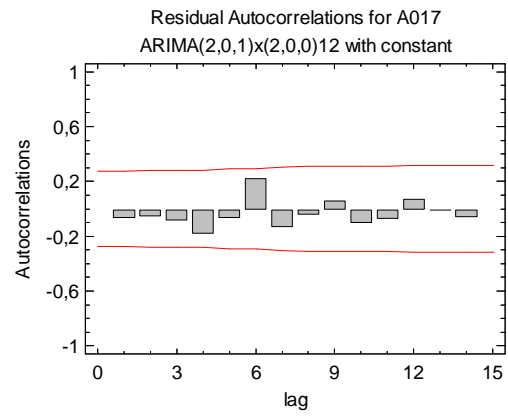
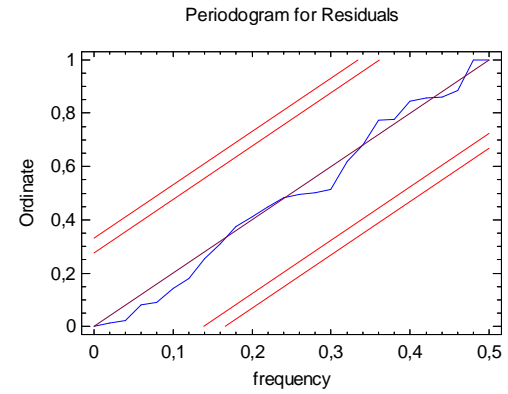
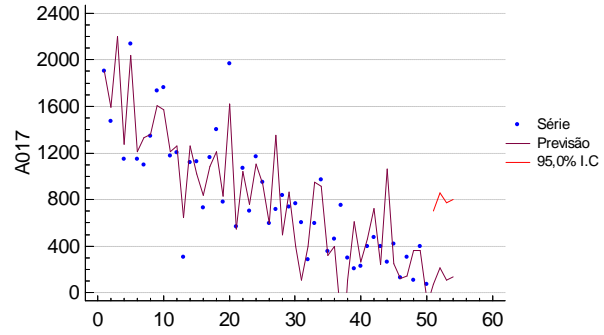
### PEÇA A015



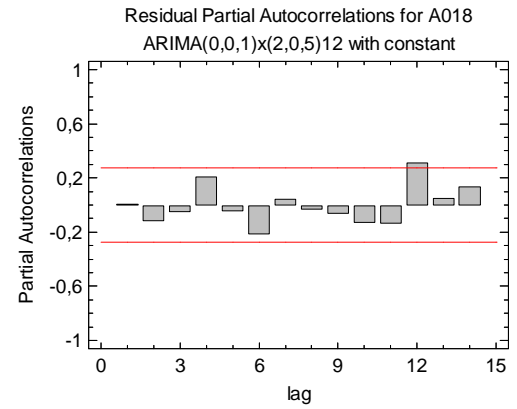
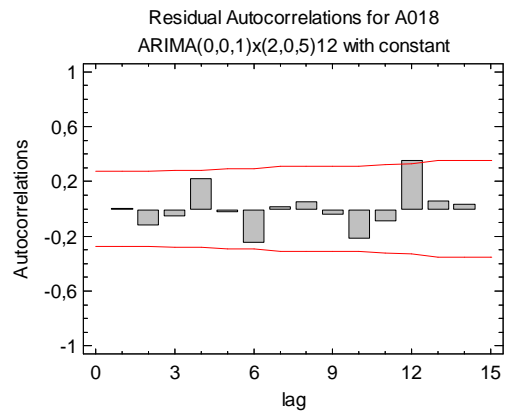
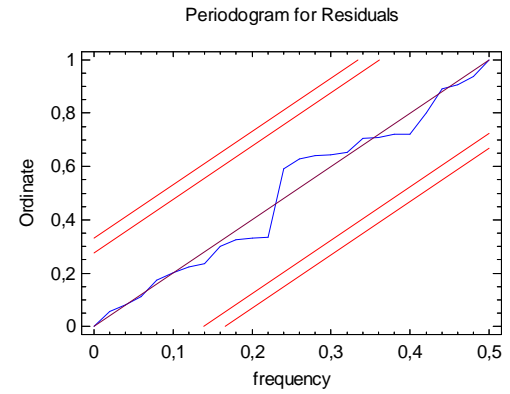
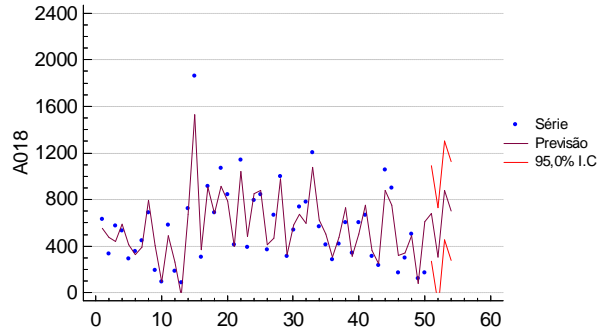
### PEÇA A016



