

DÉBORA MAYUMI KANO

**CONTROLE DE ESTOQUES EM UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BENS DE
CONSUMO**

**São Paulo
2014**

DÉBORA MAYUMI KANO

**CONTROLE DE ESTOQUES EM UMA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE BENS DE
CONSUMO**

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Diploma
de Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de
Mesquita

**São Paulo
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA

Kano, Débora Mayumi

Controle de estoques em uma cadeia de suprimentos de bens de consumo / D.M. Kano. -- São Paulo, 2014.

113 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, por todas as oportunidades
e apoio que me deram na vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e ao meu irmão, por todo suporte, amor e carinho.

Ao professor Marco Aurélio de Mesquita, pela paciência, atenção e orientação durante a realização deste trabalho.

Aos meus amigos da faculdade e da vida, por tornarem esses anos mais leves e divertidos.

Aos colegas de trabalho, pela confiança no projeto e no meu trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar e propor melhorias nos modelos de previsão de demanda e controle de estoques de uma empresa de varejo de moda íntima. A organização opera com fornecedores nacionais e internacionais e possui atualmente 21 lojas no país. Pelo grande número de pontos de venda e itens, e pelo alto dinamismo do setor, a gestão de estoques é de grande relevância.

O modelo de estoques utilizado atualmente é baseado em previsão de demanda por meio de um cálculo simples que considera a demanda estacionária. Os lotes de compra dimensionados a partir desse método de previsão para cobrir os *lead times* dos fornecedores costumam ser grandes. Além disso, a frequência de pedidos é irregular e os períodos sem ordens de compras são longos.

O trabalho considera três modelos de previsão: suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e suavização exponencial com tendência e sazonalidade. O modelo de controle de estoques avaliado é do tipo *time-phased* baseado em previsão de demanda e estoques projetados.

A partir das séries históricas de vendas, calibram-se os modelos de previsão e realizam-se simulações dos modelos de estoque e compras para os meses de 2014. Com isso foi possível avaliar indicadores de estoque e tamanhos de lote, que permitiu determinar um período de revisão ideal para cada linha de produtos. A recomendação é que estes períodos sejam testados pela empresa e que sejam levadas aos fornecedores propostas que permitam flexibilidade nas restrições de tamanho de lote além de possível diminuição do *lead time*.

Palavras-chave: Controle de Estoques. Previsão de Demanda. Bens de Consumo.

ABSTRACT

This work aims to improve the demand forecasting methods and inventory control of an underwear retail company. The organization operates with national and international suppliers and currently has 21 stores. The large number of SKUs and locations, besides the sector's high dynamism make the supplying issue of great relevance.

The current inventory model used is based on forecasted demand through simple calculations that consider the stationary demand. The purchase orders sized by the forecasting method to cover suppliers lead times are often large. In addition, the frequency of purchases is irregular and periods with no purchase orders are long.

The paper evaluates three forecasting methods: simple exponential smoothing, exponential smoothing with trend adjustment and exponential smoothing with trend and seasonality. The inventory control model is a time-phased one based on demand forecasts and projected inventories.

From the historical data, the forecast methods were calibrated and purchase orders were simulated for 2012. It allowed the measurement of performance indicators related to inventory and lot sizes, which were used to determine an appropriate review period for each product line. The recommendation is that these periods should be tested by the company and then proposals that allow flexibility in batch size restrictions as well as possible reduction of lead time were taken to the suppliers.

Keywords: Inventory Control. Demand Forecasting. Consumer Goods.

LISTA DE IUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição das Lojas no Brasil.....	15
Figura 2 - Ciclo do Pedido.....	18
Figura 3 - Representação dos fluxos.....	19
Figura 4 - Nível de estoque no modelo do Lote Econômico.....	26
Figura 5 - Nível de estoque no modelo de Revisão Contínua.....	28
Figura 6 - Nível de estoque no modelo de Reposição Periódica.....	29
Figura 7 - Etapas do Trabalho.....	47
Figura 8 - Número de SKUs por Faixa de Demanda.....	50
Figura 9 - Classificação por Linha.....	51
Figura 10 - Demanda Mensal Linha 1.....	52
Figura 11 - Demanda Mensal Linha 2.....	52
Figura 12 - Demanda Mensal Linha 3.....	52
Figura 13 - Demanda Mensal Linha 4.....	53
Figura 14 - Demanda Mensal Linha 5.....	53
Figura 15 - Tendência Linha 1.....	54
Figura 16 - Tendência Linha 2.....	54
Figura 17 - Tendência Linha 3.....	55
Figura 18 - Tendência Linha 4.....	55
Figura 19 - Tendência Linha 5.....	55
Figura 20 - Etapas da Escolha do Modelo de Previsão de Demanda.....	58
Figura 21 - Etapas da Aplicação do Modelo de Controle de Estoques.....	62
Figura 22 - Teste de Normalidade Anderson-Darling.....	65
Figura 23 - Gráfico de Teste de Anderson-Darling ($p=0,97$ e $AD^*=0,138$).....	66
Figura 24 - Planilha de Controle.....	68
Figura 25 - Exemplo Cálculo Previsão de Demanda Atual.....	70
Figura 26 - Exemplo cálculos Vendas Projetadas e Estoque Projetado.....	71
Figura 27 - Exemplo Momento de Reposição do Estoque.....	71
Figura 28 - Exemplo Cálculo Recebimento Planejado.....	72
Figura 29 - Ilustração de Resultados da Seleção do Modelo de Previsão.....	76
Figura 30 - Estoques de Segurança.....	79
Figura 31 - Resultados do Teste de Normalidade para os Erros de Previsão.....	80
Figura 32 - Resultados para $T=1$	82

Figura 33 - Resultados da Simulação.....	83
Figura 34 - Tamanho Mínimo de Lote por Produto-Cor - Linha 1	85
Figura 35 - Tamanho Mínimo de Lote por Produto-Cor - Linha 2.....	85
Figura 36 - Tamanho Mínimo de Lote por Cor - Linha 3.....	86
Figura 37 - Tamanho Mínimo de Lote por Pedido - Linha 4.....	86
Figura 38 - Tamanho Mínimo de Lote por Pedido - Linha 5.....	86
Figura 39 - Planilha "Demanda"	89
Figura 40 - Planilha "Pedidos Plan"	90
Figura 41 - Planilha "Seleção" - Análise Controle de Estoques	90
Figura 42 - Planilha "Seleção" - Parametrização Previsão de Demanda	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origem dos Fornecedores por Família	17
Tabela 2 - Departamentos e Funções.....	19
Tabela 3 - Cálculo MRP - Revisão Contínua	33
Tabela 4 - Cálculo MRP - Revisão Periódica.....	33
Tabela 5 - Cálculo MPS	34
Tabela 6 - Cálculo DRP.....	36
Tabela 7 - Valores Críticos de AD*	38
Tabela 8 - Classificação para Inclusão no Estudo	48
Tabela 9 - Distribuição dos SKUs por Idade	49
Tabela 10 - Classificação da Demanda	50
Tabela 11 - Participação no Faturamento por SKU.....	51
Tabela 12 - Número de SKUs por Modelo de Previsão Selecionado.....	76
Tabela 13 - Níveis de Serviço por Linha	78
Tabela 14 - Exemplo Simplificado Modelo de reposição	82
Tabela 15 - Mínimas Quantidades Exigidas pelos Fornecedores.....	84
Tabela 16 - Período praticado X Período proposto	87

LISTA DE SIGLAS

AD	Estatística de Anderson-Darling
AD*	Estatística de Anderson-Darling modificado para amostras pequenas
CD	Centro de Distribuição
EAM	Erro Absoluto Médio
EQM	Erro Quadrático Médio
ES	Estoque de Segurança
L	<i>Lead Time</i>
Q	Tamanho do lote de compra
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
t	Período em análise
T	Período de revisão do estoque em meses

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Descrição da Empresa.....	15
1.2	Os Produtos.....	16
1.3	<i>A Supply Chain</i>	17
1.4	Formulação do Problema.....	20
1.5	Objetivo.....	20
1.6	Relevância.....	21
1.7	Estrutura do Trabalho.....	21
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Cadeias de Suprimento.....	23
2.2	Varejo.....	24
2.3	Modelos de Estoques.....	25
2.3.1	Clássicos.....	25
2.3.2	<i>Time-Phased</i>	32
2.4	Teste de Normalidade.....	36
2.5	Indicadores de Desempenho na Gestão de Estoques.....	38
2.6	Previsão de Demanda.....	39
2.6.1	Média Móvel.....	39
2.6.2	Suavização Exponencial.....	40
2.6.3	Erros de Previsão.....	43
2.7	Síntese do Quadro Teórico.....	45
3	METODOLOGIA.....	47
3.1	Coleta de Dados.....	47
3.2	Análise do Comportamento da Demanda.....	49
3.3	Ajuste dos Dados.....	56
3.4	Determinação e Parametrização de Novos Modelos.....	56

3.4.1	Previsão de Demanda.....	56
3.4.2	Gestão de Estoques	61
3.4.3	Comparação de Resultados	63
3.4.4	Teste de Normalidade	65
4	ANÁLISE INICIAL DA GESTÃO DE ESTOQUE NA EMPRESA	67
4.1	Acompanhamento das vendas e dos estoques	67
4.2	Previsão da Demanda	68
4.3	Cálculo da Necessidade de Compra	70
4.4	Emissão de Pedido ao fornecedor	72
4.5	Reajuste da Média de Vendas	72
4.6	Diagnóstico e Revisão dos Métodos Utilizados.....	73
4.6.1	Previsão de Demanda.....	73
4.6.2	Controle de Estoque	73
5	APRESENTAÇÃO DOS MODELOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	75
5.1	Modelo Proposto de Previsão de Demanda.....	75
5.2	Modelo de Controle de Estoque	77
5.2.1	Premissas do Modelo de Estoques	77
5.2.2	Aplicação do Modelo	78
5.3	Resultados das simulações	83
5.4	Propostas Relacionadas aos Processos	87
5.4.1	Operação	88
6	CONCLUSÕES	93
6.1	Síntese do Trabalho	93
6.2	Análise Crítica.....	94
6.3	Desdobramentos e Considerações Finais	95
7	REFERÊNCIAS.....	97
	ANEXOS	99

Anexo A - Códigos em Linguagem VBA	99
A1. Macro VBA - Leitura da Demanda	99
A2. Macro VBA - Cálculo EQM Modelo Atual	101
A3. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial Simples	102
A4. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial com Tendência	104
A5. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade ..	106
Anexo B - Resultados	108
B1. Resultados Calibração Modelos de Previsão de Demanda	108
B2. Resultados Estoques de Segurança	109
B3. Resultados Testes de Normalidade	110
B4. Resultados Indicadores para T=1	111
B5. Resultados Simulações.....	112

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido durante o estágio da autora realizado na área de planejamento de uma empresa do segmento de varejo de moda íntima. Neste capítulo, serão apresentados a empresa, seus produtos e processos de gestão, o problema, os objetivos e a relevância do estudo. Por questões de confidencialidade, o nome da organização será omitido, e ao longo do trabalho será denominada Empresa.

1.1 Descrição da Empresa

A Empresa foi criada em 2009 e atua na área de varejo de moda íntima. Seu portfólio abrange linhas de lingerie de marca própria além de marcas internacionais. Seus produtos trouxeram para o mercado brasileiro o conceito inovador do sutiã com diferentes tamanhos de bojo e costas, que permitem um melhor ajuste ao corpo.

A sede administrativa está localizada na cidade de São Paulo, onde o estágio da autora foi realizado. É nesse local onde se concentram os departamentos constituintes da área de *Supply Chain*. A Empresa atualmente conta com 21 lojas próprias, as quais estão distribuídas pelo Brasil, como mostra a Figura 1, além de operação por e-commerce.

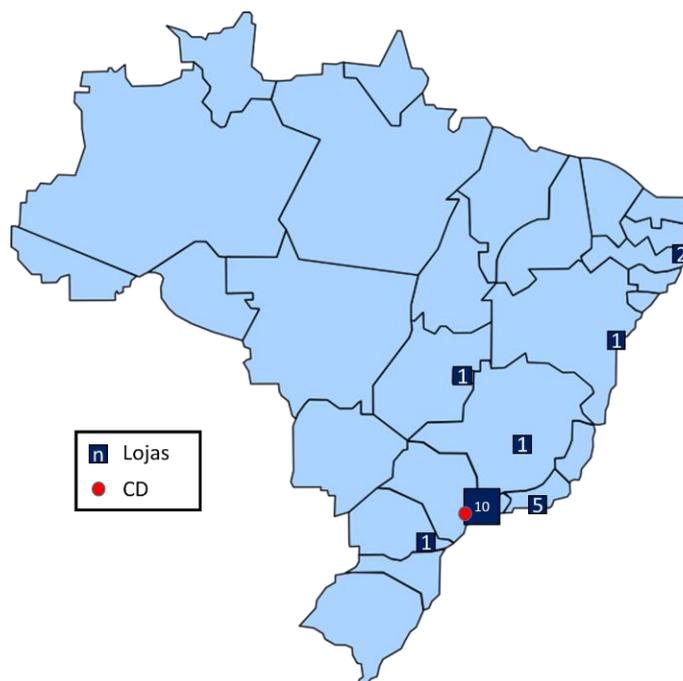


Figura 1 - Distribuição das Lojas no Brasil

1.2 Os Produtos

Como descrito anteriormente, o portfólio conta com diversos modelos de sutiãs e calcinhas, que variam em tamanhos, tecidos e cores e que, por sua vez, geram diferentes combinações. Sendo assim, a empresa lida com aproximadamente 15.000 *Stock Keeping Units* (SKUs) em seu Centro de Distribuição (CD), dentre os quais 11.000 estão atualmente ativos. Os itens ativos correspondem aos produtos que podem ser enviados às lojas e vendidos. Os inativos, por sua vez, são os antigos que não são mais enviados às lojas para venda.

Um SKU é identificado pela referência do produto, sua cor e seu tamanho, que constituem o código de barras. Cada conjunto de produtos produzidos por um mesmo fornecedor que seguem um mesmo “perfil”, feitos do mesmo tecido, constitui uma Linha.

Os produtos são divididos em três categorias: Perenes, Coleção e Marcas. O primeiro corresponde às Linhas de peças perenes, que independente da estação fazem parte do portfólio da empresa e estão disponíveis em todas as lojas. A segunda consiste nas Linhas desenvolvidas especialmente para venda somente no período de cada *Season* (duração de seis meses), que por sua vez é lançada a cada semestre (coleção outono/inverno e primavera/verão). Mesmo depois do semestre de venda ainda podem permanecer em loja, portanto, são ativos. No entanto, as lojas e o CD deixam de receber reposições destes itens. Por fim, a categoria Marcas corresponde às marcas internacionais.

As Famílias Perenes e Coleção são Linhas de marca própria e são desenvolvidas pela própria empresa. O processo de desenvolvimento abrange o desenho das peças e escolha dos materiais e das cores, no entanto, não envolve a fabricação. Após uma nova Linha ser desenvolvida, estas são enviadas a fornecedores que fabricam as peças. Os fornecedores das Famílias Perenes e Coleção são nacionais ou internacionais, dependendo da Linha. A família Marcas, como citado anteriormente, corresponde às marcas internacionais. A Empresa não tem participação nenhuma no processo de desenvolvimento dos produtos desta família. Nesse caso, as Linhas somente são selecionadas pela área de Compras e então importadas.

Tabela 1 - Origem dos Fornecedores por Família

Família	Fornecedor
Perenes	Nacional / Internacional
Coleção	Nacional / Internacional
Marcas	Internacional

Tanto a gestão da família Coleção quanto da família Marcas envolvem compras de novas Linhas a cada semestre, seja por desenvolvimento de novos produtos, no caso da família Coleção, ou por compra de novos produtos desenvolvidos pelas marcas internacionais. No entanto, não há reposição de nenhum item existente anteriormente.

No caso dos Perenes, dado que são produtos com demandas regulares, a gestão do estoque no CD envolve apenas o reabastecimento de estoques já existentes. O método de gestão de estoque dos Perenes é, portanto, diferente dos métodos adotados para as famílias Coleção e Marcas.

1.3 A Supply Chain

A área de *Supply Chain* é de grande importância para a empresa, dado que são as suas atividades que asseguram a disponibilidade de produtos nas lojas suficientes para atender à demanda do cliente e ainda minimizar custos de estoques.

