

VANESSA MARIE MISSAWA

**ESTUDO DE MODELOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE PARA UMA
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS IMPORTADOS**

São Paulo
2013

VANESSA MARIE MISSAWA

**ESTUDO DE MODELOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE PARA UMA
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS IMPORTADOS**

Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção

São Paulo
2013

VANESSA MARIE MISSAWA

**ESTUDO DE MODELOS DE REPOSIÇÃO DE ESTOQUE PARA UMA
DISTRIBUIDORA DE PRODUTOS IMPORTADOS**

Trabalho de formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do diploma de Engenheiro de
Produção

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de
Mesquita

São Paulo
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Missawa, Vanessa Marie

Estudo de modelos de reposição de estoque para uma distribuidora de produtos importados / V.M. Missawa. -- São Paulo, 2013. 127 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1.Controle de estoques 2.Previsão de vendas I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

Aos meus pais pelo carinho e incentivo em
toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre me apoiaram, me deram força nos momentos difíceis e possibilitaram oportunidades incríveis ao longo da minha vida.

À minha família pelo carinho constante.

Ao Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita pela orientação, paciência e dedicação durante este trabalho.

Ao meu namorado Fábio pela companhia, amizade e carinho todos esses anos.

Aos meus amigos que tornaram a faculdade mais agradável e proporcionaram momentos maravilhosos durante esse período.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo melhorar o controle de estoques de uma empresa de importação e distribuição de artigos de pesca. Até o desenvolvimento deste trabalho a empresa não utilizava um modelo de reposição estruturado, realizando compras mensais baseadas na percepção subjetiva dos gestores.

Os produtos são importados de um único fornecedor dos Estados Unidos uma vez por mês, utilizando o transporte marítimo. Como a empresa trabalha exclusivamente com um fornecedor e o custo de pedido da importação (frete e despesas alfandegárias) é muito alto, decidiu-se analisar somente os modelos de revisão periódica, mantendo a frequência mensal já utilizada.

O trabalho testa e avalia dois modelos de revisão periódica, um reativo (reposição do máximo) e outro baseado em previsão de demanda (cálculo de necessidades). O cálculo de necessidades considera três modelos de previsão de demanda: média móvel, suavização exponencial simples e com tendência.

A partir das séries históricas calcularam-se os parâmetros necessários para cada modelo de estoque e realizaram-se simulações dos pedidos de compra para os meses de 2012. Com isso foi possível medir o estoque médio obtido por cada modelo testado e comparar os resultados com a situação real. Ambos os modelos testados apresentaram redução significativa do estoque médio avaliado a custo, aproximadamente 35% menor em relação ao estoque médio real em 2012.

Palavras-chave: Controle de Estoque. Previsão de Demanda. Importação. Artigos de Pesca.

ABSTRACT

This work aims to improve the inventory control of a company that imports and distributes fishing tackle goods. Until the development of this work the company did not use a structured inventory replenishment model, but relied only on the subjective judgment of its managers to place purchase orders.

The products are imported from a single supplier located in the United States once a month, through ocean freight. Since the company works exclusively with one supplier and the ordering cost incurred in the import process (freight, storage fee and other charges for receiving imports) is very high, it was decided to analyze only the periodic review inventory models, keeping the monthly frequency already in use.

This study tests and evaluates two periodic review policies, the standard order-up-to model (T, S) and a forecast-based inventory policy. The latter considers three demand forecasting methods: moving average, simple exponential smoothing and exponential smoothing with trend adjustment.

From the historical time series the necessary parameters for each inventory model were calculated and simulations of the purchase orders for 2012 were run. This allowed the measurement of the average inventory level obtained by each model tested and the comparison of results with the real data. Both models analyzed showed significant reduction on the average inventory at cost, approximately 35% lower than the real average inventory in 2012.

Keywords: Inventory Control. Demand Forecasting. Importation. Fishing Tackle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Origens das Importações da PESCA.....	20
Figura 1.2 – Organograma da Empresa.....	21
Figura 2.1 – Classificação dos principais modelos de reposição de estoques (LUSTOSA <i>et al.</i> , 2008).....	31
Figura 2.2 – Esquema de decisão do modelo Cálculo de Necessidades (SANTORO, 2006) ..	37
Figura 2.3 – Classificação dos modelos de previsão de demanda (TERSINE, 1994).....	39
Figura 2.4 – Etapas do Despacho de Importação (RECEITA FEDERAL, 2013a).....	58
Figura 3.1 – Custos de Frete Marítimo.....	71
Figura 4.1 – Etapas do Trabalho.....	75
Figura 4.2 – Definição dos Períodos de Inicialização e Validação (Adaptado de Santoro (2006))	79
Figura 4.3 – Aplicação da Série Histórica no Modelo de Reposição do Máximo	80
Figura 4.4 – Etapas do Modelo Cálculo de Necessidades.....	82
Figura 5.1 – Ilustração de Resultados do S teórico	89
Figura 5.2 – Ilustração de Resultados do Teste de Normalidade para as Vendas de 2011	89
Figura 5.3 – Ilustração de Resultados da Seleção do Modelo de Previsão	91
Figura 5.4 – Ilustração de Resultados do Estoque de Segurança para o Cálculo de Necessidades.....	91
Figura 5.5 – Ilustração de Resultados do Teste de Normalidade para os Erros de Previsão....	92
Figura 5.6 – Ilustração da Planilha de Simulação – Reposição do Máximo	93
Figura 5.7 – Ilustração do Estoque Médio da Reposição do Máximo.....	94
Figura 5.8 – Ilustração do Nível de Serviço da Reposição do Máximo	94
Figura 5.9 – Ilustração do Estoque Máximo (S) Teórico e Empírico.....	95
Figura 5.10 – Ilustração dos Parâmetros dos Modelos de Previsão	96
Figura 5.11 – Ilustração da Planilha de Simulação – Cálculo de Necessidades.....	96
Figura 5.12 – Ilustração do Estoque Médio do Cálculo de Necessidades.....	96
Figura 5.13 – Ilustração do Nível de Serviço do Cálculo de Necessidades	97
Figura 5.14 – Comparação de Resultados com Reposição do Máximo (S teórico)	98
Figura 5.15 – Comparação de Resultados com Reposição do Máximo (S empírico)	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Resumo da classificação ABC.....	28
Tabela 2.2 – Classificação Mista ABC e XYZ.....	29
Tabela 2.3 – Avaliação dos Tipos de Fonte de Dados.....	40
Tabela 2.4 – Erros de previsão	42
Tabela 2.5 – Estratégias de Sortimento no Varejo	56
Tabela 2.6 – Atividades do Processo de Importação.....	58
Tabela 3.1 – Alíquotas dos Impostos Incidentes na Importação	64
Tabela 3.2 – Exemplo Cálculo de Custo do Produto.....	66
Tabela 3.3 – Exemplo Cálculo de Gasto da Importação	66
Tabela 3.4 – Classificação ABC.....	67
Tabela 3.5 – Análise das Importações, Vendas e Estoque	67
Tabela 3.6 – Determinação das Classes XYZ	68
Tabela 3.7 – Matriz das Classificações ABC e XYZ	68
Tabela 3.8 – Preços de Frete Marítimo.....	71
Tabela 3.9 – Incertezas no Processo de Importação	73
Tabela 4.1 – Tipos de Produtos	77
Tabela 4.2 – Valores Críticos da A^2 Modificada.....	87
Tabela 5.1 – Fatores de Segurança	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMV	Custo da Mercadoria Vendida
FOB	<i>Free on Board</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i>
MSE	<i>Mean Squared Error</i>
QLE	Quantidade do Lote Econômico
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>

SUMÁRIO

1	Introdução	19
1.1	Descrição da Empresa.....	19
1.1.1	Organização da Empresa	20
1.2	Contexto do Estágio e Motivação do Trabalho	21
1.3	Formulação do Problema	22
1.4	Objetivos do Trabalho	23
1.5	Relevância do Estudo.....	24
1.6	Estrutura do Trabalho	24
2	Revisão Bibliográfica	25
2.1	Gestão de Estoques	25
2.1.1	Estoques.....	25
2.1.2	Classificação dos Produtos	27
2.1.3	Indicadores de Desempenho	29
2.1.4	Modelos de Reposição.....	31
2.2	Previsão de Demanda.....	38
2.2.1	Erros de Previsão	40
2.2.2	Modelos Quantitativos.....	42
2.2.3	Modelos Qualitativos.....	52
2.3	Aspectos Comerciais Relacionados à Gestão de Estoques	54
2.4	Termos e Processo de Importação	57
2.4.1	Despacho de Importação	57
2.4.2	Siscomex.....	59
2.4.3	Seleção Parametrizada.....	59
2.4.4	Incoterms	60
2.4.5	Impostos para Produtos Importados	61

3	Diagnóstico Inicial	64
3.1	Custo dos Produtos Importados.....	64
3.2	Situação Atual do Estoque da Empresa.....	67
3.3	Considerações Iniciais para o Desenvolvimento dos Modelos	69
3.3.1	Escolha dos Modelos de Reposição de Estoque	69
3.3.2	Nível de Serviço Desejado	72
4	Metodologia	75
4.1	Coleta de Dados Históricos e Delimitação do Estudo.....	75
4.2	Ajuste dos Dados e Remoção de <i>Outliers</i>	78
4.3	Separação da Série em Dois Conjuntos.....	78
4.4	Determinação dos Parâmetros dos Modelos	79
4.4.1	Revisão Periódica – Reposição do Máximo	79
4.4.2	Revisão Periódica – Cálculo de Necessidades	80
4.5	Comparação de Resultados	85
4.6	Teste de Normalidade.....	86
5	Apresentação e Discussão dos Resultados.....	88
5.1	Revisão Periódica – Reposição do Máximo.....	88
5.2	Revisão Periódica – Cálculo de Necessidades	90
5.3	A Ferramenta de Simulação	92
5.3.1	Simulação dos Pedidos de Compra do Modelo de Reposição do Máximo	92
5.3.2	Simulação dos Pedidos de Compra do Modelo Cálculo de Necessidades.....	95
5.4	Resultados das Simulações.....	97
6	Conclusões	100
6.1	Síntese do Trabalho	100
6.2	Limitações	101
6.3	Desdobramentos e Considerações Finais	102
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

ANEXOS	107
Anexo A – Códigos em Linguagem VBA.....	107
A1. Macro VBA – Determinação de Alpha para a Suavização Exponencial Simples...	107
A2. Macro VBA – Regressão Linear para a Suavização Exponencial com Tendência .	109
A3. Macro VBA – Determinação de Alpha e Beta para a Suavização Exponencial com Tendência.....	111
A4. Macro VBA – Simulação dos Pedidos de Compra do Cálculo de Necessidades	113
Anexo B.....	116
B1. Parâmetros do Modelo de Reposição do Máximo	116
B2. Teste de Normalidade – Vendas de 2011	118
B3. Seleção do Modelo de Previsão	120
B4. Estoque de Segurança – Modelo Cálculo de Necessidades	122
B5. Teste de Normalidade – Erros de Previsão	124
B6. Estoque Máximo (S) Teórico e Empírico	125
B7. Resultados – Comparação dos Estoques Médios a Custo.....	126

1 Introdução

O presente trabalho de formatura foi desenvolvido durante o estágio da autora na área de compras de uma distribuidora de produtos importados de pesca. Este capítulo contém uma descrição geral sobre a empresa, e o contexto, objetivo e relevância deste estudo. Por questões de confidencialidade, o nome da organização será omitido e substituído por PESCA ao longo de todo o trabalho. Seu único fornecedor será denominado FORNECEDOR.

1.1 Descrição da Empresa

A empresa PESCA foi criada recentemente, no fim de 2010, com o objetivo de ser representante de uma marca japonesa de artigos esportivos para pesca no Brasil. Ela se caracteriza como uma importadora e distribuidora exclusiva de produtos de um único fornecedor, a Holding FORNECEDOR. Sua matriz localiza-se no Japão e suas filiais estão espalhadas no mundo todo, sendo a filial dos Estados Unidos a responsável pela gestão de todas as vendas nas Américas.

A PESCA atua no mercado de pesca brasileiro com a importação de dois grupos de produtos do FORNECEDOR:

- Amplo portfolio de molinetes, carretilhas, varas, iscas, linhas, vestuário e acessórios de pesca do FORNECEDOR-Estados Unidos.
- Portfolio reduzido de molinetes, carretilhas, varas, iscas, vestuário e acessórios de pesca do FORNECEDOR-Japão.

Como a PESCA trabalha com um portfolio mais completo de produtos americanos, o maior volume de compras é realizado diretamente dos Estados Unidos, numa frequência mensal. Já os modelos japoneses são fornecidos pela matriz do Japão e importados em poucos lotes dispersos ao longo do ano.

O escritório central da filial nos Estados Unidos situa-se na Califórnia (costa oeste do país), e é através dele que ocorre todo o relacionamento entre a PESCA e o FORNECEDOR. No entanto, o FORNECEDOR também possui um depósito localizado na Carolina do Norte (costa leste do país). Para reduzir os custos de transporte até o Brasil, todos os embarques dos Estados Unidos são realizados a partir da Carolina Norte. A Figura 1.1 esquematiza as origens das importações realizadas pela PESCA.



Figura 1.1 – Origens das Importações da PESCA

Enquanto os pedidos de compra dos produtos com origem nos Estados Unidos são realizados mensalmente, os pedidos da marca FORNECEDOR-Japão praticamente ocorrem sob encomenda, devido à baixa frequência de reposição e ao volume de compra reduzido. Colocam-se pedidos com meses de antecedência para que os produtos entrem no cronograma de produção das fábricas.

A PESCA atende lojas no Brasil inteiro, concentrando suas vendas no estado de São Paulo, onde se localizam mais de 40% de seus clientes. Os produtos da marca FORNECEDOR são bastante conhecidos no ramo de pesca e caracterizam-se como produtos de alto padrão e qualidade a preços mais altos.

1.1.1 Organização da Empresa

A PESCA é uma empresa pequena com menos de 20 funcionários. Por este motivo, os próprios sócios são responsáveis pela gestão da empresa. A Figura 1.2 apresenta o organograma da empresa.

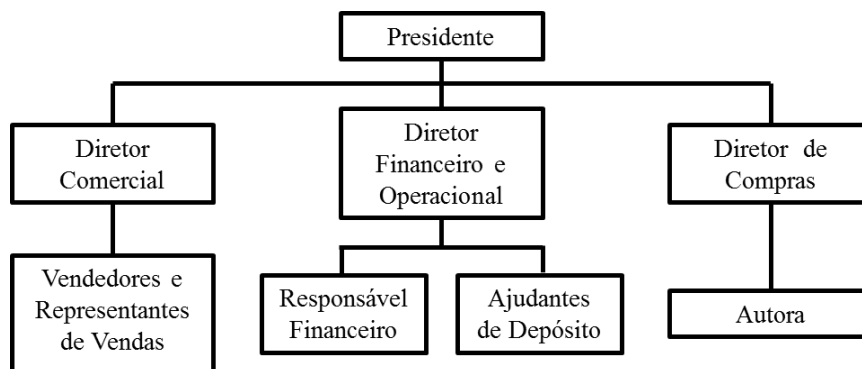


Figura 1.2 – Organograma da Empresa

O diretor comercial coordena toda a área de vendas, encarrega-se do relacionamento com os clientes (atendimento, suporte técnico, negociações, parcerias, visitas, etc.), organiza eventos, e, até mesmo, realiza vendas. A PESCA conta com dois canais de vendas: direta através de telemarketing (funcionários internos) e por meio de representantes de vendas (agentes externos) que visitam os clientes e realizam atendimento pessoal.

O diretor financeiro e operacional é responsável por todas as cobranças e pagamentos, além de supervisionar as atividades de armazenagem e movimentação de materiais no depósito. Já o responsável financeiro cuida das emissões de nota fiscal, das entradas e saídas do estoque, e de outras atualizações do sistema, como por exemplo, tabela de preços.

Por fim, o diretor de compras mantém todo o relacionamento com o FORNECEDOR. É ele que coordena os pedidos de compra, tanto de produtos quanto de peças para consertos, e negocia preços, datas de embarque, e outros acordos com o fornecedor. A elaboração dos pedidos muitas vezes conta com o auxílio do diretor comercial, que contribui com sua visão sobre o mercado e sobre as necessidades dos clientes. Em ocasiões especiais de introdução de novos produtos no portfólio, ou de lançamentos do fabricante, as decisões são tomadas em conjunto pelos gestores e presidente da empresa.

1.2 Contexto do Estágio e Motivação do Trabalho

A autora realizou seu estágio na área de compras, auxiliando na elaboração dos pedidos através da análise e organização das vendas históricas e dos níveis de estoque. Além disso, por se tratar de uma empresa com processos informais, a autora também contribuiu para outras atividades, como determinação de preços de venda e preços promocionais, e geração de relatórios de acompanhamento de vendas para o diretor comercial.

Poucos meses antes de iniciar o estágio da autora, a PESCA não possuía um responsável dedicado à gestão das compras. Os pedidos eram realizados pelos diretores comercial e financeiro e, por isso, pouco tempo era dedicado a essa atividade e não havia um acompanhamento e controle adequado do processo de compras. Não se mantinha controle sobre o que era recebido em relação ao pedido realizado, nem sobre os níveis de estoque e vendas passadas. Os pedidos se baseavam basicamente na opinião subjetiva do diretor comercial.

Portanto, o estágio da autora coincidiu com a formação da área de compras. A autora auxiliou o diretor de compras na coleta e organização de toda a base de dados históricos a fim de obter informações que facilitassem a elaboração dos pedidos de reposição. Nesse contexto, identificou-se o interesse da empresa em utilizar alguma ferramenta de apoio à decisão no controle de estoque e gestão de compras.

1.3 Formulação do Problema

Conforme apresentado anteriormente, a PESCA foi fundada no final de 2010. Em 2011, o volume de compras da PESCA foi consideravelmente grande, uma vez que a empresa estava iniciando suas operações e precisava montar o estoque inicial com um amplo mix de produtos e em quantidades relevantes para atender seus primeiros clientes. Da mesma forma, as lojas brasileiras de pesca também estavam montando seus estoques com os produtos comercializados pela PESCA e, por esse motivo, realizaram grandes pedidos de compras.

No ano seguinte, 2012, o FORNECEDOR esperava que as vendas no mercado brasileiro aumentassem e com isso as importações superassem as do ano anterior. No entanto, o número de novos clientes conquistados em 2012 foi bem menor e, conseqüentemente, a demanda de grandes volumes para montagem inicial de estoque também. Soma-se a isso o fato de que o mercado de pesca no Brasil não estava aquecido em 2012, com poucas vendas aos consumidores finais, os pedidos de reposição das lojas de pesca foram muito menores do que o previsto, e, portanto, as vendas da PESCA caíram.

Por um lado o consumidor final não estava demandando os produtos da marca do FORNECEDOR, por outro, o fornecedor pressionava para que os pedidos de compra da PESCA fossem pelo menos iguais aos de 2011. O efeito disso foi um inchaço do estoque, com compras maiores que as vendas e com um desequilíbrio da grade de produtos. Aqueles itens que mesmo em épocas de crise vendem bem não tiveram seus estoques aumentados pela

indisponibilidade do fornecedor, enquanto aqueles com menor demanda foram sendo importados para satisfazer o compromisso com a filial do FORNECEDOR-Estados Unidos.

Ao final de 2012 o estoque era composto por muitos meses de cobertura de produtos com baixa demanda e pouca cobertura ou até mesmo falta de produtos importantes para o faturamento da empresa.

Embora o FORNECEDOR tenha pressionado a PESCA a comprar seus produtos mesmo que esta não precisasse, o maior problema identificado é a má composição do estoque. Como os pedidos não foram realizados com base nas vendas, as quantidades compradas foram mal planejadas e, por isso, há muito estoque de produtos que não vendem e pouco dos que sempre têm demanda.

Isso provavelmente ocorreu pela ausência de controle dos processos de compra e de gestão de estoques. Não havia controle entre o estoque real e o projetado, acompanhamento dos pedidos em andamento e dos pedidos em *backorder*, conferência entre o pedido enviado e as mercadorias embarcadas (apenas conferência entre o embarcado pelo FORNECEDOR-Estados Unidos e o recebido pela PESCA), entre outras deficiências.

1.4 Objetivo do Trabalho

O objetivo deste trabalho de formatura é desenvolver uma ferramenta gerencial que auxilie no processo de decisão dos pedidos de compra da PESCA, aumentando sua eficácia e eficiência. Com isso, busca-se reduzir os custos da empresa com estoques, isto é, o capital investido em mercadorias.

Por se tratar de uma empresa que só comercializa produtos importados, o gasto incorrido logo na importação é bastante significativo no orçamento e fluxo de caixa da empresa, uma vez que todos os impostos são pagos antecipadamente na entrada do produto no país e os custos de frete e despesas alfandegárias também compõem o custo da mercadoria. Aproximadamente, se gasta duas vezes o preço de venda do FORNECEDOR para importar um produto no Brasil. Um produto de R\$20,00 (preço convertido para a moeda local) custa R\$40,00 para a PESCA tê-lo em seu estoque.

Portanto, este trabalho tem como objetivo melhorar o processo de compra da PESCA para reduzir seus níveis de estoque e, conseqüentemente, promover uma melhor saúde financeira da empresa.

1.5 Relevância do Estudo

Os estoques de uma empresa podem absorver de 25% a 40% de seus custos totais, representando uma porção substancial do capital da empresa (BALLOU, 2007).

Numa organização comercial, é provável que os estoques representem uma proporção ainda maior, uma vez que não há transformação do produto, processo que incorre em muitos gastos com mão-de-obra, maquinário, etc.

Portanto, reduzir os estoques da PESCA sem prejuízo do nível de serviço é fundamental para melhorar a condição financeira da empresa.

1.6 Estrutura do Trabalho

O capítulo 1 apresenta a introdução deste trabalho, com uma breve descrição da empresa estudada, explicação do estágio da autora e identificação do problema e do objetivo deste estudo.

O capítulo 2 consiste na fundamentação teórica, a qual abrange os modelos de estoque e de previsão de demanda, e o processo de importação.

No capítulo 3, é realizado um diagnóstico da situação do estoque da empresa e são feitas algumas considerações iniciais para a construção dos modelos.

O capítulo 4 apresenta toda a metodologia empregada no desenvolvimento dos modelos.

Por fim, o capítulo 5 traz uma discussão dos resultados e o capítulo 6 as conclusões do trabalho.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Gestão de Estoques

2.1.1 Estoques

Estoques existem porque suprimento e demanda são difíceis de sincronizar perfeitamente e leva-se tempo para produzir e transportar os materiais. Suprimento e demanda normalmente não ocorrem em uma mesma taxa de transferência, o que pode ser explicado por quatro principais fatores funcionais dos estoques: tempo, descontinuidade, incerteza e economia (TERSINE, 1994).

O fator tempo envolve o longo processo de produção e transporte necessário para que as mercadorias atinjam o consumidor final. Assim, ao serem posicionados na cadeia de suprimentos, os estoques permitem que uma empresa reduza o tempo de suprimento para atender sua demanda. Outra função dos estoques é criar uma descontinuidade no fluxo de atividades, possibilitando que várias operações dependentes (venda no varejo, distribuição, armazenamento em depósito, manufatura e compra) sejam tratadas de maneira independente, pois os estoques desassocia os vários estágios dentro do processo de suprimento-produção-distribuição (TERSINE, 1994).

O fator incerteza engloba os eventos imprevistos que modificam os planos originais de uma organização, os quais incluem erros nas estimativas de demanda, variações no rendimento da produção, paradas dos equipamentos, greves, atrasos, etc. Por fim, o fator economia permite que a organização obtenha vantagens de alternativas que reduzam os custos, por exemplo, comprando ou produzindo os itens em quantidades econômicas (TERSINE, 1994).

Segundo Ballou (2007), os estoques servem para diferentes finalidades, dentre elas:

- Melhorar o nível de serviço
- Incentivar economias na produção
- Permitir economias de escala nas compras e no transporte
- Agir como proteção contra aumentos de preços
- Proteger a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressuprimento
- Servir como segurança contra contingências

Os objetivos do estoque, segundo o autor, se resumem a dois tipos: um associado ao custo e o outro ao nível de serviço. Pela perspectiva de custo, o controle de estoque se caracteriza como uma questão de balancear os custos de manutenção, de aquisição e de faltas, os quais apresentam comportamentos conflitantes. Desse modo, o objetivo é minimizar o custo total, decorrente da soma dos três tipos de custos e representado por uma curva com concavidade para cima. Como é difícil estimar os custos de faltas, muitas vezes fixa-se o nível de serviço desejado, e ajustam-se os custos de aquisição e manutenção de forma a minimizar sua soma. Deve-se ter, no entanto, muita cautela ao decidir o nível de serviço a ser oferecido, uma vez que o estoque cresce exponencialmente com o aumento da disponibilidade dos produtos (BALLOU, 2007).

A rotatividade do estoque, ou seja, a razão entre o volume de vendas e o estoque médio, é usualmente empregada para indicar a velocidade do giro de capital e verificar se o estoque está dentro de limites aceitáveis. A rentabilidade de uma empresa é significativamente influenciada pela qualidade do controle de estoques, uma vez que este absorve o capital que poderia ser investido de outras maneiras. Desse modo, o aumento de rotatividade do estoque possibilita a liberação de ativo e reduz o custo de manutenção de armazenamento dos produtos (BALLOU, 2007).

É possível separar os custos incorridos na administração de estoques em diferentes categorias:

- a) Custos de manutenção: incluem o custo de oportunidade do capital, os custos associados aos impostos e seguros, os custos de armazenagem física, e, finalmente, os custos associados ao risco de manter o estoque, ou seja, custos de perdas por deterioração, obsolescência, dano e furto.
- b) Custos de pedido: custos associados ao processo de aquisição dos itens de reposição do estoque (custo do processamento dos pedidos, custo do envio dos produtos, custo de preparação da produção ou do manuseio para atender o lote solicitado, custo incorrido nas operações de recebimento).
- c) Custos do produto: preço do item obtido de uma fonte externa.
- d) Custos de falta de estoques: ocorrem quando há demanda por itens em falta no estoque e podem ser classificados em dois tipos: custos de vendas perdidas e custos de atrasos. O custo de venda perdida pode ser estimado como o lucro perdido na venda (no caso dos produtos acabados, é a margem de contribuição de cada venda perdida por indisponibilidade do produto) somado a qualquer perda de lucro futuro pela imagem

prejudicada da empresa; já o custo de atraso resulta em gastos diretos para a empresa e também podem afetar a imagem da empresa. Por outro lado, no caso de insumos, o custo da falta deve ser mensurado em função do impacto que a indisponibilidade causa para a empresa. Isto pode ser estimado pelas paradas de produção devido à falta de insumos.

Esta seção apresentou as principais funções dos estoques e sua importância para uma empresa. No caso da PESCA, os estoques representam um componente essencial em suas operações, uma vez que se trata de uma empresa comercial atacadista e, portanto, seu negócio baseia-se na venda de produtos adquiridos de um fornecedor externo. Para atender seus clientes, a PESCA necessita manter estoque de um amplo portfolio de produtos, imobilizando, assim, parte significativa de seu capital.

2.1.2 Classificação dos Produtos

Em uma boa gestão de estoque é comum aplicar diferentes modelos de estoque a produtos com importâncias distintas. Por exemplo, produtos com maior valor de venda merecem um controle mais rígido e revisões mais frequentes. Esta seção apresenta duas classificações que podem orientar a diferenciação do controle de estoque aos diversos produtos de uma empresa.

2.1.2.1 Classificação ABC

A classificação ABC determina o quanto um item é importante para a organização. Normalmente caracterizam-se como itens A aqueles que representam cerca de 20% dos itens, mas contribuem por 80% do valor das vendas; itens B aqueles que compreendem 30% dos itens e representam 15% das vendas; e, por fim, itens C os demais itens que somam apenas 5% das vendas.

O objetivo principal da classificação ABC é fornecer informações para que se possa estabelecer políticas, objetivos e controles diferenciados, conforme a importância de cada item em relação ao valor das vendas. Os itens da classe A devem receber maior atenção e, para isso, diminui-se o controle sobre os itens C a fim de liberar tempo e recursos da administração. Uma forma de possibilitar menor controle sobre a classe C é manter o estoque de seus produtos mais elevados para atender à demanda por um período maior, reduzindo a frequência de revisões. Como os itens C possuem baixa demanda em valor, um aumento em seus estoques não provocará aumento significativo no custo do estoque total (BARBIERI; MACHLINE, 2006).

A Tabela 2.1 apresenta um resumo de possíveis formas de utilização da classificação ABC (BARBIERI; MACHLINE, 2006).

Tabela 2.1 – Resumo da classificação ABC

Classe	Objetivos da Gestão	Recomendações
A	Maior precisão no planejamento e controle	Maior giro de estoque (menor cobertura) Revisões mais frequentes Previsão de demanda mais rigorosa Inventário completo
B	Intermediários	Intermediários
C	Maior folga no planejamento e controle, atendendo à demanda sem aumentar a carga de trabalho.	Menor giro de estoque (maior cobertura) Revisões menos frequentes Previsões baseadas em projeções de demanda passada Inventário por amostragem

2.1.2.2 Classificação XYZ

A classificação XYZ identifica os itens com maior e menor frequência de saídas (vendas) em um determinado período. Os itens com comportamento regular ou contínuo são classificados como itens X, enquanto os itens com demanda baixa ou esporádica são classificados como itens Z. Os itens Y possuem demanda com comportamento intermediário e são caracterizados de acordo com a estratégia utilizada pela organização (SCHÖNSLEBEN, 2007).

2.1.2.3 Classificação Mista

A classificação mista permite que os itens sejam classificados simultaneamente quanto ao valor e à frequência de vendas. A visualização do comportamento da demanda auxilia a decisão quanto à forma de gestão de estoques de cada item (SCHÖNSLEBEN, 2007).

Os níveis de estoque geral e de segurança devem ser definidos com base na posição de cada item na matriz apresentada na Tabela 2.2 (SCHÖNSLEBEN, 2007).

Tabela 2.2 – Classificação Mista ABC e XYZ

Frequência	Valor		
	A (alto)	B (médio)	C (baixo)
X (alta)	Alto valor e demanda contínua	Médio valor e demanda contínua	Baixo valor e demanda contínua
Y (média)	Alto valor e demanda intermitente	Médio valor e demanda intermitente	Baixo valor e demanda intermitente
Z (baixa)	Alto valor e demanda esporádica	Médio valor e demanda esporádica	Baixo valor e demanda esporádica

2.1.3 Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho mais utilizados na gestão de estoques estão ligados ao fluxo de entrada e saída dos materiais no estoque (LUSTOSA *et al.*, 2008).