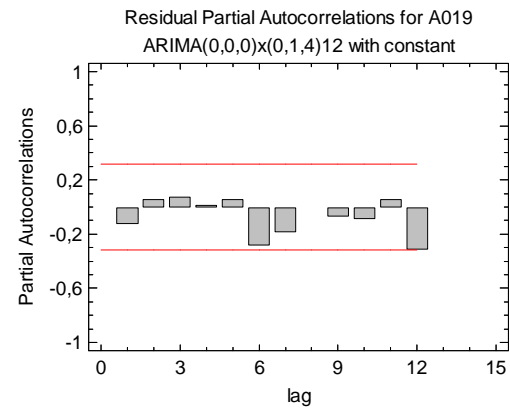
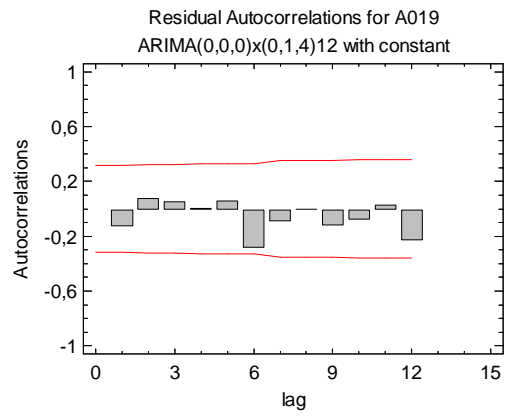
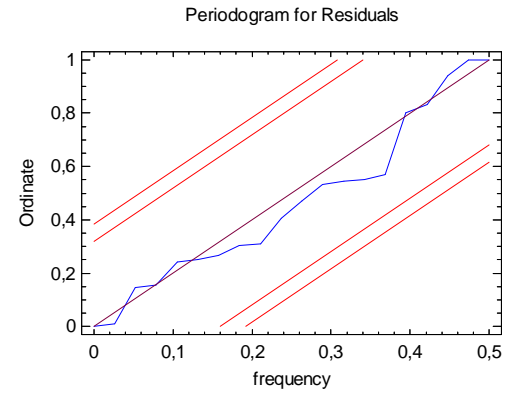
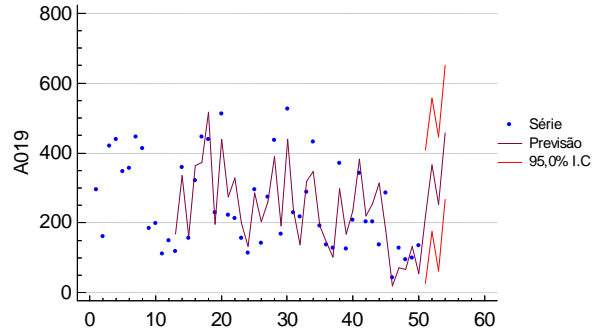
PEÇA A017