A área é composta por quatro departamentos: Planejamento, Compras, Alocação e Logística. O departamento de Planejamento é responsável por determinar o momento e a quantidade de peças a serem pedidas ao fabricante de acordo com os estoques das lojas, o estoque central, e as vendas das três famílias de produto.

Assim que a quantidade de peças é definida, o departamento de Compras emite um pedido ao fornecedor. Esse departamento responde pelo contato da empresa com os fornecedores dos diversos produtos. São eles os responsáveis por fazer os pedidos, verificar a possibilidade de atendimento do fornecedor e realizar o acompanhamento dos pedidos (quando o pedido chegará ao CD, se haverá atraso ou não etc.).

Semanalmente, o departamento de Alocação gerencia o abastecimento das lojas a partir do estoque disponível no CD. O departamento calcula a necessidade de peças das lojas, também com base no estoque e nas vendas e emite ordens ao CD para abastecimento das lojas. Essa

operação ocorre semanalmente para os Perenes e semanalmente, até o estoque acabar, no caso das famílias Coleção e Marcas, lembrando que a área de armazenagem das lojas é limitada e que, portanto, não se pode sobrecarregá-las de produtos sendo imprescindível enviar somente o necessário ou até onde a capacidade permite.

Por fim, o departamento de Logística é responsável pelo recebimento de produtos, o *picking* das peças pedidas pelo departamento de Alocação e finalmente o envio às lojas.

O mapeamento das atividades do processo de reposição dos estoques é representado na Figura 2.

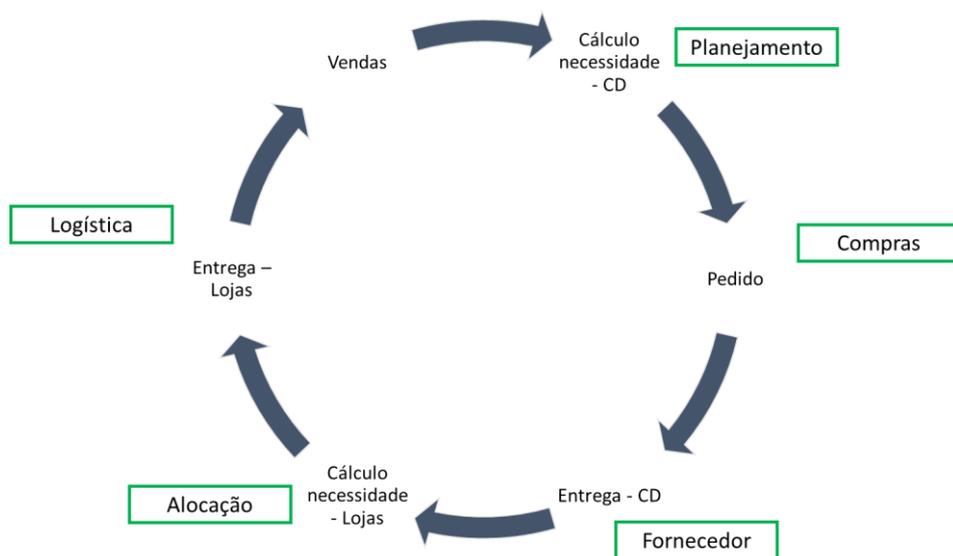


Figura 2 - Ciclo do Pedido

Os fluxos físico e de informação descritos são apresentados na Figura 3. Os departamentos e suas principais funções são descritos na Tabela 2.

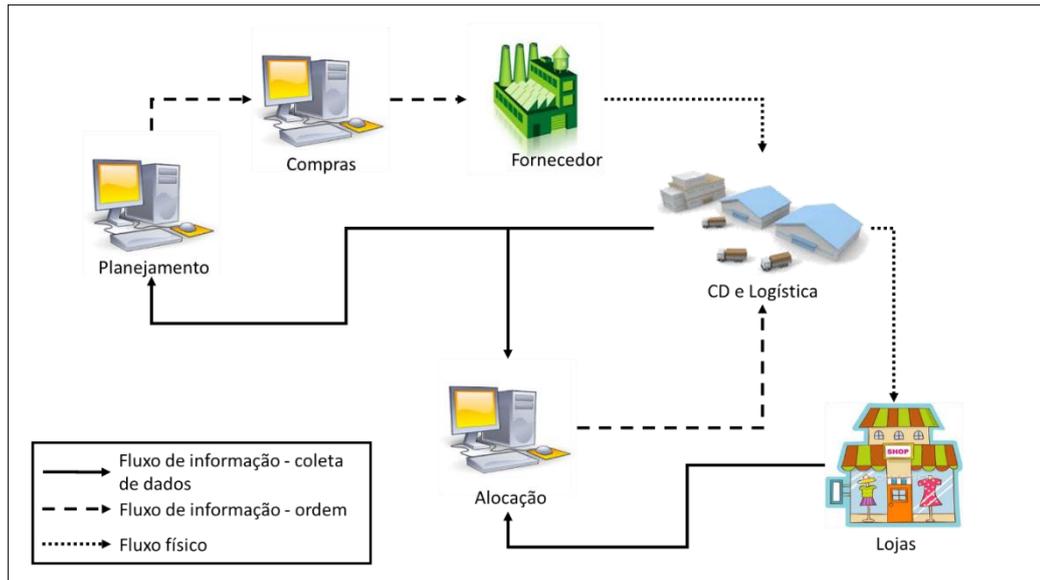


Figura 3 - Representação dos fluxos

Tabela 2 - Departamentos e Funções

Departamento	Atividades
Planejamento	Plano da Necessidade de Compras Acompanhamento de vendas e estoques
Compras	Emissão de pedidos ao fornecedor Acompanhamento das entregas
Alocação	Plano de reposição das lojas
Logística	Recebimento e Expedição de mercadorias no CD

O transporte dos produtos dos fornecedores ao CD varia de acordo com a origem do produto. Caso o produto seja importado, a carga é transportada por meio marítimo até o Brasil, ou ainda, na ocorrência de demandas inesperadas, este pode ser transportado por via aérea. O segundo caso raramente ocorre por incorrer em custos muito elevados, sendo uma opção somente quando há algum atraso na entrega e é extremamente necessário que o produto esteja em loja para algum lançamento específico (dia dos namorados, por exemplo). Do porto ao CD, é utilizado transporte rodoviário, também utilizado no caso de itens produzidos por fornecedores nacionais.

O fluxo de produtos do CD às lojas é realizado também por meio rodoviário, sendo o serviço terceirizado para transportadoras. Esse fluxo é realizado semanalmente para todas as lojas por duas transportadoras diferentes, uma responsável pelo abastecimento das lojas do Sudeste e outra para as demais regiões.

1.4 Formulação do Problema

O controle de estoque da Empresa envolve muitos SKUs que atendem à demanda de 21 lojas distribuídas pelo país. A gestão de tantos itens torna-se complexa, exigindo um sistema de planejamento e controle robusto.

O sistema atual é baseado em previsão de demanda, porém considera como parâmetro apenas uma média histórica. Assume-se nesse sistema que a demanda é estacionária ao longo do tempo, variando somente em datas especiais, quando a demanda é corrigida por um fator multiplicativo. Além disso, não há formalização na atualização do parâmetro, sendo revisado somente quando se nota um valor de demanda média muito acima ou abaixo do realizado. Pode-se dizer que o método utilizado é bastante simples, havendo um entendimento na empresa de que poderia ser mais assertivo.

Uma dificuldade é a necessidade de previsão de demanda de um longo período de tempo à frente para cobrir os *lead times* dos fornecedores, bastante longos principalmente no caso de produtos importados. Isso somado ao receio da Empresa de falta de estoque, o que já ocorreu no passado por gestões inadequadas, geram-se pedidos grandes e a manutenção de estoques elevados, que por serem emitidos muito tempo antes do seu consumo não permitem correções dos tamanhos dos lotes, e sugere a necessidade de revisão da frequência de compras.

1.5 Objetivo

Acredita-se que seja possível melhorar o sistema de previsão de demanda e controle de estoques atualmente utilizado, e a hipótese é que um novo método de previsão e outros parâmetros de gestão do estoque sejam capazes de proporcionar tais melhorias.

O objetivo do trabalho é, portanto, avaliar e propor melhorias para o processo de previsão de demanda e controle dos estoques de produtos no Centro de Distribuição e da Empresa. Para tanto foram planejados os seguintes passos: revisão dos modelos de previsão de demanda e de

reposição de estoques, verificação de métodos alternativos de previsão e revisão dos parâmetros no sistema. Ações que objetivam aumentar a eficácia dos planos de reposição do Centro de Distribuição.

1.6 Relevância

Em uma organização comercial como da empresa em questão, que compra produtos acabados de fabricantes, não há transformação de produto e logo não há gastos de processo produtivo. Assim, outros custos tornam-se mais representativos, como é o caso dos custos associados à gestão do estoque (custo de pedido, transporte, armazenagem, falta, obsolescência etc.). Dessa forma, o aprimoramento das técnicas de controle de estoques e o uso de ferramentas matemáticas podem gerar grandes reduções de custo e melhoria no nível de serviço e é uma necessidade contínua em qualquer empresa.

Com relação ao interesse acadêmico, o caso trata de um problema típico de gestão de estoque em dois estágios (CD e lojas) na cadeia varejista, que representa uma oportunidade de aplicação prática de conceitos aprendidos na graduação.

Em adição, do ponto de vista prático, o trabalho tem relevância para a empresa, uma vez que o estudo do sistema atual e as propostas de melhorias podem simplificar e aprimorar a tomada de decisões pela empresa e ainda proporcionarão resultados mais consistentes do que os obtidos atualmente. Espera-se que a partir do trabalho, seja também economizado tempo dos colaboradores das áreas envolvidas na gestão de estoques.

1.7 Estrutura do Trabalho

No capítulo 1 foi apresentada a introdução deste trabalho, com uma breve descrição da empresa estudada. Além disso, foram identificados o problema e o objetivo do trabalho, tal como sua relevância.

O capítulo 2 consiste na fundamentação teórica para a compreensão e resolução do problema. São abordados conceitos referentes a cadeias de suprimento, o varejo, modelos de previsão de demanda e de controle de estoque.

O capítulo 3 apresenta a metodologia empregada no desenvolvimento do trabalho.

No capítulo 4 é realizado um diagnóstico da situação atual dos estoques da empresa, com descrição detalhada dos processos de gestão de estoque praticados no CD e nas lojas.

O capítulo 5 expõe as propostas de melhoria por meio de aplicação da metodologia proposta seguidas da discussão dos resultados.

Por fim, o último capítulo traz as conclusões do trabalho, com seus possíveis desdobramentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cadeias de Suprimento

Segundo Simchi-Levi *et al.* (2010), a cadeia de suprimentos gira em torno da integração eficiente de processos entre diferentes componentes do sistema: fornecedores, fabricantes, depósitos e lojistas. Dentro da empresa, engloba as atividades de diversos níveis, desde o estratégico até o operacional.

Ainda segundo Simchi-Levi *et al.* (2010), o maior desafio da gestão da cadeia de suprimentos é o desenho de sua configuração de modo a minimizar os custos totais do sistema e manter os níveis de serviço. Dentre os problemas existentes que dificultam a otimização global da cadeia pode-se citar a sua complexidade, dado que envolve unidades de ampla distribuição geográfica e que muitas vezes têm objetivos diferentes e conflitantes, como por exemplo o objetivo dos fabricantes de produzir grandes quantidades versus o objetivo dos depósitos e dos centros de distribuições de reduzir os estoques; o dinamismo do sistema, que evolui com o tempo, além do ambiente cercado de incertezas, o que gera riscos bastante expressivos para as organizações.

Com relação ao último problema citado, a situação de incertezas e riscos, Simchi-Levi *et al.* (2010) acreditam que alguns dos fatores que contribuem para essa situação são o desafio de equiparar a oferta e a demanda, explicado pela necessidade de se comprometer com níveis de produção ou de compra meses antes da realização da demanda, a flutuação dos níveis de estoques e pedidos, a impossibilidade de se prever a demanda exata de determinado item até mesmo com técnicas mais avançadas de previsão de demanda, e a existência de diferentes fontes de incerteza além da demanda, como *lead times* de entrega, tempos de transporte, disponibilidade de componentes, entre outros.

No caso da Empresa em estudo, os principais fatores atualmente mais impactantes no controle de estoque, são os altos *lead times* dos fornecedores, os longos períodos sem colocação de pedido e a previsão de demanda. O primeiro e o segundo fatores exigem a compra de estoques que cubram ao menos o tempo do *lead time*, gerando altos estoques baseados em previsões de demandas que muitas vezes mudam nesse período.

2.2 Varejo

Dentre as funções ligadas ao produto com as quais um varejista tem de lidar as principais são: compra, formação de preços, promoção de vendas e propaganda, oferta de serviços e gestão do estoque. Segundo Schmid (2004), a função de compras compreende a seleção e aquisição de mercadorias e suprimentos de estoques. A autora ainda considera necessário ter uma atenção especial com essa função para que a empresa não invista em mercadorias sem demanda e que imobilize seu capital de giro por muito tempo.

Schmid (2004) ainda afirma que no segmento do varejo de moda, independentemente de se tratar de uma empresa que produz suas próprias peças ou de uma empresa que adquire de terceiros os produtos a serem comercializados, haverá sempre o envolvimento direto com a função de compra, cabendo a ela avaliar a demanda dos clientes, determinar os tipos e a quantidade necessária das mercadorias a serem adquiridas, além de selecionar os fornecedores, receber e inspecionar as mercadorias compradas e manter o controle das mercadorias, para, a partir disso, fazer novos pedidos. Pode-se perceber que diferente do que ocorre na empresa de estudo, a autora considera a atuação dos departamentos de planejamento e compras como única.

Souza (2009) considera a gestão de estoque um dos pontos mais críticos em uma operação do varejo e adverte sobre a cultura que prevalece em algumas empresas de que o segredo do varejo está somente na compra e não na qualidade da gestão dos estoques, na operação comercial e no relacionamento com os consumidores.

Veiga *et al.* (2011) consideram que para obter resultados satisfatórios nos processos de tomada de decisão, o varejista deve considerar três níveis de análise: no nível tático, a escolha de quais produtos oferecer para seus clientes e com quais fornecedores trabalhar; no nível operacional, dada a variedade de produtos e os fornecedores, a escolha de quanto pedir de cada produto considerando a reação dos consumidores para o sortimento, o inventário disponível e a limitação no espaço de prateleira; e no nível estratégico, o planejamento do sortimento representa um dos principais elementos, pois permite à organização eliminar os artigos pouco lucrativos e focar em produtos que realmente trazem os retornos esperados.

Segundo Veiga *et al.* (2011), o planejamento do sortimento é um ponto estratégico essencial no setor varejista uma vez que varejistas, fabricantes e fornecedores devem oferecer aos clientes um equilíbrio entre variedade, profundidade e nível de serviço, devendo portanto levar em consideração aspectos que vão além das percepções e respostas dos consumidores ao

sortimento, tais como as limitações do espaço físico no varejo, os investimentos em estoques, flutuações na demanda, fatores ambientais, entre outros.

O sortimento dos produtos deve ser planejado de modo a oferecer um equilíbrio entre variedade (categorias de produtos ou largura), profundidade (número de SKUs – *Stock Keeping Units* – dentro da categoria) e nível de serviço (quantidade dos itens individuais) (VEIGA *et al.*, 2011). Dessa forma, seu planejamento está ligado a uma série de *trade-offs*, sendo a decisão entre profundidade e largura uma decisão estratégica, dado que poderá influenciar na imagem da marca perante os consumidores.

Pode-se dizer que com as crescentes limitações do varejo e com a importância do planejamento do sortimento, uma resposta eficiente às necessidades do consumidor depende de estratégias conjuntas entre os integrantes da cadeia. Devido a essa interdependência, as decisões tomadas sobre o sortimento podem influenciar em diversos, senão todos, os integrantes da cadeia de suprimentos (VEIGA *et al.*, 2011).

2.3 Modelos de Estoques

2.3.1 Clássicos

Lote Econômico

O modelo do Lote Econômico data de 1925 e constitui a base para todos os modelos de controle de estoques desenvolvidos para decidir quanto pedir de um item particular. Para Nahmias (2009) o LEC trata do *trade-off* que envolve o custo fixo de pedido e o custo variável de armazenagem, e é a base para a análise de sistemas mais complexos.