O indicador cobertura de estoque é uma medida do tempo médio de duração do estoque, sem que haja novas reposições (LUSTOSA *et al.*, 2008). A cobertura é calculada por:

$$\text{Cobertura de Estoque} = \frac{\text{Estoque Médio do Período}}{\text{Demanda Média do Período}}$$

O segundo indicador tradicional é o giro de estoque, o qual mede o fluxo de itens no estoque, a partir da fórmula (LUSTOSA *et al.*, 2008):

$$\text{Giro de Estoque} = \frac{\text{Demanda do Período}}{\text{Estoque Médio do Período}}$$

Ambos os indicadores são duas visões da mesma grandeza, sendo uma o inverso da outra. Tanto o estoque médio como a demanda podem ser expressos em quantidade de itens ou em valores monetários; neste caso, permitem calcular o giro agregado (vários itens) (LUSTOSA *et al.*, 2008).

O estoque médio (EM) de um item é a média dos saldos de estoques ao longo de um período, que, simplificadamente, é considerado como a média aritmética dos estoques inicial e final do período, conforme a fórmula (BARBIERI; MACHLINE, 2006):

$$EM = \frac{EI + EF}{2}$$

Onde

EI = estoque inicial do período considerado

EF = estoque final do período considerado

Porém, como muitas vezes é interessante calcular o estoque médio anual, essa simplificação não é mais recomendada, pois a demanda mensal de um item pode variar bastante em relação aos períodos extremos e compras adicionais podem ocorrer no fim do ano. Por esses motivos, um meio para obter o estoque médio anual mais próximo da realidade é através da média dos estoques médios mensais (BARBIERI; MACHLINE, 2006):

$$EM_{anual} = \frac{EM_1 + EM_2 + \dots + EM_{12}}{12}$$

Além dos indicadores diretamente relacionados aos níveis de estoque e fluxos de entrada e saída de materiais, há, ainda, os indicadores de nível de serviço. Estes estão associados aos resultados da gestão de estoque no que se refere à disponibilidade de produtos.

Os indicadores de nível de serviço podem ser analisados por dois pontos de vista: o do cliente e o do produto. Do ponto de vista do cliente, o nível de serviço pode ser medido em função do percentual de pedidos com disponibilidade total (pedidos atendidos integralmente), enquanto do ponto de vista do produto mede-se o nível de serviço através do percentual da demanda pelo produto que é atendida de imediato ou da frequência com que o produto apresenta falta de estoque (AROZO, 2013).

Os indicadores pela perspectiva do produto permitem a identificação de itens específicos com problemas, e também o monitoramento de grupos de produtos com estratégias de estoque diferenciadas, como, por exemplo, níveis de serviço desejado maiores para produtos com maior rentabilidade (AROZO, 2013).

Nível de serviço também pode ser interpretado como o cumprimento do prazo de entrega, ao invés do percentual de itens que o fornecedor consegue atender em cada pedido (GOEBEL, 1996).

Melhorias no nível de serviço geralmente estão associadas a custos adicionais, portanto, é preciso avaliar qual o ponto a atingir em comparação com os níveis de serviço oferecidos pela concorrência. Para maximizar o lucro da empresa, o objetivo deve consistir em operar a um nível que forneça a maior diferença entre Receitas e Custos (GOEBEL, 1996).

2.1.4 Modelos de Reposição

Os modelos de estoques podem ser classificados em Reativos ou Ativos, dependendo do uso ou não de previsões. Os modelos reativos não utilizam diretamente previsão de demanda para decidir o quanto comprar de cada item, essa decisão é apenas função do nível dos estoques naquele determinado momento e de parâmetros como ponto de pedido, lote fixo e estoque máximo. Já os modelos ativos utilizam a previsão de demanda nas decisões referentes à gestão de estoque. Vale ressaltar que ambos utilizam previsão para o cálculo dos parâmetros, mas somente o ativo a utiliza no momento de definir as quantidades de reposição dos estoques (SANTORO, 2006).

Na classe dos modelos reativos, identificam-se dois tipos principais: os modelos de período fixo (revisão periódica) e os de quantidade fixa (revisão contínua). No primeiro caso, a revisão dos estoques ocorre em períodos regulares de tempo, sendo a quantidade comprada variável e calculada para repor o estoque ao seu nível máximo predeterminado, valor que corresponde à demanda esperada no período entre duas reposições, somada a uma margem de segurança para cobrir incertezas (LUSTOSA *et al.*, 2008).

No caso dos modelos de revisão contínua, determina-se um nível mínimo de estoque, chamado ponto de pedido, que, quando atingido, evidencia a necessidade de reposição do item e gera um pedido. O ponto de pedido deve ser suficiente para atender a demanda durante o tempo de reposição e as quantidades compradas são fixas (LUSTOSA *et al.*, 2008).

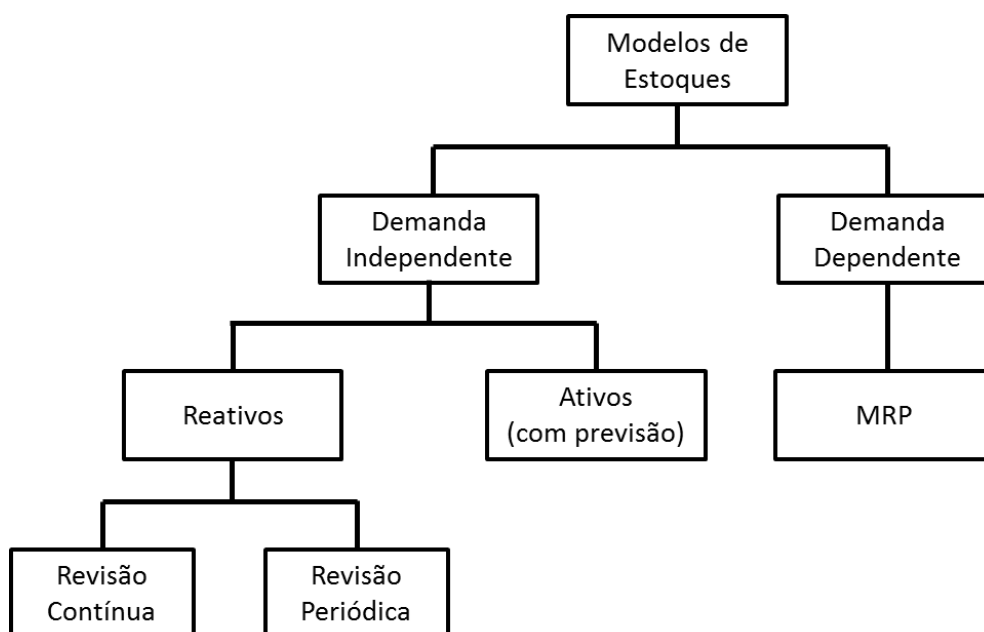


Figura 2.1 – Classificação dos principais modelos de reposição de estoques (LUSTOSA *et al.*, 2008)

2.1.4.1 Modelos Reativos

2.1.4.1.1 Lote Econômico

O lote econômico é utilizado para controlar o estoque de um único item, com demanda constante, custos lineares, capacidade de suprimento ilimitada e tempo de espera igual à zero ou constante. Seu cálculo fundamenta-se na minimização do custo total de operação, composto pelo custo de aquisição, custo de pedido e custo de armazenagem (LUSTOSA *et al.*, 2008).

A quantidade do lote econômico (QLE) é dada pela fórmula:

$$QLE = \sqrt{\frac{2 c_p D}{c_a}} \quad (2.1)$$

Onde

c_p = custo de pedido

c_a = custo de armazenagem

D = demanda total anual

Uma limitação do lote econômico é que não se considera a possibilidade de agregar pedidos para mais de um produto do mesmo fornecedor. Outra é que não há restrições quanto ao tamanho dos lotes (lote máximo), o que na realidade não é verdade, pois os meios de transporte possuem capacidade limitada e o fornecedor pode não ser capaz de suprir tudo o que é pedido. Por fim, o lote econômico por si só desconsidera o fato de os fornecedores darem descontos para compras de grandes lotes ou a existência de outras economias de escala (por exemplo, transporte) e também não considera o custo de falta.

2.1.4.1.2 Reposição por Ponto de Pedido

Este modelo, também conhecido como modelo de reposição contínua, sugere a reposição baseando-se nas quantidades em estoque após cada saída. O nível do estoque é constantemente comparado com o valor definido para o ponto de pedido e, quando o nível se iguala ou fica abaixo desse valor, uma reposição é ordenada. O tamanho do lote de reposição geralmente é fixo e calculado pelo modelo do lote econômico (LUSTOSA *et al.*, 2008).

O ponto de pedido deve ser calculado de modo que seja igual à soma da demanda média no tempo de espera e o estoque de segurança. Para tempo de espera constante e demanda diária independente e aleatória com distribuição normal, o ponto de pedido é calculado pela fórmula (LUSTOSA *et al.*, 2008):

$$R = dL + z\sigma_d \sqrt{L} \quad (2.2)$$

Onde

d = demanda média

σ_d = desvio padrão da demanda

L = o tempo de espera (constante, por hipótese)

O coeficiente z representa o nível de cobertura que se deseja em uma variável de distribuição normal. Para uma cobertura de 90%, 95% e 99% os valores de z seriam 1,28, 1,64 e 2,33 respectivamente (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Na realidade, a fórmula acima é uma simplificação para um caso particular, pois assume que a demanda durante o tempo de reposição tenha distribuição normal e que o *lead time* seja constante. De forma geral, Hopp e Spearman (2008) definem que o ponto de pedido é obtido por uma de duas equações:

$$G(r^*) = \frac{b}{b + h} \quad (2.3)$$

Onde

$G(x) = P(X \leq x)$

= função distribuição acumulada da demanda durante o tempo de reposição

r^* = ponto de pedido

b = custo de backorder anual

h = custo de armazenagem anual

$$G(r^*) = \frac{kD}{kD + hQ} \quad (2.4)$$

Onde

$$G(x) = P(X \leq x)$$

= função distribuição acumulada da demanda durante o tempo de reposição

r^* = ponto de pedido

k = custo de ruptura de estoque

h = custo de armazenagem anual

D = demanda anual em unidades

Q = lote de reposição

As duas equações são equivalentes, porém diferem na forma de representar o serviço prestado ao cliente. A equação 2.3 assume o custo de *backorder* como o preço por unidade de tempo de um pedido não atendido, que ocorre quando os clientes aceitam esperar para ter seu pedido atendido. Contrariamente, a equação 2.4 considera o custo de ruptura de estoque (custo de perda de venda) como um valor fixo para cada demanda não atendida pelo estoque, e ocorre quando os clientes desistem da compra. Na prática, os dois efeitos ocorrem simultaneamente.

Além de generalizar a fórmula do ponto de pedido, Hopp e Spearman (2008) também apresentam o cálculo do desvio padrão da demanda durante o tempo de reposição para casos cujo tempo de reposição é variável.

$$\sigma = \sqrt{L\sigma_d^2 + d^2\sigma_L^2} \quad (2.5)$$

Onde

σ = desvio padrão da demanda durante o tempo de reposição

L = tempo de reposição esperado

σ_d = desvio padrão da demanda

d = demanda esperada

σ_L = desvio padrão do tempo de reposição

2.1.4.1.3 Reposição Periódica

Este modelo se baseia na reposição dos estoques em intervalos regulares. Durante a revisão verifica-se o nível de estoque naquele instante e ordena-se um lote com a quantidade que reponha o nível máximo de estoque planejado. Como a demanda é normalmente variável, se os intervalos são fixos, o tamanho dos lotes será variável a cada período (LUSTOSA *et al.*, 2008)

O valor ideal do período de revisão (T) tem sua unidade coerente com a unidade de demanda (ano) e é dado por:

$$T = \frac{QLE}{\text{taxa de demanda}} \quad (2.6)$$

A revisão periódica permite que itens de um único fornecedor sejam revisados com intervalos iguais ou múltiplos de um mesmo valor, a fim de facilitar os processos de compra, transporte e pagamentos (LUSTOSA *et al.*, 2008).

O estoque máximo planejado (S) é calculado a partir da equação (SILVER; PYKE; PETERSON, 1998):

$$S = \hat{x}_{T+L} + ES \quad (2.7)$$

Onde

T = período de revisão

ES = estoque de segurança

$\hat{x}_{T+L}$ = demanda prevista (ou esperada)

durante o intervalo de revisão (T) mais o tempo de reposição (L)

O estoque de segurança (ES), por sua vez pode ser obtido por (SILVER; PYKE; PETERSON, 1998):

$$ES = k\sigma_{T+L} \quad (2.8)$$

Onde

k = fator de segurança

σ_{T+L} = desvio padrão da demanda durante o intervalo de revisão (T) mais o tempo de reposição (L)

2.1.4.1.4 Modelo do Estoque Base

O modelo do estoque base é um caso particular da reposição pelo ponto de pedido, pois o estoque base representa a quantidade máxima a ser mantida em estoque, cujo nível deve ser continuamente controlado para gerar pedidos sempre que estiver abaixo do valor escolhido para o estoque base. Cada saída gera um pedido e, assim, a posição de estoque fica constante (base). Este modelo é aplicado a produtos de alto valor e baixa demanda (algumas unidades) (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Supondo uma distribuição normal para a demanda durante o tempo de reposição, o estoque base é obtido por (HOPP; SPEARMAN, 2008):

$$r^* + 1 = \theta + z\sigma \quad (2.9)$$

Onde

$$r^* + 1 = \text{base}$$

$$r^* = \text{ponto de pedido}$$

$$\theta = \text{demanda média durante o tempo de reposição}$$

$$\sigma = \text{desvio padrão da demanda durante o tempo de reposição}$$

2.1.4.2 Modelo Ativo

2.1.4.2.1 Cálculo de Necessidades

O cálculo de necessidades é um dos modelos ativos e será explicado através de um exemplo a seguir (SANTORO, 2006).

Nesse exemplo, o tempo de espera é 3, o período de revisão 1 e o estoque de segurança 10.

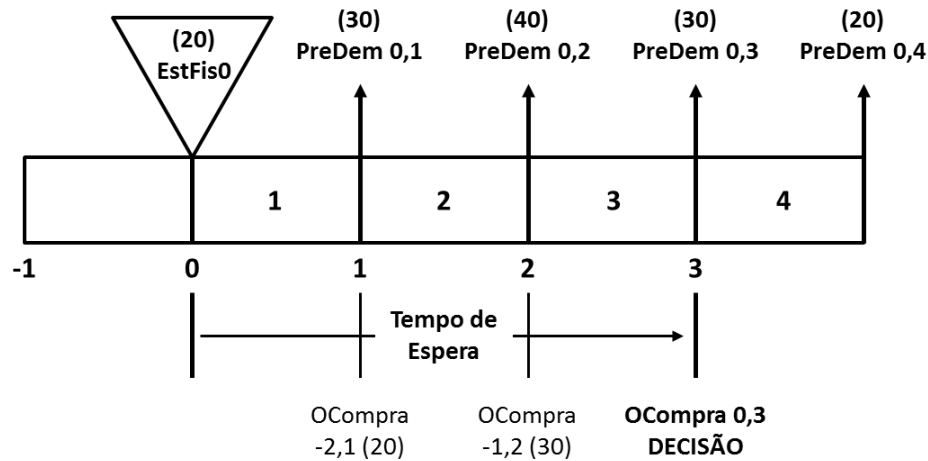


Figura 2.2 – Esquema de decisão do modelo Cálculo de Necessidades (SANTORO, 2006)

Onde

PreDem t,p = previsão de demanda feita em t , referente ao período p adiante

NLiq t,p = necessidade líquida em t a ser entregue no final de p períodos adiante

OCompra = quantidade a comprar decidida em t a ser entregue no final de p períodos adiante

Para obter a quantidade de compra necessária primeiramente calcula-se a necessidade líquida no instante zero, pela seguinte fórmula:

$$NLiq_{0,3} = \sum_{i=1}^4 [PreDem_{0,i}] - \sum_{i=1}^2 [OCompra_{i-1,i}] - EstFis_0 + EstSeg \quad (2.10)$$

$$NLiq_{0,3} = (30 + 40 + 30 + 20) - (20 + 30) - 20 + 10 = 60$$

A necessidade líquida deve ser igual à apurada na data zero, com previsão de recebimento no período 3 e com o objetivo de tonar o estoque no período 4 igual ao estoque de segurança. A fórmula genérica das necessidades líquidas ao final dos períodos é:

$$NLiq_{t,t+te} = \sum_{i=1}^{tre} [PreDem_{t,t+i}] - \sum_{i=1}^{te-1} [OCompra_{t+i-te,t+i}] - EstFis_t + EstSeg \quad (2.11)$$

Onde

te = tempo de espera

tre = tempo de reação = tempo de espera + período de revisão

$EstFis_t$ = estoque físico no período t

$EstSeg$ = estoque de segurança

O pedido de compra no período t será igual à necessidade líquida neste mesmo período, calculada conforme a equação 2.11, se esta for um valor positivo. Caso contrário, não há necessidade de repor o item neste momento, e a ordem de compra será zero.

O estoque de segurança (ES) pode ser calculado por (SILVER; PYKE; PETERSON, 1998):

$$ES = k\sigma_{T+L} \quad (2.12)$$

Onde

k = fator de segurança

σ_{T+L} = desvio padrão dos erros de previsão

durante o intervalo de revisão (T) mais o tempo de reposição (L)

Para o σ_{T+L} , utiliza-se o desvio-padrão dos erros de previsão $\hat{\sigma}$ obtido a partir do MSE da amostra de dados, conforme a equação:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{MSE} \quad (2.13)$$

2.2 Previsão de Demanda

O modelo ativo Cálculo de Necessidades utiliza previsões de demanda para determinar os pedidos de compra dos produtos. Esta seção descreverá diversos modelos de previsão de demanda que podem ser aplicados neste tipo de controle de estoques.

Os modelos de previsão podem ser classificados de várias formas, assim como, qualitativo ou quantitativo, formal ou informal, intrínseco ou extrínseco, estatístico ou não estatístico, descritivo ou explicativo. Algumas técnicas são melhores do que outras, mas nenhuma funciona em todas as situações, e todas elas incluem um grau de incerteza. A escolha por um ou outro método de previsão depende de vários fatores, tais como: custo, disponibilidade de dados, competência das pessoas, precisão desejada e horizonte de tempo (TERSINE, 1994).

Segundo Tersine (1994) há quatro modelos básicos de previsão de demanda: análise de série temporal, projeção baseada em indicadores econômicos, modelos econométricos e opiniões solicitadas. A Figura 2.3 apresenta a classificação desses modelos.

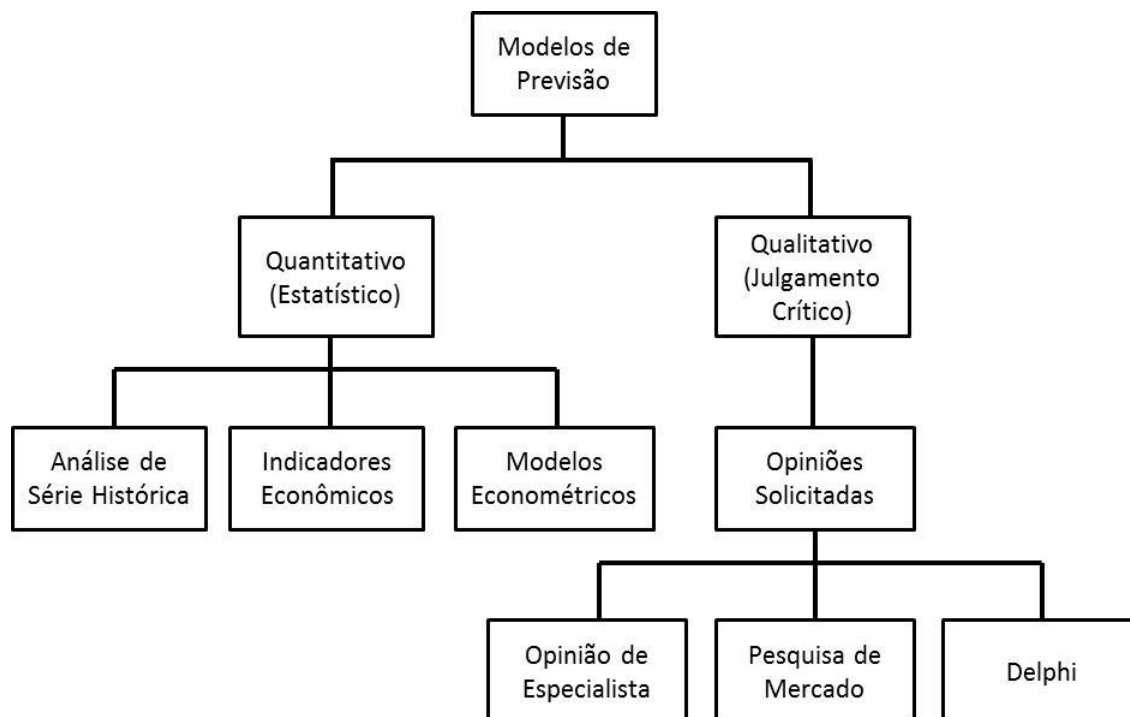


Figura 2.3 – Classificação dos modelos de previsão de demanda (TERSINE, 1994)

As técnicas apresentadas na Figura 2.3 são ferramentas de previsão para o curto prazo e perdem valor com o aumento do horizonte de tempo empregado. Os métodos de previsão para produtos novos e produtos já estabilizados são diferentes. Para produtos estabelecidos no mercado com um histórico de demanda, as atividades futuras podem ser estimadas mais quantitativa e objetivamente baseadas nos desempenhos históricos. Ao contrário, produtos novos são inevitavelmente de essência interpretativa e devem se basear mais em fenômenos subjetivos e opinião de especialistas. Algumas ferramentas frequentemente utilizadas para estimar o consumo de produtos novos são: pesquisa de mercado, na qual se pede a intenção de compra dos consumidores potenciais, pesquisa indireta obtida através da opinião de pessoal envolvido no processo de venda, comparação com produtos já existentes que sejam similares ou substitutos e, por fim, teste de mercado limitado do produto de interesse a fim de simular sua aceitação pelos clientes potenciais (TERSINE, 1994).

Tersine (1994) afirma que não há uma única técnica que seja superior às outras em qualquer situação e que uma organização pode usar diversas técnicas para produtos diferentes. Independentemente do método adotado, os resultados obtidos fornecem ao tomador de decisão apenas um ponto de partida para a definição da previsão final, a qual normalmente exige o refinamento dos dados através de julgamento crítico, intuição e experiência.

Armstrong (2001) propôs um ranking dos tipos de fonte de dados que podem ser usados em previsões, de acordo com os critérios:

- Reduzir o custo das previsões
- Controlar os efeitos de parcialidade dos pesquisadores
- Estimar o estado atual
- Prever os efeitos de pequenas mudanças
- Prever os efeitos de grandes mudanças

Os tipos de fonte de dados analisados são:

- Dados históricos da variável a ser prevista.
- Situação análoga: dados da evolução de uma situação similar à variável de interesse, quando esta não possui informação disponível.
- Experimento: simulação da situação a ser prevista dentro da própria organização.
- Pesquisas e observações de campo: pesquisas que envolvem testes com os consumidores potenciais, por exemplo, sobre o lançamento de um novo produto.

A Tabela 2.3 apresenta o ranking dessas quatro fontes de dados para cada um dos critérios analisados.

Tabela 2.3 – Avaliação dos Tipos de Fonte de Dados

Fonte de Dados	Reduzir Custo	Controlar Parcialidade	Estimar Estado Atual	Prever Pequenas Mudanças	Prever Grandes Mudanças
Dados Históricos	1	1	1	1	4
Situação Análoga	2	2	2	4	3
Experimento	3	4	4	3	2
Pesquisa de Campo	4	3	3	2	1

2.2.1 Erros de Previsão

Erros de previsão influenciam decisões de duas formas: determinam a escolha do método de previsão a ser implantado na organização e avaliam o sucesso ou fracasso de um método já em uso. Cada técnica deve ser testada nos dados históricos e aquela que produzir o menor erro de previsão é selecionada como instrumento de previsão.

A imprecisão de uma previsão pode ser medida pelo seu desvio e viés. Desvios estatísticos indicam o tamanho do erro de previsão ao demonstrar a magnitude absoluta do erro médio, e, por esse motivo, são sempre valores positivos. Já os vieses estatísticos revelam a direção do erro de previsão identificando a magnitude aritmética do erro médio e assumindo tanto valores positivos quanto negativos. Uma previsão não tendenciosa possui erros que flutuam aleatoriamente acima e abaixo de zero. Uma técnica de previsão ideal resultaria em desvio e viés iguais a zero.

As medidas comumente usadas para medir erros de previsão são o desvio médio absoluto (MAD – *Mean Absolute Deviation*) e o erro quadrático médio (MSE – *Mean Squared Error*). Ambas as medidas não consideram o sinal dos erros, isto é, se as previsões superestimam ou subestimam os dados reais. A diferença entre elas é que enquanto a primeira atribui um mesmo peso para todos os erros, a segunda atribui pesos proporcionais aos seus quadrados. Desse modo, o MSE penaliza mais uma técnica de previsão pela ocorrência de erros maiores do que menores.

O MAD é calculado da seguinte forma:

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (2.14)$$

Onde

$\hat{Y}_i$ = demanda prevista para o período i

Y_i = demanda real no período i

n = número de observações ou períodos de tempo

$Y_i - \hat{Y}_i$ = desvio ou erro de previsão

$|Y_i - \hat{Y}_i|$ = desvio absoluto

Por outro lado, para compreender a direção dos erros de previsão utiliza-se uma medida de viés, como o erro médio (ME – *Mean Error*), apresentado abaixo:

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (2.15)$$

Quando uma medida de viés resulta em um valor positivo alto isso significa que há uma tendência de subestimar a previsão, enquanto um resultado muito negativo revela uma tendência em superestimá-la.

A Tabela 2.4 resume as principais medidas de erro aplicadas a modelos de previsão.

Tabela 2.4 – Erros de previsão

Medida	Tipo de Erro	Fórmula	
Desvio Médio Absoluto (MAD)	Desvio	$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \hat{Y}_i }{n}$	(2.16)
Erro Quadrático Médio (MSE)	Desvio	$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}$	(2.17)
Desvio Padrão de Regressão (S_r)	Desvio	$S_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - 2}$	(2.18)
Erro Médio Percentual Absoluto (MAPE)	Desvio	$MAPE = \frac{100 \sum_{i=1}^n Y_i - \hat{Y}_i / Y_i}{n}$	(2.19)
Erro Médio (ME)	Viés	$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{n}$	(2.20)
Erro Médio Percentual (MPE)	Viés	$MPE = \frac{100 \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i) / Y_i}{n}$	(2.21)
Sinal de Acompanhamento (TS)	Viés	$TS = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{MAD}$	(2.22)

2.2.2 Modelos Quantitativos

2.2.2.1 Análise de Série Temporal

De acordo com Armstrong (2001), métodos de projeção de séries temporais são confiáveis, objetivos, pouco caros, rápidos e facilmente automatizáveis. Por estas razões, eles são amplamente utilizados, especialmente para previsões de demanda, estoque e produção.

Armstrong (2001) define alguns princípios importantes para a utilização de projeções:

- Ao selecionar e preparar os dados, usar todas as informações relevantes e ajustá-los para os eventos importantes que ocorreram no passado.

- Realizar ajustes sazonais apenas quando os efeitos sazonais são esperados e somente se somente se o analista possui boas evidências para medi-los.
- Nas projeções, utilizar fórmulas simples. Atribuir pesos maiores aos dados mais recentes se há pequenos erros de medida, séries estáveis, e horizontes de previsão curtos. Quando há incertezas, ser conservador ao prever tendências. Atualizar os modelos conforme novos dados forem obtidos.
- Para avaliar incertezas, usar estimativas empíricas para estabelecer intervalos de previsão.
- Usar projeção pura (baseada apenas nos valores da variável que está sendo prevista) quando são requisitadas muitas previsões, pouco se sabe sobre a situação, a situação é estável, e previsões de especialistas podem ser parciais.

Dados de uma série temporal podem conter até cinco componentes: nível, tendência, variação sazonal, variação cíclica e variação aleatória. O componente nível está presente em todas as séries e representa sua tendência central em qualquer período de tempo adotado, indicando a magnitude da série ao longo do tempo. Já a tendência identifica uma taxa de crescimento ou declínio em função do tempo (TERSINE, 1994).

Variação sazonal normalmente ocorre dentro do período de um ano e revela flutuações acima e abaixo da linha de tendência da série, repetindo-se ano a ano. É importante ressaltar que antes de incluir correções de sazonalidade em um modelo de previsão é necessário haver uma razão para os picos e vales periódicos na demanda e estes devem ocorrer essencialmente nos mesmos períodos todos os anos. Além disso, para justificar o uso de modificações no modelo, as variações sazonais devem ter maior magnitude do que as próprias variações aleatórias (TERSINE, 1994).

Por outro lado, variação cíclica corresponde a uma oscilação de longo prazo e pode ou não ser periódica, mas usualmente é resultado de ciclos de expansão de um negócio ou contração da atividade econômica. No entanto, uma vez que sua magnitude, momento e padrão variam amplamente e sua ocorrência pode ser atribuída a várias causas, a variação cíclica costuma ser ignorada, pois ela tende a ser muito inconsistente para fins de projeções futuras (TERSINE, 1994).

Finalmente, variações aleatórias não apresenta qualquer padrão perceptível e ocorrem devido a causas não específicas ou não reconhecidas. Elas representam todas as influências não incluídas nos outros componentes (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.1 Demanda do Último Período

A técnica de demanda do último período simplesmente prevê que no próximo período a demanda será a mesma do período anterior. Não se usa nenhum cálculo e o valor da previsão fica sempre defasado um período da demanda real. Sua fórmula é somente:

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} \quad (2.23)$$

Essa técnica funciona adequadamente se há pouca variação na demanda real durante diversos períodos e responde razoavelmente bem para tendências, porém não para variações sazonais. Além disso, ela exagera os efeitos das influências aleatórias (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.2 Média Aritmética

A média aritmética simplesmente calcula a média de todas as demandas passadas para prever a demanda futura. Matematicamente,

$$\hat{Y}_t = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (2.24)$$

Ao contrário da técnica de demanda do último período, a média aritmética suaviza as flutuações aleatórias, embora não responda adequadamente a tendências e negligencie as variações sazonais. A objeção básica à média aritmética é que ela considera muito superficialmente os dados recentes e não responde o suficiente às mudanças no padrão de demanda. Portanto, essa técnica é apropriada para situações estáveis com nível de demanda estacionário e valores aleatoriamente distribuídos (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.3 Média Móvel

A média móvel gera a previsão do próximo período calculando-se a média da demanda real nos últimos n períodos. A escolha do valor de n ocorre através de experimentação e normalmente varia de 3 a 8. O objetivo da média móvel é incluir um número suficiente de períodos para que as flutuações aleatórias sejam canceladas, ao mesmo tempo em que descarta informação irrelevante do passado distante (TERSINE, 1994). A cada novo período acrescenta-se um novo dado e descarta-se um antigo, conforme a fórmula:

$$\hat{Y}_t = \frac{Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n}}{n} = \sum_{i=1}^n Y_{t-i} \quad (2.25)$$

Onde

$\hat{Y}_t$ = demanda prevista para o período t

Y_{t-i} = demanda real no período $t - i$

n = número de períodos incluídos na média móvel

A média móvel atribui maior peso aos períodos mais recentes. A escolha do número de períodos a serem usados na média influencia os resultados obtidos: se ele for muito pequeno, a previsão sofrerá grandes flutuações, ao contrário, se ele for muito alto a média será muito estável e as tendências recentes não serão detectadas. No caso de realmente haver uma tendência na demanda, a média móvel sempre estará defasada, e este efeito aumenta quanto maior o número de períodos usados na média (TERSINE, 1994).