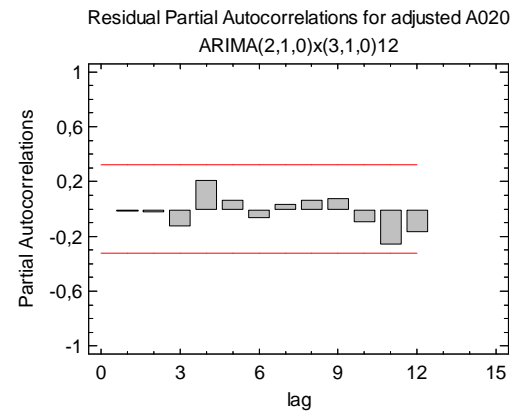
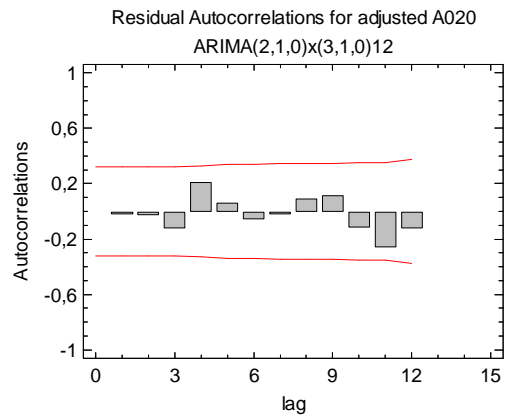
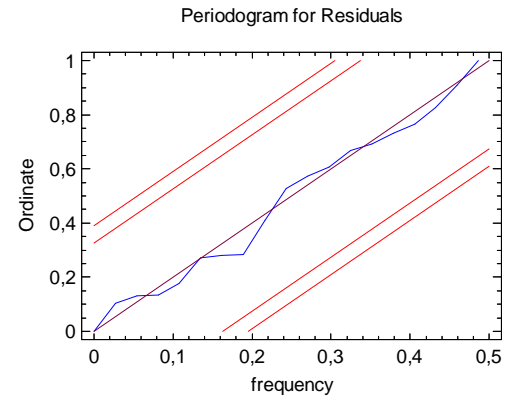
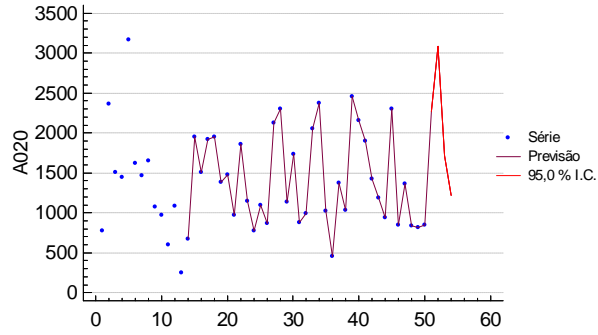
### PEÇA A018



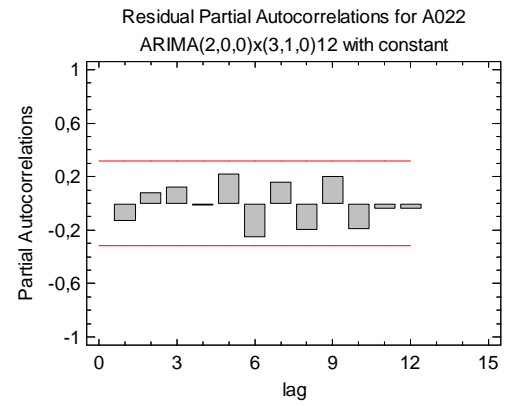
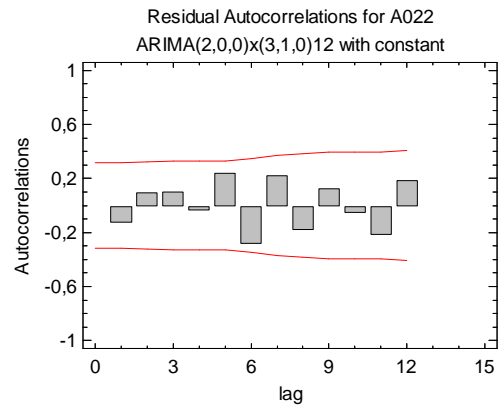
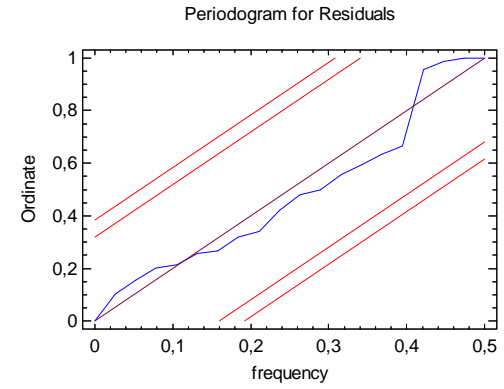
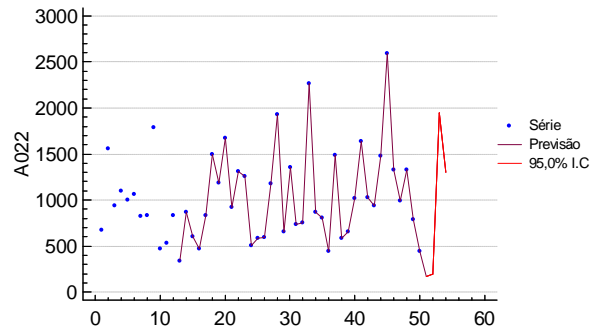
### PEÇA A019