O Modelo do Lote Econômico é baseado nas seguintes hipóteses:

- Demanda constante;
- Item único;
- Custos lineares;
- Capacidade de suprimento ilimitada;
- Tempo de espera (*lead time*) zero.

Seu cálculo fundamenta-se na minimização do custo total de operação, composto pelo custo de aquisição, custo de pedido e custo de armazenagem.

A Quantidade do Lote Econômico, também conhecido como EOQ (*Economic Order Quantity*), é dada pela fórmula:

$$QLE = \sqrt{\frac{2C_p D}{C_a}}$$

Onde:

C_p : Custo de pedido

C_a : Custo de armazenagem

D: Demanda total anual

O nível de estoque ao longo do tempo segundo o modelo do Lote Econômico pode ser observado na Figura 4.

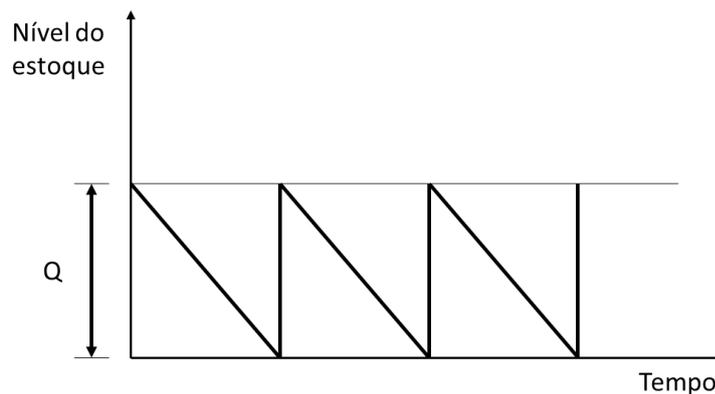


Figura 4 - Nível de estoque no modelo do Lote Econômico

O modelo do Lote Econômico, como comentado, adota como premissas que a demanda é constante e que não ocorrem atrasos do fornecedor, que não são realidades comuns nas empresas, limitando a aplicação do modelo na prática. Além disso, não considera restrições quanto ao tamanho do lote por parte dos transportadores e dos fornecedores, que podem não ser capazes de suprir todo o pedido.

De modo a contornar a simplificação do modelo do Lote Econômico foram criados outros modelos, que permitem ajuste do nível de estoque diante de demanda variável e tempos de espera não nulos, condições mais próximas da realidade. As alternativas de controle serão

detalhadas nas seções seguintes e correspondem aos modelos de lote fixo (período variável) ou período fixo (lote variável).

Revisão Contínua <R,Q>

O modelo de Revisão Contínua, também conhecido como modelo de Reposição por Ponto de Pedido, é um modelo reativo tradicional e caracteriza-se pela revisão das quantidades em estoque após cada retirada para decidir se há necessidade ou não de reposição do estoque. Neste modelo são adotadas as seguintes premissas:

- Revisão contínua, o que significa que a demanda é registrada assim que ocorre e o nível de estoque é sempre conhecido;
- Demanda aleatória e estacionária D;
- Tempo de espera (*lead time*) constante.

O modelo assume dois parâmetros de decisão, Q e R, onde Q é o tamanho do lote de reposição e R é o ponto de pedido (*Reorder point*). A política é aplicada da seguinte forma: quando o nível de estoque atinge o valor menor ou igual a R, uma ordem de Q unidades é disparada.

O tamanho de lote Q pode ser determinado pelo modelo do QLE. O ponto de pedido R pode ser calculado pela expressão:

$$R = \text{Demanda média no tempo de espera} + \text{Estoque de segurança}$$

$$R = dL + z\sigma_d\sqrt{L}$$

Onde:

d: demanda média diária

σ_d : desvio padrão da demanda diária

L: tempo de espera em dias

z: coeficiente associado à distribuição normal de probabilidade

O estoque de segurança (ES) é utilizado para contornar as variações de demanda durante o *lead time*, assegurando um nível de serviço desejado.

A dinâmica do modelo de Revisão Contínua pode ser observada na Figura 5. Nela é possível observar o comportamento do modelo diante da variação da demanda. A queda da demanda causa diminuição da frequência de reposições e o lote ordenado é recebido antes que o nível de estoque seja zerado, enquanto o seu aumento provoca um aumento na frequência de pedidos e a chegada do lote ocorre depois que a demanda possa ser atendida.

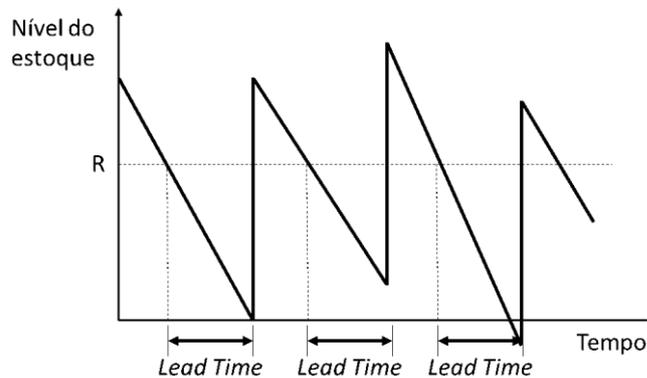


Figura 5 - Nível de estoque no modelo de Revisão Contínua

Revisão Periódica $\langle T, S \rangle$

O modelo de revisão periódica, também conhecido como reposição do máximo, consiste na revisão do estoque a intervalos regulares. No instante da revisão verifica-se o nível do estoque e um lote com quantidade suficiente para repor o estoque ao nível máximo é ordenado. Nesse caso, dado que os intervalos entre revisões são fixos, o tamanho dos lotes é variável. O modelo assume os seguintes parâmetros: período de revisão T e estoque máximo S .

A Figura 6 representa a dinâmica do modelo de Revisão Periódica. Verifica-se, a cada período (T), o estoque do sistema (X). O lote de compra (Q) será a diferença entre o estoque máximo (S) e o estoque atual, ou seja, a quantidade suficiente para repor o estoque máximo. Os tamanhos dos lotes, diferente do modelo de Reposição Contínua, variam a cada período.

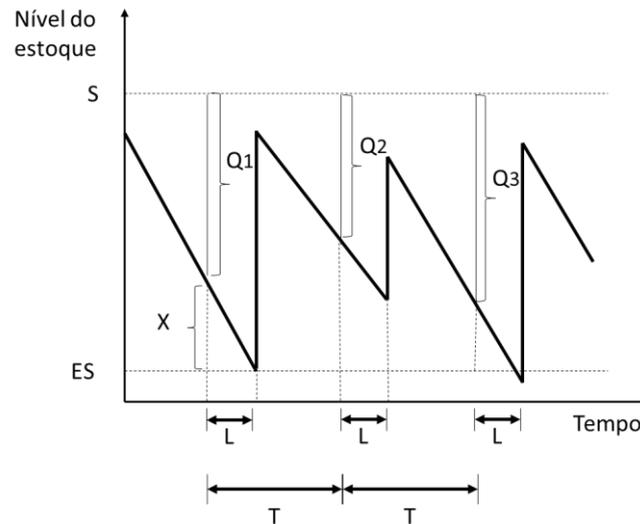


Figura 6 - Nível de estoque no modelo de Reposição Periódica

Supondo que o lote Q1 seja calculado pela fórmula do lote econômico, o período de revisão T pode ser calculado pela expressão:

$$T = \frac{QLE}{\text{taxa de demanda}}$$

A fim de manter itens de um mesmo fornecedor com o mesmo período de revisão e assim facilitar processos de compra, transporte e pagamento, Lustosa *et al.* (2008) recomendam utilizar a regra 2^k , na qual os valores de T de cada item são arredondados na forma 2^k períodos (e.g. semana), onde k assume valores inteiros.

O estoque máximo S pode ser calculado pela fórmula:

$$S = \text{Demanda média no tempo de espera somado ao período de revisão} + ES$$

$$S = d \cdot (L + T) + ES$$

$$ES = z\sigma_d\sqrt{L + T}$$

Onde:

d: demanda média diária

L: *Lead Time* em dias

T: período de revisão em dias

ES: Estoque de Segurança

σ_d : desvio padrão da demanda diária

z : coeficiente associado à distribuição normal de probabilidade

A vantagem na utilização desse modelo é a possibilidade de agrupamento e coordenação de pedidos de um mesmo fornecedor. Com relação ao comportamento do modelo diante de alterações no padrão da demanda, um aumento repentino da demanda provoca aumento na incidência de faltas, tornando essa política mais propensa à quebra de estoque e exigindo estoques de segurança maiores que nos outros modelos. A queda na demanda, por sua vez, implica uma redução do tamanho dos lotes.

Revisão Periódica $\langle T, s, S \rangle$

Segundo Nahmias (2009), a dificuldade de se aplicar um modelo de revisão contínua num sistema de revisão periódica, ou seja, num sistema no qual os níveis de estoque somente são conhecidos em determinados momentos do tempo, está na impossibilidade de se colocar um pedido no momento em que o estoque atinge o ponto de pedido R . Sendo assim o autor indica a revisão periódica $\langle T, s, S \rangle$.

A política $\langle T, s, S \rangle$ corresponde a uma variação do modelo de reposição do máximo $\langle T, S \rangle$ na qual se utiliza também um nível mínimo para colocação do pedido. Definem-se então dois parâmetros s e S onde s corresponde ao estoque mínimo (ou ponto de pedido) e S ao estoque máximo. No instante da revisão, verifica-se o nível do estoque (X) e caso seja menor ou igual a s , uma ordem de pedido com quantidade suficiente para repor o estoque ao nível máximo é disparada. Caso contrário, nenhum pedido é colocado.

Se $X \leq s$, colocar pedido com lote de $S - X$ unidades;

Se $X > s$, não colocar pedido.

No entanto, dada a dificuldade em se determinar, poucos sistemas utilizam valores ótimos de s e S . Nahmias (2009) sugere como aproximação os cálculos segundo a política $\langle R, Q \rangle$ onde:

$$s = R$$

$$S = R + Q$$

Reposição Periódica Baseado em Previsão de Demanda

Os modelos anteriormente apresentados são os chamados “reativos”, dado que “reagem” à demanda conforme o estado do sistema no momento da decisão. Os modelos baseados em previsão de demanda, também chamados de modelos “ativos”, são recomendáveis para produtos com demanda sazonal ou com tendências, já que a previsão permite antecipar as variações da demanda. Dessa forma, as previsões de vendas devem ter um bom nível de precisão.

O modelo de revisão periódica pode ter os tamanhos dos lotes de reposição determinados pelas previsões de demanda. Ao invés de se calcular um estoque máximo, calcula-se a necessidade líquida para o próximo período. Ou ainda pode-se considerar um S_t , ou seja, o estoque máximo para atender a demanda no período $T+L$ que varia com t . Ela pode ser calculada em função do nível de estoque (E_{atual}), da demanda prevista até a próxima reposição ($T + L$), acrescida do estoque de segurança (ES).

$$Q = F (T + L) + ES - E_{atual}$$

Onde:

Q: Tamanho do lote

F(t): Previsão de Demanda no período t

T: período de revisão

L: *Lead Time*

E_{atual} : Posição atual de estoque

Segundo Silver *et al.* (1998), o ES pode ser calculado através da equação:

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

Onde:

k: fator de segurança, associados aos erros de previsão

σ_{T+L} : desvio padrão dos erros de previsão no período (T+L)

Embora quase sempre mais eficientes que os modelos reativos, o modelo em questão é pouco utilizado, dado que exige um sistema de previsão de demanda confiável.

2.3.2 *Time-Phased*

Os modelos de estoque *time-phased* distribuem as disponibilidades de materiais ao longo de uma escala apropriada de tempo. Diferente dos modelos clássicos apresentados anteriormente, nos modelos *time-phased* há integração entre os requerimentos de reposição e o planejamento para frente de atendimento da demanda, como embarques planejados, não considerados nos modelos clássicos. Nesse tipo de modelo os estoques ficam projetados ao longo do tempo.

Primeiro será apresentado o MRP, um exemplo do controle de estoque *time-phased* de itens de demanda dependentes. Em seguida, é apresentado o MPS, plano agregado de itens de demandas independentes e trata-se de um input do MRP. Por fim, apresenta-se DRP que, por sua vez, é um input para o MPS, agregando demanda independentes em diferentes locais.

MRP

O MRP corresponde a uma ferramenta de planejamento dos materiais necessários ao sistema de produção, ou seja, demandas dependentes, não tratando da gestão de estoques de produtos acabados. Tem como entradas a lista de materiais (*Bill of Materials*), posições do estoque e prazos de montagem de componentes, estes últimos determinados pelo MPS. Como resultado, o MRP alimenta o sistema fabril e o sistema de suprimentos, gerando ordens de produção e ordens de compra. A Tabela 3 ilustra um exemplo de cálculo no MRP seguindo uma política de revisão contínua de estoques e a Tabela 4 um exemplo seguindo uma política de revisão periódica.

Tabela 3 - Cálculo MRP - Revisão Contínua

Períodos (semanas)	1	2	3	4	5	6
Necessidades Brutas (NB)	35	10	15	30	15	20
Recebimentos Programados (RP)	30					
Disponibilidade no Estoque (ET)	15	5	20	20	5	15
Necessidades Líquidas (NL)			10	10	0	15
Programação de ordens de produção (OP)			30	30		30
Liberação das ordens de produção	30	30	0	30	0	0

Estoque inicial	20
<i>Lead Time</i> (em semanas)	2
Lote de produção	30

Fonte: Adaptado de Arnold (1998)

Tabela 4 - Cálculo MRP - Revisão Periódica

Períodos (semanas)	1	2	3	4	5	6
Necessidades Brutas (NB)	35	10	15	30	15	20
Recebimentos Programados (RP)	30					
Disponibilidade no Estoque (ET)	15	35	20	20	5	15
Necessidades Líquidas (NL)			0	10	0	15
Programação de ordens de produção (OP)		30		30		30
Liberação das ordens de produção	0	30	0	30	0	0

Estoque inicial	20
<i>Lead Time</i> (em semanas)	2
Lote de produção	30
Período de revisão (em semanas)	2

Fonte: Adaptado de Arnold (1998)

Arnold (1998) ressalta a importância do MRP para determinar as necessidades do sistema (o que, quanto e quando comprar ou produzir), além de manter as prioridades sempre atualizadas, dado que milhares de mudanças como quebra de máquinas, atrasos de entrega,

entre outros, podem ocorrer a qualquer momento. Nesse sentido, o MRP deve ser capaz de adicionar, deletar, adiantar, atrasar e mudar os pedidos conforme a necessidade.

Programa Mestre da Produção - MPS

O MPS (*Master Production Schedule*), também conhecido como Programa Mestre da Produção, tem como objetivo, a partir dos estoques disponíveis de produtos finais, dos pedidos firmes já em carteira, das vendas acordadas na reunião de desagregação e, ainda, do *lead time* para produção e da política de determinação de lotes de produção, determinar quando e quanto deverá ser feito de cada produto final (LUSTOSA *et al.*, 2008).

Sabendo o que é necessário para produzir cada produto final e quanto tempo é necessário para se obter cada um desses recursos, é possível calcular quanto e quando se deve fabricar ou comprar de cada material. Essa etapa é realizada pelo MRP.

Um exemplo de MPS é apresentado na Tabela 5, adaptado de Lustosa *et al.* (2008).

Tabela 5 - Cálculo MPS

Períodos (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8
Previsão de demanda	50	80	100	100	120	80	80	80
Pedidos firmes	65	60	25	5	2			
Estoque projetado	5	125	25	125	5	125	45	165
Recebimento Planejado		200		200		200		200
Ordem Planejada	200		200		200		200	
Disponibilidade para venda	5	115		193		200		200
Disponibilidade para venda acumulado	5	120	120	313	313	513	513	713

Estoque inicial 70

Lead Time (em semanas) 1

Lote de produção 200

Fonte: Adaptado de Lustosa *et al.* (2008)

Para elaborar o MPS de um conjunto de produtos são necessários os seguintes parâmetros: Estoque inicial, previsões de demanda, recebimentos programados e pedidos firmes, além dos

parâmetros de lote e prazos de entrega. No caso do varejo, o MPS poderia ser adaptado como “Programa Mestre de Compras, Suprimento ou Reposição”, no qual em vez de uma restrição de capacidade poderia ser aplicado uma restrição de orçamento.