A média móvel é uma fusão dos dois métodos anteriores, pois em situações de demanda estável atua como a média aritmética, mas quando a demanda média sofre mudanças é capaz de detectar esse novo comportamento e responder a ele, como ocorre na técnica de demanda do último período, com a vantagem de não resultar em flutuações extremas. Quanto maior o número de períodos considerados sua previsão será mais próxima da média aritmética, quanto menor, se aproximará da demanda do último período. A média móvel reduz os efeitos de variações aleatórias, responde a tendências com um atraso e não compensa efeitos sazonais (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.4 Análise de Regressão

A análise de regressão estabelece uma relação entre a variável da previsão e o tempo. A variável prevista, ou seja, a demanda, é chamada de variável dependente, enquanto a variável usada para prever, o tempo, é denominada variável independente. A forma mais simples de relação é a regressão linear, a qual aproxima os valores de demanda por uma linha reta, minimizando a soma dos erros quadráticos. A regressão linear abrange os efeitos de tendência, mas não de sazonalidade (TERSINE, 1994). A equação básica a reta que expressa a demanda (Y) como função do tempo (t) é:

$$\hat{Y}_t = \alpha + \beta t \quad (2.26)$$

Onde α é a intersecção da reta com o eixo vertical quando $t = 0$, e β é o ângulo da reta. Os parâmetros α e β são estimados pelas fórmulas:

$$\beta = \frac{n \sum_{i=1}^n t_i Y_i - (\sum_{i=1}^n t_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} = \text{ângulo da reta} \quad (2.27)$$

$$\alpha = \bar{Y} - \beta \bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} - \frac{[\beta \sum_{i=1}^n t_i]}{n} = \text{intersecção} \quad (2.28)$$

Onde n é o número de períodos de demanda incluídos no cálculo.

Uma medida estatística usada para indicar o quanto uma regressão linear se adequa aos dados observados é o coeficiente de correlação, o qual representa o nível de associação linear entre a variável de previsão e o tempo e varia de -1 a 1. Um coeficiente absoluto alto indica alto grau de associação, já um valor absoluto baixo indica baixa correlação entre as variáveis. Já o sinal do coeficiente revela se a demanda tende a crescer (coeficiente positivo) ou decrescer (coeficiente negativo) ao longo do tempo (conforme a variável independente aumenta). O coeficiente de correlação é calculado a partir do coeficiente de determinação r^2 conforme a fórmula (TERSINE, 1994):

$$r^2 = \frac{[n \sum_{i=1}^n t_i Y_i - (\sum_{i=1}^n t_i) (\sum_{i=1}^n Y_i)]^2}{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2] [n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]} \quad (2.29)$$

Por fim, o desvio padrão da demanda é obtido a partir de:

$$S_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - 2} \quad (2.30)$$

O desvio padrão é utilizado para determinar limites de controle, que podem ser definidos como um, dois, ou três desvios a partir da média. Se a demanda real em um período ficar fora do intervalo de controle há razões para considerar a necessidade de reavaliar o modelo utilizado até o momento e substituí-lo (TERSINE, 1994).

Frequentemente, os dados da série temporal são autocorrelacionados ou serialmente correlacionados. A autocorrelação ocorre quando uma observação tende a se correlacionar com a próxima e ela viola as condições necessárias para produzir uma estimativa por regressão válida. Para ser válida, cada observação usada na análise de regressão deve ser totalmente independente das outras. Um exemplo de autocorrelação seria uma alta demanda em um período com uma baixa demanda no período seguinte, uma vez que a demanda elevada no primeiro período poderia ser decorrente de um adiantamento de estoque. Quando existe autocorrelação, a regressão subestima a real variância e resulta em limites de confiança muito estreitos (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.5 Suavização Exponencial

A suavização exponencial, ou média móvel exponencialmente ponderada, é um tipo especial da média móvel simples que não exige manter longos registros de dados históricos. Enquanto

a média móvel comum utiliza um peso igual para todas as demandas passadas dentro de n períodos, desconsiderando quaisquer dados precedentes a n , a suavização exponencial atribui pesos diferentes que decrescem geometricamente quanto mais antigos forem os dados. Dados mais recentes recebem maior peso do que os anteriores. A maior vantagem da suavização exponencial é que o efeito de todos os dados precedentes fica contido na última previsão realizada, tornando-se o único dado necessário a ser armazenado para representar toda a demanda histórica (TERSINE, 1994).

Essa técnica estima a nova demanda média (ou nível de demanda) a partir da previsão mais recente somada a uma fração do erro ocorrido entre a demanda atual e essa prevista (TERSINE, 1994).

Previsão atual do nível de demanda = (previsão anterior) + α (demanda anterior – previsão anterior) = α (demanda anterior) + $(1 - \alpha)$ (previsão anterior)

Ou, em fórmula:

$$\hat{X}_t = \hat{X}_{t-1} + \alpha (Y_{t-1} - \hat{X}_{t-1}) = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha) \hat{X}_{t-1} \quad (2.31)$$

Onde

$$Y_{t-1} - \hat{X}_{t-1} = \text{erro da previsão anterior}$$

$$\alpha = \text{constante de suavização exponencial entre 0 e 1}$$

Quando a constante de suavização possui valor zero significa que nenhum peso é atribuído ao dado real mais recente (previsão constante), e quando assume valor 1 que todo o peso é dado ao valor real mais recente. Valores intermediários fazem a transição entre esses dois casos extremos: um α de baixo valor considera com maior peso as demandas históricas e torna o modelo mais estável, enquanto um α de valor elevado pesa mais as demandas recentes e aumenta a responsividade do modelo (TERSINE, 1994).

O valor apropriado para α é determinado através de teste em uma amostra das demandas reais passadas (teste retrospectivo). Valores indicados para α variam de 0,01 a 0,30. No entanto, valores de α mais altos podem ser utilizados durante curtos períodos quando se prevê mudanças, tais como recessão, campanha promocional agressiva e temporária, introdução de um novo produto, ou descontinuação de uma linha de produtos. De maneira geral, o valor de α deve permitir que o modelo responda a grandes mudanças na demanda ao mesmo tempo em que suaviza flutuações aleatórias (TERSINE, 1994).

A fórmula estendida para a suavização exponencial é dada por:

$$\begin{aligned}\hat{X}_t = & \alpha [Y_{t-1} + Y_{t-2} (1 - \alpha) + Y_{t-3} (1 - \alpha)^2 + \dots + Y_{t-k} (1 - \alpha)^{t-1}] \\ & + (1 - \alpha)^t \hat{X}_0 = \alpha \sum_{k=1}^t (1 - \alpha)^{k-1} Y_{t-k} + (1 - \alpha)^t \hat{X}_0\end{aligned}\quad (2.32)$$

Onde

$\hat{X}_t$ = nível de demanda previsto para o período t

$\hat{X}_0$ = nível de demanda previsto para o período inicial

Y_{t-1} = demanda real para o período $t - 1$

k = número de períodos subtraídos do período atual

Antes que um modelo de suavização exponencial possa ser testado usando dados históricos da demanda, é necessário estimar o valor da previsão inicial. Há diversas formas de se obter essa estimativa inicial. Quando está disponível uma quantidade suficiente de dados históricos recomenda-se dividir essa base de dados em duas partes: a primeira para inicializar o modelo e a segunda para testar vários valores da constante de suavização, a fim de escolher aquele que melhor se adapta à demanda real (TERSINE, 1994).

É comum utilizar a média das demandas da primeira parte dos dados históricos como a estimativa inicial de previsão. Outro modo de inicializar o modelo é usar o valor real da demanda no primeiro período disponível como o valor inicial da previsão. Este é mais apropriado nos casos em que há poucos registros de demandas passadas. Na realidade, qualquer estimativa razoável pode ser utilizada, uma vez que o valor inicial influenciará cada vez menos com o acréscimo de novos períodos de previsão (TERSINE, 1994).

Análises confiáveis sobre suavização exponencial concluem que a constante de suavização (α) deve ficar dentro do intervalo entre 0,01 e 0,30, e que, caso uma simulação com dados históricos obtenha uma constante de valor maior que 0,03, o uso da suavização exponencial é desaconselhável e outro modelo mais apropriado deve ser buscado (TERSINE, 1994).

Por fim, também é possível prever mais de um período no futuro, porém todas as previsões futuras terão o mesmo valor da previsão do período atual (TERSINE, 1994). Portanto:

$$\hat{Y}_{t+n} = \hat{X}_t \quad (2.33)$$

2.2.2.1.1.6 Suavização Exponencial com Tendência

Esse modelo considera duas variáveis, o nível médio e a tendência da demanda, da seguinte maneira:

Previsão atual do nível da demanda = α (demanda anterior) + $(1 - \alpha)$ (previsão anterior do nível de demanda + tendência anterior),

$$\hat{X}_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.34)$$

A cada previsão atualiza-se o valor da tendência, a qual é calculada pela diferença entre duas previsões consecutivas $(\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1})$, conforme a fórmula:

$$T_t = \beta (\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.35)$$

Onde

T_t = ajuste de tendência para o período t

β = constante de suavização exponencial entre 0 e 1

Após calcular o nível de demanda atual e o ajuste de tendência, a previsão final para o período t é obtida por:

$$\hat{Y}_t = \hat{X}_t + T_t \quad (2.36)$$

Frequentemente, deseja-se fazer previsões para mais de um período futuro. Para isso, assume-se uma tendência constante para todos os próximos períodos futuros e utiliza-se a fórmula:

$$\hat{Y}_{t+n} = \hat{X}_t + (n + 1) T_t \quad (2.37)$$

Onde

n = número de períodos após o período atual t

Para determinar parâmetros adequados para este modelo é aconselhável dividir também os dados históricos em dois segmentos. O primeiro segmento é usado para inicializar o valor da tendência para o primeiro período do segundo segmento. Então o segundo segmento é usado para testar as várias combinações de constantes de suavização. A estimativa da tendência inicial pode ser obtida através de uma regressão linear dos valores do primeiro segmento, sendo a tendência igual à inclinação da reta. O valor do nível inicial para o primeiro período do segundo segmento é calculado pelo valor da regressão menos a tendência. As constantes de suavização são selecionadas pela análise dos erros de previsão para as várias combinações testadas no segundo conjunto de dados (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.7 Suavização Exponencial com Sazonalidade

A sazonalidade pode ser analisada por um conjunto de índices sazonais que representam a proporção esperada da demanda em cada período individual em relação à demanda média durante toda extensão do ciclo sazonal. Esse índice é uma estimativa de quanto a demanda em um período será maior ou menor do que a média do ciclo considerado.

A suavização exponencial com sazonalidade remove a sazonalidade das demandas reais, dividindo-as pelos seus respectivos índices sazonais, e, em seguida, utiliza a demanda resultante para fazer a previsão do período futuro através de suavização. Os valores dos índices sazonais também são atualizados por um modelo de suavização e calculados por:

$$I_{t+m} = \gamma \frac{Y_t}{\hat{X}_t} + (1 - \gamma) I_t \quad (2.38)$$

Onde

I_t = índice sazonal para o período t

γ = constante de suavização exponencial entre 0 e 1

m = número de períodos dentro de um padrão sazonal ($m = 12$ para dados mensais em um padrão anual de sazonalidade)

A previsão do nível de demanda com ajuste sazonal é dada pela fórmula:

$$\hat{X}_t = \frac{\alpha Y_{t-1}}{I_{t-1}} + (1 - \alpha) \hat{X}_{t-1} \quad (2.39)$$

Por fim, a previsão final da demanda no período t é a previsão do seu nível multiplicada pelo índice sazonal conforme:

$$\hat{Y}_t = \hat{X}_t I_t \quad (2.40)$$

Para previsões de períodos consecutivos a fórmula fica:

$$\hat{Y}_{t+n} = \hat{X}_t I_{t+n} \quad \text{para } n \leq m \quad (2.41)$$

Onde

n = número de períodos seguintes ao período t . Para períodos mais distantes do que o m reutiliza-se o índice sazonal apropriado.

Assume-se uma sazonalidade com extensão de m períodos e a soma dos índices sazonais dentro de um ciclo sazonal inteiro é exatamente igual a m . A inicialização do modelo necessita estimar os valores do nível de demanda e de todos os índices sazonais. Assim como os outros modelos de suavização exponencial, os dados históricos podem ser divididos em dois grupos, um para a inicialização do modelo e o outro para a determinação dos valores das constantes. O nível inicial pode ser estimado pela média das demandas reais de ciclos completos de sazonalidade (TERSINE, 1994).

2.2.2.1.1.8 Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade

Este modelo integra os modelos anteriores de suavização exponencial através do conjunto de equações:

$$\hat{X}_t = \frac{\alpha Y_{t-1}}{I_{t-1}} + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.42)$$

$$T_t = \beta (\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2.43)$$

$$I_{t+m} = \gamma \frac{Y_t}{\hat{X}_t} + (1 - \gamma) I_t \quad (2.44)$$

$$\hat{Y}_t = (\hat{X}_t + T_t) I_t \quad (2.45)$$

$$\hat{Y}_{t+n} = [\hat{X}_t + (n + 1) T_t] I_{t+n} \quad \text{para } n \leq m \quad (2.46)$$

As inicializações são realizadas da mesma forma que os modelos já explicados.

2.2.2.2 Projeção Baseada em Indicadores Econômicos

Indicadores econômicos são frequentemente usados para prever demandas futuras. O conhecimento de uma variável é utilizado para obter a previsão de outra, através da chamada previsão por associação. O analista busca um indicador econômico (produto interno bruto, renda da população, depósitos em bancos, etc.) que tenha uma relação com a variável a ser prevista. A relação mais simples é a associação linear e esta é analisada através de uma regressão linear, como já visto anteriormente nos modelos de análise de séries temporais. A diferença é que neste caso busca-se uma relação entre a variável dependente, demanda, e um indicador econômico ao invés do tempo.

Um indicador pode preceder, coincidir ou suceder o comportamento da demanda. É recomendável o uso de indicadores que precedam a demanda, pois um indicador econômico só poderá ser calculado para períodos passados.

Por fim, pode ser difícil estabelecer uma relação entre a demanda de interesse e um único indicador. Para resolver este problema utiliza-se a regressão linear múltipla, na qual há duas ou mais variáveis independentes (usadas para prever a variável dependente). A fórmula da regressão linear múltipla é:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.47)$$

Raramente é prático usar indicadores econômicos para prever itens individualmente, contrariamente, eles são normalmente usados na previsão de grupos de produtos ou da demanda agregada em valor de uma organização. A análise de séries temporais é mais adequada para previsão de itens um a um, entretanto, uma característica importante dos indicadores econômicos é a capacidade de prever pontos de inflexão na função da demanda.

2.2.2.3 Modelos Econométricos

Um modelo econométrico é normalmente um conjunto de equações simultâneas que explicam as interações entre várias variáveis envolvidas em um negócio, e pode se tornar bem complexo. As dificuldades dos modelos econométricos são o alto custo e o tempo para desenvolvê-los, além da necessidade de profissionais altamente especializados. Embora eles sejam úteis para previsões, esses modelos são mais utilizados para responder perguntas sobre hipóteses futuras, por exemplo, como várias mudanças do ambiente irão impactar o desempenho de uma organização.

2.2.3 Modelos Qualitativos

Os métodos qualitativos apresentam um maior grau de subjetividade e, por isso, parecem menos adequados que os quantitativos. No entanto, eles representam a única alternativa para a previsão nas situações em que não há dados disponíveis para executar os modelos quantitativos. Exemplos de aplicação dos métodos qualitativos são o lançamento de produtos novos e a evolução de longo prazo de um setor econômico ou tecnologia (LUSTOSA *et al.*, 2008).

2.2.3.1 Método de Estimativa Subjetiva

Estimativas subjetivas ou intuitivas se baseiam na ideia de se usar eficientemente a habilidade da mente humana para processar informações diversas. Essas estimativas podem ser tentativas individuais, em comitês, painéis e através de outros trabalhos em grupo. No entanto, pouco se sabe quanto à precisão ou desempenho deste tipo de método de previsão (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

2.2.3.2 Pesquisa de Mercado

A pesquisa de mercado visa avaliar a demanda potencial de um produto ou serviço diretamente com os consumidores finais. Essa área já é bastante amadurecida e há, inclusive, empresas especializadas nesse tipo de estudo que prestam serviço à outras empresas do mercado (LUSTOSA *et al.*, 2008).

2.2.3.3 Simulações da Realidade

Cenários, jogos e encenações são exemplos de simulações da realidade. A análise de cenários utiliza um conjunto definido de hipóteses e desenvolve uma concepção de como será o futuro se tais hipóteses forem verdadeiras. Apresentam-se possíveis alternativas para o futuro, cada uma com base em algumas hipóteses e condições específicas, e cabe ao analista avaliar a validade das hipóteses utilizadas e decidir qual cenário tem mais chance de se tornar realidade (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

Já os jogos e encenações consistem no uso de modelos matemáticos ou grupo de indivíduos que irão determinar os efeitos de uma ação e reação. Por exemplo, as encenações podem envolver diversos competidores ou clientes que serão solicitados a expressarem suas reações a diversas ações da organização central (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

2.2.3.4 Método Delphi

O método Delphi é o mais usado dentre os métodos qualitativos de previsão. Essencialmente, ele visa obter um consenso refinado e confiável de um grupo de especialistas. Esses especialistas não debatem a questão entre si, contrariamente, são mantidos distantes para que seus julgamentos não sejam influenciados por pressões sociais ou outros aspectos comportamentos dos participantes. As respostas individuais obtidas pelo método garantem o anonimato dos participantes e os feedbacks controlados reduzem a discussões irrelevantes e redundantes frequentemente presentes em confrontos diretos (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

2.2.3.5 Matrizes de Impactos Cruzados

Uma matriz de impactos cruzados descreve dois tipos de informações para um conjunto de possíveis situações futuras. O primeiro tipo estima a probabilidade de cada situação ocorrer dentro de um período de tempo especificado. O segundo estima a probabilidade da ocorrência de qualquer situação ter efeito na probabilidade das outras ocorrerem. Geralmente, os dados para essa matriz podem ser obtidos a partir de estimativas subjetivas ou do método Delphi (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

2.2.3.6 Analogias

Analogias são tentativas de comparar padrões históricos com situações do presente a fim de prever comportamentos futuros. Há vários tipos de analogias, entre eles as analogias de crescimento, analogias históricas. As analogias de crescimento supõem que a curva de crescimento de uma variável é conhecida e, dessa forma, não há necessidade de prever os parâmetros da curva. O objetivo então é encaixar os dados reais na curva escolhida, e não o contrário, e utilizá-la para realizar estimativas futuras. Analogias históricas, por outro lado, são mais intuitivas e se baseiam em acontecimentos do passado para prever o futuro de outra variável (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT, 1978).

2.3 Aspectos Comerciais Relacionados à Gestão de Estoques

Embora a empresa estudada caracterize-se como um distribuidor atacadista, não foram encontradas fontes bibliográficas que discutissem as estratégias comerciais de um atacadista, mas apenas de varejistas. Entretanto, como ambos os estabelecimentos comerciais vivenciam situações similares, como, por exemplo, a escolha do sortimento de produtos, esta seção apresentará alguns conceitos de gestão de estoques para o varejo que, adaptados, adequam-se à empresa estudada.

Um varejista precisa tomar três tipos de decisões relacionados com o sortimento de seus produtos. Primeiramente, ele deve escolher quais produtos irá oferecer aos seus clientes e de quais fornecedores eles serão obtidos. Em segundo lugar, ele deve decidir o quanto pedir de cada produto considerando o comportamento de demanda de seus clientes, o estoque disponível e a limitação do seu espaço físico. Por fim, ele se baseará nesse planejamento do sortimento para aperfeiçoar sua estratégia, eliminando artigos pouco lucrativos e focando naqueles que realmente trazem retornos financeiros desejados (VEIGA *et al.*, 2011).

O sortimento no varejo tem por objetivo maximizar as vendas ou lucros e, portanto, o seu gerenciamento torna-se extremamente relevante para o desempenho da empresa, uma vez que um mau planejamento pode incorrer em perdas de oportunidades de vendas e/ou gastos elevados com estoques em excesso e de produtos sem demanda (VEIGA *et al.*, 2011).

O sortimento dos produtos deve ser planejado de modo a oferecer um equilíbrio entre variedade (categorias de produtos), profundidade (número de SKUs dentro das categorias) e nível de serviço. Obter esse equilíbrio é uma tarefa difícil, pois o planejamento do sortimento depara-se com diversos *trade-offs* entre as três dimensões citadas (VEIGA *et al.*, 2011).

A dimensão física do item é um importante fator na tomada de decisão sobre a profundidade e nível de serviço de um sortimento, pois ela influencia diretamente no espaço necessário para armazená-lo. Outro fator crítico é a determinação da quantidade de itens de um SKU, a qual deve levar em consideração o nível de serviço desejado para cada item. O ciclo de entrega dos produtos e o tamanho da embalagem também influenciam as decisões estratégicas do varejista, embora haja casos nos quais a compra é limitada por lotes fixos. Por fim, as percepções e preferências do consumidor são importantes durante o planejamento do sortimento, pois é a reação do consumidor que determina a venda dos produtos e a rentabilidade do negócio (VEIGA *et al.*, 2011).

Com o objetivo de atender às preferências e necessidades dos clientes, muitos estabelecimentos optam por oferecer um amplo sortimento de produtos, entretanto, essa decisão implica em elevados custos associados. Contrariamente, alguns autores sugerem que é possível reduzir o número de SKUs sem comprometer as vendas e às vezes até mesmo aumentá-las (VEIGA *et al.*, 2011).

A Tabela 2.5 apresenta as estratégias básicas de sortimento no varejo e suas respectivas vantagens e desvantagens (BERMAN; EVANS, 2009).

Acredita-se que os problemas associados ao varejo, bem como suas limitações também devem ser analisados pelos fabricantes e fornecedores, uma vez que eles são os principais responsáveis pela produção e lançamento de novos produtos, assim como têm interesse nas vendas e satisfação dos clientes. Além disso, uma resposta eficiente às necessidades do consumidor depende de estratégias e colaboração mútuas entre os integrantes da cadeia de suprimentos (VEIGA *et al.*, 2011).

Quando não há uma estrutura integrada entre a loja de varejo e o fabricante, as linhas de produtos oferecidas pelo fabricante não é coincidente com o sortimento selecionado e estocado pelo varejo. O desejo do fabricante normalmente é de maximizar a disponibilidade de todos os seus produtos no varejo, no entanto, o varejista prefere oferecer sortimentos menores (VEIGA *et al.*, 2011).

Tabela 2.5 – Estratégias de Sortimento no Varejo

Estratégia de Sortimento	Vantagens	Desvantagens
Ampla variedade e grande profundidade (muitas categorias de produtos e serviços e amplo sortimento em cada uma delas)	Mercado amplo, seleção completa de itens, tráfego intenso de clientes, fidelização de clientes, compras por impulso, clientes satisfeitos.	Alto investimento em estoques, muitos itens com baixo giro, mercadorias obsoletas.
Ampla variedade e baixa profundidade (muitas categorias, mas sortimento limitado em cada uma delas)	Mercado amplo, tráfego intenso de clientes, ênfase na conveniência dos clientes, menos custosa do que a primeira estratégia, compras por impulso.	Pouca variedade dentro das linhas de produtos, alguns clientes desapontados, muitos itens com baixo giro, fidelização de clientes reduzida.
Pouca variedade e grande profundidade (poucas categorias de produtos e muita variedade dentro de cada categoria)	Boas opções dentro das categorias, pessoal especializado, fidelização de clientes, nenhum clientes desapontado, menos custosa do que a primeira estratégia.	Muita ênfase em uma categoria, nenhuma compra por impulso, mais susceptível a tendências/ciclos,
Pouca variedade e baixa profundidade (poucas categorias e sortimento limitado em cada uma delas)	Focada em clientes que buscam conveniência, menos custosa das estratégias, alto giro dos itens.	Nenhuma compra por impulso, alguns clientes desapontados, fidelização de clientes limitada, área de vendas pequena.

Fonte: BERMAN e EVANS (2009)

A decisão em disponibilizar toda a variedade de produtos existentes nem sempre é a estratégia mais vantajosa, pois embora haja maior possibilidade de maximizar as vendas e lucros, maior sortimento implica em demandas e estoques menores e baixa disponibilidade de cada produto, além de altos custos de manuseio e maiores riscos de falta de estoque (VEIGA *et al.*, 2011).

Relacionamentos de parceria entre os membros da cadeia de suprimentos, como, por exemplo, práticas de reabastecimento conjunto reduzem os investimentos em estoques do varejo. Para obter um abastecimento eficiente, informações sobre a demanda prevista devem ser repassadas aos integrantes da cadeia através de uma infraestrutura adequada para troca de informação. Essa integração estruturada contribui para a redução do efeito chicote e redução geral do nível de estoques de todos os elos da cadeia. Outros aspectos positivos de práticas colaborativas são o maior volume de vendas, maior rentabilidade e redução do tempo de fornecimento para o varejo, e diminuição dos riscos de substituição de seus produtos por similares concorrentes para o fornecedor (VEIGA *et al.*, 2011).

2.4 Termos e Processo de Importação

2.4.1 Despacho de Importação

Despacho de importação é o procedimento que verifica a exatidão dos dados declarados pelo importador em relação à mercadoria importada, aos documentos apresentados e à legislação específica, para que se obtenha o seu desembaraço aduaneiro (RECEITA FEDERAL, 2013a).

Toda mercadoria procedente do exterior, importada a título definitivo ou não, sujeita ou não ao pagamento do imposto de importação, deverá ser submetida a despacho de importação (RECEITA FEDERAL, 2013a).

O despacho aduaneiro de importação é processado com base em declaração, geralmente realizado no Siscomex e ele se inicia na data do registro da declaração de importação, a qual consiste em sua numeração pela Receita Federal, por meio do Siscomex (RECEITA FEDERAL, 2013a).

A importação no Siscomex é processada em diversas etapas a serem executadas pelo importador, pelo depositário, pela fiscalização aduaneira e pelo transportador. Essas etapas são apresentadas na Figura 2.4 (RECEITA FEDERAL, 2013a).

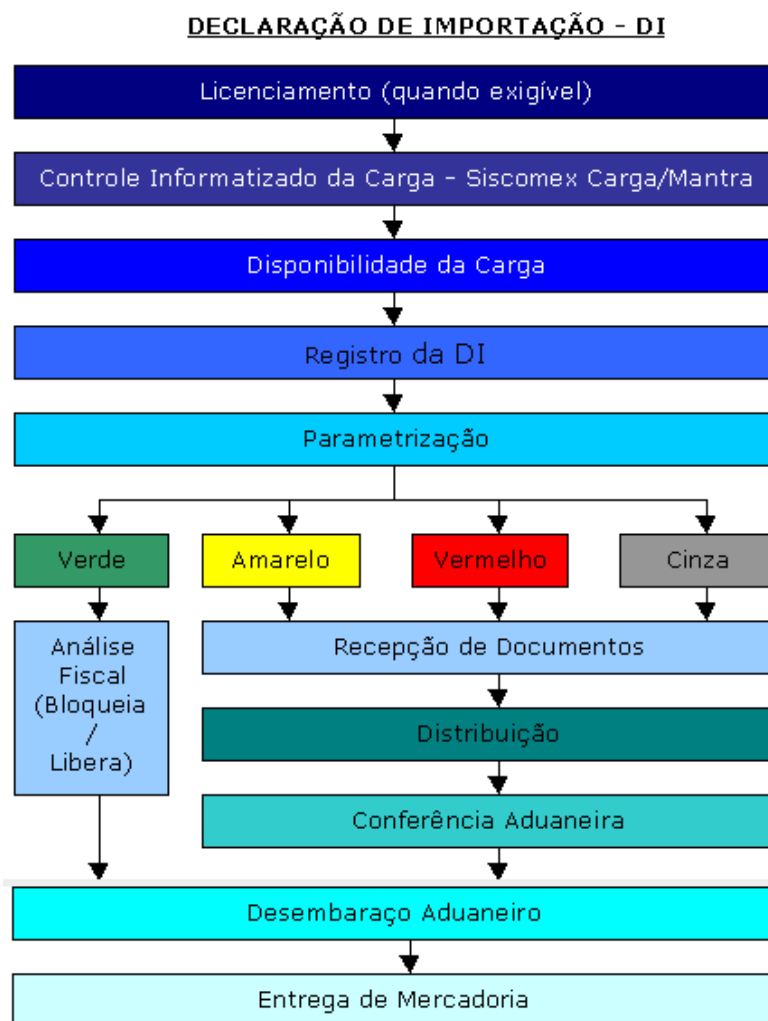


Figura 2.4 – Etapas do Despacho de Importação (RECEITA FEDERAL, 2013a)

Além das etapas de despacho de importação (Figura 2.4), o processo geral de importação ainda inclui diversas outras atividades, apresentadas na Tabela 2.6 (PEIXOTO, 2002 apud TOSTA *et al.*, 2009).

Tabela 2.6 – Atividades do Processo de Importação (Continua)

Etapas	Atividades
Negociação Internacional	Seleção do fornecedor Classificação fiscal (NCM) Estudo das exigências para a importação Recebimento da fatura pro forma Análise dos custos de importação Pagamento da importação
Preenchimento de Documentos	Licença de Importação (LI), se necessária Conhecimento de embarque Declaração de importação (DI) Confecção de outros documentos, se necessários

(Continuação) Tabela 2.6 – Atividades do Processo de Importação

Etapas	Atividades
Contratação de Frete e Seguro	Contratação de frete e seguro Autorização de embarque Acompanhamento do embarque Chegada da mercadoria
Despacho Aduaneiro	Presença de carga Parametrização feita pela Receita Federal Pagamento de impostos Pagamento da armazenagem Pagamento da capatazia Pagamento de outras despesas, se houver Retirada da mercadoria
Fim do Processo	Análise dos custos reais de importação Arquivamento do processo

Fonte: PEIXOTO (2002) apud TOSTA *et al.* (2009)

2.4.2 Siscomex

O Sistema Integrado de Comércio Exterior - Siscomex é um instrumento administrativo informatizado que integra as atividades de registro, acompanhamento e controle das operações de comércio exterior. Participam como gestores do Siscomex os seguintes órgãos governamentais (RECEITA FEDERAL, 2013a):

- Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, responsável pelas áreas aduaneira e tributária;
- Secretaria de Comércio Exterior - SECEX, responsável pela área administrativa; e
- Banco Central do Brasil - BACEN, responsável pelas áreas financeira e cambial.