PEÇA A020

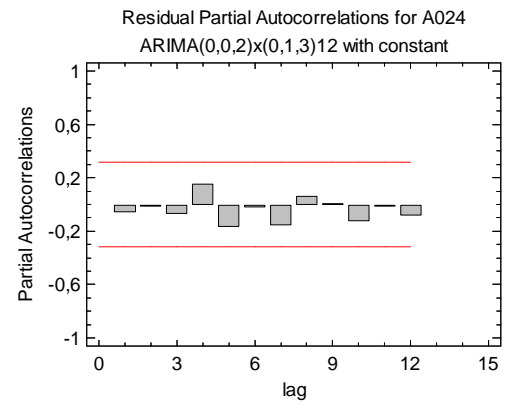
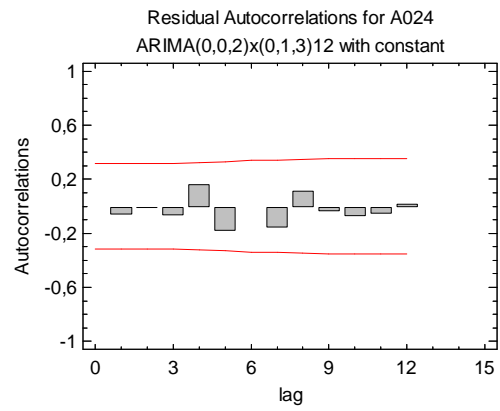
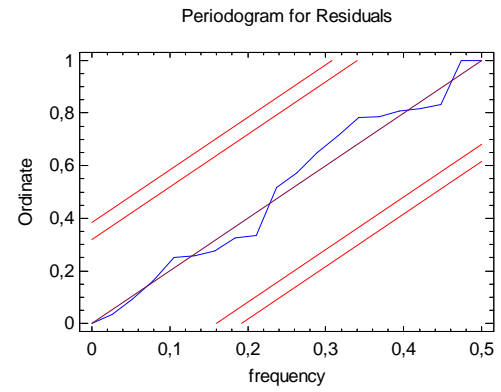
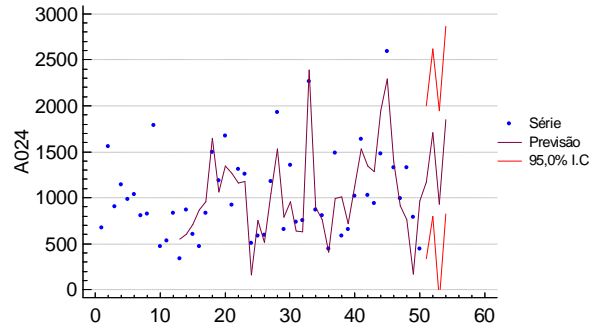


PEÇA A022

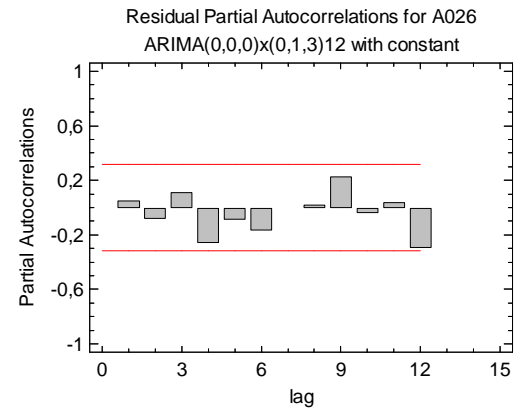
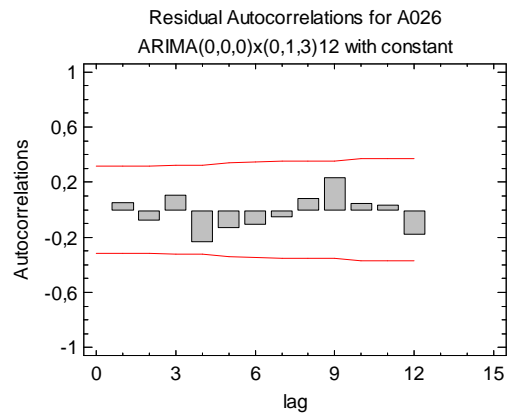
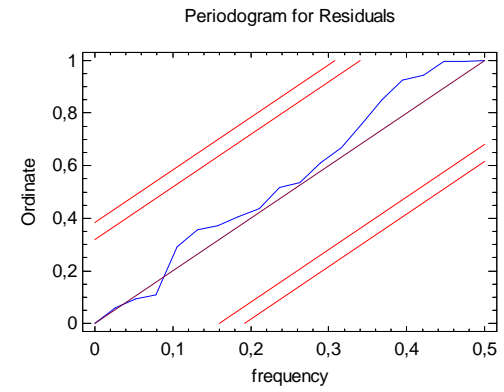
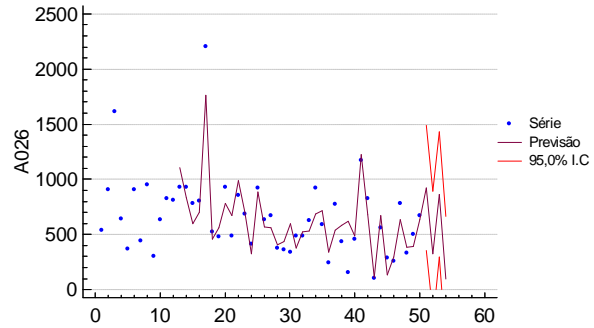