- Estoque inicial do período anterior: quantidade real disponível em estoque.
- Previsão de demanda por período de planejamento.
- Pedidos firmes de clientes: quantidades confirmadas ou comprometidas, usualmente disponíveis somente nos períodos iniciais do MPS, dado que clientes normalmente não fazem seus pedidos com muita antecedência.

Os produtos resultantes do programa mestre são: estoque projetado, recebimentos planejados e disponibilidade para venda.

- Estoque projetado por período de planejamento: calculado a partir do estoque inicial, das previsões de demanda e dos pedidos firmes de clientes.
- Recebimentos planejados: recebimentos determinados com base nos estoques projetados.
- Disponibilidade para venda: corresponde ao estoque que a equipe de vendas pode prometer aos clientes.

O MPS norteia as atividades de Produção (ou ainda Compras) e Vendas através das indicações de liberações de ordens, das entregas programadas e do que está disponível para venda. Nesse sentido, essa ferramenta coordena a produção e as vendas, garantindo uma coerência entre as ações das duas áreas.

Planejamento das Necessidades de Distribuição - DRP

O DRP (*Distribution Requirements Planning*), traduzido para o português como Planejamento das Necessidades de Distribuição, é uma ferramenta para administração dos sistemas de distribuição. Segundo Nahmias (2009), a principal vantagem do DRP com relação ao modelo de Revisão Contínua é a capacidade de lidar com demandas variáveis, enquanto a Revisão Contínua assume a premissa de demanda constante. Por outro lado, o DRP não incorpora a incerteza da demanda.

Para Lustosa *et al* (2008), um dos grandes benefícios do DRP é a sua capacidade de integração com o MPS, dado que promove a redução da incerteza das previsões das demandas

distribuição. Para este fim são utilizados testes de aderência, como por exemplo o teste de Anderson-Darling.

O teste de Anderson-Darling foi desenvolvido em 1952 por Theodore Anderson e Donald Darling. É utilizado para verificar se a um conjunto de dados pode ser atribuída determinada distribuição de probabilidade. O teste consiste no cálculo de estatística Anderson-Darling pela fórmula:

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

Onde:

n: tamanho da amostra

F(X): função de distribuição acumulada

i: i-ésimo item da amostra, ordenados em ordem crescente

Para amostras pequenas o valor de AD é ajustado pela seguinte fórmula:

$$AD^* = AD \left(1 + \frac{0.75}{n} + \frac{2.25}{n^2} \right)$$

O valor crítico de AD para verificar se a hipótese de que os dados pertencem à distribuição é aceita ou rejeitada depende da distribuição testada. Um valor de probabilidade p pode ser calculado com uma fórmula específica para a distribuição. No do Anderson-Darling para distribuições normais, o valor de p pode ser calculada segundo as seguintes fórmulas:

$$\text{Se } AD^* \geq 0.6, p = \exp(1.2937 - 5.709(AD^*) + 0.0186(AD^*)^2)$$

$$\text{Se } 0.34 < AD^* < 0.6, p = \exp(0.9177 - 4.279(AD^*) + 1.38(AD^*)^2)$$

$$\text{Se } 0.2 < AD^* < 0.34, p = \exp(8.318 - 42.796(AD^*) + 59.938(AD^*)^2)$$

$$\text{Se } AD^* < 0.2, p = 1 - \exp(-13.436 - 101.14(AD^*) + 223.73(AD^*)^2)$$

Se o p obtido for um valor baixo, por exemplo inferior a 0,05, a hipótese é rejeitada, e caso seja um valor mais elevado a hipótese de aderência à distribuição é aceita. Pode-se também comparar diretamente o valor de AD* com valores críticos para alguns níveis de significância. A Tabela 7 fornece esses valores.

Tabela 7 - Valores Críticos de AD*

Nível de Significância	15%	10%	5%	2,5%	1%
AD*	0,56	0,632	0,751	0,87	1,029

2.5 Indicadores de Desempenho na Gestão de Estoques

Os indicadores de desempenho têm a função de quantificar os resultados obtidos e o comportamento de uma atividade ou função. Os objetivos e metas de uma organização implicam a especificação dos indicadores e a descrição do que medir, como medir e onde medir. Lustosa *et al.* (2008) afirmam que os indicadores de desempenho mais utilizadas em gestão de estoques estão ligadas ao fluxo de materiais no estoque. As principais medidas de desempenho são: estoque médio, cobertura média de estoque, giro de estoque e nível de serviço.

Estoque Médio

O estoque médio mede a quantidade média mantida em estoque ao longo de um dado período (n) e pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\text{Estoque Médio} = \frac{\text{Estoque}_{\text{inicial}} + \text{Estoque}_n}{n}$$

Um elevado estoque médio significa maior quantidade do produto em estoque e conseqüentemente maior custo de estocagem. Seu valor é importante para se tomar conhecimento do nível de estoque de cada SKU, no entanto, segundo Lustosa *et al.* (2008), como medida de desempenho da gestão de estoques não é satisfatória por não considerar os diferentes níveis de demanda dos itens.

Cobertura de Estoque

O indicador cobertura de estoque mede o tempo médio de duração do estoque. É obtido da seguinte forma:

$$\text{Cobertura de Estoque} = \frac{\text{Estoque médio do período}}{\text{Demanda média do período}}$$

O índice de cobertura muito baixo pode indicar uma possível falta de mercadoria para atender a demanda. Por outro lado, um índice de cobertura muito alto tampouco é recomendado, uma vez que implica que os produtos têm estoque médio muito alto, com possível obsolescência e gerando custos elevados.

Giro de Estoque

Indicador que mede o fluxo de itens que passam pelo estoque. Pode ser calculado como mostrado a seguir:

$$\text{Giro de Estoque} = \frac{\text{Demanda do período}}{\text{Estoque médio do período}}$$

Tanto o giro do estoque como a cobertura de estoque são duas visões da mesma grandeza, sendo uma o inverso da outra.

Nível de Serviço

Também chamado de nível de atendimento, o nível de serviço mede o atendimento da demanda no momento solicitado. Os indicadores de nível de serviço estão associados aos resultados da gestão de estoque no que se refere à disponibilidade de produtos. Segundo Tersine (1994), muitas empresas optam por utilizar tal indicador devido às dificuldades encontradas em se determinar custos de falta dos itens em estoque.

2.6 Previsão de Demanda

Nesta seção, discutem-se alguns modelos de previsão de demanda que podem ser incorporados no controle de estoque com intuito de reduzir os custos e torná-lo mais assertivo.

2.6.1 Média Móvel

O modelo de previsão de demanda da Média Móvel considera a média aritmética de “n” períodos anteriores, de modo a suavizar a previsão. Conforme um novo valor é incorporado à

série, o valor mais antigo é descartado. A previsão de demanda segundo o modelo da Média Móvel no instante “t” para “k” períodos adiante pode ser determinada pela equação:

$$F_t(t + k) = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

$$k = 1, 2, \dots$$

Onde:

D_j : demanda real no período j

n: quantidade de períodos considerada

O método é mais indicado para demandas que não possuem tendência ou sazonalidade.

2.6.2 Suavização Exponencial

Na Média Móvel, todas as parcelas do cálculo da previsão têm o mesmo peso. O método da suavização exponencial atribui pesos diferentes, tendo os valores passados pesos decrescendo geometricamente. Serão tratados aqui três variantes do modelo de suavização exponencial: simples, com tendência (modelo de Holt) e com tendência e sazonalidade (modelo de Holt-Winters).

Suavização Exponencial Simples

Esse método de previsão assume que a demanda oscila em torno de uma demanda base constante, cuja estimativa é corrigida a cada período, à medida que novos dados de demanda são incorporados à série histórica. A previsão pode ser calculada segundo a equação:

$$F_t = B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

Onde:

F_t : previsão ao final do período t

B_t : base ao final do instante t

D_t : demanda do período t

α : constante de suavização entre 0 e 1

A constante α determina se a curva de projeção será mais ou menos suave, sendo os valores próximos ao zero resultantes em curvas mais suaves. De modo geral, a constante deve permitir que o modelo responda a grandes mudanças na demanda ao mesmo tempo que suaviza flutuações aleatórias.

Segundo Tersine (1994), o valor apropriado de α é determinado através de teste em uma amostra das demandas passadas. Valores indicados para tal constante variam de 0,01 a 0,30, no entanto, valores mais altos podem ser utilizados durante curtos períodos quando se prevê mudanças.

Ainda segundo o autor, para inicializar o modelo é necessário estimar o valor da previsão inicial. Um modo é usar o valor real da demanda no primeiro período disponível, outra forma é utilizar a média de demandas da primeira parte dos dados históricos.

Suavização Exponencial com Tendência (Modelo de Holt)

Caso os dados apresentem tendência o modelo de previsão mais indicado é o Modelo de Holt, no qual há uma variável que reflete o crescimento da demanda de um período para o outro e que é também atualizada exponencialmente. O cálculo da previsão é então feito com a equação:

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = B_t + k \cdot T_t, \quad k = 1, 2, \dots$$

Onde:

D_t : demanda do período t

B_t : base ao final do instante t

T_t : tendência ao final do instante t

α : constante de suavização para Base

β : constante de suavização para Tendência

F_t : previsão ao final do período t

k: períodos adiante dos quais se deseja a previsão

A constante de suavização β tal como α também assume valores de 0 a 1.

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).

Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (Modelo de Holt-Winters)

Esse método de previsão incorpora, além da tendência, um componente de sazonalidade. Para tanto, define-se um índice de sazonalidade para cada período, calculado como a proporção entre a demanda média do período e a demanda média anual. Os parâmetros e a previsão da demanda podem ser calculados pelas fórmulas:

$$B_t = \alpha \cdot \left(\frac{D_t}{I_{t-L}} \right) + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \cdot \left(\frac{D_t}{B_t} \right) + (1 - \gamma) \cdot I_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-L+k}, \quad k = 1, 2, \dots$$

Onde:

D_t : demanda do período t

B_t : base ao final do instante t

T_t : tendência ao final do instante t

I_t : índice de sazonalidade do instante t

α : constante de suavização para base

β : constante de suavização para tendência

γ : constante de suavização para sazonalidade

F_t : previsão ao final do período t

Nessa formulação introduz-se uma terceira constante de suavização γ , além da variável “índice de sazonalidade” e a constante L , que representa a extensão do ciclo sazonal. Em comparação com os modelos anteriormente citados, o modelo com sazonalidade requer uma quantidade maior de dados, isto é, uma série mais longa, que contenha pelo menos três ciclos sazonais completos (36 meses, por exemplo) (Lustosa *et al.*, 2008).

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).

2.6.3 Erros de Previsão

A calibração dos modelos, tal como a avaliação da precisão das previsões, requer a utilização de indicadores de erros. Além disso, o cálculo dos erros também pode ser utilizado na definição dos estoques de segurança (abordados no tópico de modelos de gestão de estoque).

Erro

O indicador básico de Erro de Previsão é calculado pela diferença entre o Valor Real e o Valor Previsto para o período t :

$$E_t = D_t - F_t$$

Onde:

E_t : erro da previsão

D_t : valor real

F_t : valor previsto

Erro Médio

Calculado a partir dos desvios de “n” últimos períodos consecutivos:

$$EM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)}{n}$$

Valores de EM próximos de zero para n grande indicam que o modelo não apresenta viés ou erro sistemático, dado que os desvios positivos anulam-se com os desvios negativos.

Erro Absoluto Médio

O cálculo envolve os desvios absolutos, de forma a evitar o cancelamento de desvios negativos com positivos:

$$EAM = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n}$$

Erro Quadrático Médio

No cálculo desse erro, cada desvio é elevado ao quadrado. Assim, os desvios maiores acabam tendo peso maior, enquanto que os menores acabam tendo peso menor:

$$EQM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n}$$

Erro Percentual Absoluto Médio

O EPAM considera o peso relativo do erro em relação à demanda, de acordo com a fórmula:

$$EPAM = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right|}{n}$$

2.7 Síntese do Quadro Teórico

Por meio da revisão bibliográfica foram apresentados os principais aspectos ligados ao controle de estoques no varejo e seus desafios, como a dificuldade de equiparar oferta e demanda, e a necessidade de se lidar com diferentes fontes de incerteza além da demanda, como *lead times* de entrega, tempos de transporte, disponibilidade de componentes, entre outros.

Além disso, também foram apresentados aspectos comerciais diretamente relacionados ao setor de varejo e que tem influência na gestão de estoques, como a atividade ligada à definição do sortimento de produtos.

Em seguida, foram levantados os principais modelos de estoques e métodos de previsão de demanda, apresentados com suas características que devem influenciar na escolha da política mais adequada para o perfil de cada empresa. A revisão bibliográfica permitirá a avaliação dos modelos atuais da Empresa, tanto de estoque quanto de previsão de demanda, além da proposta de um novo modelo para gestão do estoque.

Em particular, a empresa utiliza um modelo de reposição de estoques baseado no conceito do estoque projetado e em um método de previsão simples. Neste trabalho, busca-se aprimorar o método de reposição revendo o modelo de previsão e os parâmetros de estoque conforme apresentado neste capítulo. A calibração de tais parâmetros será realizada por meio de simulação que utilizarão cálculos apresentados na revisão.

3 METODOLOGIA

O objetivo do trabalho é avaliar e propor melhorias para o processo de gestão dos estoques para a Empresa. Para isso, os modelos de gestão de estoques e de previsão de demanda atualmente utilizados serão revisados.

As etapas envolvidas no estudo são apresentadas na Figura 7. Cada uma das etapas será descrita em detalhes a seguir.

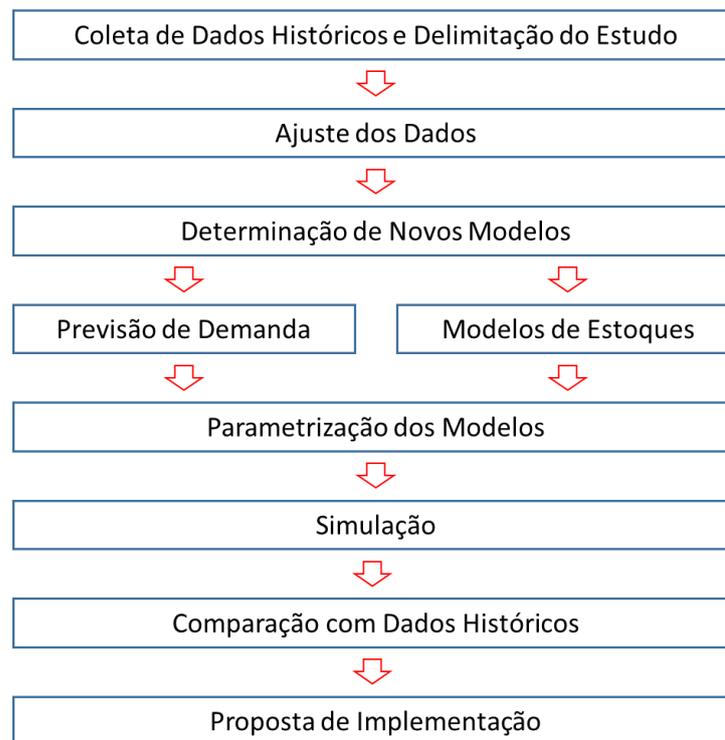


Figura 7 - Etapas do Trabalho

3.1 Coleta de Dados

Conforme apresentado anteriormente, a empresa foi fundada em 2009, no entanto, registros confiáveis de demanda estão disponíveis apenas a partir de 2012, quando o atual sistema ERP foi implantado. Dados anteriores à troca do sistema não foram considerados no estudo devido à grande mudança no portfólio durante o período, além disso, o registro não era realizado com a mesma configuração e nível de informações como é feito atualmente. Alguns SKUs, por exemplo, possuíam códigos diferentes, o que dificultaria a análise. Sendo assim, a fim de facilitar a composição do trabalho, foram coletados apenas os dados históricos da demanda de

Janeiro de 2012 a Junho de 2014, além das projeções de demanda de Janeiro de 2013 a Junho de 2014 determinadas pela metodologia atualmente utilizada.

Em primeiro momento o estudo abrangerá os produtos indicados na Tabela 8, que apresenta os diferentes tipos de produtos e a decisão de incluí-los ou não no escopo deste trabalho.