2.4.3 Seleção Parametrizada

O Siscomex seleciona as DI registradas para um dos seguintes canais de conferência aduaneira (RECEITA FEDERAL, 2013a):

- Verde: desembaraço automático da mercadoria pelo sistema, sendo dispensados o exame documental e a verificação física da mercadoria. No entanto, se o auditor fiscal responsável identificar elementos indiciários de irregularidade na importação, a DI que foi selecionada para canal verde no Siscomex poderá passar por conferência física ou documental.
- Amarelo: necessidade de realização do exame documental e se nenhuma irregularidade for constatada, o desembaraço aduaneiro é efetuado sem verificação

física da mercadoria. Se a descrição da mercadoria estiver incompleta na DI, exigindo verificação física para sua perfeita identificação a fim de confirmar a correção da classificação fiscal ou da origem declarada, o auditor fiscal poderá exigir a verificação física da mercadoria.

- Vermelho: a mercadoria somente é desembaraçada após a realização do exame documental e da verificação física da mercadoria.
- Cinza: necessidade de realização do exame documental, da verificação física da mercadoria e da aplicação de procedimento especial de controle aduaneiro, para verificar indícios de fraude, inclusive no que se refere ao preço declarado da mercadoria.

A seleção para os canais de conferência é efetuada com base em análise fiscal, a qual leva em consideração, entre outros, os seguintes elementos (RECEITA FEDERAL, 2013a):

- Regularidade fiscal do importador;
- Habitualidade do importador;
- Natureza, volume ou valor da importação;
- Valor dos impostos incidentes ou que incidiram na importação;
- Origem, procedência e destinação da mercadoria;
- Tratamento tributário;
- Características da mercadoria;
- Capacidade operacional e econômico-financeira do importador; e
- Ocorrências verificadas em outras operações realizadas pelo importador.

2.4.4 Incoterms

Incoterms são termos internacionais de comércio, propostos pela Câmara de Comercio Internacional - CCI, com o objetivo de facilitar o comércio entre vendedores e compradores de diferentes países. A publicação mais recente é de 2010 e define 11 termos, os quais podem ser divididos em dois grupos: termos para utilização em operações que serão transportadas pelos modais aquaviários (marítimo, fluvial ou lacustre) e termos para operações transportadas em qualquer modal de transporte, inclusive transporte multimodal (PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).

Serão abordados apenas os termos referentes ao transporte marítimo, pois a empresa objeto deste estudo trabalha somente com este modal.

- FAS: *Free Alongside Ship* – Livre ao Lado do Navio (porto de embarque nomeado) – O vendedor encerra suas obrigações no momento em que a mercadoria é colocada, desembarçada para exportação, no porto de embarque nomeado pelo comprador (PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).
- FOB: *Free on Board* – Livre a Bordo (porto de embarque nomeado) – O vendedor encerra suas obrigações e responsabilidades quando a mercadoria, desembarçada para exportação, é entregue, arrumada, a bordo do navio no porto de embarque, ambos indicados pelo comprador, na data, ou dentro do período acordado (PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).
- CFR: *Cost and Freight* – Custo e Frete (porto de destino nomeado) – O vendedor arca com as obrigações e riscos incluídos no FOB e, ainda, contrata e paga frete e custos necessários para levar a mercadoria até o porto do destino combinado (PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).
- CIF: *Cost, Insurance and Freight* – Custo, Seguro e Frete (porto de destino nomeado) – O vendedor arca com as obrigações e riscos incluídos no FOB e, ainda, contrata e paga frete, custos e seguro relativos ao transporte da mercadoria até o porto de destino combinado (PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR, 2013).

2.4.5 Impostos para Produtos Importados

O Brasil utiliza a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM), assim como a Argentina, Paraguai e Uruguai, para comercializar mercadorias internacionais no país desde 1996. Os códigos de classificação da NCM são formados por oito dígitos e se baseiam no Sistema Harmonizado (SH), este com seis dígitos. O SH é um método internacional de classificação de mercadorias que especifica os produtos quanto à sua origem, matéria constitutiva e aplicação.

A NCM é composta pelos seis dígitos do SH mais dois dígitos finais correspondentes a desdobramentos específicos atribuídos ao Mercosul. A partir da classificação da NCM são determinadas as alíquotas de impostos às quais cada mercadoria está sujeita.

2.4.5.1 Valor Aduaneiro (VA)

O valor aduaneiro é a base de cálculo do imposto de importação. Na maioria das vezes, o valor aduaneiro da mercadoria corresponde ao seu valor FOB (*Free on Board* – Livre a Bordo) acrescido dos valores de frete e seguro internacionais, convertendo-os para reais, por meio da taxa de câmbio do dia do registro da importação (RECEITA FEDERAL, 2013b).

2.4.5.2 Imposto de Importação (II)

O Imposto de Importação (II) é um imposto federal que varia de acordo com o país de origem (devido a acordos comerciais) e com as características do produto. Suas alíquotas são definidas pela Tarifa Externa Comum (TEC), que é a tarifa aduaneira utilizada pelos países do Mercosul e baseada na NCM. O imposto de importação tem como base de cálculo o valor aduaneiro e é obtido pela fórmula (RECEITA FEDERAL, 2013b):

$$II = TEC (\%) * Valor Aduaneiro$$

2.4.5.3 Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)

O Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) também é um tributo de competência federal e incide de acordo com as alíquotas estabelecidas na TIPI (Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados), baseada na NCM, tanto sobre produtos nacionais quanto importados. A base de cálculo do IPI é o valor aduaneiro da mercadoria somado ao imposto de importação. O IPI é calculado pela aplicação das alíquotas fixadas na TIPI, conforme (RECEITA FEDERAL, 2013b):

$$IPI = TIPI (\%) * (Valor Aduaneiro + II)$$

2.4.5.4 PIS-Importação e COFINS-Importação

Ambos os impostos são contribuições sociais de competência federal para financiamento da seguridade social e incidem sobre a importação de produtos estrangeiros. Em quase todas as importações a alíquota aplicável do PIS é de 1,65% e a da COFINS é de 7,6%. A base de cálculo para ambas as contribuições é o valor aduaneiro das mercadorias importadas mais o ICMS incidente sobre a importação e mais o valor das próprias contribuições, pois elas são incluídas no preço final das mercadorias (o chamado cálculo “por dentro”). Assim, as contribuições devidas são iguais a (RECEITA FEDERAL, 2013b):

$$PIS = Alíquota PIS * (VA + ICMS + PIS + COFINS)$$

$$COFINS = Alíquota COFINS * (VA + ICMS + PIS + COFINS)$$

Onde

ICMS para cálculo de PIS e COFINS

$$= Alíquota ICMS (\%) * \frac{(Valor Aduaneiro + II + IPI)}{[1 - Alíquota ICMS (\%)]}$$

2.4.5.5 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS)

O Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Prestação de Serviços (ICMS) é um tributo estadual e atende ao princípio da seletividade, pois seu ônus é diferente em razão da essencialidade do produto. Suas alíquotas variam de zero até 25%. A base de cálculo do ICMS é o somatório do valor aduaneiro, do II, do IPI, do próprio ICMS (cálculo “por dentro”), de quaisquer outros tributos incidentes sobre a importação (PIS e COFINS, por exemplo) e das despesas aduaneiras referentes à importação. As despesas aduaneiras são os outros gastos efetuados para o despacho de importação, tais como armazenagem, capatazia, Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante (AFRMM), etc. A fórmula do ICMS é (RECEITA FEDERAL, 2013b):

ICMS

$$= \text{Alíquota ICMS (\%)} \frac{* (VA + II + IPI + \text{outros tributos} + \text{despesas aduaneiras})}{[1 - \text{Alíquota ICMS (\%)}]}$$

3 Diagnóstico Inicial

3.1 Custo dos Produtos Importados

Para que os estoques da empresa possam ser avaliados, primeiro é necessário calcular o custo das mercadorias, para que depois se use o custo médio como método de avaliação de estoque.

Para ilustrar como é realizado o cálculo do custo de um produto, serão assumidos um valor FOB de US\$ 10,00 e uma taxa cambial de US\$ 1,00 = R\$ 2,00.

Para os principais produtos comercializados pela PESCA, ou seja, varas de pesca, carretilhas e molinetes, as alíquotas dos impostos incidentes na importação são as apresentadas na Tabela 3.1

Tabela 3.1 – Alíquotas dos Impostos Incidentes na Importação

Imposto	Alíquota
II	20%
IPI	20%
PIS	1,65%
COFINS	7,6%
ICMS	18%

Pelos registros da empresa, os valores históricos da soma do frete mais o seguro em relação ao FOB importado variaram de 1,20% a 3,50%. Essa proporção depende principalmente do volume/valor importado e de outras condições específicas de cada importação, por exemplo, a negociação com a empresa de frete. Para esta análise será utilizado o valor de 2,20% do FOB, obtido pela média das importações realizadas pela empresa.

Assim, para um produto com FOB de US\$ 10,00, o frete mais seguro compreendem um gasto adicional de US\$ 0,22 e o valor aduaneiro da mercadoria resulta no valor em reais de US\$ 10,22, equivalente a R\$ 20,44.

O imposto de importação será calculado pela multiplicação do valor aduaneiro pela alíquota TEC (%). Como apresentado anteriormente, a alíquota da TEC para os produtos da empresa PESCA é de 20%. Portanto,

$$II = TEC (\%) * VA = 20\% * 20,44 = 4,09$$

Com o II pode-se calcular o IPI, igual a:

$$IPI = TIPI (\%) * (VA + II) = 20\% * (20,44 + 4,09) = 4,91$$

Em seguida, calcula-se o ICMS para as contribuições sociais e obtêm-se o PIS e a COFINS, conforme:

$$\begin{aligned} ICMS \text{ para PIS e COFINS} &= Alíquota ICMS (\%) * \frac{(VA + II + IPI)}{[1 - ICMS (\%)]} \\ &= 18\% * \frac{(20,44 + 4,09 + 4,91)}{(1 - 18\%)} = 6,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PIS + COFINS &= Alíquota (PIS + COFINS) * \frac{(VA + ICMS)}{[1 - Alíquota (PIS + COFINS)]} \\ &= 9,25\% * \frac{(20,44 + 6,46)}{(1 - 9,25\%)} = 2,74 \end{aligned}$$

Por fim, calcula-se o ICMS, pela fórmula:

$$\begin{aligned} ICMS &= Alíquota ICMS (\%) * \frac{(VA + II + IPI + \text{outros tributos} + \text{despesas aduaneiras})}{[1 - Alíquota ICMS (\%)]} \\ &= 18\% * \frac{(20,44 + 4,09 + 4,91 + 2,74 + 0,04)}{(1 - 18\%)} = 7,07 \end{aligned}$$

Onde a proporção usada para calcular as outras despesas foi de 0,21% do FOB convertido para reais.

Para fins de cálculo do custo contábil da mercadoria, somam-se apenas os impostos não recuperáveis, isto é, aqueles que não atendem ao princípio da não-cumulatividade. O princípio da não-cumulatividade garante que o valor pago no momento da importação é creditado pelo importador para posterior compensação com o imposto devido em operações que ele realizar e que forem sujeitas a esse tributo.

No caso da PESCA, somente o IPI e o ICMS são impostos recuperáveis. Portanto, somam-se ao custo dos produtos o II, o PIS e a COFINS.

Por fim, além do valor aduaneiro e dos impostos não recuperáveis, o custo também compreende todas as despesas aduaneiras, as quais, pelos registros históricos podem ser aproximadas por 3,82% do FOB em reais.

Tabela 3.2 – Exemplo Cálculo de Custo do Produto

Gasto	Valor
Preço do Produto	RS 20,00
Frete + Seguro Internacional	R\$ 0,44
Imposto de Importação (II)	R\$ 4,09
PIS + COFINS	R\$ 2,74
Outras Despesas	R\$ 0,76
TOTAL = CUSTO DO PRODUTO	R\$ 28,03

A Tabela 3.2 mostra o custo contábil do produto, que é apenas 40% acima do preço do produto. Embora o custo contábil seja o valor utilizado para medir o estoque, ele não representa o quanto a empresa realmente gastou para ter uma mercadoria em estoque. O gasto total abrange todos os impostos, que precisam ser pagos no desembaraço da mercadoria. Assim, a Tabela 3.3 apresenta o gasto total do produto ilustrativo ao ser importado pela PESCA.

Tabela 3.3 – Exemplo Cálculo de Gasto da Importação

Gasto	Valor
Custo do Produto	RS 28,03
IPI	R\$ 4,91
ICMS	R\$ 7,07
GASTO TOTAL	R\$ 40,01

Portanto, percebe-se que o gasto total na importação é muito maior do que o custo contábil, representando o dobro do preço do produto já em reais. Esse fato é bastante relevante para destacar como o estoque de uma empresa que só trabalha com produtos importados equivale a um alto investimento de capital. Assim, se o estoque é mal dimensionado, com uma cobertura maior do que a necessária, significa que grande parte do capital e giro está retido em estoque com pouco giro ao invés de ser alocado para outros fins de maior utilidade/rendimento. Por exemplo, com mais dinheiro em caixa não seriam necessários empréstimos bancários para capital de giro ou FINIMP (Financiamento de Importação), cujas despesas financeiras são elevadas, principalmente o FINIMP, uma vez que este está sujeito a variações cambiais inesperadas.

3.2 Situação Atual do Estoque da Empresa

Pelo histórico de vendas em 2012 foi feita a classificação ABC dos produtos, conforme apresentado na Tabela 3.4. Vale ressaltar que os produtos classificados como D são aqueles que não tiveram nenhuma venda no ano.

Tabela 3.4 – Classificação ABC

Classe	CMV (em R\$)	Quantidade de Itens	% de Itens
A	80%	254	24%
B	95%	314	29%
C	100%	423	39%
D	100%	87	8%
Total	100%	1.078	100%

A Tabela 3.5 apresenta as importações, as vendas e os estoques médios em 2012 a valores de custo e também os índices de giro de cada classe de produtos. Uma observação importante sobre a Tabela 3.5 é que os valores foram multiplicados por um fator k para manter a confidencialidade dos dados da empresa.

Tabela 3.5 – Análise das Importações, Vendas e Estoque

Classe Produto	Importação 2012 (R\$)	Venda 2012 (R\$)	Estoque Médio 2012 (R\$)	Importações/Venda
A	644.349	516.382	245.691	1,25
B	150.712	98.027	71.030	1,54
C	61.334	30.904	52.178	1,98
D	7.238	-	7.057	Infinito
Total	863.633	645.314	375.957	1,34

Pela Tabela 3.5 percebe-se que em todas as classes de produtos as importações no ano foram maiores do que as vendas, resultando em aumento do estoque.

Além da classificação ABC, também é possível classificá-los quanto à frequência de vendas (classificação XYZ) em intervalos de um mês, conforme estabelecido na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Determinação das Classes XYZ

Classe	% Frequência
X	$80\% \leq F < 100\%$
Y	$30\% \leq F < 80\%$
Z	$0\% \leq F < 30\%$

A frequência de vendas de cada item foi calculada a partir da equação:

$$Frequência (\%) = \frac{Quantidade\ de\ Períodos\ com\ Vendas}{Quantidade\ de\ Períodos\ com\ Disponibilidade\ do\ Item}$$

É importante destacar que o intervalo de tempo considerado como um período é sempre de um mês, para todas as análises realizadas. Isso decorre do fato de que as vendas diárias ou semanais dos produtos da PESCA são pouco representativas, já que a empresa realiza vendas de atacado e seus clientes não efetuam mais de uma compra por mês.

A Tabela 3.7 apresenta os resultados obtidos com o cruzamento das classificações ABC e XYZ, evidenciando a quantidade de itens em cada categoria, assim como o seu percentual em relação ao total de produtos.

Tabela 3.7 – Matriz das Classificações ABC e XYZ

Classificação	A	B	C	Total
X	141 (21%)	108 (16%)	39 (6%)	288 (43%)
Y	49 (7%)	101 (15%)	119 (18%)	269 (40%)
Z	1 (0%)	24 (4%)	92 (13%)	117 (17%)
Total	191 (28%)	233 (35%)	250 (37%)	674 (100%)

A matriz ABC versus XYZ apresenta alguns dados interessantes. Como se poderia esperar, a maior parte dos itens da classe Z pertence à classe C, ou seja, são itens que vendem muito pouco ao longo do ano e ainda suas vendas são bastante irregulares, pouco frequentes. Além disso, a categoria AZ contém apenas um item e a AX representa 74% da classe A, revelando que itens que contribuem significativamente para a receita da empresa também são aqueles com alta frequência de vendas. Portanto, a falta de produtos A em um dado período provavelmente implica em perdas de vendas maiores do que a falta de produtos C.

3.3 Considerações Iniciais para o Desenvolvimento dos Modelos

3.3.1 Escolha dos Modelos de Reposição de Estoque

Conforme visto na revisão bibliográfica, os modelos de estoque podem ser de revisão contínua ou de revisão periódica. O modelo de revisão contínua mais conhecido e utilizado é o de reposição por ponto de pedido, enquanto os de revisão periódica incluem a reposição do máximo, a reposição da base e o cálculo de necessidades.

Todos os modelos apresentam vantagens e desvantagens, e, para uma determinada situação ou produto, a utilização de um pode trazer mais benefícios do que a de os outros. A princípio, uma empresa poderia empregar qualquer método de controle de estoque, entretanto, para a PESCA, somente os de revisão periódica seriam coerentes com sua configuração de negócio. Isso será explicado a seguir.

A reposição por ponto de pedido supõe a compra do lote econômico de um único item e cada produto tem sua reposição realizada individualmente, através da revisão contínua de seu nível de estoque. O tamanho do lote econômico é obtido pela fórmula:

$$QLE = \sqrt{\frac{2AD}{vr}}$$

Onde

A = custo fixo de pedido (independente da quantidade)

D = demanda do item em unidades/tempo

v = custo variável do item,

valor imediatamente após a operação de ressuprimento

r = custo de armazenagem,

custo de uma unidade monetária retida em estoque por um intervalo de tempo

Como se pode ver, uma das variáveis no cálculo do lote econômico é o custo fixo de pedido. O custo fixo de pedido da PESCA envolve dois principais componentes: o frete e as despesas aduaneiras. O frete, que apesar de ser entendido como um custo fixo, ele é variável com a quantidade transportada até certo limite, quando então passa a ser fixo. Isso ocorre devido às

diferentes formas de transportar uma mercadoria. Pode escolher dentre duas alternativas de transporte:

- LCL – *Less than Container Load* – Carga menor que um container. Significa que a mercadoria de um cliente será alocada em um container com mercadorias de outras empresas. O frete do tipo LCL é apropriado para o transporte de pouca carga (uma caixa grande, várias caixas, pallets, etc.) que não é suficiente para encher um container inteiro de 20 pés, este com capacidade de 33 metros cúbicos. Em geral esse tipo de frete é cobrado com base no volume da carga e não no seu peso.
- FCL – *Full Container Load* – Carga de container completo. Significa que o expedidor aluga um container inteiro para enviar sua mercadoria. Há dois tipos de containers mais usados:
 - Container de 20 pés: dimensões internas de 5,9 x 2,3 x 2,4 metros, capacidade de 33,2 metros cúbicos e 21.920 kg de carga.
 - Container de 40 pés: dimensões internas de 12,0 x 2,3 x 2,4 metros, capacidade de 67,6 metros cúbicos e 26.930 kg de carga.

Os custos dos diferentes tipos de frete conforme a quantidade transportada são apresentados na Figura 3.1. O preço mínimo de frete marítimo cotado foi de US\$ 254,00. Este valor se mantém igual para qualquer quantidade até 10 caixas. O custo fixo de um FCL de 20 pés é de US\$ 1418,00 e o custo de um FCL de 40 pés é de US\$ 2006,00. Esses valores foram obtidos pela simulação de preço no site de uma transportadora americana (AMID LOGISTICS, 2013) para embarque na Carolina do Norte (EUA) e desembarque em Santos.

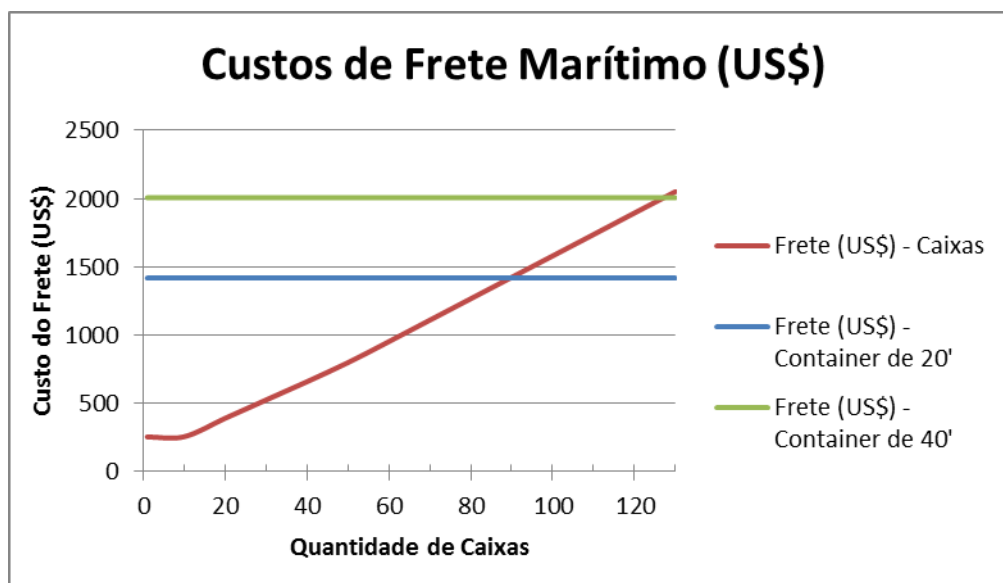


Figura 3.1 – Custos de Frete Marítimo

Estimou-se o tamanho de uma caixa sendo igual a 68 x 33 x 45 cm, com capacidade para 40 carretilhas ou molinetes. Esses dados foram estimados a partir de uma observação no depósito da empresa, onde foi selecionada uma caixa padrão recebida do fornecedor. A partir das dimensões adotadas tem-se que a capacidade total do container de 20' é de 280 caixas (ou 11.200 itens) e do de 40', 595 caixas (23.800 itens). Além disso, estima-se que para o transporte de até 400 itens o frete será de US\$ 254,00.

Nota-se que até a quantidade de 90 caixas vale a pena utilizar o LCL, uma vez que seu custo é menor do que o de um container de 20. Já para quantidades acima de 130, compensa o aluguel de um container de 40. Conforme se aumenta a quantidade de caixas em um único pedido o custo unitário do produto se reduz. Essa relação é demonstrada na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Preços de Frete Marítimo

Qde de Caixas	1	20	40	60	80	100	120	...	280	595
Frete (US\$)	254	390	658	952	1.266	1.580	1.895	...	1.418	2.006
Qde Itens	40	800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800	...	11.200	23.800
Frete/item (US\$)	6,350	0,488	0,411	0,397	0,396	0,395	0,395	...	0,126	0,084

O outro componente do custo fixo de pedido, as despesas aduaneiras, será descrito a seguir. Tem-se como principais despesas aduaneiras:

- AFRMM – Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante. É um adicional que incide sobre o frete cobrado pelas empresas brasileiras e estrangeiras de navegação que operam em porto brasileiro.
- Armazenagem no porto.
- Capatazia, que é a atividade de movimentação de cargas e mercadorias nas instalações portuárias.
- Frete rodoviário.
- Outras despesas: SDA (Sindicato dos Despachantes Aduaneiros), taxa Siscomex, expediente e comissão do despachante.

Pelo histórico da empresa essas despesas são, em média, US\$ 3300 por importação.

Portanto, percebe-se que o custo fixo de um pedido é bastante elevado e que é vantajoso para a empresa importar uma quantidade grande de produtos de uma só vez, a fim de ratear o custo de frete. Pela fórmula do lote econômico, quanto maior o custo de pedido, maior o tamanho do lote. Como a reposição por ponto de pedido infere o controle individual de cada produto, o lote econômico para um único SKU seria muito alto, tanto em valor absoluto quanto em relação à própria demanda do item. Dessa forma, este modelo de estoque não se adequa à operação da PESCA, uma distribuidora que trabalha exclusivamente com produtos importados de um único fornecedor.

Considerando as razões apontadas acima, e o fato de que atualmente a PESCA realiza a reposição de seus estoques mensalmente, decidiu-se descartar o modelo de ponto de pedido e analisar apenas os modelos de revisão periódica, mais especificamente o de reposição do máximo e o cálculo de necessidades.

3.3.2 Nível de Serviço Desejado

Os dois modelos de revisão periódica escolhidos para este estudo utilizam estoque de segurança. Será adotada uma distinção para o tamanho do estoque de segurança dos diversos produtos de acordo com sua classificação ABC. Para produtos A deseja-se um nível de serviço mais alto, e para os itens C um nível menor, pelas seguintes razões:

1. Tempo de reposição longo e com muitas incertezas. Como a PESCA é uma empresa que trabalha apenas com produtos importados, o tempo de reposição de seus itens é bastante longo, já que o fornecedor se localiza nos Estados Unidos (será desconsiderada a matriz do Japão, conforme explicado anteriormente). Além de longo,

o processo de compras também engloba diversas incertezas, sendo que muitas delas não ocorrem quando o fornecedor é nacional. Essas incertezas influenciam no tempo de reposição, nas quantidades atendidas e até mesmo no custo dos produtos, conforme mostra a Tabela 3.9. Por causa de tantas incertezas entende-se que seja mais seguro ter maiores estoques de segurança para os itens que são relevantes para o desempenho da empresa do que para os que contribuem pouco para a sua receita.

Tabela 3.9 – Incertezas no Processo de Importação

Incerteza	Explicação / Motivos
Disponibilidade de Produtos pelo Fornecedor / Tempo de Reposição	A sede do fornecedor nos Estados Unidos se situa na Califórnia (extremidade oeste do país), porém, para ser transportado para o Brasil por via marítima, o embarque deve ser feito no estado da Carolina do Norte (extremidade leste do país). Dessa forma, para que o pedido da PESCA seja 100% atendido dentro dos prazos esperados, é necessário que os produtos requisitados estejam prontamente disponíveis no depósito da Carolina do Norte. Muitas vezes isso não ocorre, por duas razões: não há quantidade suficiente do item no fornecedor ou parte dela está no depósito da sede na Califórnia. Quando isso acontece, ou o pedido não é atendido integralmente, ou ocorrem atrasos no recebimento dos itens.
Tempo de Reposição / Custo das Mercadorias	O processo de desembaraço no porto de Santos é complexo, depende de diversas variáveis e pode ser bastante demorado. Além disso, quanto mais tempo o container ficar retido no porto, maiores serão os gastos com armazenagem e outras despesas portuárias, acarretando no aumento do custo das mercadorias.

2. Cadeia de suprimentos extensa. A empresa trabalha com um único fornecedor, que utiliza a política de não manter estoques e cujas fábricas estão localizadas no leste asiático. Para que os produtos estejam disponíveis nos Estados Unidos, a PESCA deve realizar uma previsão de compras anual para que o fornecedor planeje tanto sua produção, quanto o transporte das mercadorias da Ásia para os Estados Unidos. Assim, os depósitos nos Estados Unidos recebem somente as quantidades projetadas

pelos seus clientes, e não possuem um estoque geral/excedente de produtos. Como a previsão de vendas (e consequentemente a previsão de compras) da PESCA conterà erros, é preferível manter estoques de segurança maiores para aqueles itens de grande demanda e que representam a maior parte do faturamento da empresa, do que para itens com vendas ocasionais, pois a perda de vendas destes terá pouca influência sobre o resultado da empresa.

Além das razões citadas acima, pelo próprio histórico da PESCA percebe-se a necessidade de manter estoques mais altos dos produtos A e mais baixos dos C. Analisando os dois anos de empresa (2011 e 2012), nota-se que muitas vezes tiveram-se estoques de produtos A zerados, enquanto produtos C contavam com uma cobertura muito alta e em nenhum momento tiveram picos de vendas significativos, descartando a necessidade de grandes estoques de segurança. Provavelmente muitas faltas devem ter ocorrido por causa de diversas ineficiências ou descuidos da PESCA, mas de qualquer forma, elas demonstram a importância de melhores estoques de segurança para os produtos A e chamam a atenção para o fato de que alguns períodos sem vendas tenham ocorrido por falta de produto e não por demanda nula.

4 Metodologia

O objetivo deste trabalho de formatura é propor um modelo de reposição de estoque para a empresa PESCA. Para isto serão desenvolvidos e testados dois modelos de revisão periódica: a reposição do máximo e o cálculo de necessidades.

As macro etapas deste trabalho são apresentadas na Figura 4.1. Cada uma das etapas numeradas (1 a 5) será descrita em detalhes a seguir.