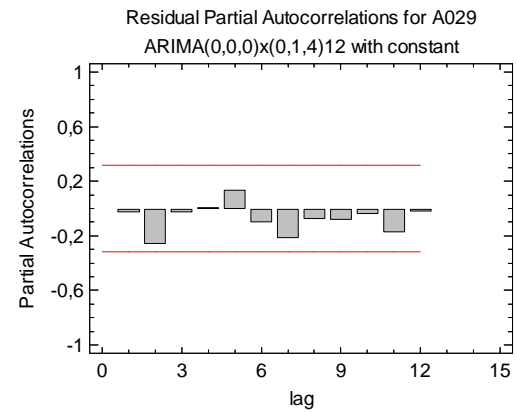
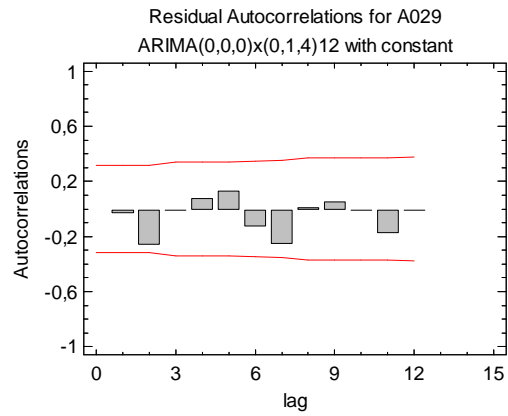
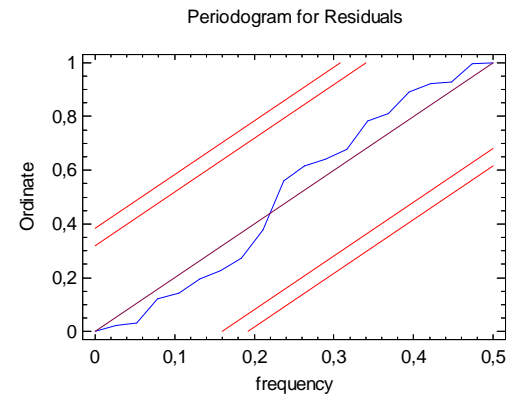
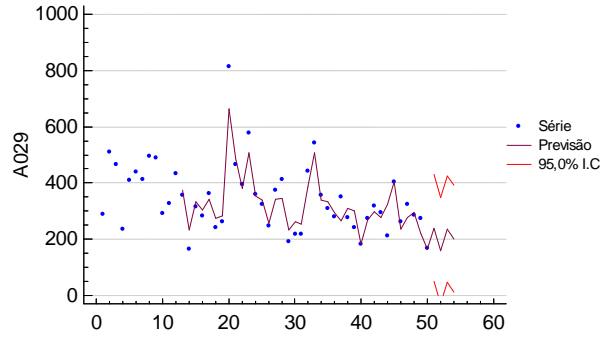
PEÇA A024