Tabela 8 - Classificação para Inclusão no Estudo

Tipo	Descrição	Inclusão	Justificativa
Produto Novo	Produtos lançados recentemente no mercado que não possuem dados históricos suficientes (6 meses) para análise.	Não	Comportamento da demanda pouco conhecido. As vendas iniciais registradas provavelmente não representam as vendas futuras de reposição dos estoques.
Produto Maduro	Produtos comercializados e que exigem novas compras para reposição do estoque. Possuem série histórica de demanda longa.	Sim	Comportamento da demanda mais conhecida devido à disponibilidade de dados históricos.
Produto Descontinuado	Produtos ainda comercializados que, por apresentarem baixo giro, não terão compras para reposição. Após o fim do estoque não serão mais comercializados.	Não	Produtos que não serão comprados novamente e que, portanto, não há necessidade de métodos de controle de estoque.

Através dessa classificação é possível delimitar o estudo à família de produtos Perenes, dado que os produtos das famílias Marcas e Coleções não se enquadram no critério de inclusão, sendo classificados no tipo “Produto Novo”. Como dito anteriormente, ambas as famílias são compostas por produtos definidos estrategicamente para durarem apenas 6 meses, que corresponde ao tempo da *Season*, e que não envolvem reposição de estoque.

Por outro lado, não são todos os produtos da família Perene que serão incluídos, uma vez que há Linhas pertencentes a essa família que são do tipo Produto Novo, lançados há menos de 2 meses, além de outras que já foram descontinuadas.

Os Produtos Novos não serão abordados no trabalho por se acreditar que as vendas iniciais de um produto não representam bem sua demanda real, no entanto, recomenda-se que estes recebam atenção e tratamento diferenciado dos gestores, por meio de previsão qualitativa, por exemplo. É importante manter registros e acompanhamento das vendas desses itens, que servirão de base para análises futuras, visto que as lições aprendidas neste piloto serão replicadas em novos estudos.

Pelo critério adotado, do total de 11.000 SKUs serão analisados 692, os quais representam aproximadamente 20% do faturamento. As séries temporais analisadas serão de janeiro de 2012 a junho de 2014.

A distribuição dos 692 itens, por idade, pode ser observada na Tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição dos SKUs por Idade

Idade	Quantidade de SKUs	%
6 meses - 1 ano	1	0,1%
1 - 2 anos	2	0,3%
2 - 3 anos	153	22,1%
> 3 anos	536	77,5%
Total	692	100,0%

3.2 Análise do Comportamento da Demanda

Uma análise da série histórica dos dados foi realizada de modo a se conhecer a demanda com maior profundidade, sendo possível identificar padrões de tendência e sazonalidade.

Foram analisados os SKUs comercializados pertencentes à família Perenes. No total são 692 SKUs ativos, para os quais foi realizada uma classificação pela demanda média mensal, analisada no período de Janeiro de 2012 a Junho de 2014 (Tabela 10).

Tabela 10 - Classificação da Demanda

Classificação	Demanda Média Mensal	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Rel.	Freq. Rel. Ac.
Baixíssima	1 a 5	73	73	11%	11%
Baixa	5 a 10	84	157	12%	23%
Média	10 a 20	147	304	21%	44%
Média Alta	20 a 50	205	509	30%	74%
Alta	50 a 100	103	612	15%	88%
Altíssima	>100	80	692	12%	100%
Total		692		100%	

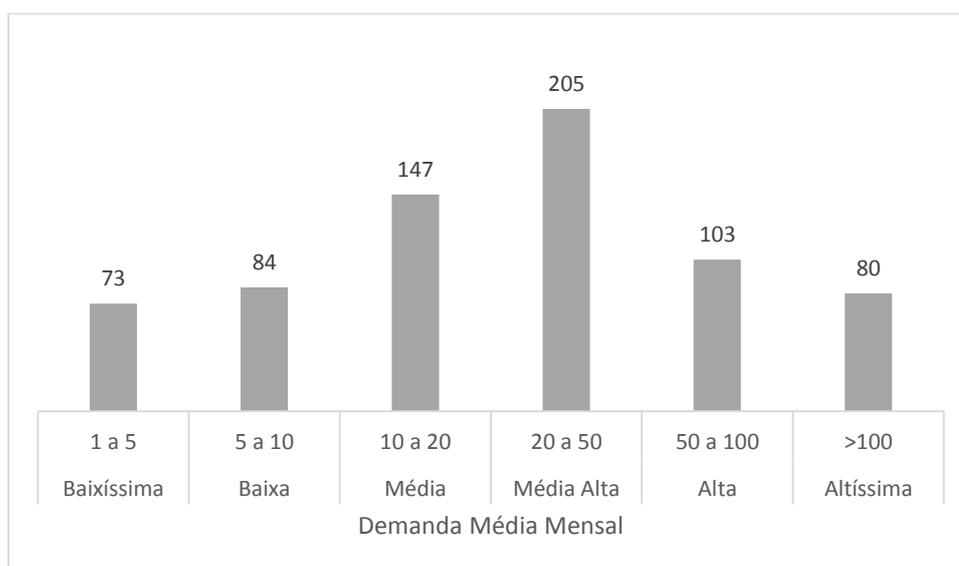


Figura 8 - Número de SKUs por Faixa de Demanda

Demandas médias inferiores a 5 unidades por mês foram classificadas como baixíssimas e os motivos que possam ter influenciado para a demanda tão baixa foram estudados, como por exemplo falta de estoques. No entanto, não foi encontrada nenhuma evidência de que algum fator possa ter afetado sua demanda, concluindo-se que esses produtos de fato apresentam baixa procura. Sendo assim, esses itens serão excluídos do presente estudo e deverão receber tratamento diferenciado na elaboração dos modelos de previsão e de estoques, dado que a previsão de demandas tão baixas e instáveis como essas possa trazer resultados distorcidos.

Dessa forma, do total de 692 SKUs ativos, serão analisados os 619 com demanda média mensal superior a 5 unidades. Para os demais, recomenda-se um estudo qualitativo para analisar se a permanência desses itens no portfólio é estratégica para o sortimento da empresa. Caso não seja, talvez seja interessante retirá-los do portfólio por motivos de baixa demanda

como demonstrado anteriormente e também por poder proporcionar redução do estoque e, consequentemente, redução de custos.

Os 619 itens do estudo distribuem-se entre as linhas de produtos de acordo com a Figura 9 e a Tabela 11.

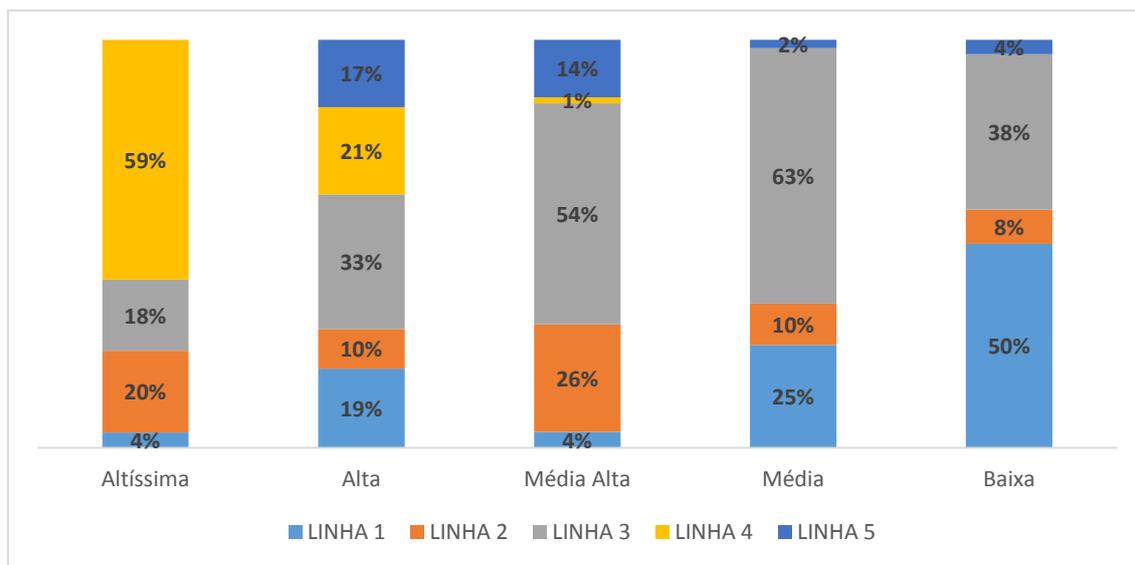


Figura 9 - Classificação por Linha

Tabela 11 - Participação no Faturamento por SKU

Linha	SKUs	Participação Fat/SKU (%)
LINHA 4	110	29,1%
LINHA 3	102	28,6%
LINHA 5	52	19,5%
LINHA 1	72	18,0%
LINHA 2	283	4,9%
Total	619	100,0%

Quanto à sazonalidade, foram estudados os comportamentos das demandas das linhas de produto por meio dos dados históricos correspondentes aos anos de 2012 e 2013 de forma a se identificar possíveis padrões de sazonalidade. Os resultados podem ser observados nos Figuras 10 a 14.

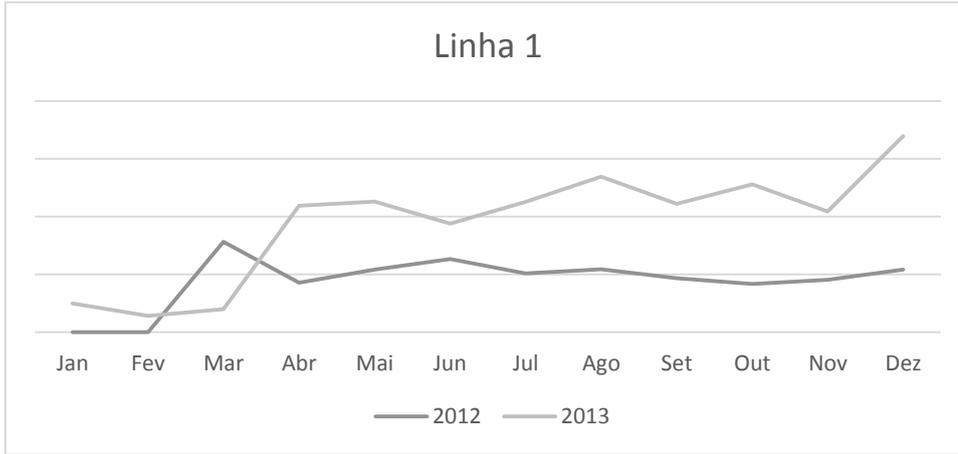


Figura 10 - Demanda Mensal Linha 1

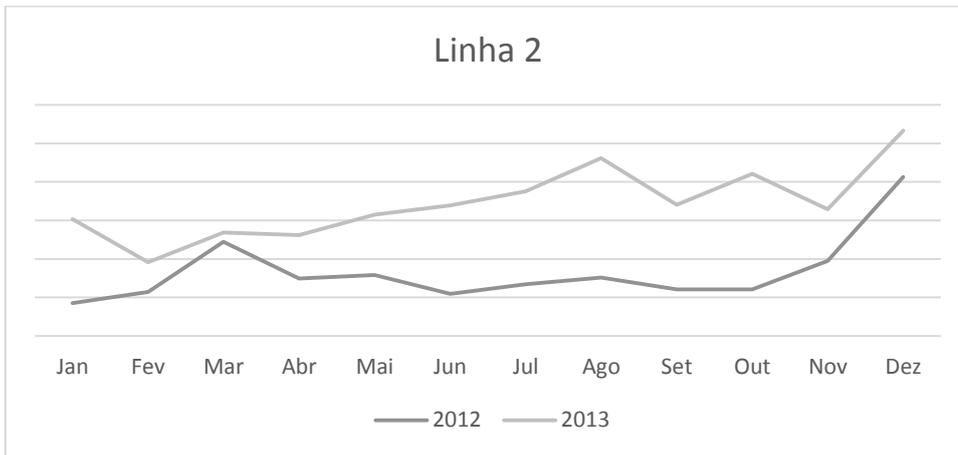


Figura 11 - Demanda Mensal Linha 2

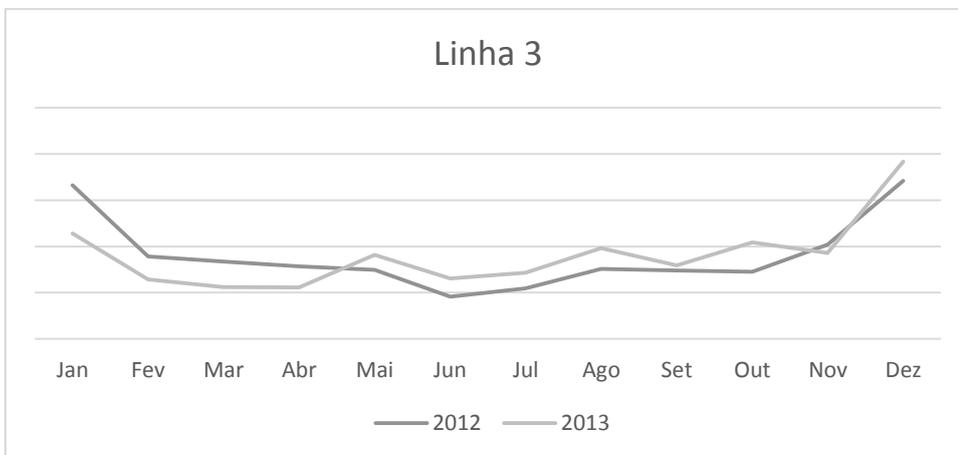


Figura 12 - Demanda Mensal Linha 3

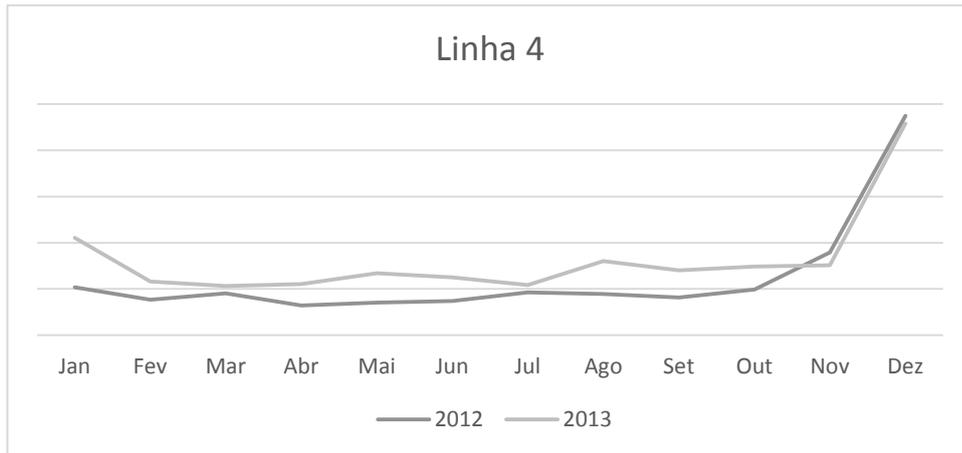


Figura 13 - Demanda Mensal Linha 4

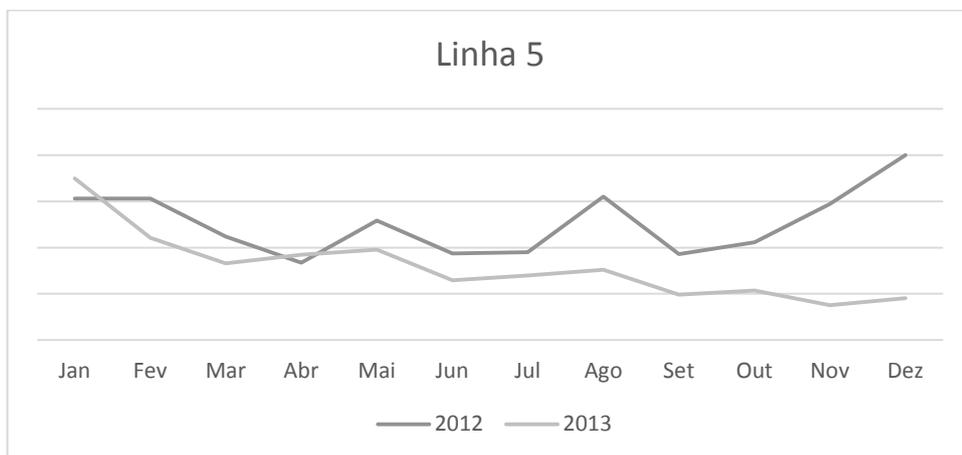


Figura 14 - Demanda Mensal Linha 5

É possível observar pela análise dos gráficos que há um forte efeito sazonal na demanda no mês de dezembro e, em algumas famílias, até mesmo no mês de janeiro. A sazonalidade pode ser explicada pelo aumento acentuado das vendas na época das festas de fim de ano, o que exige que as lojas e o CD estejam bastante abastecidos para suprir a demanda superior. Sendo assim, o planejamento deve estar atento para garantir que haja estoque suficiente na época, devendo se adiantar e programar antecipadamente quando possível, evitando que haja sobrecarga logística na época, como o recebimento de muitos produtos.