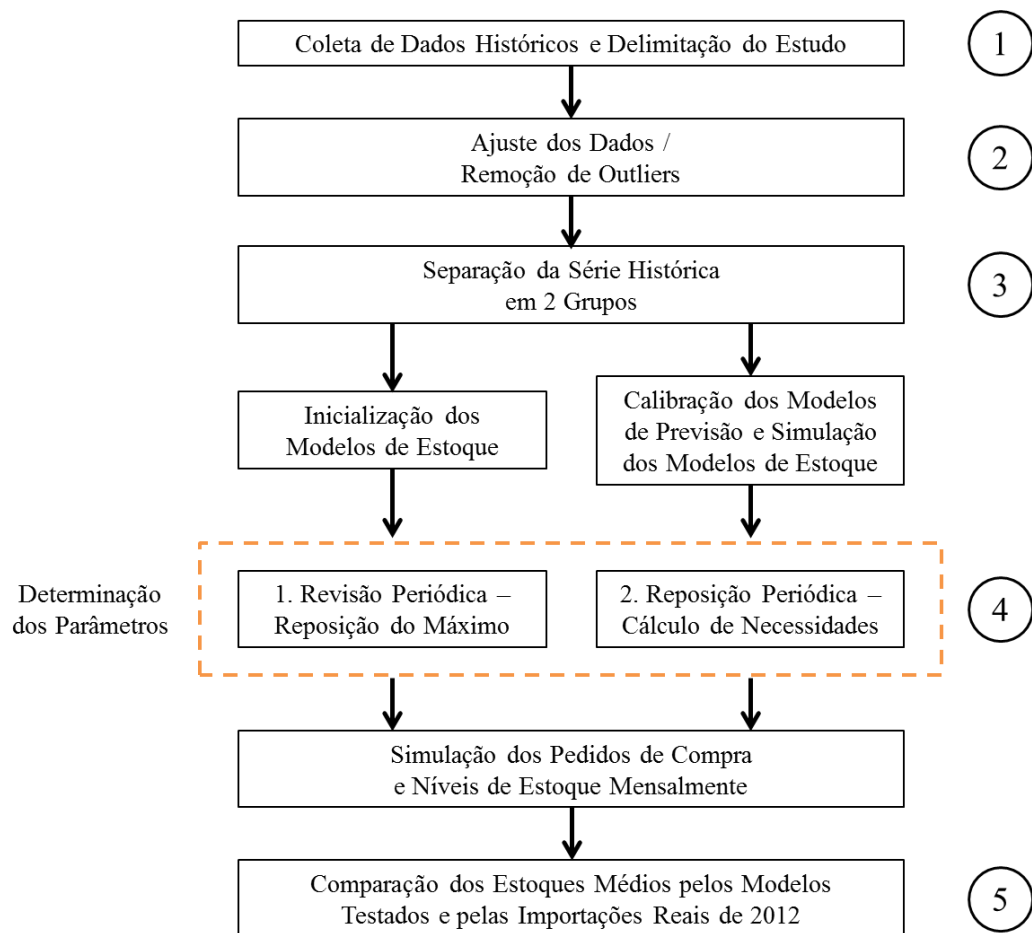


Figura 4.1 – Etapas do Trabalho

4.1 Coleta de Dados Históricos e Delimitação do Estudo

Foram coletados todos os dados históricos de vendas da empresa PESCA, constituída em novembro de 2010.

Conforme foi apresentado anteriormente, a empresa importa e comercializa no atacado diversos produtos do FORNECEDOR-Estados Unidos e FORNECEDOR-Japão. Os produtos

dos Estados Unidos são adquiridos mensalmente, enquanto os do Japão são importados ocasionalmente. Isso ocorre porque a PESCA trabalha com um portfólio muito restrito da marca FORNECEDOR-Japão, com variedade muito menor do que os produtos dos Estados Unidos, e, portanto, com quantidade de SKUs reduzida, tornando-se inviável importar vários containers com poucos produtos e maior frequência devido aos altos custos de frete e despesas alfandegárias.

Por essas razões, optou-se aqui por delimitar o escopo deste estudo. Primeiramente, o estudo abrangerá somente os produtos importados dos Estados Unidos, o que é sensato, já que eles compõem aproximadamente 90% do faturamento da empresa. Em segundo lugar, ele será restringido a apenas alguns tipos de produtos. A Tabela 4.1 apresenta os diferentes tipos de produtos e a decisão de incluí-los ou não no escopo deste trabalho.

Somente os produtos maduros e em linha em 2013 serão incluídos nas análises das seções seguintes. Como os produtos novos não serão abordados neste trabalho de formatura, recomenda-se que eles sejam tratados de forma diferenciada e cuidadosa pelos gestores da empresa. É importante manter um registro e acompanhamento das vendas iniciais, no entanto, os pedidos de compra deverão se fundamentar principalmente em previsões subjetivas baseadas em experiências, conhecimento do mercado e instinto.

Acredita-se que a previsão das vendas futuras não deva se basear exclusivamente na estatística de vendas inicial, pois nessas primeiras compras os lojistas (clientes da PESCA) têm a intenção de montar estoque para o novo produto e, suas compras futuras dependerão da resposta do mercado, ou seja, da sua venda ao consumidor final. Suas compras posteriores ocorrerão de acordo com a demanda do mercado. Percebe-se então que há uma distinção entre pedido inicial de inclusão do produto na grade do lojista - compra inicial com formação de estoque - e pedido de reposição das unidades vendidas por ele. Portanto, as vendas iniciais de um produto novo não representam a demanda dos clientes finais, mas o investimento preliminar dos lojistas, e, por isso, podem subestimar ou superestimar as vendas no futuro. Por estas razões é aconselhável investigar se o produto está sendo vendido nas lojas ou não e analisar subjetivamente o comportamento esperado da demanda.

Tabela 4.1 – Tipos de Produtos

Tipos de Produto	Descrição	Inclusão	Justificativa
Produto Novo / Lançamento	Produtos lançados no mercado recentemente que não possuem dados históricos suficientes para um cálculo adequado dos parâmetros utilizados pelos possíveis modelos de estoques.	Não	O comportamento da demanda é pouco conhecido e, por se tratar do primeiro pedido de lojistas (para compor seus estoques iniciais), as vendas registradas provavelmente não representam as vendas futuras de reposição desses clientes.
Produto Maduro	Produtos já estabelecidos no mercado, cuja inclusão no portfolio da empresa ocorreu há mais tempo, e, por isso, apresentam uma série histórica de vendas mais longa.	Sim	Dados históricos de um período mais amplo permitem que se analise o padrão da demanda e, assim, se proponham modelos de controle de estoque.
Produto em Linha	Produtos que são comercializados atualmente e serão realizadas novas compras de reposição de estoque.	Sim	Será necessário definir novos pedidos de compra destes produtos.
Produto Descontinuado	Produtos que ainda são comercializados pela empresa, pois possuem quantidades em estoque, porém por apresentarem baixo giro não serão realizadas novas compras para reposição. Foi decidido estrategicamente que tais produtos deixarão de ser comercializados assim que seus estoques atuais terminarem.	Não	Produtos não serão importados novamente, portanto, não há motivos para determinar métodos de controle para seus estoques; é necessária apenas a atualização de seus níveis.

Por fim, uma última consideração será feita com relação à simulação das previsões. A empresa PESCA é uma empresa nova, criada no fim de 2010, que teve seu portfolio ampliado ao longo de 2011 e 2012. Por esse motivo, os produtos possuem séries históricas de diversos tamanhos, os mais antigos com séries mais longas e os mais recentes com menos dados de vendas. Seria necessário um tratamento adaptado para cada grupo de produtos com a mesma

data de lançamento. Para facilitar a composição deste trabalho, um único grupo, o de produtos mais antigos, será selecionado para realizar as simulações e apresentar os resultados. Os outros grupos poderiam ser analisados da mesma maneira, porém por apresentarem séries temporais menores teriam menos dados para inicializar e/ou testar os modelos, enfraquecendo os testes e resultados.

Pelo critério escolhido foi obtido um grupo de 109 produtos, lançados em fevereiro de 2011. As séries temporais analisadas serão de fevereiro de 2011 a dezembro de 2012.

4.2 Ajuste dos Dados e Remoção de Outliers

A PESCA não mantém registro de pedidos não atendidos e não trabalha com pedidos em *backorder*, por isso, a demanda em cada período será estimada pela venda do produto. Entretanto, serão feitos alguns ajustes aos dados das séries históricas devido a dois fatores:

- Promoções passadas que impulsionaram as vendas de um item em algum período específico e não representam a sua demanda normal.
- Períodos que não tiveram vendas, mas também não possuíam estoque do produto e, portanto, provavelmente não refletem a demanda real, principalmente dos produtos com demanda contínua e da classe A.

Para reduzir os efeitos dos fatores citados (o primeiro superestima e o segundo subestima a demanda) os valores dos períodos sem estoque disponível serão substituídos pela média histórica das vendas anteriores a eles e os de promoção pela maior demanda passada. Na realidade, não foi possível obter o histórico de todas as promoções realizadas em 2011 e 2012. Alternativamente, foram observados períodos com vendas excessivamente acima do normal e estes considerados *outliers*, Inferiu-se que nestes meses tenham ocorrido promoções e ajustaram-se suas vendas para o maior valor observado na série.

4.3 Separação da Série em Dois Conjuntos

As séries dos 109 produtos selecionados foram divididas em dois conjuntos:

- Período de inicialização
- Período de validação e simulação dos modelos

A Figura 4.2 mostra a definição desses períodos, considerando que as séries disponíveis começam em fevereiro de 2011 e terminam em dezembro de 2012.

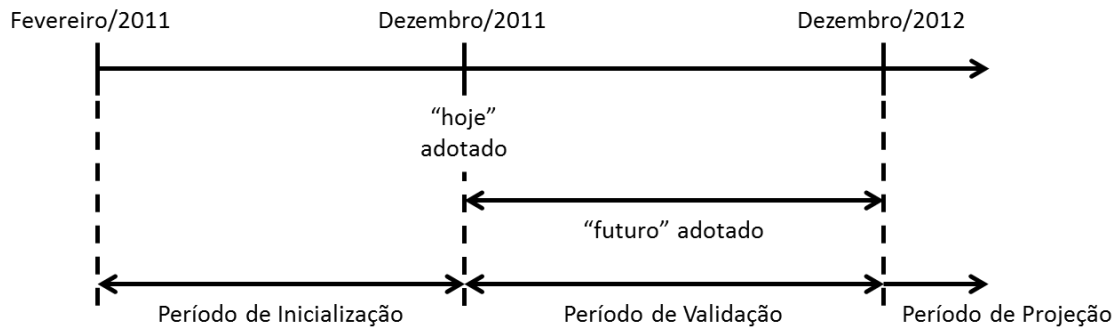


Figura 4.2 – Definição dos Períodos de Inicialização e Validação (Adaptado de Santoro (2006))

Embora essa divisão seja aplicada tanto no modelo de reposição do máximo quanto no cálculo de necessidades sua utilização se dá de formas diferentes. No primeiro caso os dados de 2011 servem para calcular o nível máximo planejado e os de 2012 para simular os pedidos de compra usando este modelo de estoque. Já no segundo caso o período de inicialização serve para obter as previsões iniciais de janeiro de 2012 e o período de validação para simular cada um dos modelos de previsão e selecionar o de melhor desempenho, e, assim como o anterior, simular os pedidos de compra por este modelo.

A execução de cada modelo de estoque será explicada melhor na próxima seção.

4.4 Determinação dos Parâmetros dos Modelos

4.4.1 Revisão Periódica – Reposição do Máximo

O modelo de reposição do máximo exige a determinação do estoque máximo desejado (S), obtido pela fórmula:

$$S = ES + \hat{x}_{T+L}$$

Onde

ES = *estoque de segurança*

$\hat{x}_{T+L}$ = *demanda prevista (ou esperada)*

durante o intervalo de revisão (T) mais o tempo de reposição (L)

A Figura 4.3 esquematiza a utilização da série histórica para a aplicação do modelo de reposição do máximo.

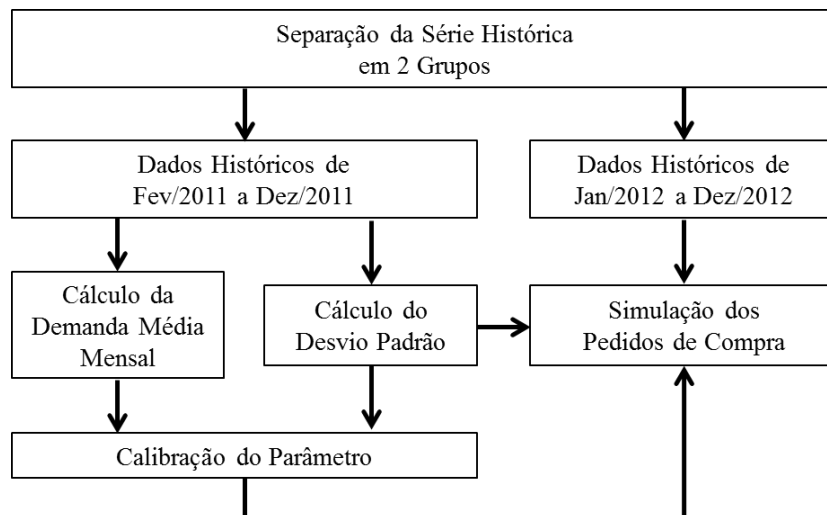


Figura 4.3 – Aplicação da Série Histórica no Modelo de Reposição do Máximo

O estoque máximo S será determinado da seguinte maneira:

1. Cálculo da demanda mensal pela média das vendas nos meses de 2011 em que havia estoque disponível do item.
2. Cálculo do desvio padrão das vendas nos meses de 2011 com estoque disponível.
3. O período de revisão será o mesmo já usado pela empresa, igual a 1 mês.
4. O tempo de espera considerado será de 2 meses. Ele representa o tempo entre a colocação do pedido pela PESCA e o recebimento das mercadorias em seu depósito. Ele é longo, pois envolve todo o tempo de processamento do pedido no fornecedor, preparo da mercadoria, estufagem do container, transporte marítimo, desembarço aduaneiro, e, por fim, transporte rodoviário de Santos a São Paulo.
5. Cálculo do estoque de segurança. Para seu cálculo será necessário primeiramente testar a normalidade. Este parâmetro será descrito em outra seção.

Após a determinação de S a partir dos dados históricos de 2011 será realizada a simulação dos pedidos de compra de 2012 pela aplicação deste modelo de estoque. Além da simulação com o parâmetro S teórico, será realizada uma calibração empírica de S com o objetivo de melhorar o desempenho deste modelo de reposição.

4.4.2 Revisão Periódica – Cálculo de Necessidades

Para a utilização do modelo cálculo de necessidades é necessário obter as previsões de demanda de cada item. Conforme visto na revisão bibliográfica, há diversos modelos de previsão de demanda, entretanto, este trabalho se focará apenas nos modelos quantitativos baseados em séries temporais. Dentre esses modelos, serão testados somente:

- Média móvel
- Suavização exponencial simples
- Suavização exponencial com tendência

Optou-se por não considerar os modelos de suavização com sazonalidade pelo fato de não se conhecer os comportamentos sazonais dos produtos. Embora alguns itens com usos específicos estejam relacionados com determinadas temporadas de pesca, não se tem dados suficientes para determinar os efeitos da sazonalidade ou até mesmo sua época, pois como a PESCA vende para lojas e não para o consumidor final, cabe às lojas previrem essas sazonalidades e decidirem comprar tais produtos apenas na época de temporada ou então realizar as compras independentemente e estocar os itens. Dessa forma, fica muito difícil avaliar e compreender o comportamento sazonal da demanda.

De acordo com Armstrong (2001), ajustes sazonais devem ser realizados apenas quando os efeitos sazonais são esperados e somente se o analista possui boas evidências para medi-los, o que não é o caso. Como não se sabe o que esperar da sazonalidade, ou se ela realmente existe (as variações podem ser aleatórias), e não há dados históricos de vários anos para comprovar que os picos sazonais ocorrem sempre nos mesmos meses, não há sentido em estabelecer índices de sazonalidade para utilizar os modelos de previsão associados.

A Figura 4.4 apresenta as etapas para a aplicação do modelo cálculo de necessidades.

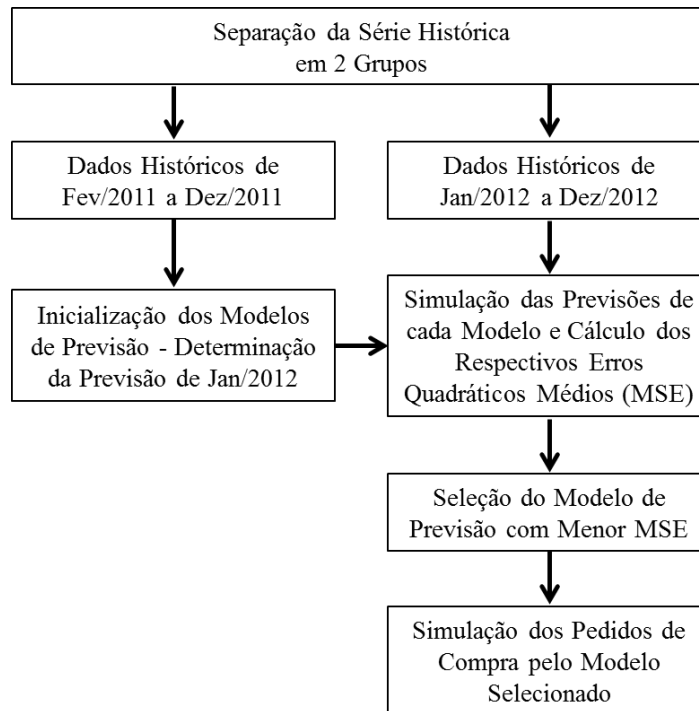


Figura 4.4 – Etapas do Modelo Cálculo de Necessidades

Os dados de 2011 serão utilizados para estimar a previsão inicial do período de validação dos modelos. Após definir os parâmetros de cada modelo de previsão (n para a média móvel, α para a suavização exponencial simples, e α e β para a suavização com tendência), serão feitas as simulações dos modelos e uma análise de seus respectivos MSEs, a fim de selecionar o de menor MSE. A fórmula do MSE é:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}$$

Onde

$\hat{Y}_i$ = demanda prevista para o período i

Y_i = demanda real no período i

n = número de observações ou períodos de tempo

$Y_i - \hat{Y}_i$ = desvio ou erro de previsão

É muito comum avaliar o desempenho de modelos de previsão considerando-se como o mais desejável aquele que apresentar o menor erro médio absoluto (MAD) durante o período testado. Inicialmente, desejava-se aplicar este mesmo critério nas análises deste trabalho, no entanto, ele se mostrou pouco eficaz. Para as séries dos produtos estudados os três modelos de

previsão apresentam MADs muito próximos, com diferença de casas decimais. Dessa forma, utilizar o MAD para avaliar os modelos não parece interessante.

Outro aspecto observado é que para determinar α e β dos modelos de suavização o MAD prioriza as constantes de suavização que minimizam o erro médio absoluto, independentemente de os erros absolutos serem muito elevados no período testado. É possível que um determinado α e/ou β apresente MAD maior, mas projete erros de previsão menores e mais estáveis, enquanto o de MAD mínimo intercala alguns meses com erros pequenos e outros com erros muito grandes. Seria melhor optar pelo primeiro caso do que pelo segundo, pois erros com picos menores têm maior chance de ser contornados com um estoque de segurança menor.

Portanto, escolheu-se o MSE como critério de seleção do melhor modelo de previsão, pois ele penaliza mais a ocorrência de erros maiores do que menores. Assim, será priorizado o modelo com erros com menor variação durante o período de validação.

A seguir será apresentado em detalhe cada modelo de previsão testado.

Média Móvel

A média móvel gera a previsão do próximo período calculando-se a média da demanda nos últimos n períodos. Tersine (1994) sugere que se utilize n entre 3 e 8. Assim, serão testadas diferentes médias móveis variando o n de 3 a 8 conforme as etapas:

- Gerar as previsões de demanda para os meses de 2012 para cada n .
- Calcular o erro quadrático médio (MSE) para cada n simulado.
- Selecionar o n com menor MSE.

Suavização Exponencial Simples

A previsão estimada por este modelo é dada por:

$$\hat{X}_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha) \hat{X}_{t-1}$$

Onde

$\hat{X}_t$ = previsão do nível de demanda no período t

Y_t = nível de demanda no período t

α = constante de suavização exponencial entre 0 e 1

A suavização exponencial simples será executada pelas seguintes etapas:

- Calcular a previsão do nível de demanda para janeiro de 2012. Esse valor será obtido pela média das vendas de 2011.
- Simular as previsões de demanda de 2012 para os possíveis valores de α , entre 0 e 1.
- Calcular o MSE para cada α .
- Selecionar o α com menor MSE.

Suavização Exponencial com Tendência

A suavização exponencial com tendência envolve o cálculo de dois parâmetros, o nível de demanda e a tendência, conforme as fórmulas:

$$\hat{X}_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

Onde

T_t = ajuste de tendência para o período t

β = constante de suavização exponencial entre 0 e 1

As etapas deste modelo são similares às da suavização exponencial simples, com o acréscimo da variável T e da constante β :

- Calcular a previsão do nível de demanda e a tendência para janeiro de 2012. Para isto será realizada uma regressão linear dos dados de 2011.
- Simular as previsões de demanda de 2012 para as possíveis combinações de α e β , ambas entre 0 e 1.
- Calcular o MSE para cada par de α e β .
- Selecionar o par α e β com menor MSE.

Seleção do Modelo de Previsão e Simulação dos Pedidos de Compra

Após obter o melhor parâmetro de cada modelo de previsão, os três modelos distintos serão comparados entre si, a fim de escolher o de melhor desempenho para cada produto analisado, lembrando que foi previamente definido o estudo de 109 SKUs. Novamente será utilizado como critério de avaliação o MSE.

Por fim, serão simulados os pedidos de compra obtidos pela aplicação do modelo cálculo de necessidades com a aplicação do melhor modelo de previsão para cada SKU, a partir da fórmula:

$$NLiq_{t,t+te} = \sum_{i=1}^{tre} [PreDem_{t,t+i}] - \sum_{i=1}^{te-1} [OCompra_{t+i-te,t+i}] - EstFis_t + EstSeg$$

Onde

te = tempo de espera

tre = tempo de reação = tempo de espera + período de revisão

$EstFis_t$ = estoque físico no período t

$EstSeg$ = estoque de segurança

4.5 Comparação de Resultados

Os níveis de estoque obtidos pelos dois modelos de revisão periódica, reposição do máximo e cálculo de necessidades, serão comparados entre si e com os estoques médios reais de 2012.

Os níveis de estoque serão analisados com intervalos de um mês e não com maior precisão pela dificuldade e tempo de obtenção e análise de dados mais detalhados, assim como pelo fato de as reposições ocorrerem mensalmente.

Para o cálculo do estoque médio mensal será utilizada a seguinte fórmula:

$$EM_{mensal} = \frac{EI + EF}{2}$$

Onde

EI = estoque no início do mês

EF = estoque no final do mês

E o estoque médio anual será obtido pela média dos estoques médios mensais, conforme proposto por Barbieri; Machline (2006).

$$EM_{anual} = \frac{EM_1 + EM_2 + \dots + EM_{12}}{12}$$

O estoque médio anual será o índice utilizado para a comparação dos resultados e avaliação dos modelos testados. Na realidade, o estoque médio em valor monetário (avaliado a custo) é o que importa, uma vez que o custo de oportunidade do capital imobilizado em estoques é alto. Portanto, o estoque médio anual será multiplicado pelo custo dos produtos avaliado em dezembro de 2012. Embora o custo de um item possa ter variado ao longo de 2012, decidiu-se fixar o custo para um único valor a fim de facilitar e viabilizar a análise. Como o objetivo é comparar a eficácia da aplicação de modelos de estoque versus a não utilização de qualquer ferramenta de apoio à decisão, e não medir precisamente o custo médio anual, esta simplificação não prejudica o estudo.

4.6 Teste de Normalidade

Além das etapas descritas anteriormente, também foram realizados testes de normalidade para os dados utilizados no cálculo dos parâmetros dos modelos, pois as fórmulas analíticas do estoque de segurança consideram distribuição normal para a determinação do fator de segurança.

Frequentemente, admite-se que a demanda e os erros de previsão sigam uma distribuição normal, substituindo-se o fator de segurança pela constante z da tabela normal. Por esse motivo, é importante, primeiramente, verificar se os itens analisados apresentam distribuição normal ou não.

Para realizar os testes de normalidade inicialmente considerou-se a utilização do software de estatística Minitab. Entretanto, por uma limitação prática para replicar o teste para os 109 itens, pois o software testa a normalidade de apenas uma série de dados por vez e fornece seu resultado em um gráfico de probabilidade, decidiu-se elaborar o teste em Excel. Como o teste de normalidade padrão do Minitab é o Anderson-Darling, este foi selecionado para a construção do modelo em Excel.

Foram necessários dois testes distintos:

- Teste de normalidade da série histórica da demanda para a revisão periódica.
- Teste de normalidade dos erros de previsão para o cálculo de necessidades.

As fórmulas do teste Anderson-Darling foram obtidas do site de um software de estatística, o Portal Action.

O teste de Anderson-Darling consiste no cálculo da estatística A^2 , dada por (PORTAL ACTION, 2013):

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \ln(F(x_i)) + (2(n-i)+1) \ln(1-F(x_i))]$$

Onde

n = número de valores da amostra

i = índice dos valores ordenados

$F(x_i)$ = função de distribuição acumulada de x_i

Para o cálculo de A^2 foram realizados os seguintes passos:

- Ordenar os valores da amostra: $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$;
- Estimar os parâmetros da distribuição de interesse, ou seja, da distribuição normal (média e desvio padrão);
- Calcular $F(x_i)$ e a estatística A^2 ;
- Calcular A^2 modificada, pois nenhum dos componentes da distribuição (μ, σ^2) é conhecido e, por isso, são estimados por $(\bar{x}, s^2)$.

A fórmula de A^2 modificada (A_m^2) é (PORTAL ACTION, 2013):

$$A_m^2 = \left(1 + \frac{0,75}{n} + \frac{2,25}{n^2}\right) A^2$$

Por fim, compara-se a A^2 modificada com valores críticos para alguns níveis de significância.

A Tabela 2.1 fornece esses valores:

Tabela 4.2 – Valores Críticos da A^2 Modificada

Nível de Significância	15%	10%	5%	2,5%	1%
A^2 Modificada	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029

Se A^2 modificada exceder algum dos valores críticos, rejeita-se a hipótese de normalidade com o respectivo nível de significância.

5 Apresentação e Discussão dos Resultados

Este capítulo apresenta os resultados obtidos durante o desenvolvimento dos dois modelos de revisão periódica – estoques de segurança, estoque máximo S , seleção do modelo de previsão, constantes α e β , etc – e os resultados finais da comparação entre a aplicação dos modelos e a situação real da empresa.

5.1 Revisão Periódica – Reposição do Máximo

Os dados de 2011 foram utilizados para calcular a demanda média mensal e o desvio-padrão da demanda, necessários para determinar o estoque máximo planejado. Além disso, calcularam-se os estoques de segurança de cada item a partir dos níveis de serviço definidos na Tabela 5.1 e da fórmula:

$$ES = k\sigma_{T+L}$$

Onde

k = fator de segurança

σ_{T+L} = desvio padrão da demanda

durante o intervalo de revisão (T) mais o tempo de reposição (L)

$$= \sigma * \sqrt{T + L}$$

Conforme visto anteriormente, desejam-se níveis mais altos de estoque de segurança para os itens A e níveis mais baixos para os itens C. Portanto, os fatores de segurança serão atribuídos de acordo com a classificação do produto. O fator de segurança será estimado pelo índice z da distribuição normal padrão acumulada.

Tabela 5.1 – Fatores de Segurança

	Produtos A	Produtos B	Produtos C
Nível de Serviço	99%	95%	90%
z da Tabela Normal	2,32	1,64	1,28

O estoque máximo calculado analiticamente pela fórmula $S = ES + \hat{x}_{T+L}$ será chamado de S teórico. Os valores de S teórico para cada produto estão apresentados no Anexo B1, junto com as respectivas demandas, desvios-padrão e estoques de segurança. A Figura 5.1 apresenta o S teórico dos dez primeiros SKUs listados no Anexo B1 (ordem aleatória).

Produto	Classe ABC	z Tabela Normal	Demanda Mensal	Desvio-Padrão	L + T (meses)	Estoque de Segurança	S (Estoque Máximo)
# 1	A	2,32	1,08	1,23	3	5	8
# 2	A	2,32	1,21	1,25	3	5	9
# 3	A	2,32	1,64	2,25	3	9	14
# 4	A	2,32	2,55	2,62	3	11	18
# 5	A	2,32	2,55	3,45	3	14	21
# 6	A	2,32	3,73	3,13	3	13	24
# 7	A	2,32	20,91	13,02	3	52	115
# 8	A	2,32	23,27	17,83	3	72	141
# 9	A	2,32	84,45	51,51	3	207	460
# 10	A	2,32	96,49	47,93	3	193	482

Figura 5.1 – Ilustração de Resultados do S teórico

Realizou-se também o teste de normalidade Anderson-Darling para as vendas de 2011 dos 109 itens. Os resultados do teste de normalidade são apresentados no Anexo B2. Verificou-se que para um nível de significância de 5%, dos 109 itens, 79 apresentam suas vendas de 2011 normalmente distribuídas. Se o nível de significância é aumentado para 10%, apenas 66 atendem à hipótese de normalidade.

A Figura 5.2 apresenta os resultados do teste de normalidade dos dez primeiros SKUs.

Nível de Significância	15%	10%	5%	2,50%	1%
A2 Modificada	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029
Produto	A ²	Média	Desvio-Padrão	A ² Modificada	Tem Distribuição Normal? ($\alpha = 5\%$)
# 1	0,6661	1,08	1,23	0,7181	Sim
# 2	0,5870	1,21	1,25	0,6329	Sim
# 3	1,2756	1,64	2,25	1,3753	Não
# 4	0,7073	2,55	2,62	0,7626	Não
# 5	1,0859	2,55	3,45	1,1708	Não
# 6	0,4132	3,73	3,13	0,4455	Sim
# 7	0,5544	20,91	13,02	0,5977	Sim
# 8	0,7518	23,27	17,83	0,8105	Não
# 9	0,3545	84,45	51,51	0,3822	Sim
# 10	0,2416	96,49	47,93	0,2604	Sim

Figura 5.2 – Ilustração de Resultados do Teste de Normalidade para as Vendas de 2011

Como nem todos os produtos têm vendas mensais de 2011 normalmente distribuídas decidiu-se calcular um novo valor máximo de estoque (S) empiricamente, pois o parâmetro obtido pela aplicação das fórmulas considera distribuição normal e pode ser distorcido.

Para o cálculo do S empírico, utilizaram-se a simulação dos pedidos de compra mensais e o nível de serviço desejado para cada produto. Esse cálculo será explicado adiante no tópico sobre a ferramenta de simulação.

Como o conjunto de dados históricos para simulação contém apenas 12 meses, decidiu-se aplicar a técnica de *bootstrapping*, uma estratégia de inferência estatística que se baseia em formar uma distribuição a partir da reamostragem dos dados disponíveis. A amostra de dados a que se tem acesso é usada como a população de onde são retiradas outras amostras, a partir do sorteio aleatório com reposição.

5.2 Revisão Periódica – Cálculo de Necessidades

Para realizar todas as simulações necessárias para calcular os diversos parâmetros dos modelos de previsão, utilizou-se o software Microsoft Excel, no qual foram construídas diferentes macros em linguagem VBA.

A programação em VBA foi utilizada nas seguintes etapas:

- Cálculo de α para a suavização exponencial simples. Foram testados α entre 0 e 1 com incrementos de 0,01 aplicando a macro apresentada no Anexo A1.
- Regressão linear para a obtenção do nível e tendência iniciais para a suavização com tendência (Anexo A2).
- Cálculo de α e β para a suavização exponencial com tendência. Foram testadas todas as combinações de α e β , ambos entre 0 e 1 com incrementos de 0,01 através da macro do Anexo A3.