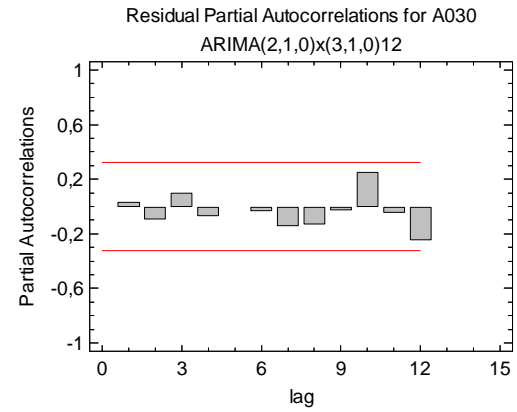
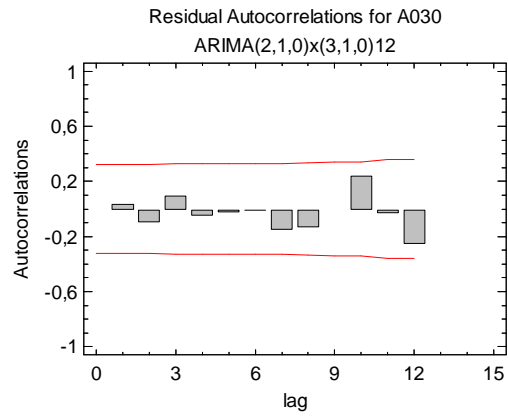
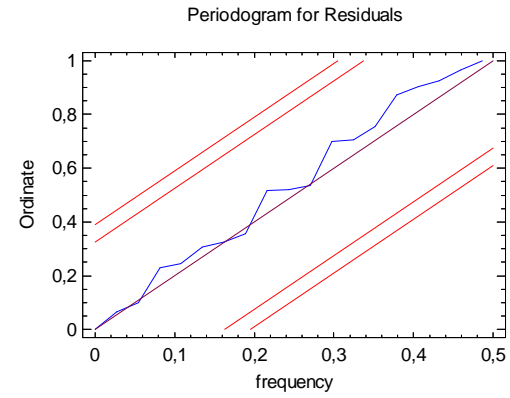
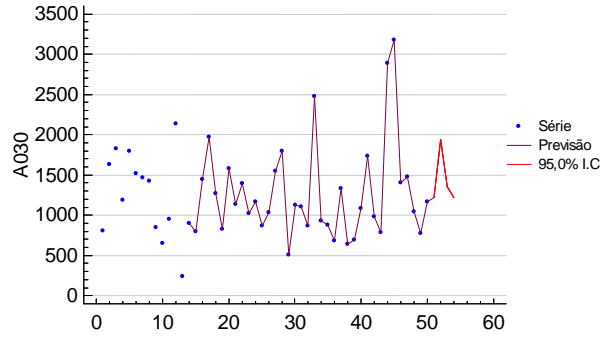
PEÇA A026



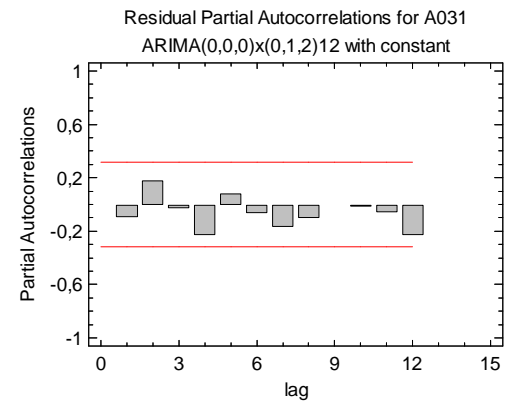
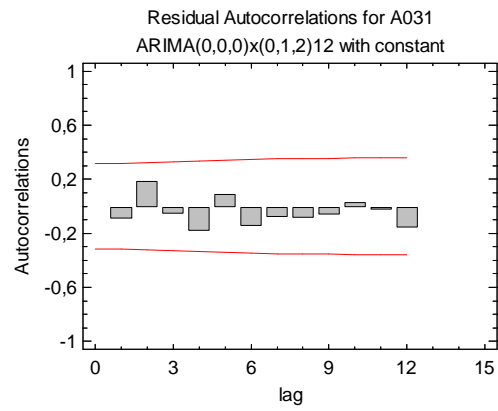
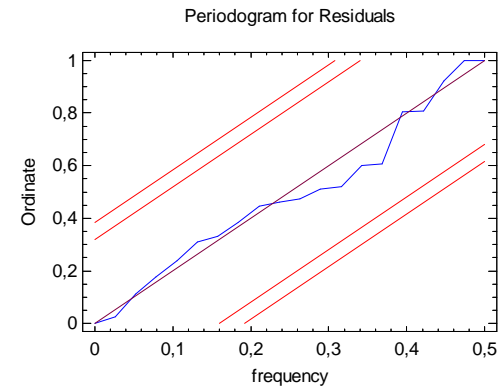
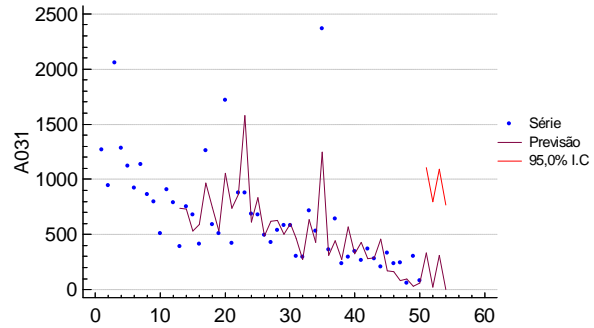
PEÇA A029