Ainda com relação ao perfil da demanda, foram estudados, também por meio de gráficos, a existência de tendência, crescente ou decrescente, na demanda de determinada linha de produtos. As demandas mensais dos anos 2012 e 2013 foram plotados em um gráfico, tal

como a linha de tendência gerada pelo Excel. Os resultados são mostrados nas Figuras 15 a 19.

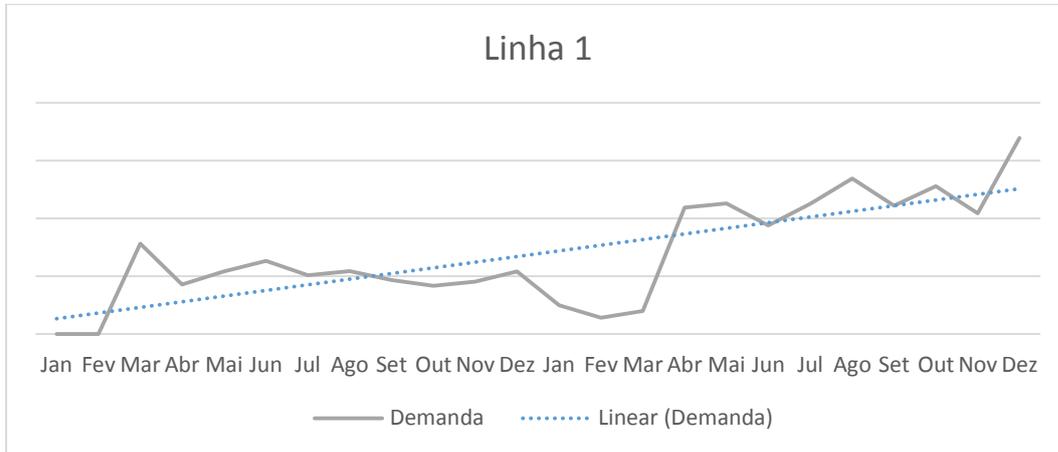


Figura 15 - Tendência Linha 1

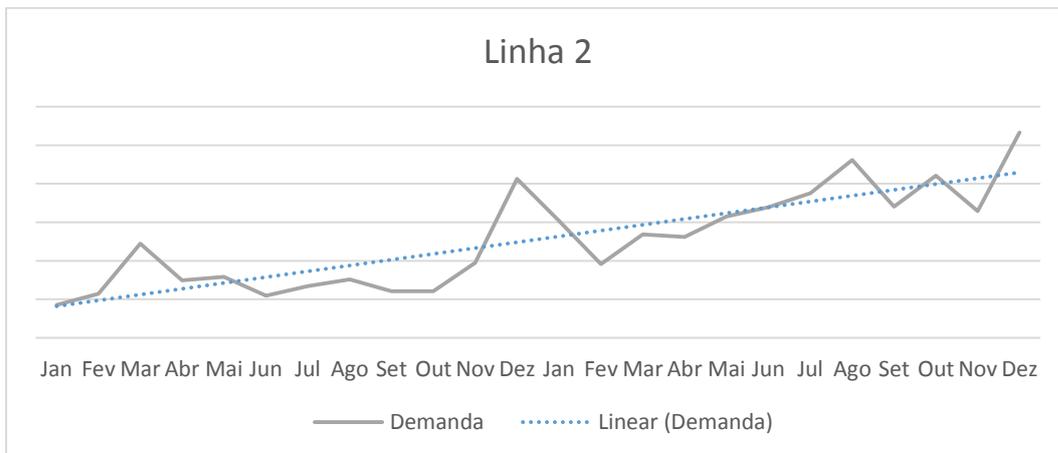


Figura 16 - Tendência Linha 2

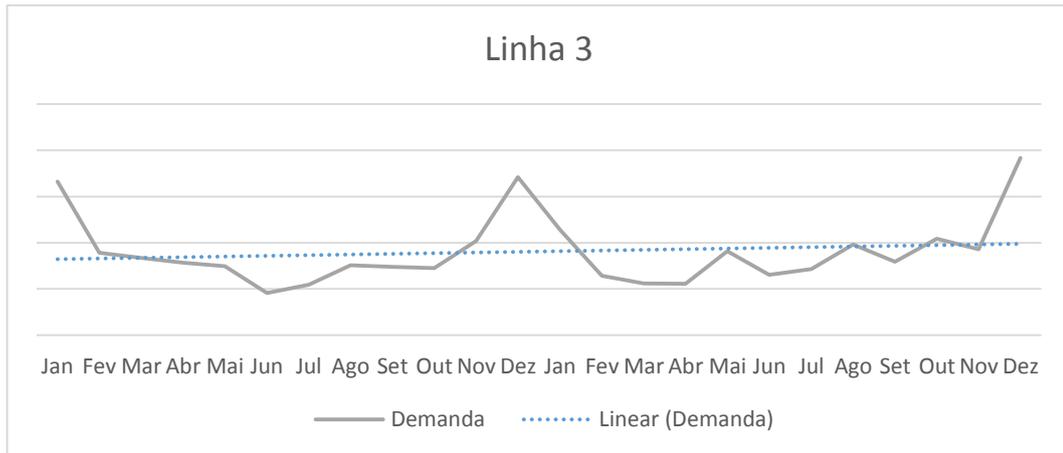


Figura 17 - Tendência Linha 3

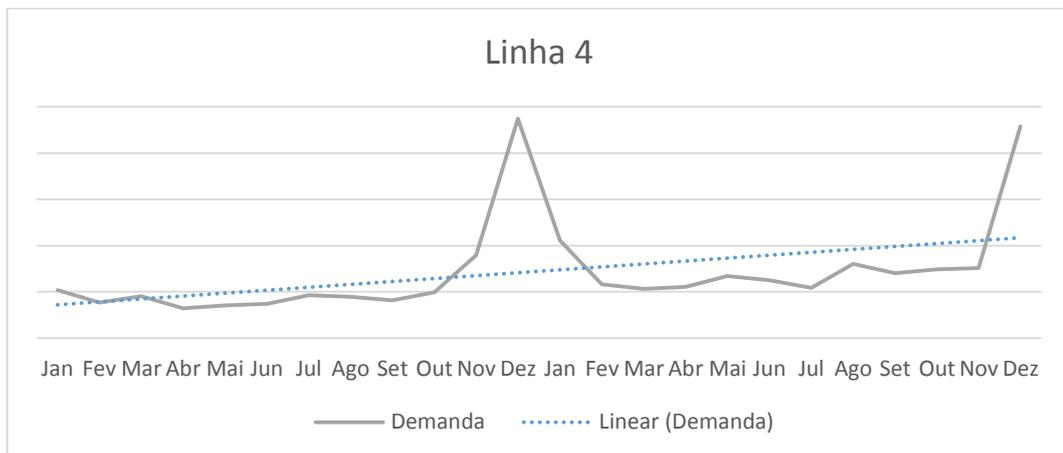


Figura 18 - Tendência Linha 4

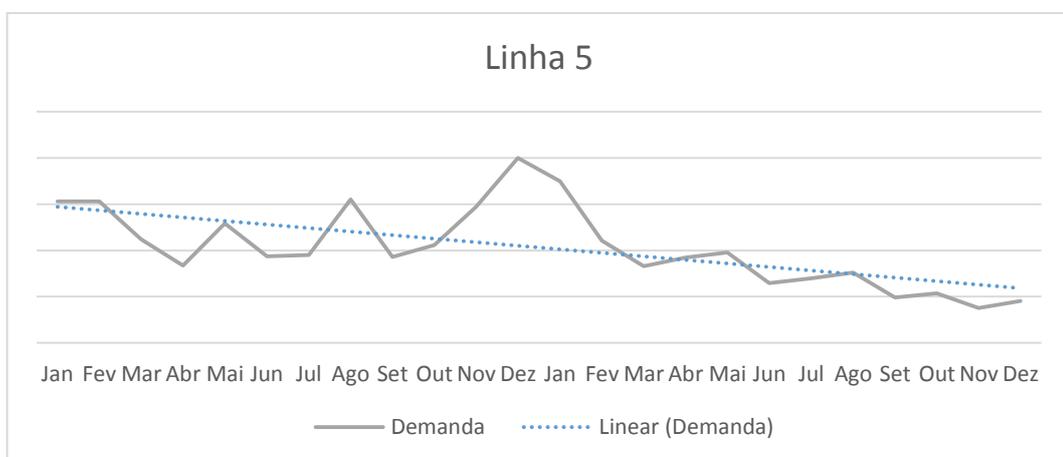


Figura 19 - Tendência Linha 5

As linhas de tendência indicam crescimento mais acentuado da demanda das Linhas 1, 2 e 4, enquanto que a Linha 3 quase não apresenta crescimento. A Linha 5, por outro lado, apresenta tendência decrescente, indicando queda nas vendas.

Sendo assim, entende-se ser importante considerar os perfis de sazonalidade e de tendência (crescimento ou queda) no modelo de previsão de demanda dos itens.

3.3 Ajuste dos Dados

Não há registro na Empresa de pedidos dos clientes que não foram atendidos, sendo a demanda em cada período estimada pela venda do produto. Entretanto, serão feitos alguns ajustes aos dados históricos devido aos seguintes fatores:

- Períodos sem vendas devido à falta de estoque;
- Períodos com a realização de promoções que impulsionaram as vendas e que, portanto, não representam a demanda normal.

De forma a reduzir o efeito dos fatores citados, os valores dos períodos sem estoque disponível serão substituídos pela média histórica das vendas anteriores e os de promoção pela maior demanda passada. É importante que estes eventos continuem sendo apontados e tratados da mesma forma no futuro.

3.4 Determinação e Parametrização de Novos Modelos

3.4.1 Previsão de Demanda

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:

- Suavização exponencial simples
- Suavização exponencial com tendência
- Suavização exponencial com tendência e sazonalidade

Segundo Lustosa *et al.* (2008), o modelo com sazonalidade requer uma série mais longa, que contenha pelo menos três ciclos sazonais completos. No entanto, optou-se por se considerar o método de suavização exponencial com tendência e sazonalidade mesmo com uma série

histórica de dados inferior a três ciclos sazonais completos (dados de janeiro de 2012 a junho de 2014), uma vez que na análise do perfil de demanda dos SKUs foram observadas tendência e sazonalidade já demonstradas anteriormente. Espera-se que o método de determinação do melhor modelo de previsão seja aplicado na empresa a partir de agora e que a série histórica fique cada vez mais de acordo com a necessidade, apresentando mais ciclos completos de demanda histórica para análise.

Os modelos serão aplicados a dados históricos e, para cada SKU, serão determinados os parâmetros de cada método e o EQM (Erro Quadrático Médio). Este também será determinado para as previsões determinadas com o método de previsão atualmente utilizado pela Empresa. Os erros de cada método serão comparados e será priorizado o modelo com EQM menor. O EQM é calculado conforme a equação:

$$EQM = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n}$$

Onde:

D_t : demanda real no período t

F_t : demanda prevista para o período t

n: número de observações ou períodos de tempo

$D_t - F_t$: desvio ou erro de previsão

É comum a utilização do EAM (Erro Absoluto Médio) e do EQM para a avaliação do desempenho do método de previsão. Ambos medem o desvio da previsão e nenhum dos dois considera se o erro é positivo ou negativo. A diferença está no peso que cada medida atribui aos erros. O EQM, diferente do EAM, penaliza o modelo de previsão por desvios maiores, ocorrendo o contrário com desvios pequenos.

Sendo assim, escolheu-se o EQM como critério de seleção do modelo de previsão, uma vez que assim será priorizado o modelo com erros com menos variação durante o período de validação.

As macro etapas de escolha dos modelos de previsão são apresentadas na Figura 20.

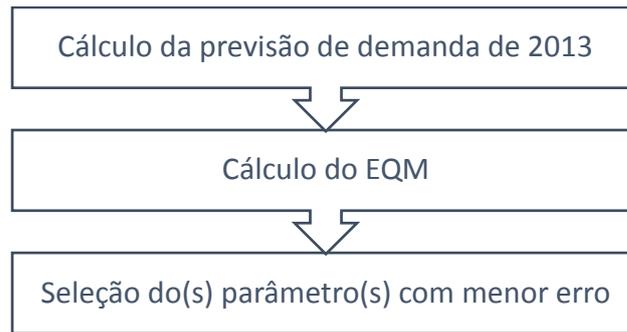


Figura 20 - Etapas da Escolha do Modelo de Previsão de Demanda

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

Suavização Exponencial Simples

O método possui a constante α de suavização, a qual determina se a curva de projeção será mais ou menos suave. Segundo a seguinte fórmula:

$$F_t = B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1}$$

Onde:

F_t : previsão ao final do período t

B_t : base ao final do instante t

D_t : demanda do período t

α : constante de suavização entre 0 e 1

Para a suavização exponencial simples, serão seguidas as seguintes etapas:

- Simular as previsões de demanda de 2013 para os possíveis valores de α , entre 0 e 1, com incrementos de 0,05 a cada iteração;
- Calcular o EQM para cada α ;
- Selecionar o α com menor EQM.

Suavização Exponencial com Tendência

O modelo de suavização exponencial com tendência envolve a determinação de dois parâmetros, α e β , constante de suavização e de tendência, respectivamente. Nesse método são calculadas duas variáveis, a base e a variável que reflete o crescimento da demanda de um período para outro. Estas são aplicadas no cálculo da demanda conforme a formulação a seguir:

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$F_t(t + k) = B_t + k \cdot T_t, \quad k = 1, 2, \dots$$

Onde:

D_t : demanda do período t

B_t : base ao final do instante t

T_t : tendência ao final do instante t

α : constante de suavização para Base

β : constante de suavização para Tendência

F_t : previsão ao final do período t

k: períodos adiante dos quais se deseja a previsão

No modelo de suavização exponencial com tendência, as etapas a serem seguidas são:

- Calcular a previsão de demanda e a tendência para janeiro de 2013 com base nos dados de 2012;
- Simular as previsões de demanda de 2013 para os possíveis valores de α e β , ambas entre 0 e 1, com incrementos de 0,05 a cada iteração;
- Calcular o EQM para cada par de α e β ;
- Selecionar par de α e β com menor EQM.

Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade

Esse método de previsão introduz a variável “índice de sazonalidade”, que representa a proporção entre a demanda média do período e a demanda média anual, e uma constante de suavização γ , além de apresentar as variáveis α e β como no modelo de suavização exponencial com tendência. O modelo é representado pelas seguintes equações:

$$B_t = \alpha \cdot \left(\frac{D_t}{I_{t-L}} \right) + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta \cdot (B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}$$

$$I_t = \gamma \cdot \left(\frac{D_t}{B_t} \right) + (1 - \gamma) \cdot I_{t-1}$$

$$F_t(t+k) = (B_t + kT_t) \cdot I_{t-L+k}, \quad k = 1, 2, \dots$$

Onde:

D_t : demanda do período t

B_t : base ao final do instante t

T_t : tendência ao final do instante t

I_t : índice de sazonalidade do instante t

α : constante de suavização para base

β : constante de suavização para tendência

γ : constante de suavização para sazonalidade

F_t : previsão ao final do período t

As etapas desse modelo são similares às da suavização exponencial com tendência, com acréscimo da constante γ e da variável I :

- Calcular a previsão do nível de demanda, a tendência e os índices de sazonalidade para janeiro de 2013 com base nos dados de 2012;
- Simular as previsões de demanda de 2013 para as possíveis combinações de α , β e γ , entre 0 e 1, com incrementos de 0,05 a cada iteração;
- Calcular o EQM para cada combinação de α , β e γ ;
- Selecionar combinação de α , β e γ .