Após determinadas as constantes dos modelos de suavização, os erros quadráticos médios (MSE) obtidos por cada modelo testado foram comparados a fim de se determinar o melhor método de previsão. O Anexo B3 apresenta os resultados dessa análise e a Figura 5.3 ilustra esses resultados para os dez primeiros SKUs. Para cada produto tem-se o modelo de previsão escolhido e seus respectivos valores de entrada: para a média móvel o n (número de períodos anteriores usados para calcular a média), para a suavização exponencial simples o α e a previsão inicial, e para a suavização exponencial com tendência o α , o β , a previsão inicial e a tendência inicial.

Produto	MSE - Média Móvel	MSE - Suavização Simples	MSE - Suavização com Tendência	Modelo de Previsão	n períodos	Alpha	Beta	Previsão Inicial	Nível Inicial	Tendência Inicial
# 1	1,52	1,44	1,46	Suav. Simples		0,01		1,13		
# 2	1,21	1,17	1,10	Suav. c/ Tendência		0,01	0,42		1,16	- 0,01
# 3	1,92	1,85	2,68	Suav. Simples		0,02		1,64		
# 4	2,36	2,67	3,23	Média Móvel	n = 7					
# 5	2,42	2,35	3,62	Suav. Simples		0,16		2,55		
# 6	6,42	6,05	9,57	Suav. Simples		0,04		3,73		
# 7	159,80	134,84	169,22	Suav. Simples		0,01		20,91		
# 8	259,43	215,21	243,50	Suav. Simples		0,01		23,27		
# 9	392,66	373,94	313,59	Suav. c/ Tendência		0,09	0,05		61,55	- 4,58
# 10	994,05	874,34	881,92	Suav. Simples		0,18		96,40		

Figura 5.3 – Ilustração de Resultados da Seleção do Modelo de Previsão

Além disso, foram calculados os estoques de segurança de cada item, utilizando os mesmos fatores de segurança definidos para a reposição do máximo (Tabela 5.1) e a fórmula:

$$ES = k\sqrt{MSE}$$

Onde

k = fator de segurança

MSE = erro quadrático médio das previsões

O Anexo B4 apresenta os estoques de segurança dos 109 itens para o modelo cálculo de necessidades e a Figura 5.4 apresenta os estoques de segurança dos dez primeiros SKUs.

Produto	MSE	RAIZ (MSE)	Classe ABC	z Tabela Normal	Estoque de Segurança
# 1	1,44	1,20	A	2,32	3
# 2	1,10	1,05	A	2,32	2
# 3	1,85	1,36	A	2,32	3
# 4	2,36	1,54	A	2,32	4
# 5	2,35	1,53	A	2,32	4
# 6	6,05	2,46	A	2,32	6
# 7	134,84	11,61	A	2,32	27
# 8	215,21	14,67	A	2,32	34
# 9	313,59	17,71	A	2,32	41
# 10	874,34	29,57	A	2,32	69

Figura 5.4 – Ilustração de Resultados do Estoque de Segurança para o Cálculo de Necessidades

Por fim, realizaram-se testes de normalidade para os erros de previsão dos meses de 2012. Para um nível de significância de 5% foi verificado o seguinte resultado: dos 109 produtos, 72 apresentaram erros de previsão com distribuição normal. Para os outros 37 a hipótese de normalidade foi rejeitada. Por outro lado, aplicando-se um nível de significância igual a 10%,

a proporção de séries que não possuem distribuição normal aumenta para 50%. Os resultados dos testes de normalidade se encontram no Anexo B5.

A Figura 5.5 apresenta os resultados dos testes de normalidade dos dez primeiros itens.

Nível de Significância	15%	10%	5%	2,50%	1%
A ² Modificada	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029
	Produto	A ²	A ² Modificada	Tem Distribuição Normal? ($\alpha = 5\%$)	
	# 1	0,4809	0,5185	Sim	
	# 2	1,4473	1,5604	Não	
	# 3	0,7111	0,7667	Não	
	# 4	0,8219	0,8861	Não	
	# 5	0,8903	0,9599	Não	
	# 6	0,6404	0,6905	Sim	
	# 7	0,5900	0,6360	Sim	
	# 8	1,2050	1,2992	Não	
	# 9	0,6280	0,6770	Sim	
	# 10	0,4837	0,5215	Sim	

Figura 5.5 – Ilustração de Resultados do Teste de Normalidade para os Erros de Previsão

5.3 A Ferramenta de Simulação

5.3.1 Simulação dos Pedidos de Compra do Modelo de Reposição do Máximo

A ferramenta de simulação dos pedidos de compra pelo modelo de reposição do máximo foi construída em uma planilha de Excel.

Para cada produto há seu respectivo nível de estoque máximo desejado (S), utilizado para calcular os pedidos de compra. Conforme apresentado anteriormente, o tempo de revisão é de um mês e o tempo de espera de 2 meses. Portanto, o pedido de janeiro será recebido somente em março, e, uma vez que a simulação abrange somente o ano de 2012, os recebimentos previstos em janeiro e fevereiro não podem ser modificados. Por este motivo, os recebimentos desses dois meses são as importações reais de cada item.

Além disso, outros valores de entrada na ferramenta são o estoque inicial de janeiro de 2012 e as demandas mensais. Para as demandas mensais utilizaram-se os valores ajustados, que reduzem os efeitos da falta de estoque e dos picos de promoção. Porém, os meses de janeiro e fevereiro contêm as vendas sem o ajuste nos casos de ruptura de estoque, pois nesses meses os estoques e importações são os dados históricos reais e, mais adiante, serão calculados os níveis de atendimento de cada produto. Se fosse aplicada a demanda ajustada, um item com

estoque zerado teria uma perda de venda que não está associada ao modelo de estoque testado, uma vez que este não modifica as compras a receber (referentes aos pedidos realizados em novembro e dezembro do ano anterior), e, conseqüentemente, a disponibilidade dos produtos, em janeiro e fevereiro de 2012.

Os estoques ao final do mês são calculados por:

$$\text{Estoque Final} = \text{Estoque Inicial} + \text{Compras a Receber} - \text{Vendas}$$

Caso esse valor seja negativo, ele é substituído por zero. Nesses casos há perda de venda, pois o estoque disponível é menor do que a demanda.

Os pedidos são obtidos pela equação:

$$\text{Pedido}_t = S_{\text{máx}} - (\text{Estoque Inicial}_t + \text{Compras a Receber}_t + \text{Compras a Receber}_{t+1})$$

A Figura 5.6 ilustra a planilha que calcula os pedidos e estoques mensais.

			Janeiro/2012				Fevereiro/2012				Março/2012			
Produto	S (Estoque Máximo)	Estoque Inicial REAL	Importações REAIS	Deman-da	Pedido	Estoque Final	Importações REAIS	Deman-da	Pedido	Estoque Final	Compras a Receber	Deman-da	Pedido	Estoque Final
# 1	8,00	-	2	2	6	-	-	-	2	-	6	1	-	5
# 2	9,00	5	1	1	3	5	-	-	1	5	3	1	-	7
# 3	14,00	14	-	-	-	14	-	-	-	14	-	2	-	12
# 4	18,00	4	5	1	9	8	-	-	1	8	9	1	-	16
# 5	21,00	18	-	1	3	17	-	4	1	13	3	2	4	14
# 6	24,00	17	-	2	7	15	-	-	2	15	7	7	-	15
# 7	115,00	1	105	11	9	95	-	11	11	84	9	19	11	74
# 8	141,00	4	38	13	99	29	-	12	13	17	99	18	12	98
# 9	460,00	171	300	63	-	408	-	46	52	362	-	58	46	304
# 10	482,00	113	340	104	29	349	-	77	104	272	29	102	77	199

Figura 5.6 – Ilustração da Planilha de Simulação – Reposição do Máximo

Após obter todos os pedidos de compra mês a mês, foi possível calcular o estoque médio em 2012 de cada produto, conforme mostra a Figura 5.7.

	Estoque Médio												
Produto	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Média 2012
# 1	-	-	3	6	5	5	6	5	4	3	4	5	4
# 2	5	5	6	6	4	5	7	8	7	6	6	7	6
# 3	14	14	13	12	10	9	9	11	12	11	9	9	11
# 4	6	8	12	17	15	12	11	12	15	16	15	14	13
# 5	18	15	14	14	14	15	15	15	15	15	17	19	15
# 6	16	15	15	16	13	12	14	14	15	14	15	18	15
# 7	48	90	79	70	47	32	41	55	63	57	53	60	58
# 8	17	23	58	95	67	44	48	68	81	79	93	105	65
# 9	290	385	333	290	250	224	242	280	315	335	354	373	306
# 10	231	311	236	184	145	138	197	261	291	302	328	332	246

Figura 5.7 – Ilustração do Estoque Médio da Reposição do Máximo

Além disso, também foram calculados os níveis de serviço para cada produto. A demanda atendida em um mês equivale ao estoque inicial do mês, mais as compras a receber, menos o estoque final. Assim, somando-se as demandas atendidas mensalmente, obtém-se a demanda atendida no ano. Já a demanda total é igual à soma das demandas de cada mês. A Figura 5.8 apresenta a demanda atendida e o nível de serviço dos itens utilizados para ilustrar a ferramenta.

	Demanda Atendida														
Produto	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Demanda Atendida 2012	Demanda Total 2012	Nível de Serviço
# 1	2	-	1	1	2	-	-	4	1	1	-	3	15	15	100%
# 2	1	-	1	4	-	-	1	1	1	1	1	-	11	11	100%
# 3	-	-	2	-	4	1	-	1	1	3	2	-	14	14	100%
# 4	1	-	1	-	5	2	-	1	-	2	2	-	14	15	93%
# 5	1	4	2	1	4	1	1	4	2	-	1	-	21	21	100%
# 6	2	-	7	1	7	1	3	5	2	4	1	1	34	34	100%
# 7	11	11	19	20	48	12	9	31	12	22	25	5	225	225	100%
# 8	13	12	18	19	63	13	16	26	23	10	4	22	239	239	100%
# 9	63	46	58	81	96	60	43	58	29	33	31	18	616	616	100%
# 10	104	77	102	134	100	67	50	82	52	42	38	89	937	963	97%

Figura 5.8 – Ilustração do Nível de Serviço da Reposição do Máximo

Por fim, o estoque médio anual de cada produto foi multiplicado pelo seu respectivo custo de dezembro de 2012.

5.3.1.1 Calibração do Parâmetro S

Foi realizada a calibração do parâmetro S através de simulações a fim de melhorar o desempenho do modelo de reposição do máximo.

Conforme já explicado, aplicou-se o método de *bootstrapping* para gerar mais períodos de demanda na simulação. Com isso, obtiveram-se 36 meses de simulação de pedidos de compra.

Para efeito da simulação, fixou-se um valor inicial do estoque igual à demanda média do período.

Para cada SKU, variou-se o valor de S até encontrar aquele que satisfizesse o nível de serviço desejado (definido na Tabela 5.1) O Anexo B6 apresenta o S teórico e o S empírico para cada produto e a Figura 5.9 ilustra esses valores para dez itens.

Produto	S (Estoque Máximo)	S (Estoque Máximo)
	Teórico	Empírico
# 1	8	6
# 2	9	6
# 3	14	6
# 4	18	9
# 5	21	12
# 6	24	15
# 7	115	100
# 8	141	99
# 9	460	219
# 10	482	336

Figura 5.9 – Ilustração do Estoque Máximo (S) Teórico e Empírico

Com este novo valor de S (S empírico) foi realizada a simulação dos pedidos de compra como apresentado em 5.3.1, e calculados os estoques médios.

5.3.2 Simulação dos Pedidos de Compra do Modelo Cálculo de Necessidades

Assim como no modelo anterior, a simulação foi realizada em Excel. Os 109 produtos foram organizados nas linhas e nas primeiras colunas foram colocados os parâmetros dos modelos de previsão testados (Figura 5.10). Esses parâmetros representam aqueles de melhor desempenho para cada modelo: n que minimiza o MSE da média móvel, α que minimiza o MSE da suavização exponencial simples, e α e β que minimizam o MSE da suavização exponencial com tendência. A coluna 2 contém os modelos de previsão que serão utilizados para a simulação dos pedidos de compra. Para a análise deste trabalho foram selecionados os modelos que proporcionam melhores resultados (menor MSE) para cada produto. Entretanto, se a ferramenta for implantada pela empresa, ela permite que se modifique a escolha do modelo de previsão empregado na geração da sugestão de ordem de compra. Para isso, basta atualizar todos os parâmetros a cada fim de mês.

Parâmetros dos Modelos de Previsão									
Produto	Modelo de Previsão	Média Móvel n = ?	Suav. Simp. -Alpha	Suav. Tend. -Alpha	Suav. Tend. -Beta	Previsão Inicial	Nível Inicial	Tendência Inicial	Estoque de Segurança
# 1	Suavização Simples	8,00	0,01	0,01	0,01	1,13	1,33	0,05	3
# 2	Suavização com Tendência	6,00	0,01	0,01	0,42	1,22	1,16	- 0,01	2
# 3	Suavização Simples	7,00	0,02	0,28	0,24	1,64	0,23	- 0,28	3
# 4	Média Móvel	7,00	0,17	0,41	0,13	2,55	0,45	- 0,42	4
# 5	Suavização Simples	6,00	0,16	0,47	0,10	2,55	0,18	- 0,47	4
# 6	Suavização Simples	7,00	0,04	0,27	0,93	3,73	0,55	- 0,64	6
# 7	Suavização Simples	8,00	0,01	0,15	0,09	20,91	16,18	- 0,95	27
# 8	Suavização Simples	4,00	0,01	0,11	0,01	23,27	18,45	- 0,96	34
# 9	Suavização com Tendência	3,00	1,00	0,67	0,01	84,45	61,55	- 4,58	41
# 10	Suavização Simples	4,00	0,48	0,47	0,01	96,40	97,04	0,11	69

Figura 5.10 – Ilustração dos Parâmetros dos Modelos de Previsão

Na Figura 5.11 encontram-se os resultados das simulações mensais dos pedidos.

Janeiro/2012				Fevereiro/2012				Março/2012					
Produto	Estoque Inicial REAL	Importações REAIS	Deman-da	Pedido	Estoque Final	Importações REAIS	Deman-da	Pedido	Estoque Final	Compras a Receber	Deman-da	Pedido	Estoque Final
# 1	-	2	2	4	-	-	-	2	-	4	1	-	3
# 2	5	1	1	-	5	-	-	-	5	-	1	-	4
# 3	14	-	-	-	14	-	-	-	14	-	2	-	12
# 4	4	5	1	-	8	-	-	-	8	-	1	-	7
# 5	18	-	1	-	17	-	4	-	13	-	2	-	11
# 6	17	-	2	-	15	-	-	2	15	-	7	-	8
# 7	1	105	11	-	95	-	11	-	84	-	19	5	65
# 8	4	38	13	62	29	-	12	13	17	62	18	11	61
# 9	171	300	63	-	408	-	46	-	362	-	58	-	304
# 10	113	340	104	-	349	-	77	20	272	-	102	44	170

Figura 5.11 – Ilustração da Planilha de Simulação – Cálculo de Necessidades

Os pedidos de compra foram calculados automaticamente através de uma programação em VBA no Excel (Anexo A4). Os estoques médios e os níveis de atendimento dos itens de exemplo são apresentados nas Figura 5.12 e Figura 5.13.

Estoque Médio													
Produto	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Média 2012
# 1	-	-	2	4	3	3	4	3	2	1	2	3	2
# 2	5	5	5	2	-	1	3	4	3	2	2	3	3
# 3	14	14	13	12	10	8	7	7	6	5	3	3	8
# 4	6	8	8	7	5	1	-	2	6	6	5	4	5
# 5	18	15	12	11	8	6	5	6	5	4	6	9	9
# 6	16	15	12	9	6	5	7	7	8	7	8	11	9
# 7	48	90	75	55	24	6	15	29	38	31	28	34	39
# 8	17	23	39	58	29	6	10	30	44	42	56	68	35
# 9	290	385	333	264	175	97	48	71	101	71	69	75	165
# 10	231	311	221	113	28	27	124	212	203	156	152	133	159

Figura 5.12 – Ilustração do Estoque Médio do Cálculo de Necessidades

					Demanda Atendida										
Produto	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Demanda Atendida 2012	Demanda Total 2012	Nível de Serviço
# 1	2	-	1	1	2	-	-	4	1	1	-	3	15	15	100%
# 2	1	-	1	4	-	-	1	1	1	1	1	-	11	11	100%
# 3	-	-	2	-	4	1	-	1	1	3	2	-	14	14	100%
# 4	1	-	1	-	5	2	-	1	-	2	2	-	14	15	93%
# 5	1	4	2	1	4	1	1	4	2	-	1	-	21	21	100%
# 6	2	-	7	1	7	1	3	5	2	4	1	1	34	34	100%
# 7	11	11	19	20	48	12	9	31	12	22	25	5	225	225	100%
# 8	13	12	18	19	63	13	16	26	23	10	4	22	239	239	100%
# 9	63	46	58	81	96	60	43	58	29	33	31	18	616	616	100%
# 10	104	77	102	134	100	67	50	82	52	42	38	89	937	963	97%

Figura 5.13 – Ilustração do Nível de Serviço do Cálculo de Necessidades

Ao final, o estoque médio anual de cada produto foi multiplicado pelo seu respectivo custo de dezembro de 2012.

Nesta seção foram apresentados os resultados intermediários necessários para a construção dos modelos de reposição periódica testados. A seguir, serão discutidos os resultados finais das simulações, comparando o desempenho de cada modelo com a situação real vivida pela empresa em 2012.

5.4 Resultados das Simulações

Após realizar as simulações de pedidos dos dois modelos de controle de estoques, e obter os níveis médios de estoque mensais, e em seguida, anuais para cada item, os resultados decorrentes das simulações foram comparados com os dados reais de 2012. Para isso foram coletados os custos de cada produto pelo custo médio de dezembro de 2012, este escolhido por conveniência. O custo médio de outro período poderia ser utilizado, pois ele serve apenas como base de comparação entre as três situações, e não visa avaliar com exatidão os custos históricos da empresa. Além disso, o importante é a relação de custo entre os diferentes produtos, que se mantém mais ou menos a mesma para qualquer período, contanto que os produtos tenham giros parecidos. O preço FOB dos produtos não varia ao longo do ano, no entanto, o que pode afetar o seu custo dependendo da época, é a variação cambial. Como todos são importados, se a cotação do dólar subir em um determinado mês, o custo será mais alto, ainda que seu preço (da tabela do fornecedor) seja o mesmo.

Se os produtos forem repostos todos os meses, como os estoques são avaliados pelo custo médio, o impacto da possível variação cambial entre períodos se reduz, pois a cada nova reposição, a cotação mais atual da moeda americana é contabilizada no custo do produto. Por

outro lado, se um item tiver giro muito baixo, isto é, um estoque inicial com cobertura muita alta (o estoque é capaz de suprir a demanda de vários meses seguidos), não serão feitas reposições por um tempo, e o custo do estoque terá implícita uma cotação de dólar antiga, que pode ser substancialmente maior ou menor do que a atual. Um estoque com cobertura alta pode ser favorável ou prejudicial: no caso de valorização do dólar, traz vantagens à empresa, pois esta possui o produto a um custo menor do que o de sua reposição; contrariamente, se o dólar desvalorizar, perde-se a oportunidade de comercializar o produto adquirido por um custo mais baixo.

Portanto, se por acaso um produto não foi comprado durante alguns meses, pode haver uma distorção na relação entre seu custo e os dos demais produtos. De qualquer maneira, as influências da variação cambial não serão abrangidas neste estudo.

Primeiramente, a Figura 5.14 apresenta os resultados obtidos pelo modelo de reposição do máximo com S teórico e pelo cálculo de necessidades. O primeiro conjunto de colunas contém os estoques médios que a empresa de fato manteve em 2012. Já o segundo bloco representa os valores obtidos pela aplicação da reposição do máximo e o terceiro bloco os resultados do cálculo de necessidades. Embora a Figura 5.14 contenha somente dez itens, os valores destacados na primeira linha representam o resultado total de cada situação. Pode-se facilmente perceber que a situação real apresenta o maior nível de estoque em termos de valor, estimado em R\$756.596. Nota-se que a reposição do máximo com o S teórico proporciona pequena redução de estoque, igual a 8%, enquanto, o cálculo de necessidades obtém uma redução de 36%.

Dados Reais de 2012				Reposição do Máximo			Cálculo de Necessidades		
Total = 756.596				Total = 694.404 99,9%			Total = 481.573 98,8%		
Produto	Estoque Médio 2012	Custo Dez/2012	Custo Estoque Médio 2012	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço
# 1	7,38	826,36	6.094	3,58	2.961	100%	2,00	1.653	100%
# 2	8,58	840,08	7.211	5,75	4.830	100%	2,67	2.240	100%
# 3	8,29	409,53	3.396	10,88	4.454	100%	8,29	3.396	100%
# 4	10,42	434,89	4.530	12,50	5.436	100%	4,67	2.030	93%
# 5	8,21	492,97	4.046	15,25	7.518	100%	8,58	4.231	100%
# 6	7,79	506,11	3.943	14,54	7.360	100%	9,00	4.555	100%
# 7	60,63	356,29	21.600	57,58	20.516	100%	39,17	13.955	100%
# 8	15,92	356,17	5.669	64,54	22.988	100%	35,00	12.466	100%
# 9	394,21	115,83	45.659	305,71	35.409	100%	164,71	19.077	100%
# 10	324,38	117,90	38.244	246,08	29.013	100%	159,13	18.761	97%

Figura 5.14 – Comparação de Resultados com Reposição do Máximo (S teórico)

A utilização do S teórico no modelo de reposição do máximo resultou em níveis mais altos de estoque devido ao fato de o parâmetro S ter sido superestimado. Pela simulação observou-se que para 104 SKUs houve nível de atendimento de 100%, havendo excesso de estoque em vários períodos.

Por esta razão, foram calculados os valores empíricos de S que fossem suficientes para garantir os níveis de atendimento desejados: 99% para os itens A, 95% para os itens B e 90% para os itens C. Utilizando-se então o S empírico, ao invés do S teórico, têm-se os resultados mostrados na Figura 5.15.

Dados Reais de 2012				Reposição do Máximo			Cálculo de Necessidades		
Total = 756.596				Total = 498.735 99,2%			Total = 481.573 98,8%		
Produto	Estoque Médio 2012	Custo Dez/2012	Custo Estoque Médio 2012	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço
# 1	7,38	826,36	6.094	2,00	1.653	100%	2,00	1.653	100%
# 2	8,58	840,08	7.211	3,38	2.835	100%	2,67	2.240	100%
# 3	8,29	409,53	3.396	7,88	3.225	100%	8,29	3.396	100%
# 4	10,42	434,89	4.530	5,38	2.338	100%	4,67	2.030	93%
# 5	8,21	492,97	4.046	9,13	4.498	100%	8,58	4.231	100%
# 6	7,79	506,11	3.943	7,58	3.838	99%	9,00	4.555	100%
# 7	60,63	356,29	21.600	46,21	16.464	99%	39,17	13.955	100%
# 8	15,92	356,17	5.669	31,54	11.234	99%	35,00	12.466	100%
# 9	394,21	115,83	45.659	170,08	19.700	100%	164,71	19.077	100%
# 10	324,38	117,90	38.244	147,83	17.430	99%	159,13	18.761	97%

Figura 5.15 – Comparação de Resultados com Reposição do Máximo (S empírico)

Com o S empírico, o modelo de reposição do máximo aponta uma grande melhoria, com estoque médio estimado em R\$498.735, representando uma redução de 34% em relação ao cenário real.

Dessa forma, a reposição do máximo se aproxima da melhoria significativa resultante da aplicação do modelo ativo cálculo de necessidades, cujo custo estimado é de R\$481.573. Isso equivale a uma redução de 36% em relação à condição real, e de 3% se comparado com a reposição do máximo.

Portanto, como se pode esperar, ambos os modelos de reposição de estoque proporcionariam melhor desempenho em 2012 do que a prática adotada de compras baseada somente na opinião e expectativa dos gestores.

O Anexo B7 apresenta os mesmos resultados da Figura 5.15 para todos os itens analisados.

6 Conclusões

Este capítulo se divide em três seções: a primeira apresenta uma síntese do problema, da metodologia empregada na sua resolução e dos resultados obtidos, a segunda se refere a uma análise crítica sobre as limitações do trabalho, e a terceira sugere possíveis desdobramentos futuros.

6.1 Síntese do Trabalho

A PESCA é uma empresa que comercializa artigos de pesca importados de um único fornecedor com sede no Japão e escritório central das Américas localizada nos Estados Unidos. Ela opera exclusivamente no atacado, caracterizando-se assim como uma distribuidora. Seus produtos são de uma marca de alto padrão e, por isso, seus custos são elevados.

A empresa foi constituída recentemente (no final de 2010) e até dezembro de 2012, não utilizava qualquer ferramenta de apoio à tomada de decisão no que se refere ao controle de estoque de estoque e pedidos de compra. Os pedidos eram feitos pelo diretor comercial com base em suas experiências de mercado e intuições, sem realizar análises estatísticas das vendas passadas. Na realidade, o início do estágio da autora coincidiu com as primeiras ações de coleta, organização e análise dos dados históricos da empresa.

Por este motivo, em 2012 a PESCA viu seus níveis de estoque aumentar. Portanto, o objetivo do presente trabalho de formatura era justamente propor algum método de gestão de estoques que tivesse melhor desempenho do que a condição atual do processo de compras. A partir do levantamento bibliográfico, identificaram-se três principais modelos de estoque: reposição por ponto de pedido, reposição do máximo e cálculo de necessidades. Os dois primeiros constituem modelos reativos, enquanto o último faz uso de previsões de demanda (modelo ativo).

Em um primeiro instante pode parecer relevante analisar os três modelos acima. Entretanto, verificaram-se algumas particularidades da PESCA que inviabilizam a utilização da reposição por ponto de pedido como método de controle de estoque. Como se trata de uma empresa que trabalha exclusivamente com produtos importados, o custo de pedido, composto principalmente pelo custo de frete e pelas despesas alfandegárias, é muito alto. Por esta razão, uma vez que todas as mercadorias têm origem em um mesmo fornecedor, é vantajoso

importar vários SKUs de uma só vez, a fim de ratear o custo fixo de pedido. Portanto, os modelos de revisão periódica fazem mais sentido à operação da empresa.

Atualmente a empresa realiza suas compras mensalmente. Decidiu-se manter esse mesmo período de revisão e analisar os dois modelos periódicos: reposição do máximo e cálculo de necessidades. Primeiramente, delimitou-se o estudo para apenas alguns produtos: itens em linha em 2013 com a maior série histórica disponível. Com essa delimitação selecionaram-se 109 SKUs introduzidos no portfólio da empresa em fevereiro de 2011. Os dados históricos coletados se referiam aos anos de 2011 e 2012 e foram divididos em dois grupos: dados de inicialização dos modelos (vendas de 2011) e dados de calibração dos modelos de previsão e simulação dos pedidos de compra (vendas de 2012).

Estimando a demanda de cada produto pelas suas vendas, a partir dos dados de 2011 calcularam-se os parâmetros do modelo de reposição do máximo (demanda média e desvio-padrão da demanda para cálculo do estoque máximo planejado S) e as previsões iniciais dos modelos de previsão. Foram testados três modelos de previsão: média móvel, suavização exponencial simples e suavização exponencial com tendência. Para cada modelo selecionou-se o parâmetro (n , α ou β) que minimiza o erro médio quadrático (MSE) da previsão.

Por fim, tendo todos os parâmetros e valores de entrada (previsões iniciais) definidos, simularam-se os pedidos de compra pela adoção de cada modelo de estoque e compararam-se seus resultados. A base de comparação foi o custo do estoque médio em 2012. Analisando os resultados das simulações e o custo do estoque médio que de fato ocorreu no ano passado, verifica-se que ambos os modelos testados apresentam melhor desempenho do que a condição atual da empresa. Enquanto a estoque médio real de 2012 tem custo de R\$756.596, o modelo de reposição do máximo resulta em um custo de R\$498.735 com a adoção do S empírico, e o cálculo de necessidades reduz esse valor ainda mais para R\$481.573.

6.2 Limitações

A primeira limitação do estudo é a extensão das séries históricas. Por ser uma empresa criada recentemente, a PESCA não possui uma grande quantidade de dados históricos, ainda mais porque as vendas são analisadas mensalmente. Não faz muito sentido observar as vendas em intervalos de tempo menores, pois artigos de pesca não são bens de consumo com alta frequência de demanda, e a PESCA não vende para o consumidor final, que compraria quantidades menores com uma frequência maior. Lojas de pesca normalmente fazem suas compras mensalmente, havendo certa flexibilidade dentro do período de um mês. Sendo

assim, as variações das vendas diárias são pouco relevantes para a gestão da empresa, importando a venda consolidada de cada mês.

Este estudo analisou somente os produtos mais antigos da empresa, com venda inicial em fevereiro de 2011, e, portanto, série histórica de 23 meses, pois os dados disponíveis terminam em dezembro de 2012. Com uma série mais longa seria possível avaliar com mais cuidado a existência ou não de sazonalidade e a determinação dos parâmetros dos modelos testados poderia ser melhorada.

Foram analisados apenas 109 SKUs. Para os demais produtos uma análise similar precisaria ser feita, entretanto, os dados disponíveis são mais escassos ainda, pois os produtos são mais novos. Esse fato dificulta a parametrização dos modelos e compromete a solidez e confiabilidade dos mesmos, uma vez que há poucos dados para testar e analisá-los.

Outra limitação é o ajuste dos dados. Com o objetivo de reduzir os efeitos da falta de estoque e picos de venda por promoções, foram realizados ajustes nos dados disponíveis. Não foram levantadas todas as promoções realizadas, por não haver registro dessas informações. Dessa forma, os ajustes se basearam na remoção de *outliers*. Já no caso da ruptura de estoque, a utilização da média de venda passada também não retrata com certeza a realidade.

Por fim, foram testados apenas três modelos de previsão de demanda. É possível haver outro modelo que se adapte melhor ao comportamento da demanda dos produtos da PESCA, e possa fornecer resultados melhores.

De qualquer maneira, apesar das limitações citadas acima, o estudo conseguiu ser abrangente e analisar um conjunto de produtos relevantes para a empresa. Dos 109 produtos, 91 são da classe A, e, portanto, contribuem para 80% do seu faturamento. Além disso, os modelos testados foram capazes de gerar estoques médios mais baixos pelas simulações realizadas e, portanto, têm potencial de trazer benefícios para a empresa.

6.3 Desdobramentos e Considerações Finais

Embora os resultados tenham apresentado melhores níveis de estoque e níveis de serviço adequados, isto é, com pouca perda de venda, antes de implementá-los na operação da empresa, alguns aprofundamentos são necessários. Como apenas 109 SKUs foram analisados, os outros itens precisariam ser avaliados também. Para isso, é importante que novos dados de vendas sejam coletados, uma vez que os produtos restantes são mais recentes e possuem séries menores do que os analisados neste trabalho.