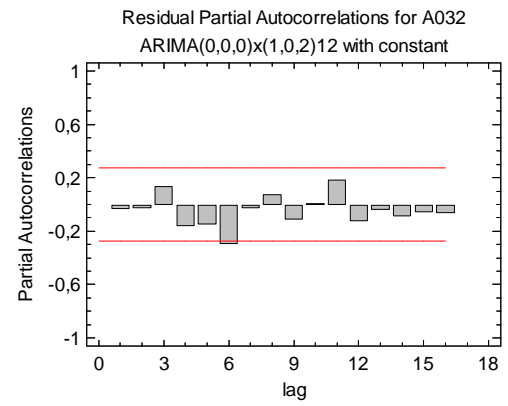
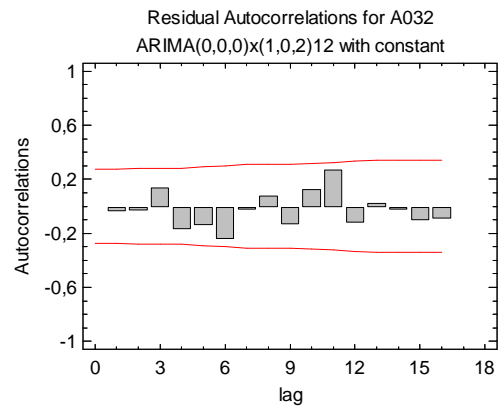
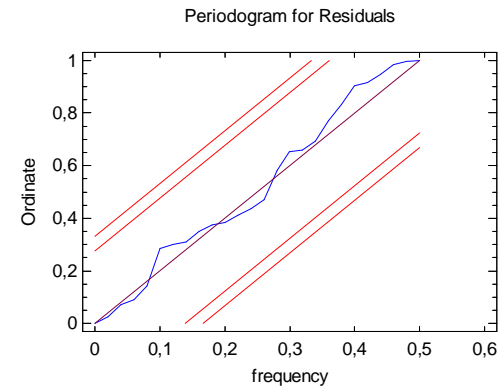
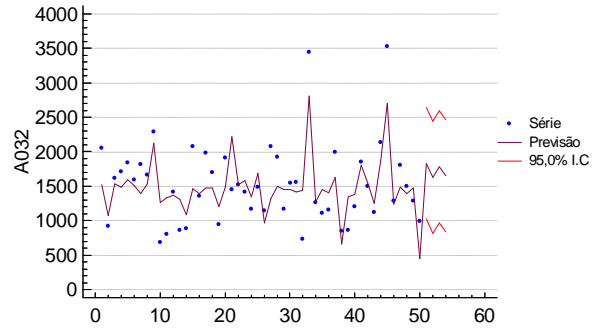
PEÇA A030