Seleção do Modelo de Previsão

Após a parametrização de cada um dos modelos de previsão, estes serão comparados entre si e com modelo atualmente utilizado pela empresa a fim de escolher o método de melhor desempenho para cada um dos 619 SKUs. O critério de avaliação utilizado será novamente o EQM. Os resultados serão apresentados no capítulo 5.

3.4.2 Gestão de Estoques

Conforme visto na revisão bibliográfica, existem os modelos de estoques clássicos, reativos ou ativos (baseados em previsão de demanda), e os modelos *time-phased*, que são aqueles nos quais as disponibilidades e as necessidades de materiais ficam escalonadas no tempo.

Dentre os modelos clássicos de revisão contínua, o mais conhecido e utilizado é o de reposição por ponto de pedido, enquanto os de revisão periódica incluem a reposição do máximo e o baseado em previsão de demanda. Os dois primeiros são os chamados reativos, por reagirem à demanda conforme o estado do sistema no instante da decisão. O último, por se basear em previsão de demanda é chamado ativo.

A principal diferença entre os modelos clássicos e os *time-phased* está na integração entre os requerimentos de reposição e o planejamento para frente de atendimento da demanda, como embarques planejados, não considerados nos modelos clássicos.

Cada um dos modelos apresenta vantagens e desvantagens para determinadas situações e produtos. A princípio, qualquer um dos modelos de reposição de estoques poderia ser aplicado à empresa de estudo. No entanto, algumas características da empresa impedem a aplicação de modelos de revisão contínua.

Não parece razoável supor que uma empresa de varejo como a em questão que compra seus produtos de fornecedores possa adotar uma política de revisão contínua, devido às políticas de atendimento de seus fornecedores, que por sua vez não reprogramam suas entregas continuamente, ou aos altos custos que teria um tratamento diferenciado pelos fornecedores.

Além disso, o custo de se emitir uma ordem de compra em uma empresa cuja parte dos produtos é importada é muito elevado. O processo de importação incorre em diversos custos, destacando-se os custos de frete e de despesas aduaneiras.

Ainda com relação aos fornecedores, todos eles possuem quantidades mínimas de lote por pedido e algumas famílias de produtos têm múltiplos itens produzidos por um mesmo

fornecedor. Diante dos gastos incorridos em um pedido, é vantajosa para a Empresa a compra de uma quantidade maior de produtos por pedido a fim de ratear esses custos. No modelo de reposição contínua, o controle contínuo e individual dos produtos dificulta o agrupamento de pedidos.

Outro ponto é a limitação de pessoal para o controle de estoques. No momento, o trabalho está sendo realizado por apenas uma pessoa. Acompanhar diariamente todos os SKUs do portfólio seria inviável, sendo mais adequado à Empresa o controle de estoques por meio de uma política periódica.

Sendo assim, será analisado um modelo de revisão periódica escalonado no tempo baseado em previsão. Para o modelo proposto é necessário obter as previsões de demanda de cada item, que serão calculadas conforme explicado no tópico anterior.

As macro etapas para aplicação do modelo de controle de estoques são apresentadas Figura 21.

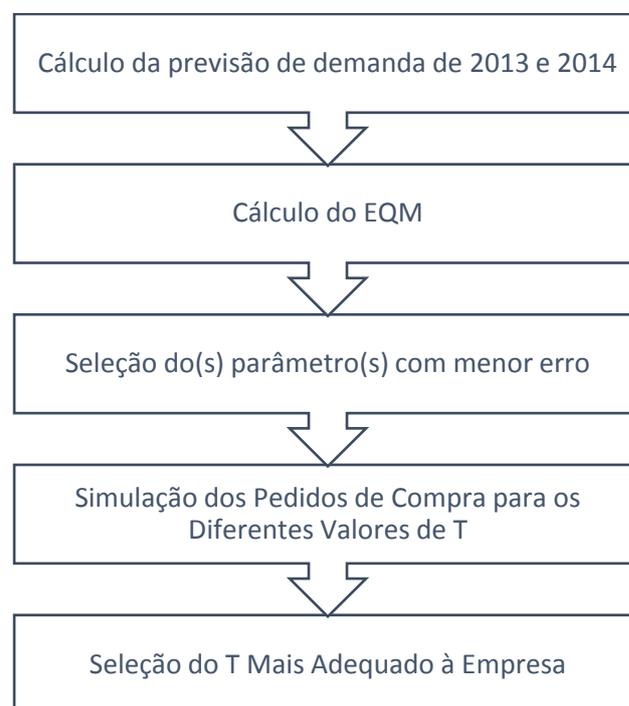


Figura 21 - Etapas da Aplicação do Modelo de Controle de Estoques

Os pedidos de compra obtidos pela aplicação do modelo proposto, que se baseia num modelo de reposição periódica baseado em previsão de demanda, serão simulados com a aplicação do melhor modelo de previsão de demanda para cada SKU a partir das fórmulas:

$$Q = \text{Previsão de Demanda}(T + L) + ES - E_{\text{atual}}$$

$$ES = k\sqrt{EQM(L + T)}$$

Onde:

Q: Tamanho do lote de compra

T: período de revisão

L: *Lead Time*

E_{atual}: Posição atual de Estoque

ES: Estoque de Segurança

k: fator de segurança, associados aos erros de previsão

EQM: Erro Quadrático Médio das previsões

3.4.3 Comparação de Resultados

Os resultados das simulações serão compilados e para cada SKU serão apresentados os valores obtidos dos cinco indicadores:

- Estoque médio;
- Média de Cobertura;
- Tamanho mínimo de lote;
- Tamanho médio de lote;
- Tamanho máximo de lote.

Estoque Médio

O estoque médio corresponde na média do estoque físico no final de cada período simulado. Seu valor é importante para se tomar conhecimento da quantidade em unidades de estoque de cada SKU. Por fim, calcula-se a média dos estoques médios.

Média da cobertura

A cobertura de estoque indica quanto o estoque consegue cobrir a demanda sem a necessidade de ressuprimento. O indicador será calculado para cada valor de T testado. Para tanto, uma cobertura média é calculada a cada período da simulação dividindo-se o estoque físico no final do período pela demanda média dos últimos 12 meses. Por fim, é calculada a média dessas coberturas médias.

O indicador não deve ser muito baixo nem muito alto. Valores muito baixo são sinais de alerta para uma possível falta de estoque para o atendimento da demanda, enquanto que valores altos indicam que os produtos encontram-se estocados por longos períodos, estando sujeitos a obsolescência, danos e gerando custos.

Tamanho Mínimo de Lote

O tamanho mínimo de lote indica a menor quantidade por SKU pedida em uma ordem de compra. Seu valor é interessante para o atendimento das exigências dos fornecedores, sendo neste caso, exigências de quantidades mínimas por produto-cor.

Tamanho Médio de Lote

O tamanho médio de lote corresponde à quantidade média de itens pedida em cada ordem de compra. O seu valor é interessante ao estudo como forma de comparação entre os intervalos de compras, dado que é desejo da empresa a diminuição dos tamanhos de lote por pedido.

Tamanho Máximo de Lote

Indica a quantidade máxima de itens pedida em uma ordem de compra. Da mesma forma que o tamanho médio de lote, seu valor é de interesse pois permite análise do comportamento dos pedidos com a variação dos períodos de revisão.

3.4.4 Teste de Normalidade

As formas analíticas do estoque de segurança consideram distribuição normal para a determinação do fator de segurança. Portanto, foram realizados testes de normalidade para os erros de previsão obtidos na calibração dos parâmetros dos modelos.

A princípio considerou-se a utilização do software de estatística Minitab. Entretanto, por uma dificuldade de se replicar o teste para todos os 619 itens, dado que o software testa a normalidade de apenas uma série de dados por vez, decidiu-se elaborar o teste em Excel. Dentre os testes de normalidade disponíveis, optou-se pelo teste de Anderson-Darling para a construção do modelo em Excel.

Uma planilha em Excel foi obtida no site do BPI Consulting com as fórmulas para o teste de normalidade Anderson-Darling para amostrar de até 200 dados. A planilha foi testada e adaptada para a realização do teste dos erros obtidos pelos métodos de previsão de demanda no presente caso. A planilha retornava o valor AD* após a entrada dos dados da amostra.

Para o cálculo de AD* a planilha realiza os seguintes passos:

- Ordenação dos valores da amostra (coluna G);
- Estimação dos parâmetros da distribuição normal (média e desvio padrão, células B3 e B4, respectivamente);
- Cálculo de $F(x_i)$ e da estatística AD (coluna I e célula B8);
- Cálculo de AD* (AD modificada).

A planilha onde os cálculos do teste de normalidade Anderson-Darling são realizados pode ser visualizada na Figura 22.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Enter the data into column E				Weight	i	Sorted	F(X _i)	1-F(X _i)	1-F(X _{n+1-i})	S	z		
2					-17,8028	1	-154,3450	0,0025	0,9975	0,0407	-9,2018	-1,7739	-167,7	-3
3	Average	42,8756			38,9578	2	-17,8028	0,1937	0,8063	0,0853	-12,3112	-1,3262	42,8756	0
4	Sigma	70,192			30,9578	3	-15,6478	0,2022	0,7978	0,1537	-17,3555	-1,0505	253,452	3
5	n	18			7,95777	4	7,9578	0,3094	0,6906	0,2074	-19,2234	-0,8377		
6					44,2082	5	26,5665	0,4081	0,5919	0,2090	-22,1543	-0,6575		
7	S	-338,166			28,5665	6	28,5665	0,4192	0,5808	0,4907	-17,3931	-0,4965		
8	AD	0,787			37,5665	7	30,9578	0,4326	0,5674	0,4924	-20,1029	-0,3474		
9	AD*	0,825			39,2082	8	37,5665	0,4699	0,5301	0,5026	-21,6488	-0,2058		
10	p Value	0,0332			26,5665	9	38,9578	0,4777	0,5223	0,5208	-23,6470	-0,0682		
11					42,4147	10	39,2082	0,4792	0,5208	0,5223	-26,3208	0,0682		
12					44,5071	11	42,4147	0,4974	0,5026	0,5301	-27,9931	0,2058		
13					-15,6478	12	44,2082	0,5076	0,4924	0,5674	-28,6300	0,3474		
14	p Value Calculations				-154,345	13	44,5071	0,5093	0,4907	0,5808	-30,4545	0,4965		
15	p	0,0332			99,724	14	99,7240	0,7910	0,2090	0,5919	-20,4911	0,6575		
16	p	0			100,119	15	100,1194	0,7926	0,2074	0,6906	-17,4770	0,8377		
17	p	0			114,515	16	114,5148	0,8463	0,1537	0,7978	-12,1771	1,0505		
18	p	0			165,208	17	139,0792	0,9147	0,0853	0,8063	-10,0441	1,3262		
19					139,079	18	165,2079	0,9593	0,0407	0,9975	-1,5405	1,7739		
20														
21														

Figura 22 - Teste de Normalidade Anderson-Darling

A planilha ainda retorna um gráfico para ilustrar o resultado do teste de Anderson-Darling para normalidade. Um exemplo é apresentado na Figura 23.

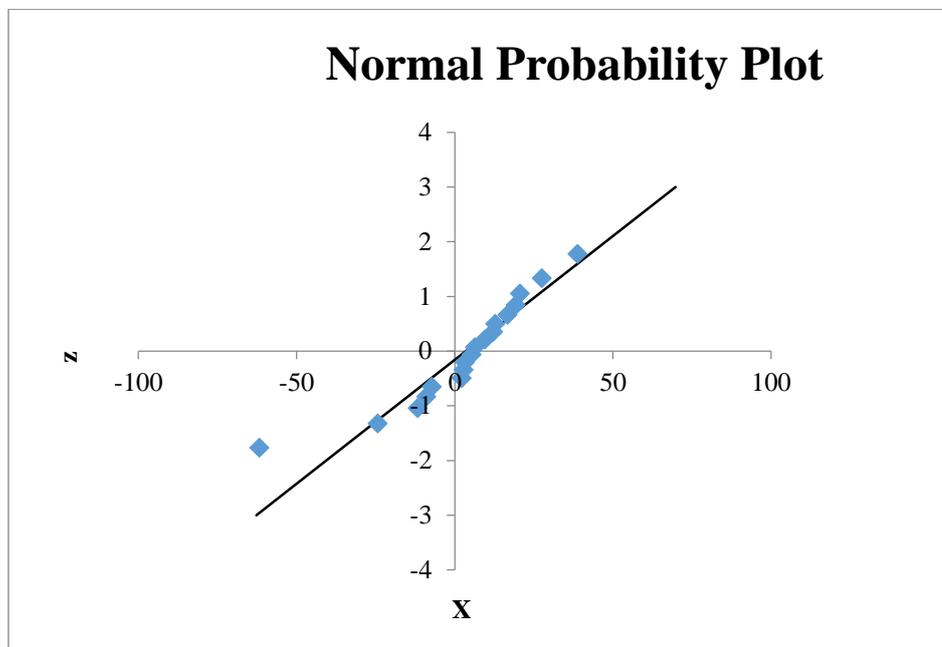


Figura 23 - Gráfico de Teste de Anderson-Darling ($p=0,97$ e $AD^*=0,138$)

Fonte: BPI Consulting

Por fim, AD^* será comparado com valores críticos para alguns níveis de significância. Se AD^* exceder algum dos valores críticos, rejeita-se a hipótese de normalidade com o respectivo nível de significância.

4 ANÁLISE INICIAL DA GESTÃO DE ESTOQUE NA EMPRESA

Para o desenvolvimento do estudo proposto, é necessária a compreensão do contexto em que a empresa está inserida. Sendo assim, este capítulo tem como objetivo descrever os processos envolvidos na gestão do estoque central, fazendo um diagnóstico das oportunidades de mudanças e/ou melhorias.

A empresa dispõe de um Centro de Distribuição (CD) localizado no estado de São Paulo. Todos os produtos são entregues pelos fornecedores no CD e de lá transportadoras realizam a distribuição às lojas que, como dito no primeiro capítulo, encontram-se espalhadas pelo Brasil.

O processo de controle do estoque do CD envolve quatro etapas, detalhadas a seguir.

4.1 Acompanhamento das vendas e dos estoques

Os acompanhamentos são realizados através de planilhas elaboradas pelo departamento de Planejamento no software Excel. A empresa possui um sistema corporativo ERP que integra informações como estoques, vendas, pedidos de compra, entre outros, de onde os analistas do departamento exportam os dados necessários para planilhas, que constituem as bases de dados para a elaboração de relatórios e planos de compra.

Há uma planilha de acompanhamento para cada uma das cinco Linhas. O modelo de planejamento dos pedidos funciona como os modelos *time phased* apresentados no capítulo 2. As informações são escalonadas no tempo em semanas e as tomadas de decisão consideram o estado futuro das variáveis, ou seja, suas projeções ao longo do tempo. Na planilha estão relacionados todos os SKUs constituintes de cada Linha e são armazenados dados como Estoque Atual, Vendas Realizadas, Recebimentos Programados, Previsão de Demanda e Estoque Projetado. Os dados sobre vendas e estoques de cada SKU são armazenados em semanas, que são comparados às vendas e estoques projetados. As Previsões de Demanda, Vendas Projetadas e Estoque Projetado são determinados por meio de cálculos realizados nas próprias planilhas, os quais serão detalhados nos próximos tópicos. Como mostrado na Figura 24, há na planilha de acompanhamento uma aba para cada uma dessas informações, com projeções e dados semanais.