Além disso, seria cauteloso rever os dados históricos com mais cuidado a fim de refinar os ajustes necessários para remover os efeitos de eventos específicos do passado que possam distorcer a realidade. Simultaneamente, uma vez coletados novos dados de vendas, também é recomendável revisar os parâmetros dos modelos e atualizá-los com as novas informações. Esse cuidado não deve ser tomado somente na implantação da ferramenta, mas também no futuro, realizando um acompanhamento de seu desempenho ao longo do tempo e revisões de seus parâmetros sempre que necessário.

Não se pode esquecer que a ferramenta tem como objetivo auxiliar a tomada de decisão sobre os pedidos de compra. Portanto, a cada emissão de pedido, os valores sugeridos pela ferramenta devem ser analisados pelo responsável da área e modificados conforme a necessidade. Essa validação é essencial, pois é nesse momento que o analista poderá acrescentar seu conhecimento subjetivo sobre o mercado e sobre eventos específicos que ocorrerão, por exemplo, promoções, feiras de pesca, temporada de algum tipo de pesca em particular, feriados ou comemorações (que podem causar queda ou pico da demanda, como no caso do mês de fevereiro, cujo recesso estendido do Carnaval costuma ter impactar negativamente as vendas), etc. Os modelos propostos não têm como prever tais acontecimentos. Além disso, expectativas de mudanças no mercado também devem influenciar os pedidos, de acordo com o julgamento do analista.

Outro ponto que merece atenção são os lançamentos. Produtos recém-lançados no mercado devem receber um tratamento especial. Como são novos, não há dados históricos em que se basear, impossibilitando a utilização de algum modelo de estoque padrão. Além disso, os poucos dados disponíveis das vendas iniciais não refletem uma demanda estável, e, assim, não servem para estimar adequadamente as vendas futuras.

A PESCA comercializa apenas no atacado, atendendo, portanto, lojas de pesca. Quando há a introdução de novos produtos no mercado, cabe ao lojista decidir inclui-los ou não em seu portfólio. No caso de inclusão, sua compra inicial será realizada com o objetivo de criar um estoque inaugural da nova grade de produtos, e sua reposição dependerá das vendas ao consumidor final. Por esse motivo, é interessante conversar com os clientes para entender o comportamento da demanda final, e, assim, ter mais informação para estimar as vendas subsequentes. Pode acontecer de nos primeiros meses vários lojistas adquirirem o produto de lançamento, criando uma expectativa de vendas otimista, porém não conseguirem vender ao

consumidor final tanto quanto esperavam. Dessa forma, os pedidos de reposição desses clientes serão menores do que o inicial e mais demorados.

Por fim, uma última recomendação será feita sobre os pedidos de compra da PESCA. Como este estudo adotou um período de revisão de um mês, é possível que em um determinado mês o pedido necessário seja muito pequeno. Nesse caso, sugere-se que seja feita uma análise entre a potencial perda de venda em deixar o pedido para o mês seguinte, e o custo de pedido para importar pouco volume, para que se escolha a opção mais econômica. Outra solução é verificar a possibilidade de comprar outros itens antecipadamente ou aumentar as quantidades dos produtos que já serão importados. Essas alternativas visam à redução do custo de pedido unitário. Portanto, é importante considerar o pedido como uma consolidação inteligente de vários produtos, e não apenas a soma de diversas reposições individuais, buscando otimizar o processo de importação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMID LOGISTICS. U.S. Seafreight Price Calculator. Disponível em: <<http://internationalshippingusa.com/Home.aspx>>. Acesso em: 19 abr. 2013.
- ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**. Kluwer Academic, 2001.
- AROZO, R. Monitoramento de Desempenho na Gestão de Estoque. Disponível em: <<http://kuehne.com.br/artigos/indicadores.PDF>>. Acesso em: 02 mai. 2013.
- BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: Transportes Administração de Materiais e Distribuição Física**, 2 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BARBIERI, J. C.; MACHLINE, C. **Logística Hospitalar: Teoria e Prática**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- BERMAN, B.; EVANS, J. R. **Retail Management: A Strategic Approach**. 11 ed. Prentice Hall, 2009.
- GOEBEL, D. **Logística: Otimização do Transporte e Estoques na Empresa**. Estudos em Comércio Exterior Vol. I nº 1 – jul/dez 1996.
- HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory Physics**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
- LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O. L.; OLIVEIRA, R. J. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Elsevier, 2008.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C. **Forecasting: Methods and Applications**. John Wiley & Sons, 1978.
- PORTAL BRASILEIRO DE COMÉRCIO EXTERIOR. Incoterms. Disponível em: <<http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/incoterms/menu/192>>. Acesso em: 15 abr. 2013.
- RECEITA FEDERAL. Manual de Despacho de Importação. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/manuaisweb/importacao/default.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2013a.
- RECEITA FEDERAL. Simulador do Tratamento Tributário e Administrativo das Importações. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Aplicacoes/ATRJO/SimuladorImportacao/default.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2013b.
- SANTORO, M. C. **Sistema de Gestão de Estoques de Múltiplos Itens em Local Único**. 2006. 100 p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SCHÖNSLEBEN, P. **Integral Logistics Management:** Operations and Supply Chain Management in Comprehensive Value Added Networks. 3 ed. Boca Raton, Florida, EUA: Auerbach Publications, 2007.

SILVER, E. A.; PYKE, D. F.; PETERSON, R. **Inventory Management and Production Planning and Scheduling.** 3 ed. John Wiley & Sons. 1998.

TERSINE, R. J. **Principles of Inventory and Materials Management,** 4 ed. Prentice-Hall International, 1994.

TOSTA, H. T. *et al.* **Mapeamento e Análise de Processo de Importação:** Um Estudo de Caso de uma Pequena Empresa Brasileira. V Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Gestão do Conhecimento para a Sustentabilidade. Niterói, RJ, Brasil. 2, 3 e 4 de julho de 2009.

VEIGA, C. P. *et al.* **Estratégia de Planejamento do Sortimento:** Um Estudo de Caso do Varejo de Alimentos no Brasil. RAD Vol.13, n.1, Jan/Fev/Mar/Abr 2011, p.01-24, 2011.

ANEXOS

Anexo A – Códigos em Linguagem VBA

A1. Macro VBA – Determinação de Alpha para a Suavização Exponencial Simples

Sub Alpha()

Dim Alpha(100) As Single

Dim MSE(100)

Dim errosqr As Double

Dim D_anterior As Long

Dim D_atual As Long

Dim B_anterior As Double

Dim B_atual As Double

Dim T_anterior As Double

Dim T_atual As Double

Dim P_anterior As Double

Dim P_atual As Double

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim k As Integer

Dim indice As Integer

Dim minimo As Double

Dim nlins As Integer

Dim ncols As Integer

For i = 1 To 100

Alpha(i) = Alpha(i - 1) + 0.01

Next

Sheets("VendasTF").Select

Range("A10").Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select

```
ncols = Selection.Columns.Count - 3
```

```
nlins = Selection.Rows.Count - 1
```

```
For i = 1 To nlins
```

```
    n = 1
```

```
    For k = 1 To UBound(Alpha)
```

```
        D_atual = Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 5)
```

```
        P_anterior = Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 4)
```

```
        P_atual = P_anterior
```

```
        errosqr = (P_atual - D_atual) ^ 2
```

```
    For j = 3 To ncols
```

```
        D_anterior = D_atual
```

```
        P_anterior = P_atual
```

```
        P_atual = Alpha(k) * D_anterior + (1 - Alpha(k)) * P_anterior
```

```
        D_atual = Cells(10 + i, 3 + j)
```

```
        errosqr = errosqr + (P_atual - D_atual) ^ 2
```

```
        n = n + 1
```

```
    Next j
```

```
    MSE(k) = errosqr / (ncols - 1)
```

```
Next k
```

```
minimo = MSE(1)
```

```
indice = 1
```

```
For j = 1 To UBound(MSE)
```

```
    If minimo > MSE(j) Then
```

```
        minimo = MSE(j)
```

```
        indice = j
```

```
    End If
```

```
Next j
```

```
Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 19) = minimo
```

```
Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 18) = Alpha(indice)
```

```
Next i
```

```
End Sub
```

A2. Macro VBA – Regressão Linear para a Suavização Exponencial com Tendência

```
Sub RegressaoLinear()
```

```
Dim ti As Double
```

```
Dim Yi As Double
```

```
Dim tiYi As Double
```

```
Dim ti2 As Double
```

```
Dim angulo As Double
```

```
Dim interseccao As Double
```

```
Dim proximo As Double
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim j As Integer
```

```
Dim n As Integer
```

```
Dim indice As Integer
```

```
Dim nlins As Integer
```

```
Dim ncols As Integer
```

```
Sheets("VendasTF").Select
```

```
Range("A10").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
ncols = Selection.Columns.Count - 3
```

```
nlins = Selection.Rows.Count - 1
```

```
n = 11
```

```
For i = 1 To nlins
```

```
    ti = Cells(8, 4)
```

```
    Yi = Cells(10 + i, 4)
```

```
    tiYi = ti * Yi
```

```
    ti2 = ti ^ 2
```

```
    For j = 2 To ncols
```

```
        ti = ti + Cells(8, 3 + j)
```

```
        Yi = Yi + Cells(10 + i, 3 + j)
```

```
        tiYi = tiYi + Cells(8, 3 + j) * Cells(10 + i, 3 + j)
```

```
        ti2 = ti2 + Cells(8, 3 + j) ^ 2
```

```
    Next j
```

```
    angulo = (n * tiYi - ti * Yi) / (n * ti2 - ti ^ 2)
```

```
interseccao = (Yi - angulo * ti) / n  
proximo = angulo * (n + 1) + interseccao
```

```
Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 16) = angulo  
Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 17) = interseccao  
Sheets("VendasTF").Cells(10 + i, 18) = proximo
```

```
Next i
```

```
End Sub
```

A3. Macro VBA – Determinação de Alpha e Beta para a Suavização Exponencial com Tendência

```
Sub AlphaeBeta()
```

```
Dim demanda As Single
```

```
Dim base0 As Single
```

```
Dim base1 As Single
```

```
Dim tendencia0 As Single
```

```
Dim tendencia1 As Single
```

```
Dim previsao As Single
```

```
Dim errosqr As Single
```

```
Dim MSE_min As Single
```

```
Dim Alpha As Single
```

```
Dim beta As Single
```

```
Dim alpha_otimo As Single
```

```
Dim beta_otimo As Single
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim j As Integer
```

```
Dim k As Integer
```

```
Dim l As Integer
```

```
Dim nlins As Integer
```

```
Dim ncols As Integer
```

```
Sheets("VendasTF").Select
```

```
Range("A10").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
nlins = Selection.Rows.Count - 1
```

```
j = 0
```

```
For j = 0 To nlins - 1
```

```
    Sheets("VendasTF").Select
```

```
    MSE_min = 1000000
```

```
    For Alpha = 0.01 To 1 Step 0.01
```

```
        For beta = 0.01 To 1 Step 0.01
```

```
            base1 = Cells(11 + j, 4)
```

```
            tendencia1 = Cells(11 + j, 5)
```

```

previsao = base1 + tendencia1
demanda = Cells(11 + j, 6)
errosqr = (previsao - demanda) ^ 2

For i = 7 To 17
    base0 = base1
    tendencia0 = tendencia1
    base1 = Alpha * demanda + (1 - Alpha) * (base0 + tendencia0)
    tendencia1 = beta * (base1 - base0) + (1 - beta) * tendencia0
    previsao = base1 + tendencia1
    demanda = Cells(11 + j, i)
    errosqr = errosqr + (previsao - demanda) ^ 2
Next i
errosqr = errosqr / 12

If errosqr < MSE_min Then
    MSE_min = errosqr
    alpha_otimo = Alpha
    beta_otimo = beta
    MADresp = erroabs
    MeanEresp = errorel
End If
Next beta
Next Alpha
Cells(11 + j, 19) = alpha_otimo
Cells(11 + j, 20) = beta_otimo
Cells(11 + j, 21) = MSE_min
Next j
End Sub

```

A4. Macro VBA – Simulação dos Pedidos de Compra do Cálculo de Necessidades

```
Sub Simulacao()
```

```
Dim mes As Integer
```

```
Dim modelo As String
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim col As Integer
```

```
Dim n As Integer
```

```
Dim alpha(109) As Single
```

```
Dim beta(109) As Single
```

```
Dim prev_anterior(109) As Single
```

```
Dim nivel_anterior(109) As Single
```

```
Dim nivel(109) As Single
```

```
Dim tendencia(109) As Single
```

```
Dim pedido As Single
```

```
Sheets("SimulaçãoTF").Select
```

```
Range("A6").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
nlins = Selection.Rows.Count - 1
```

```
For mes = 1 To 12
```

```
    col = 18 + mes
```

```
    For i = 6 + 1 To 6 + nlins
```

```
        modelo = Cells(i, 9)
```

```
        If modelo = "Média Móvel" Then
```

```
            n = Cells(i, 10)
```

```
            prev0 = MediaMovel(i, col, n)
```

```
            pedido = prev0 * 3 - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4) - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 4) _  
                - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 - 1) + Cells(i, 17)
```

```
            If pedido > 0 Then
```

```
                Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = Round(pedido, 0)
```

```
            Else
```

```
                Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = 0
```

```
            End If
```

```
        End If
```

```

If modelo = "Suavização Simples" Then
  If mes = 1 Then
    alpha(i - 6) = Cells(i, 11)
    prev_anterior(i - 6) = Cells(i, 14)
  Else
    Sheets("DemandaParaPrevisão").Select
    prev_anterior(i - 6) = alpha(i - 6) * Cells(i, col) + (1 - alpha(i - 6)) * prev_anterior(i
- 6)
  End If

  Sheets("SimulaçãoTF").Select

  pedido = prev_anterior(i - 6) * 3 - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4) - Cells(i, 20 + (mes - 1)
* 4 + 4) - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 - 1) + Cells(i, 17)

  If pedido > 0 Then
    Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = Round(pedido, 0)
  Else
    Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = 0
  End If
End If

If modelo = "Suavização com Tendência" Then

  If mes = 1 Then
    alpha(i - 6) = Cells(i, 12)
    beta(i - 6) = Cells(i, 13)
    nivel_anterior(i - 6) = Cells(i, 15)
    tendencia(i - 6) = Cells(i, 16)
  Else
    Sheets("DemandaParaPrevisão").Select
    nivel(i - 6) = alpha(i - 6) * Cells(i, col) + (1 - alpha(i - 6)) * (nivel_anterior(i - 6) +
tendencia(i - 6))
    tendencia(i - 6) = beta(i - 6) * (nivel(i - 6) - nivel_anterior(i - 6)) + (1 - beta(i - 6)) *
tendencia(i - 6)
    nivel_anterior(i - 6) = nivel(i - 6)
  End If

  Sheets("SimulaçãoTF").Select

  pedido = 3 * nivel_anterior(i - 6) + 6 * tendencia(i - 6) - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4) _
- Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 4) - Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 - 1) + Cells(i, 17)

  If pedido > 0 Then

```

```

        Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = Round(pedido, 0)
    Else
        Cells(i, 20 + (mes - 1) * 4 + 2) = 0
    End If
End If
Next i
Next mes
End Sub

```

```

Function MediaMovel(i As Integer, col As Integer, n As Integer)

```

```

    Dim j As Integer
    Dim demanda As Single

```

```

    Sheets("DemandaParaPrevisão").Select

```

```

    demanda = 0

```

```

    For j = col + 1 - n To col
        demanda = demanda + Cells(i, j)
        'Cells(i, j + 24) = demanda
    Next j

```

```

    MediaMovel = demanda / n

```

```

    Sheets("SimulaçãoTF").Select

```

```

End Function

```

Anexo B

B1. Parâmetros do Modelo de Reposição do Máximo

Produto	Classe ABC	z Tabela Normal	Demanda Mensal	Desvio-Padrão	L + T (meses)	Estoque de Segurança	S (Estoque Máximo)
# 1	A	2,32	1,08	1,23	3	5	8
# 2	A	2,32	1,21	1,25	3	5	9
# 3	A	2,32	1,64	2,25	3	9	14
# 4	A	2,32	2,55	2,62	3	11	18
# 5	A	2,32	2,55	3,45	3	14	21
# 6	A	2,32	3,73	3,13	3	13	24
# 7	A	2,32	20,91	13,02	3	52	115
# 8	A	2,32	23,27	17,83	3	72	141
# 9	A	2,32	84,45	51,51	3	207	460
# 10	A	2,32	96,49	47,93	3	193	482
# 11	C	1,28	1,53	1,21	3	3	7
# 12	A	2,32	2,27	2,37	3	10	16
# 13	A	2,32	3,00	2,97	3	12	21
# 14	A	2,32	13,09	10,72	3	43	82
# 15	A	2,32	4,80	4,28	3	17	32
# 16	B	1,64	0,23	0,41	3	1	2
# 17	B	1,64	0,39	0,65	3	2	3
# 18	B	1,64	0,51	0,81	3	2	4
# 19	A	2,32	0,73	1,79	3	7	9
# 20	A	2,32	7,27	6,25	3	25	47
# 21	A	2,32	9,09	5,94	3	24	51
# 22	A	2,32	8,64	9,94	3	40	66
# 23	A	2,32	13,82	12,66	3	51	92
# 24	A	2,32	43,73	23,85	3	96	227
# 25	A	2,32	41,09	24,03	3	97	220
# 26	A	2,32	5,64	3,83	3	15	32
# 27	A	2,32	21,91	11,92	3	48	114
# 28	A	2,32	24,91	14,88	3	60	135
# 29	B	1,64	2,75	2,80	3	8	16
# 30	A	2,32	5,27	5,69	3	23	39
# 31	A	2,32	5,94	5,51	3	22	40
# 32	A	2,32	9,54	7,76	3	31	60
# 33	A	2,32	14,27	11,26	3	45	88
# 34	A	2,32	14,70	18,48	3	74	118
# 35	B	1,64	16,15	12,01	3	34	83
# 36	B	1,64	19,56	12,79	3	36	95
# 37	B	1,64	13,28	11,53	3	33	73
# 38	B	1,64	13,15	11,24	3	32	71
# 39	A	2,32	0,82	0,87	3	4	6
# 40	A	2,32	0,64	0,43	3	2	4
# 41	A	2,32	3,19	3,09	3	12	22
# 42	B	1,64	0,92	1,22	3	3	6
# 43	B	1,64	1,36	1,69	3	5	9
# 44	A	2,32	8,30	5,29	3	21	46
# 45	A	2,32	1,91	1,64	3	7	12
# 46	C	1,28	1,39	1,18	3	3	7
# 47	A	2,32	2,64	1,16	3	5	13
# 48	A	2,32	2,23	2,04	3	8	15
# 49	A	2,32	3,64	3,29	3	13	24
# 50	B	1,64	3,07	3,14	3	9	18
# 51	A	2,32	4,67	4,44	3	18	32
# 52	A	2,32	5,00	4,29	3	17	32

# 53	A	2,32	14,45	12,13	3	49	92
# 54	A	2,32	31,09	24,94	3	100	193
# 55	A	2,32	56,73	42,53	3	171	341
# 56	A	2,32	11,73	11,88	3	48	83
# 57	A	2,32	8,91	5,59	3	22	49
# 58	A	2,32	22,55	25,05	3	101	168
# 59	A	2,32	37,36	32,55	3	131	243
# 60	A	2,32	17,91	13,74	3	55	109
# 61	A	2,32	26,36	19,25	3	77	156
# 62	A	2,32	49,36	38,96	3	157	305
# 63	A	2,32	14,57	15,64	3	63	107
# 64	A	2,32	100,45	62,14	3	250	551
# 65	A	2,32	24,55	15,10	3	61	134
# 66	A	2,32	143,59	85,47	3	343	774
# 67	A	2,32	27,10	16,91	3	68	149
# 68	A	2,32	44,30	34,71	3	139	272
# 69	A	2,32	18,18	9,92	3	40	94
# 70	A	2,32	28,17	21,35	3	86	170
# 71	A	2,32	30,75	21,80	3	88	180
# 72	A	2,32	41,36	26,62	3	107	231
# 73	A	2,32	63,37	69,91	3	281	471
# 74	A	2,32	163,55	122,04	3	490	981
# 75	A	2,32	58,36	64,88	3	261	436
# 76	A	2,32	117,18	89,48	3	360	711
# 77	A	2,32	240,59	228,21	3	917	1.639
# 78	B	1,64	1,80	1,89	3	5	11
# 79	A	2,32	2,75	2,98	3	12	20
# 80	A	2,32	2,66	2,06	3	8	16
# 81	A	2,32	2,00	2,02	3	8	14
# 82	B	1,64	1,14	0,90	3	3	6
# 83	B	1,64	1,42	1,36	3	4	8
# 84	A	2,32	8,04	6,81	3	27	51
# 85	A	2,32	6,73	5,57	3	22	43
# 86	A	2,32	8,68	5,68	3	23	49
# 87	A	2,32	10,88	6,49	3	26	59
# 88	A	2,32	7,27	6,10	3	25	46
# 89	A	2,32	7,56	4,43	3	18	40
# 90	A	2,32	7,33	4,66	3	19	41
# 91	A	2,32	6,78	3,94	3	16	36
# 92	A	2,32	6,45	5,37	3	22	41
# 93	A	2,32	6,86	6,56	3	26	47
# 94	B	1,64	1,64	2,50	3	7	12
# 95	A	2,32	3,36	3,20	3	13	23
# 96	A	2,32	3,18	3,19	3	13	22
# 97	A	2,32	2,45	3,08	3	12	20
# 98	A	2,32	2,18	3,16	3	13	19
# 99	A	2,32	4,76	3,14	3	13	27
# 100	A	2,32	2,91	3,27	3	13	22
# 101	A	2,32	4,36	3,53	3	14	27
# 102	B	1,64	2,11	2,30	3	7	13
# 103	A	2,32	11,32	9,43	3	38	72
# 104	A	2,32	5,19	2,99	3	12	28
# 105	A	2,32	48,40	37,32	3	150	295
# 106	A	2,32	122,68	104,70	3	421	789
# 107	A	2,32	108,00	135,52	3	545	869
# 108	A	2,32	17,36	11,62	3	47	99
# 109	A	2,32	17,55	13,13	3	53	105

B2. Teste de Normalidade – Vendas de 2011

Nível de Significância	15%	10%	5%	2,50%	1%
A2 Modificada	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029
Produto	A²	Média	Desvio-Padrão	A² Modificada	Tem Distribuição Normal? (α = 5%)
# 1	0,6661	1,08	1,23	0,7181	Sim
# 2	0,5870	1,21	1,25	0,6329	Sim
# 3	1,2756	1,64	2,25	1,3753	Não
# 4	0,7073	2,55	2,62	0,7626	Não
# 5	1,0859	2,55	3,45	1,1708	Não
# 6	0,4132	3,73	3,13	0,4455	Sim
# 7	0,5544	20,91	13,02	0,5977	Sim
# 8	0,7518	23,27	17,83	0,8105	Não
# 9	0,3545	84,45	51,51	0,3822	Sim
# 10	0,2416	96,49	47,93	0,2604	Sim
# 11	0,4289	1,53	1,21	0,4624	Sim
# 12	0,6455	2,27	2,37	0,6960	Sim
# 13	0,7094	3,00	2,97	0,7648	Não
# 14	0,5655	13,09	10,72	0,6097	Sim
# 15	0,3322	4,80	4,28	0,3582	Sim
# 16	2,1543	0,23	0,41	2,3226	Não
# 17	1,4938	0,39	0,65	1,6105	Não
# 18	1,6497	0,51	0,81	1,7786	Não
# 19	2,5821	0,73	1,79	2,7838	Não
# 20	0,3662	7,27	6,25	0,3948	Sim
# 21	0,2442	9,09	5,94	0,2633	Sim
# 22	0,7576	8,64	9,94	0,8168	Não
# 23	0,8700	13,82	12,66	0,9380	Não
# 24	0,4626	43,73	23,85	0,4988	Sim
# 25	0,3440	41,09	24,03	0,3709	Sim
# 26	0,2279	5,64	3,83	0,2457	Sim
# 27	0,2213	21,91	11,92	0,2386	Sim
# 28	0,3571	24,91	14,88	0,3850	Sim
# 29	0,5503	2,75	2,80	0,5933	Sim
# 30	0,6801	5,27	5,69	0,7332	Sim
# 31	0,4369	5,94	5,51	0,4710	Sim
# 32	0,3454	9,54	7,76	0,3723	Sim
# 33	0,3768	14,27	11,26	0,4063	Sim
# 34	1,2414	14,70	18,48	1,3384	Não
# 35	0,3368	16,15	12,01	0,3631	Sim
# 36	0,1601	19,56	12,79	0,1726	Sim
# 37	0,4053	13,28	11,53	0,4370	Sim
# 38	0,4269	13,15	11,24	0,4602	Sim
# 39	0,9748	0,82	0,87	1,0510	Não
# 40	1,1555	0,64	0,43	1,2458	Não
# 41	0,5241	3,19	3,09	0,5650	Sim
# 42	1,1595	0,92	1,22	1,2500	Não
# 43	0,8270	1,36	1,69	0,8916	Não
# 44	0,3802	8,30	5,29	0,4099	Sim
# 45	0,4326	1,91	1,64	0,4664	Sim
# 46	0,5110	1,39	1,18	0,5510	Sim
# 47	0,6755	2,64	1,16	0,7282	Sim
# 48	0,4300	2,23	2,04	0,4636	Sim
# 49	0,4049	3,64	3,29	0,4366	Sim
# 50	0,5744	3,07	3,14	0,6193	Sim
# 51	0,6026	4,67	4,44	0,6497	Sim
# 52	0,3853	5,00	4,29	0,4154	Sim

# 53	0,5930	14,45	12,13	0,6394	Sim
# 54	0,8103	31,09	24,94	0,8736	Não
# 55	0,3791	56,73	42,53	0,4087	Sim
# 56	0,7156	11,73	11,88	0,7715	Não
# 57	0,2622	8,91	5,59	0,2827	Sim
# 58	1,2441	22,55	25,05	1,3413	Não
# 59	0,8103	37,36	32,55	0,8736	Não
# 60	0,4107	17,91	13,74	0,4428	Sim
# 61	0,2583	26,36	19,25	0,2784	Sim
# 62	0,6237	49,36	38,96	0,6724	Sim
# 63	0,6483	14,57	15,64	0,6990	Sim
# 64	0,1835	100,45	62,14	0,1978	Sim
# 65	0,2940	24,55	15,10	0,3170	Sim
# 66	0,3115	143,59	85,47	0,3359	Sim
# 67	0,2068	27,10	16,91	0,2230	Sim
# 68	0,3942	44,30	34,71	0,4250	Sim
# 69	0,2665	18,18	9,92	0,2874	Sim
# 70	0,2188	28,17	21,35	0,2359	Sim
# 71	0,2203	30,75	21,80	0,2375	Sim
# 72	0,3754	41,36	26,62	0,4047	Sim
# 73	0,8889	63,37	69,91	0,9583	Não
# 74	0,4788	163,55	122,04	0,5162	Sim
# 75	1,1083	58,36	64,88	1,1949	Não
# 76	0,5983	117,18	89,48	0,6451	Sim
# 77	0,4825	240,59	228,21	0,5202	Sim
# 78	0,6526	1,80	1,89	0,7036	Sim
# 79	0,7020	2,75	2,98	0,7568	Não
# 80	0,4668	2,66	2,06	0,5033	Sim
# 81	0,7474	2,00	2,02	0,8058	Não
# 82	0,7590	1,14	0,90	0,8183	Não
# 83	0,5150	1,42	1,36	0,5552	Sim
# 84	0,3675	8,04	6,81	0,3962	Sim
# 85	0,5161	6,73	5,57	0,5564	Sim
# 86	0,2734	8,68	5,68	0,2948	Sim
# 87	0,4287	10,88	6,49	0,4622	Sim
# 88	0,4205	7,27	6,10	0,4534	Sim
# 89	0,1309	7,56	4,43	0,1412	Sim
# 90	0,2413	7,33	4,66	0,2602	Sim
# 91	0,3445	6,78	3,94	0,3714	Sim
# 92	0,2548	6,45	5,37	0,2747	Sim
# 93	0,4933	6,86	6,56	0,5319	Sim
# 94	1,4355	1,64	2,50	1,5476	Não
# 95	0,4081	3,36	3,20	0,4400	Sim
# 96	0,6027	3,18	3,19	0,6498	Sim
# 97	0,9331	2,45	3,08	1,0060	Não
# 98	1,2056	2,18	3,16	1,2997	Não
# 99	0,2677	4,76	3,14	0,2886	Sim
# 100	0,6684	2,91	3,27	0,7206	Sim
# 101	0,3220	4,36	3,53	0,3472	Sim
# 102	0,7144	2,11	2,30	0,7702	Não
# 103	0,3998	11,32	9,43	0,4311	Sim
# 104	0,4828	5,19	2,99	0,5205	Sim
# 105	0,2648	48,40	37,32	0,2854	Sim
# 106	0,5323	122,68	104,70	0,5739	Sim
# 107	1,1108	108,00	135,52	1,1976	Não
# 108	0,4693	17,36	11,62	0,5060	Sim
# 109	0,3760	17,55	13,13	0,4053	Sim