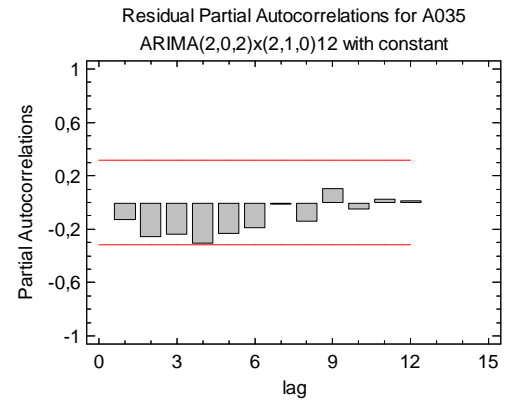
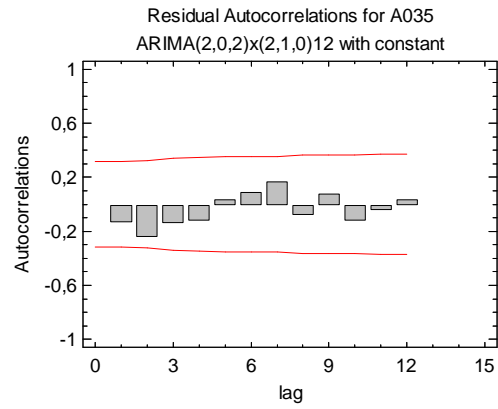
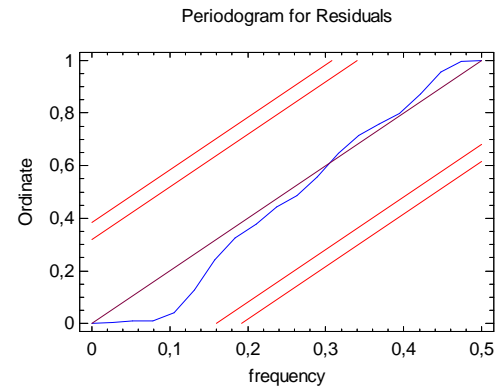
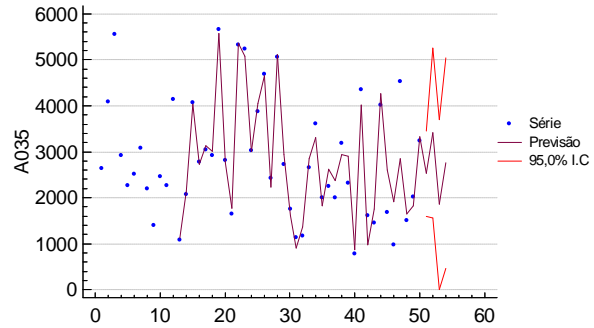
PEÇA A031



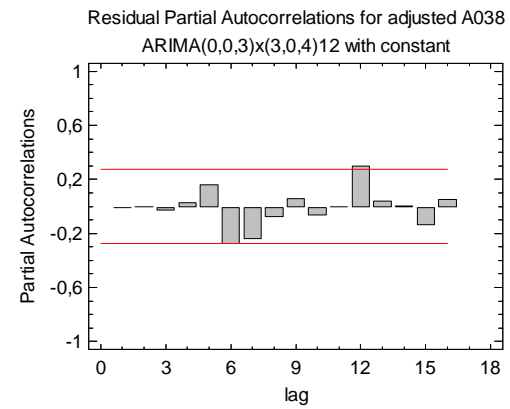
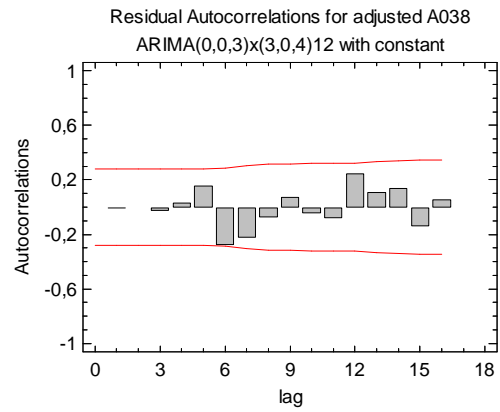
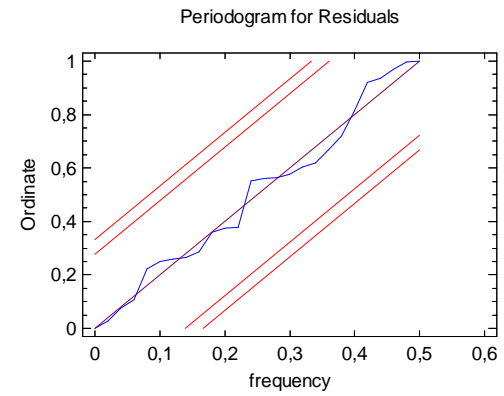
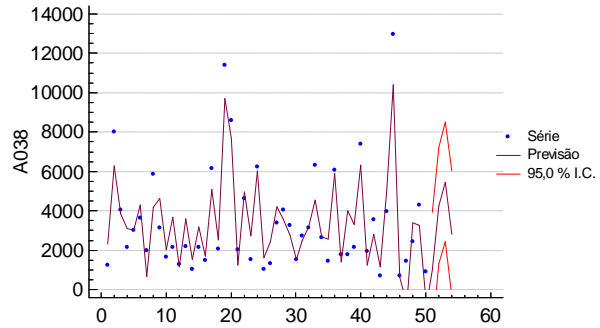
### PEÇA A032



### PEÇA A035



### PEÇA A038





### PEÇA A040