B3. Seleção do Modelo de Previsão

Produto	MSE - Média Móvel	MSE - Suavização Simples	MSE - Suavização com Tendência	Modelo de Previsão	n períodos	Alpha	Beta	Previsão Inicial	Nível Inicial	Tendência Inicial
# 1	1,52	1,44	1,46	Suav. Simples		0,01		1,13		
# 2	1,21	1,17	1,10	Suav. c/ Tendência		0,01	0,42		1,16	- 0,01
# 3	1,92	1,85	2,68	Suav. Simples		0,02		1,64		
# 4	2,36	2,67	3,23	Média Móvel	n = 7					
# 5	2,42	2,35	3,62	Suav. Simples		0,16		2,55		
# 6	6,42	6,05	9,57	Suav. Simples		0,04		3,73		
# 7	159,80	134,84	169,22	Suav. Simples		0,01		20,91		
# 8	259,43	215,21	243,50	Suav. Simples		0,01		23,27		
# 9	392,66	373,94	313,59	Suav. c/ Tendência		0,67	0,01		61,55	- 4,58
# 10	994,05	874,34	881,92	Suav. Simples		0,48		96,40		
# 11	0,31	0,44	0,32	Média Móvel	n = 4					
# 12	4,84	3,94	4,86	Suav. Simples		0,01		2,27		
# 13	5,37	5,45	6,53	Média Móvel	n = 7					
# 14	41,12	42,89	43,10	Média Móvel	n = 8					
# 15	25,94	22,34	27,45	Suav. Simples		0,01		4,70		
# 16	0,16	0,14	0,20	Suav. Simples		0,01		0,20		
# 17	0,22	0,20	0,27	Suav. Simples		0,01		0,33		
# 18	1,02	0,92	1,11	Suav. Simples		0,01		0,44		
# 19	0,63	0,53	0,96	Suav. Simples		0,01		0,73		
# 20	32,78	29,06	32,30	Suav. Simples		0,01		7,27		
# 21	34,42	32,87	34,71	Suav. Simples		0,01		9,09		
# 22	87,82	85,97	114,65	Suav. Simples		0,15		8,50		
# 23	121,50	106,34	136,95	Suav. Simples		0,03		13,82		
# 24	263,92	236,74	278,84	Suav. Simples		0,01		43,73		
# 25	283,37	252,43	314,97	Suav. Simples		0,01		41,09		
# 26	23,00	21,91	21,90	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		5,64	-
# 27	156,88	144,94	145,99	Suav. Simples		0,01		21,91		
# 28	297,96	257,12	255,96	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		23,55	- 0,27
# 29	2,94	3,11	2,46	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		2,10	- 0,13
# 30	6,02	6,92	7,05	Média Móvel	n = 8					
# 31	47,71	41,77	48,86	Suav. Simples		0,41		5,67		
# 32	53,19	45,45	51,81	Suav. Simples		0,01		9,22		
# 33	166,25	154,81	190,73	Suav. Simples		0,08		14,20		
# 34	470,54	469,79	416,03	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		18,85	0,83
# 35	59,22	71,78	51,84	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		13,41	- 0,55
# 36	128,68	134,24	102,99	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		15,09	- 0,89
# 37	21,57	26,54	22,09	Média Móvel	n = 5					
# 38	36,47	42,32	37,55	Média Móvel	n = 8					
# 39	0,37	0,42	0,60	Média Móvel	n = 8					
# 40	0,30	0,28	0,29	Suav. Simples		0,10		0,63		
# 41	2,26	2,49	2,85	Média Móvel	n = 5					
# 42	1,53	1,26	1,44	Suav. Simples		0,01		0,90		
# 43	0,60	0,69	0,60	Média Móvel	n = 7					
# 44	23,74	24,26	25,84	Média Móvel	n = 6					
# 45	4,81	4,19	3,85	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		1,73	- 0,04
# 46	0,58	0,63	0,58	Suav. c/ Tendência		0,09	1,00		1,46	0,01
# 47	2,20	2,45	2,10	Suav. c/ Tendência		0,08	1,00		2,98	0,07
# 48	4,28	4,19	4,10	Suav. c/ Tendência		0,09	0,01		1,61	- 0,12
# 49	3,82	3,84	3,58	Suav. c/ Tendência		0,42	0,01		2,82	- 0,16
# 50	3,70	4,50	4,83	Média Móvel	n = 8					
# 51	10,08	9,80	9,34	Suav. c/ Tendência		0,17	0,01		3,27	- 0,28
# 52	6,48	6,59	6,45	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		4,18	- 0,16

# 53	135,90	120,55	156,88	Suav. Simples		0,01		14,45		
# 54	477,35	435,56	453,49	Suav. Simples		0,01		31,09		
# 55	431,38	515,88	536,95	Média Móvel	n = 8					
# 56	176,11	137,02	186,77	Suav. Simples		0,01		11,73		
# 57	50,05	41,28	50,22	Suav. Simples		0,01		8,91		
# 58	66,33	56,60	80,87	Suav. Simples		0,22		22,55		
# 59	171,26	219,80	238,12	Média Móvel	n = 6					
# 60	107,32	111,56	90,11	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		16,05	- 0,37
# 61	502,39	418,27	471,65	Suav. Simples		0,01		26,36		
# 62	894,84	770,92	729,89	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		45,68	- 0,74
# 63	33,83	39,12	33,78	Suav. c/ Tendência		0,13	0,10		9,67	- 0,98
# 64	2.988,43	2.552,85	2.556,83	Suav. Simples		0,01		100,45		
# 65	91,70	100,85	75,97	Suav. c/ Tendência		0,01	0,87		21,36	- 0,64
# 66	5.124,59	6.249,64	6.370,68	Média Móvel	n = 3					
# 67	180,33	171,37	146,88	Suav. c/ Tendência		0,02	0,85		25,58	- 0,30
# 68	183,49	241,76	189,42	Média Móvel	n = 7					
# 69	194,74	184,18	194,37	Suav. Simples		0,01		18,20		
# 70	565,98	504,37	551,97	Suav. Simples		0,01		28,10		
# 71	143,81	136,07	136,84	Suav. Simples		0,01		30,70		
# 72	546,93	475,21	559,59	Suav. Simples		0,01		39,44		
# 73	2.012,04	2.251,52	2.327,83	Média Móvel	n = 5					
# 74	7.766,65	7.774,54	7.857,28	Média Móvel	n = 8					
# 75	935,00	873,71	1.300,51	Suav. Simples		0,15		58,36		
# 76	2.882,79	3.094,82	2.628,03	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		109,41	- 1,55
# 77	19.763,69	18.961,71	22.482,22	Suav. Simples		0,01		236,40		
# 78	2,09	2,06	2,74	Suav. Simples		0,01		1,80		
# 79	6,80	5,65	7,01	Suav. Simples		0,01		2,56		
# 80	4,06	3,69	4,08	Suav. Simples		0,01		2,29		
# 81	2,63	2,90	2,93	Média Móvel	n = 8					
# 82	0,86	0,84	0,89	Suav. Simples		0,04		0,80		
# 83	1,31	1,34	1,43	Média Móvel	n = 7					
# 84	28,55	30,83	29,10	Média Móvel	n = 6					
# 85	19,15	21,30	18,90	Suav. c/ Tendência		0,06	1,00		7,18	0,09
# 86	40,04	39,04	39,19	Suav. Simples		0,01		8,80		
# 87	31,73	34,18	29,74	Suav. c/ Tendência		0,03	0,93		10,54	- 0,07
# 88	17,02	19,61	22,23	Média Móvel	n = 8					
# 89	18,72	20,74	20,11	Média Móvel	n = 6					
# 90	29,74	27,86	27,43	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		7,15	- 0,04
# 91	18,47	20,38	18,66	Média Móvel	n = 6					
# 92	24,69	21,61	27,21	Suav. Simples		0,01		6,45		
# 93	20,73	21,76	19,02	Suav. c/ Tendência		0,01	0,72		5,66	- 0,24
# 94	1,83	1,85	2,79	Média Móvel	n = 7					
# 95	7,86	8,74	9,52	Média Móvel	n = 5					
# 96	14,46	12,93	18,58	Suav. Simples		0,01		3,18		
# 97	7,24	6,49	9,97	Suav. Simples		0,01		2,45		
# 98	11,03	9,85	13,52	Suav. Simples		0,01		2,18		
# 99	16,10	14,18	15,88	Suav. Simples		0,01		4,70		
# 100	10,22	9,66	8,94	Suav. c/ Tendência		0,01	0,01		2,50	- 0,08
# 101	10,25	9,75	10,58	Suav. Simples		0,01		4,22		
# 102	7,85	6,63	7,10	Suav. Simples		0,01		2,11		
# 103	93,41	88,20	95,91	Suav. Simples		0,01		11,13		
# 104	22,43	21,22	22,79	Suav. Simples		0,01		5,20		
# 105	768,88	776,92	805,58	Média Móvel	n = 8					
# 106	8.303,90	8.649,17	8.250,04	Suav. c/ Tendência		0,09	1,00		202,25	4,82
# 107	1.960,59	4.333,00	4.028,35	Média Móvel	n = 3					
# 108	120,98	122,40	116,18	Suav. c/ Tendência		0,02	1,00		17,32	- 0,01
# 109	106,43	96,78	116,36	Suav. Simples		0,01		17,55		

B4. Estoque de Segurança – Modelo Cálculo de Necessidades

Produto	MSE	RAIZ (MSE)	Classe ABC	z Tabela Normal	Estoque de Segurança
# 1	1,44	1,20	A	2,32	3
# 2	1,10	1,05	A	2,32	2
# 3	1,85	1,36	A	2,32	3
# 4	2,36	1,54	A	2,32	4
# 5	2,35	1,53	A	2,32	4
# 6	6,05	2,46	A	2,32	6
# 7	134,84	11,61	A	2,32	27
# 8	215,21	14,67	A	2,32	34
# 9	313,59	17,71	A	2,32	41
# 10	874,34	29,57	A	2,32	69
# 11	0,31	0,55	C	1,28	1
# 12	3,94	1,98	A	2,32	5
# 13	5,37	2,32	A	2,32	5
# 14	41,12	6,41	A	2,32	15
# 15	22,34	4,73	A	2,32	11
# 16	0,14	0,38	B	1,64	1
# 17	0,20	0,44	B	1,64	1
# 18	0,92	0,96	B	1,64	2
# 19	0,53	0,73	A	2,32	2
# 20	29,06	5,39	A	2,32	13
# 21	32,87	5,73	A	2,32	13
# 22	85,97	9,27	A	2,32	22
# 23	106,34	10,31	A	2,32	24
# 24	236,74	15,39	A	2,32	36
# 25	252,43	15,89	A	2,32	37
# 26	21,90	4,68	A	2,32	11
# 27	144,94	12,04	A	2,32	28
# 28	255,96	16,00	A	2,32	37
# 29	2,46	1,57	B	1,64	3
# 30	6,02	2,45	A	2,32	6
# 31	41,77	6,46	A	2,32	15
# 32	45,45	6,74	A	2,32	16
# 33	154,81	12,44	A	2,32	29
# 34	416,03	20,40	A	2,32	47
# 35	51,84	7,20	B	1,64	12
# 36	102,99	10,15	B	1,64	17
# 37	21,57	4,64	B	1,64	8
# 38	36,47	6,04	B	1,64	10
# 39	0,37	0,61	A	2,32	1
# 40	0,28	0,53	A	2,32	1
# 41	2,26	1,50	A	2,32	3
# 42	1,26	1,12	B	1,64	2
# 43	0,60	0,77	B	1,64	1
# 44	23,74	4,87	A	2,32	11
# 45	3,85	1,96	A	2,32	5
# 46	0,58	0,76	C	1,28	1
# 47	2,10	1,45	A	2,32	3
# 48	4,10	2,02	A	2,32	5
# 49	3,58	1,89	A	2,32	4
# 50	3,70	1,92	B	1,64	3
# 51	9,34	3,06	A	2,32	7
# 52	6,45	2,54	A	2,32	6

# 53	120,55	10,98	A	2,32	25
# 54	435,56	20,87	A	2,32	48
# 55	431,38	20,77	A	2,32	48
# 56	137,02	11,71	A	2,32	27
# 57	41,28	6,42	A	2,32	15
# 58	56,60	7,52	A	2,32	17
# 59	171,26	13,09	A	2,32	30
# 60	90,11	9,49	A	2,32	22
# 61	418,27	20,45	A	2,32	47
# 62	729,89	27,02	A	2,32	63
# 63	33,78	5,81	A	2,32	13
# 64	2.552,85	50,53	A	2,32	117
# 65	75,97	8,72	A	2,32	20
# 66	5.124,59	71,59	A	2,32	166
# 67	146,88	12,12	A	2,32	28
# 68	183,49	13,55	A	2,32	31
# 69	184,18	13,57	A	2,32	31
# 70	504,37	22,46	A	2,32	52
# 71	136,07	11,67	A	2,32	27
# 72	475,21	21,80	A	2,32	51
# 73	2.012,04	44,86	A	2,32	104
# 74	7.766,65	88,13	A	2,32	204
# 75	873,71	29,56	A	2,32	69
# 76	2.628,03	51,26	A	2,32	119
# 77	18.961,71	137,70	A	2,32	319
# 78	2,06	1,43	B	1,64	2
# 79	5,65	2,38	A	2,32	6
# 80	3,69	1,92	A	2,32	4
# 81	2,63	1,62	A	2,32	4
# 82	0,84	0,91	B	1,64	1
# 83	1,31	1,14	B	1,64	2
# 84	28,55	5,34	A	2,32	12
# 85	18,90	4,35	A	2,32	10
# 86	39,04	6,25	A	2,32	14
# 87	29,74	5,45	A	2,32	13
# 88	17,02	4,13	A	2,32	10
# 89	18,72	4,33	A	2,32	10
# 90	27,43	5,24	A	2,32	12
# 91	18,47	4,30	A	2,32	10
# 92	21,61	4,65	A	2,32	11
# 93	19,02	4,36	A	2,32	10
# 94	1,83	1,35	B	1,64	2
# 95	7,86	2,80	A	2,32	7
# 96	12,93	3,60	A	2,32	8
# 97	6,49	2,55	A	2,32	6
# 98	9,85	3,14	A	2,32	7
# 99	14,18	3,77	A	2,32	9
# 100	8,94	2,99	A	2,32	7
# 101	9,75	3,12	A	2,32	7
# 102	6,63	2,58	B	1,64	4
# 103	88,20	9,39	A	2,32	22
# 104	21,22	4,61	A	2,32	11
# 105	768,88	27,73	A	2,32	64
# 106	8.250,04	90,83	A	2,32	211
# 107	1.960,59	44,28	A	2,32	103
# 108	116,18	10,78	A	2,32	25
# 109	96,78	9,84	A	2,32	23

B5. Teste de Normalidade – Erros de Previsão

	Nível de Significância	15%	10%	5%	2,50%	1%		
	A ² Modificada	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029		
Produto	A ²	A ² Modificada	Tem Distribuição Normal? (α = 5%)		Produto	A ²	A ² Modificada	Tem Distribuição Normal? (α = 5%)
# 1	0,4809	0,5185	Sim		# 55	0,3625	0,3909	Sim
# 2	1,4473	1,5604	Não		# 56	0,9435	1,0173	Não
# 3	0,7111	0,7667	Não		# 57	0,7001	0,7548	Não
# 4	0,8219	0,8861	Não		# 58	0,6209	0,6694	Sim
# 5	0,8903	0,9599	Não		# 59	0,7037	0,7587	Não
# 6	0,6404	0,6905	Sim		# 60	0,4539	0,4894	Sim
# 7	0,5900	0,6360	Sim		# 61	0,4904	0,5287	Sim
# 8	1,2050	1,2992	Não		# 62	0,6644	0,7164	Sim
# 9	0,6280	0,6770	Sim		# 63	1,3983	1,5075	Não
# 10	0,4837	0,5215	Sim		# 64	0,6656	0,7176	Sim
# 11	0,6165	0,6647	Sim		# 65	0,4954	0,5341	Sim
# 12	0,5538	0,5971	Sim		# 66	0,4329	0,4667	Sim
# 13	0,8312	0,8962	Não		# 67	0,3476	0,3747	Sim
# 14	0,3654	0,3940	Sim		# 68	0,9241	0,9963	Não
# 15	1,4029	1,5125	Não		# 69	1,0276	1,1078	Não
# 16	3,2674	3,5227	Não		# 70	1,0931	1,1785	Não
# 17	2,6811	2,8906	Não		# 71	0,5426	0,5850	Sim
# 18	3,0747	3,3149	Não		# 72	0,3123	0,3367	Sim
# 19	0,9888	1,0660	Não		# 73	0,5518	0,5949	Sim
# 20	0,4258	0,4591	Sim		# 74	0,4344	0,4684	Sim
# 21	0,3181	0,3429	Sim		# 75	0,5605	0,6043	Sim
# 22	0,3084	0,3325	Sim		# 76	0,3250	0,3504	Sim
# 23	0,6463	0,6968	Sim		# 77	0,2882	0,3107	Sim
# 24	0,4976	0,5365	Sim		# 78	1,2274	1,3233	Não
# 25	0,1617	0,1743	Sim		# 79	0,6961	0,7505	Sim
# 26	0,8506	0,9171	Não		# 80	0,6723	0,7249	Sim
# 27	0,5853	0,6311	Sim		# 81	0,5287	0,5701	Sim
# 28	0,6659	0,7179	Sim		# 82	1,6908	1,8229	Não
# 29	0,2360	0,2544	Sim		# 83	0,7966	0,8588	Não
# 30	0,5079	0,5476	Sim		# 84	0,9386	1,0119	Não
# 31	0,2267	0,2444	Sim		# 85	0,5609	0,6047	Sim
# 32	0,6084	0,6559	Sim		# 86	0,3605	0,3886	Sim
# 33	0,4659	0,5023	Sim		# 87	0,2616	0,2820	Sim
# 34	1,5780	1,7012	Não		# 88	0,6882	0,7420	Sim
# 35	0,3423	0,3690	Sim		# 89	0,9044	0,9751	Não
# 36	0,4755	0,5126	Sim		# 90	0,4451	0,4798	Sim
# 37	0,5411	0,5834	Sim		# 91	0,5420	0,5843	Sim
# 38	0,3577	0,3857	Sim		# 92	0,4690	0,5056	Sim
# 39	0,3649	0,3934	Sim		# 93	0,4793	0,5167	Sim
# 40	1,7443	1,8806	Não		# 94	0,9700	1,0457	Não
# 41	0,4704	0,5071	Sim		# 95	1,2319	1,3281	Não
# 42	1,6016	1,7267	Não		# 96	0,9946	1,0723	Não
# 43	0,3846	0,4146	Sim		# 97	0,5647	0,6088	Sim
# 44	0,2703	0,2914	Sim		# 98	1,9506	2,1030	Não
# 45	1,1139	1,2009	Não		# 99	0,2666	0,2874	Sim
# 46	0,2566	0,2766	Sim		# 100	1,3370	1,4414	Não
# 47	0,1411	0,1521	Sim		# 101	0,3846	0,4147	Sim
# 48	0,6201	0,6686	Sim		# 102	1,4804	1,5961	Não
# 49	0,3790	0,4086	Sim		# 103	0,4958	0,5345	Sim
# 50	1,7921	1,9321	Não		# 104	0,6688	0,7210	Sim
# 51	0,5867	0,6325	Sim		# 105	0,5982	0,6449	Sim
# 52	0,2399	0,2587	Sim		# 106	0,1818	0,1960	Sim
# 53	1,0456	1,1273	Não		# 107	0,1816	0,1958	Sim
# 54	1,0203	1,1000	Não		# 108	0,4548	0,4903	Sim
					# 109	0,3100	0,3342	Sim

B6. Estoque Máximo (S) Teórico e Empírico

Produto	S (Estoque Máximo) Teórico	S (Estoque Máximo) Empírico		Produto	S (Estoque Máximo) Teórico	S (Estoque Máximo) Empírico
# 1	8	6		# 55	341	189
# 2	9	6		# 56	83	76
# 3	14	6		# 57	49	67
# 4	18	9		# 58	168	74
# 5	21	12		# 59	243	105
# 6	24	15		# 60	109	75
# 7	115	100		# 61	156	170
# 8	141	99		# 62	305	243
# 9	460	219		# 63	107	41
# 10	482	336		# 64	551	520
# 11	7	2		# 65	134	76
# 12	16	18		# 66	774	814
# 13	21	12		# 67	149	88
# 14	82	42		# 68	272	114
# 15	32	24		# 69	94	107
# 16	2	3		# 70	170	143
# 17	3	2		# 71	180	112
# 18	4	3		# 72	231	163
# 19	9	4		# 73	471	376
# 20	47	41		# 74	981	852
# 21	51	42		# 75	436	248
# 22	66	60		# 76	711	407
# 23	92	84		# 77	1.639	1.219
# 24	227	227		# 78	11	8
# 25	220	170		# 79	20	14
# 26	32	29		# 80	16	15
# 27	114	99		# 81	14	11
# 28	135	106		# 82	6	4
# 29	16	8		# 83	8	7
# 30	39	19		# 84	51	35
# 31	40	47		# 85	43	24
# 32	60	51		# 86	49	45
# 33	88	94		# 87	59	36
# 34	118	129		# 88	46	26
# 35	83	30		# 89	40	17
# 36	95	69		# 90	41	35
# 37	73	38		# 91	36	30
# 38	71	37		# 92	41	32
# 39	6	4		# 93	47	25
# 40	4	3		# 94	12	6
# 41	22	8		# 95	23	14
# 42	6	6		# 96	22	17
# 43	9	4		# 97	20	19
# 44	46	35		# 98	19	19
# 45	12	10		# 99	27	27
# 46	7	4		# 100	22	17
# 47	13	9		# 101	27	20
# 48	15	10		# 102	13	15
# 49	24	14		# 103	72	69
# 50	18	14		# 104	28	26
# 51	32	19		# 105	295	207
# 52	32	18		# 106	789	582
# 53	92	72		# 107	869	215
# 54	193	126		# 108	99	78
				# 109	105	77

B7. Resultados – Comparação dos Estoques Médios a Custo

Dados Reais de 2012				Reposição do Máximo			Cálculo de Necessidades		
Total = 756.596				Total = 498.735 99,2%			Total = 481.573 98,8%		
Produto	Estoque Médio 2012	Custo Dez/2012	Custo Estoque Médio 2012	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço	Estoque Médio 2012	Custo Estoque Médio 2012	Nível de Serviço
# 1	7,38	826,36	6.094	2,00	1.653	100%	2,00	1.653	100%
# 2	8,58	840,08	7.211	3,38	2.835	100%	2,67	2.240	100%
# 3	8,29	409,53	3.396	7,88	3.225	100%	8,29	3.396	100%
# 4	10,42	434,89	4.530	5,38	2.338	100%	4,67	2.030	93%
# 5	8,21	492,97	4.046	9,13	4.498	100%	8,58	4.231	100%
# 6	7,79	506,11	3.943	7,58	3.838	99%	9,00	4.555	100%
# 7	60,63	356,29	21.600	46,21	16.464	99%	39,17	13.955	100%
# 8	15,92	356,17	5.669	31,54	11.234	99%	35,00	12.466	100%
# 9	394,21	115,83	45.659	170,08	19.700	100%	164,71	19.077	100%
# 10	324,38	117,90	38.244	147,83	17.430	99%	159,13	18.761	97%
# 11	15,38	251,64	3.869	9,25	2.328	100%	9,25	2.328	100%
# 12	12,83	268,10	3.441	13,50	3.619	100%	11,33	3.038	100%
# 13	21,67	250,26	5.422	18,46	4.619	100%	18,63	4.661	100%
# 14	17,58	320,39	5.633	9,46	3.030	99%	10,50	3.364	93%
# 15	18,08	410,90	7.431	16,46	6.763	100%	16,83	6.917	100%
# 16	2,08	663,23	1.382	2,29	1.520	100%	1,50	995	100%
# 17	2,71	682,63	1.849	1,25	853	100%	1,25	853	100%
# 18	4,92	683,19	3.359	1,54	1.053	100%	1,54	1.053	100%
# 19	0,71	625,85	443	1,88	1.173	100%	1,88	1.173	100%
# 20	27,38	149,91	4.104	22,96	3.442	100%	19,75	2.961	100%
# 21	17,00	152,33	2.590	22,63	3.447	100%	21,83	3.326	100%
# 22	20,25	166,00	3.361	22,04	3.659	99%	20,88	3.465	100%
# 23	19,38	166,56	3.227	33,83	5.635	99%	24,33	4.053	96%
# 24	133,83	122,83	16.439	72,46	8.900	99%	34,33	4.217	92%
# 25	78,71	123,96	9.757	45,25	5.609	99%	39,75	4.928	96%
# 26	13,92	105,44	1.467	10,75	1.134	99%	10,21	1.076	98%
# 27	46,38	110,77	5.137	34,04	3.771	99%	31,29	3.466	97%
# 28	39,83	110,92	4.418	35,96	3.988	99%	35,08	3.891	96%
# 29	7,79	237,76	1.853	7,08	1.684	98%	6,50	1.545	94%
# 30	11,88	248,28	2.948	9,54	2.369	99%	9,88	2.452	100%
# 31	32,54	262,64	8.547	34,83	9.149	99%	37,63	9.882	100%
# 32	56,17	279,87	15.720	35,58	9.959	99%	31,79	8.898	100%
# 33	61,33	289,08	17.730	51,29	14.827	99%	45,96	13.286	97%
# 34	197,13	94,46	18.620	46,63	4.404	99%	38,13	3.601	100%
# 35	44,46	20,29	902	12,79	260	94%	18,54	376	100%
# 36	89,92	19,91	1.790	37,29	742	95%	25,50	508	86%
# 37	45,88	22,40	1.028	17,71	397	96%	19,63	440	93%
# 38	68,04	22,15	1.507	22,50	498	96%	21,92	485	100%
# 39	1,71	1.011,16	1.727	1,54	1.559	100%	1,33	1.348	91%
# 40	1,63	1.125,89	1.830	1,54	1.736	100%	1,46	1.642	100%
# 41	23,54	262,61	6.182	23,08	6.062	100%	23,08	6.062	100%
# 42	2,79	258,90	723	3,50	906	97%	2,96	766	91%
# 43	2,21	200,18	442	2,00	400	100%	2,00	400	100%
# 44	24,25	92,55	2.244	13,08	1.211	99%	15,29	1.415	95%
# 45	6,67	264,88	1.766	4,96	1.313	100%	4,67	1.236	100%
# 46	4,75	263,56	1.252	1,75	461	100%	2,17	571	100%
# 47	10,79	260,88	2.815	4,83	1.261	100%	4,92	1.283	100%
# 48	3,58	302,03	1.082	4,75	1.435	100%	4,38	1.321	100%
# 49	3,79	304,94	1.156	5,17	1.576	100%	5,50	1.677	91%
# 50	12,63	126,22	1.594	10,29	1.299	96%	7,13	899	100%
# 51	6,29	138,33	870	9,54	1.320	99%	8,58	1.187	78%
# 52	4,08	138,79	567	5,25	729	99%	3,96	549	94%

# 53	75,75	79,50	6.022		49,96	3.972	99%		48,04	3.819	100%
# 54	120,13	80,16	9.629		48,96	3.925	99%		60,17	4.823	100%
# 55	343,88	83,13	28.587		80,00	6.651	99%		83,79	6.966	100%
# 56	74,54	82,19	6.126		37,50	3.082	99%		30,63	2.517	90%
# 57	25,96	68,44	1.777		37,96	2.598	99%		19,83	1.357	92%
# 58	48,13	69,06	3.323		30,71	2.121	100%		36,58	2.526	100%
# 59	55,71	69,28	3.860		46,75	3.239	99%		52,04	3.606	100%
# 60	56,96	54,11	3.082		32,50	1.759	99%		23,38	1.265	100%
# 61	55,75	57,45	3.203		76,67	4.404	99%		57,04	3.277	85%
# 62	260,04	41,77	10.862		212,33	8.869	100%		190,00	7.937	100%
# 63	96,88	35,59	3.448		96,88	3.448	100%		96,88	3.448	100%
# 64	600,63	40,91	24.570		545,54	22.317	99%		512,29	20.956	100%
# 65	93,00	40,08	3.727		43,83	1.757	100%		39,88	1.598	100%
# 66	2.294,33	36,93	84.735		2.343,50	86.551	99%		2.343,50	86.551	100%
# 67	61,79	41,20	2.546		24,75	1.020	99%		25,54	1.052	100%
# 68	52,04	42,62	2.218		40,79	1.739	99%		54,75	2.334	100%
# 69	28,79	43,09	1.241		54,29	2.339	99%		37,46	1.614	100%
# 70	43,96	43,36	1.906		39,25	1.702	99%		34,29	1.487	100%
# 71	25,75	43,30	1.115		29,58	1.281	99%		35,04	1.517	100%
# 72	377,50	26,95	10.174		68,04	1.834	99%		71,42	1.925	100%
# 73	351,83	27,07	9.523		170,92	4.626	99%		193,42	5.235	96%
# 74	753,54	26,96	20.317		332,71	8.971	99%		470,58	12.688	100%
# 75	396,29	21,24	8.419		134,79	2.864	99%		128,17	2.723	100%
# 76	225,63	21,79	4.916		147,83	3.221	99%		154,13	3.358	100%
# 77	890,54	21,43	19.081		349,13	7.481	99%		203,33	4.357	100%
# 78	3,00	171,83	515		4,42	759	97%		4,42	759	100%
# 79	37,96	236,47	8.976		12,50	2.956	100%		12,50	2.956	100%
# 80	19,50	233,06	4.545		16,13	3.758	100%		15,04	3.506	100%
# 81	17,71	238,53	4.224		10,33	2.465	100%		10,04	2.395	100%
# 82	10,29	207,01	2.130		10,08	2.087	100%		10,08	2.087	100%
# 83	11,33	227,12	2.574		6,21	1.410	97%		5,63	1.278	100%
# 84	36,75	170,17	6.254		25,46	4.332	100%		25,04	4.261	100%
# 85	23,42	166,68	3.903		10,54	1.757	99%		11,08	1.847	97%
# 86	21,38	178,60	3.817		15,75	2.813	99%		13,83	2.471	96%
# 87	36,58	168,08	6.149		12,75	2.143	99%		15,04	2.528	100%
# 88	40,88	164,31	6.716		26,79	4.402	100%		26,33	4.327	100%
# 89	31,92	165,74	5.290		7,46	1.236	100%		13,50	2.238	100%
# 90	40,79	166,68	6.799		21,29	3.549	100%		20,00	3.334	100%
# 91	27,96	119,69	3.346		14,96	1.790	99%		13,50	1.616	100%
# 92	45,79	123,58	5.659		46,04	5.690	100%		45,92	5.674	100%
# 93	35,46	116,37	4.126		9,67	1.125	99%		8,50	989	100%
# 94	2,29	174,23	399		3,58	624	100%		3,29	574	100%
# 95	13,38	162,67	2.176		8,63	1.403	100%		8,25	1.342	90%
# 96	15,33	178,61	2.739		13,29	2.374	100%		13,58	2.426	100%
# 97	6,71	178,41	1.197		10,08	1.799	100%		6,00	1.070	90%
# 98	6,88	178,61	1.228		11,83	2.114	100%		7,38	1.317	100%
# 99	25,42	123,42	3.137		23,63	2.916	99%		22,25	2.746	100%
# 100	9,50	136,17	1.294		9,96	1.356	100%		7,25	987	100%
# 101	29,92	116,16	3.475		21,25	2.468	99%		21,25	2.468	100%
# 102	9,00	125,98	1.134		9,46	1.192	97%		8,58	1.081	75%
# 103	54,00	182,39	9.849		78,08	14.242	99%		76,50	13.953	100%
# 104	35,67	175,27	6.251		26,25	4.601	100%		26,63	4.667	100%
# 105	211,75	15,03	3.183		102,13	1.535	99%		111,38	1.674	99%
# 106	1.514,46	15,19	23.001		403,67	6.131	100%		481,54	7.313	100%
# 107	1.245,92	21,91	27.298		320,54	7.023	99%		333,21	7.300	100%
# 108	50,17	23,28	1.168		37,67	877	100%		33,83	788	100%
# 109	43,21	23,57	1.018		30,83	727	99%		29,83	703	98%