FAMÍLIA	LINHA	GRUPO	SUBGRUPO	DESC COR	GRADE	SKU	2013 S1	2013 S2	2013 S3	2013 S4	2013 S5	2013 S6	2013 S7	2013 S8
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor A	P	SKU 1	94	94	94	94	94	94	94	94
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor A	M	SKU 2	170	170	170	170	170	170	170	170
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor A	G	SKU 3	113	113	113	113	113	113	113	113
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor B	P	SKU 4	63	63	63	63	63	63	63	63
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor B	M	SKU 5	113	113	113	113	113	113	113	113
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor B	G	SKU 6	75	75	75	75	75	75	75	75
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor C	P	SKU 7	53	53	53	53	53	53	53	53
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor C	M	SKU 8	96	96	96	96	96	96	96	96
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 1	Cor C	G	SKU 9	64	64	64	64	64	64	64	64
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor A	P	SKU 10	38	38	38	38	38	38	38	38
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor A	M	SKU 11	69	69	69	69	69	69	69	69
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor A	G	SKU 12	46	46	46	46	46	46	46	46
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor B	P	SKU 13	27	27	27	27	27	27	27	27
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor B	M	SKU 14	49	49	49	49	49	49	49	49
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor B	G	SKU 15	33	33	33	33	33	33	33	33
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor C	P	SKU 16	40	40	40	40	40	40	40	40
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor C	M	SKU 17	71	71	71	71	71	71	71	71
BASICOS	BASICO 1	Grupo 1	Subgrupo 2	Cor C	G	SKU 18	47	47	47	47	47	47	47	47
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor A	P	SKU 19	79	79	79	79	79	79	79	79
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor A	M	SKU 20	116	116	116	116	116	116	116	116
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor A	G	SKU 21	68	68	68	68	68	68	68	68
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor B	P	SKU 22	73	73	73	73	73	73	73	73
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor B	M	SKU 23	108	108	108	108	108	108	108	108
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor B	G	SKU 24	64	64	64	64	64	64	64	64
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor C	P	SKU 25	65	65	65	65	65	65	65	65
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor C	M	SKU 26	96	96	96	96	96	96	96	96
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor C	G	SKU 27	57	57	57	57	57	57	57	57
BASICOS	BASICO 1	Grupo 2	Subgrupo 3	Cor A	P	SKU 28	51	51	51	51	51	51	51	51

Figura 24 - Planilha de Controle

4.2 Previsão da Demanda

A Previsão de Demanda é calculada por semana, sendo o cálculo iniciado pela determinação da Média de Vendas (média simples) semanal de 10 semanas por loja, num intervalo de tempo em que os estoques estavam completos e que não compreende a semana do Natal ou alguma outra data especial em que possa haver distorções nas vendas. A Média de Vendas é calculada por produto-cor e depois distribuída entre os tamanhos de acordo com a participação de cada um deles (Participação Grade) nas vendas de dado produto, em porcentagem, obtendo assim a Média de Vendas por SKU. O resultado é a previsão de cada item por loja. Não há revisão periódica do parâmetro em questão e considera-se que ele é constante ao longo do tempo, ou seja, caso se determine que a Média de Vendas do SKU 1 é dada pela média das dez primeiras semanas de 2014, esse valor é adotado ao longo do ano todo sem ser revisado.

Finalmente, a Previsão de Demanda agregada de cada SKU corresponde à multiplicação da Média de Vendas pela quantidade de lojas abertas na semana e um ajuste de sazonalidade, baseado em dados históricos. A quantidade de lojas é um fator no cálculo devido à abertura e fechamento de lojas ao longo do ano. Assim, caso seja sabido que haverá a abertura de uma loja em determinada semana, a previsão de demanda a partir desta semana será maior que as semanas anteriores à abertura da loja. As fórmulas de cálculo são mostradas a seguir:

$$Média Vendas_{produto-cor} = \frac{Vendas_{\Delta t}}{\#Lojas \times \Delta t} \left[\frac{peças}{loja \times semana} \right]$$

$$Média Vendas_{SKU} = Média Vendas_{produto-cor} \times Repartição Grade \left[\frac{peças}{loja \times semana} \right]$$

$$Previsão de Demanda = Média Vendas_{SKU} \times Lojas \times Sazonalidade \left[\frac{peças}{semana} \right]$$

Onde:

Part. Grade: Participação de cada tamanho nas vendas, por SKU, dado em porcentagem;

Δt : período de tempo em semanas em que as lojas estão abastecidas com estoques saudáveis e não compreende nenhuma data especial (Natal, Dia das Mães, Namorados).

A repartição por grade é calculada da seguinte maneira:

$$Repartição Grade_{tamanho i} = \frac{Vendas do tamanho i nos últimos 12 meses}{Vendas de todos os tamanhos do produto p nos últimos 12 meses}$$

A Figura 25 ilustra os cálculos de previsão de demanda do item P1, na cor A e no tamanho N, para a S18.

* Média Vendas P1 - Cor A

	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Vendas	20	24	22	20	26	24	20	28	22	24	24	22
#Lojas	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Média Vendas	1,3 peças/(loja x semana)											

* Repartição Grade P1 - Cor A

Vendas P1	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Repartição Grade
P	37	37	39	36	37	37	37	38	37	39	37	42	35%
M	47	48	50	47	48	47	47	49	48	50	48	54	45%
G	21	21	22	21	21	21	21	22	21	22	21	24	20%
	105	106	110	104	107	105	105	108	106	110	107	120	100%

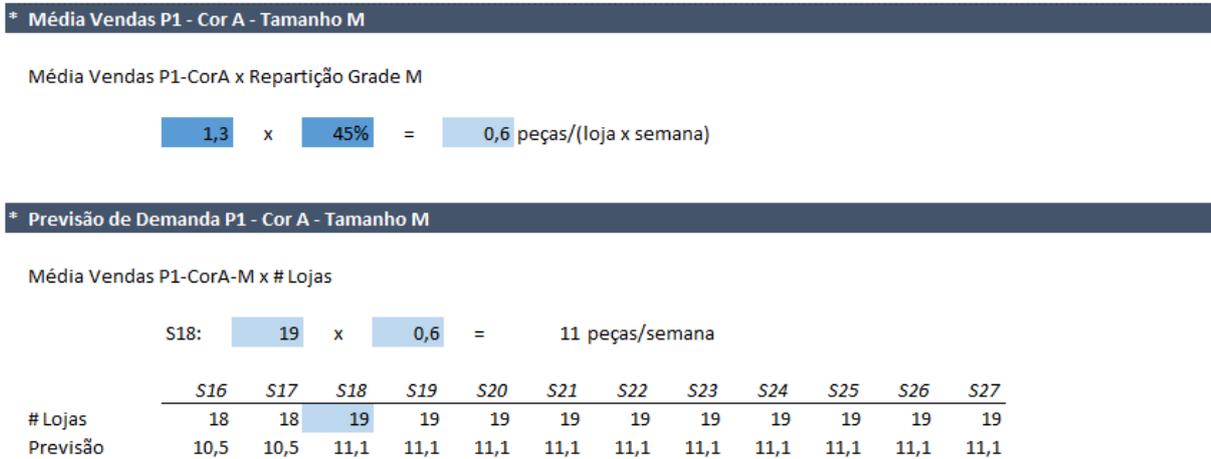


Figura 25 - Exemplo Cálculo Previsão de Demanda Atual

4.3 Cálculo da Necessidade de Compra

O Recebimento Planejado, que corresponde à necessidade de compra, determina o número de peças de cada SKU que se deve comprar em cada semana para a reposição do estoque central. É calculado em função do Estoque Projetado, que por sua vez é calculado em função das Vendas Projetadas.

As Vendas Projetadas correspondem ao quanto da Previsão de Demanda poderá ser atendida com o estoque disponível, ou seja, caso haja estoque para atender a demanda, espera-se que a venda seja igual à demanda, caso contrário, a venda deverá ser o disponível no estoque. Um exemplo numérico é mostrado na Figura 26.

$$Vendas\ Proj_{semana\ i} = \text{Mín}(Estoque_{semana\ i-1} + Recebimento\ Prog_{semana\ i}; Dem_{semana\ i})$$

O Estoque Projetado é calculado pela soma entre o Estoque da semana anterior e o Recebimento Programado da semana atual menos as Vendas Projetadas da semana anterior:

$$\begin{aligned} Estoque\ Proj_{semana\ i} \\ &= Estoque\ Proj_{semana\ i-1} + Recebimento\ Prog_{semana\ i} \\ &\quad - Vendas\ Proj_{semana\ i-1} \end{aligned}$$

Períodos (semanas)	0	1	2	3	4	5
Previsão de Demanda		8	6	6	7	9
Estoque Projetado	10	22	16	10	3	0
Recebimentos Programados		20	0	0	0	0
Vendas Projetadas		8	6	6	7	3

Figura 26 - Exemplo cálculos Vendas Projetadas e Estoque Projetado

Por fim, calcula-se o Recebimento Planejado pela soma das Previsões de Demanda no período de cobertura que se deseja suprir menos o Estoque Projetado para o momento em que a compra irá chegar. A semana em que se deve colocar um novo pedido é determinada através do acompanhamento do indicador Atendimento (Vendas Projetada/Demanda) e também do *lead time* do fornecedor. O indicador abaixo de 100% significa que a demanda não está sendo totalmente atendida e que o estoque deve ser repostado, além disso, caso o *lead time* do fornecedor seja de 4 semanas, o pedido deve ser colocado pelo menos 4 semanas antes do momento em que o indicador mostrar o não atendimento completo da demanda. O Recebimento Planejado é calculado pela fórmula a seguir:

$$Recebimento\ Planejado_{semana\ i} = \left(\sum_i^{i+Cobertura} Dem_i \right) - Estoque\ Proj_{semana\ i}$$

Períodos (semanas)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Previsão de Demanda		8	6	6	7	9	10	8	12	7	8
Estoque Projetado	10	22	16	10	13	4	0	0	0	0	0
Recebimentos Programados		20	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Vendas Projetadas		8	6	6	7	9	4	0	0	0	0
Atendimento		100%	100%	100%	100%	100%	40%	0%	0%	0%	0%

Figura 27 - Exemplo Momento de Reposição do Estoque

O exemplo da Figura 27 ilustra como é determinado momento de se colocar um pedido. Projetando-se as vendas e os estoques é possível ver que o Atendimento deixará de ser 100% na semana 6, sendo necessário receber reposição do estoque na semana 5 a colocação de um pedido 4 semanas antes (tempo do *lead time*), pedido este que possa cobrir a demanda do período do *lead time* mais 2 semanas de segurança (demanda da semana 6 à semana 11). A Figura 28 ilustra as ordens de compras necessárias para esse caso.

Períodos (semanas)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Previsão de Demanda		8	6	6	7	9	10	8	12	7	8	10	9	9	8	8	8	9
Estoque Projetado	10	22	16	10	13	59	49	41	29	22	14	55	46	37	29	22	16	10
Recebimentos Programados		20	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
Vendas Projetadas		8	6	6	7	9	10	8	12	7	8	10	9	9	8	8	8	9
Atendimento		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Recebimento Planejado					55							51						
Pedido		55						51										

Lead Time (em semanas) 4

Figura 28 - Exemplo Cálculo Recebimento Planejado

Não há definição do Atendimento mínimo que determine o momento de reposição dos estoques. O valor abaixo de 100% indica que há necessidade de reposição, porém a decisão de compra somente é definida após discussões com os envolvidos na área de Planejamento. Caso o Atendimento em determinada semana seja de 95% e o produto não seja de alta demanda, uma ordem de compra não será necessariamente emitida. Essa decisão acaba sendo informal.

4.4 Emissão de Pedido ao fornecedor

Após o departamento de Planejamento determinar o Plano de Compras, o departamento de Compras emite uma ordem de compra com as quantidades determinadas para cada fornecedor. Este departamento é também responsável por avisar caso o *lead time* do fornecedor mude ou ainda se o pedido não poderá ser entregue na data determinada com as quantidades corretas para que o departamento de Planejamento realize os devidos ajustes em seus acompanhamentos.

4.5 Reajuste da Média de Vendas

Como explicado na primeira etapa, há acompanhamento das vendas e estoques reais para comparação com o planejado. Esporadicamente, caso o planejado destoe muito do realizado, a média de vendas utilizada no cálculo da previsão de demanda é atualizada. As distorções podem ocorrer devido a reajuste de preços, falta de produtos em lojas, atrasos de fornecedores, entre outros. Embora seja um parâmetro importante para os cálculos, não há formalização em sua revisão, sem um período determinado para que ocorra esse processo.

4.6 Diagnóstico e Revisão dos Métodos Utilizados

Acredita-se que o atual controle de estoques praticado pela Empresa pode ser aprimorado seja pela utilização de um modelo de previsão de demanda mais elaborado como também pela melhoria do modelo de gestão de estoque com parâmetros devidamente calibrados. Sendo assim, uma análise dos métodos utilizados atualmente será apresentada e um diagnóstico inicial da situação será feito. Serão estudados os métodos de previsão de demanda e de estoque.

4.6.1 Previsão de Demanda

O modelo atual pode ser considerado simples, dado que considera que a demanda seja constante ao longo do tempo, variando somente em datas festivas representadas por um fator multiplicativo. Além disso, a previsão também depende da percepção do Departamento de Compras, que baseado em sua experiência diz se determinado produto pode vender mais ou menos em determinadas épocas.

Não existe frequência formal de revisão do parâmetro de previsão de demanda nem indicadores para apontar necessidade de revisão. A previsão é modificada ou adaptada ao que está sendo realizado somente quando há percepção do analista. Ou seja, o parâmetro continuará sendo o mesmo enquanto o analista responsável não notar nenhuma mudança significativa no comportamento da demanda em comparação com a previsão.

4.6.2 Controle de Estoque

A determinação do momento de colocação de um pedido é informal. Apesar de haver um indicador (Atendimento), não é definido qual o valor mais adequado de Atendimento para se emitir uma ordem de compra.

Nunca houve na empresa um estudo dos tamanhos de lote ideais de cada SKU por fornecedor que devem ser comprados. Os lotes são muito grandes, tal como o intervalo entre pedidos. Acredita-se que é possível emitir pedidos de tamanhos menores com frequência maior, não sendo necessário que os intervalos entre os pedidos sejam iguais ao *lead time* do fornecedor (enquanto um pedido ainda está sendo transportado para o CD outro pedido pode ser emitido).

Além disso, pelo próprio histórico da Empresa, percebe-se a necessidade de manter estoques mais altos das linhas de maior participação no faturamento da família Perenes. Análises das vendas passadas (2012 e 2013) indicam que muitas vezes estoques de produtos das linhas de maior participação estiveram zerados, enquanto produtos das demais linhas contavam com uma cobertura muito alta e em nenhum momento tiveram picos de vendas significativos, não justificando a necessidade de grandes estoques de segurança.

Provavelmente muitas faltas devem ter ocorrido por causa de diversas ineficiências ou descuidos da Empresa, mas de qualquer forma, elas demonstram a importância de melhor dimensionamento dos estoques de segurança para os produtos das linhas 3 e 4 e chamam a atenção para o fato de que alguns períodos sem vendas tenham ocorrido por falta de produto e não por demanda nula.

A aplicação dos métodos propostos, assim como os resultados obtidos são apresentados no capítulo 5, seguidos da avaliação de tais resultados.

5 APRESENTAÇÃO DOS MODELOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos durante o desenvolvimento do modelo de revisão periódica - seleção do modelo de previsão, constantes α , β e γ , estoques de segurança, testes de normalidade - e as propostas de melhoria através da aplicação da metodologia.

5.1 Modelo Proposto de Previsão de Demanda

Para realizar as simulações necessárias para determinar os parâmetros dos modelos de previsão, utilizou-se o software Microsoft Excel, onde foram elaboradas rotinas em linguagem VBA. Os dados históricos de cada um dos 619 SKUs foram inseridos na planilha, onde então os parâmetros de cada um dos modelos de previsão e os erros correspondentes foram determinados da seguinte forma:

- Suavização Exponencial Simples - cálculo de α . Testaram-se valores de α entre 0,05 e 0,95, com incrementos de 0,05 a cada iteração. O α de menor EQM foi selecionado;
- Suavização Exponencial com Tendência - regressão linear para determinação do nível e tendência iniciais e cálculo de α e β . Testaram-se valores de α e β entre 0,05 e 0,95, com incrementos 0,05 a cada iteração. Selecionou-se a combinação de α e β que apresentou menor EQM (Anexo 2);
- Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade - regressão linear para determinação do nível e tendência iniciais, cálculo da sazonalidade e cálculo de α , β e γ . Testaram-se valores de α , β e γ entre 0,05 e 0,95, com incrementos 0,05 a cada iteração. Selecionou-se a combinação de α , β e γ que apresentou menor EQM (Anexo 3).
- Simulação do Método atual de Previsão - cálculo do EQM. As previsões de demanda determinadas pelo método atualmente utilizado na empresa foram coletadas e calcularam-se os erros resultantes para se comparar com os modelos propostos.

Após a inicialização de cada modelo e determinação de seus respectivos parâmetros, os Erros Quadráticos Médios (EQMs) foram comparados a fim de se determinar o melhor método de previsão. O Anexo B1 apresenta os resultados da análise para uma das linhas e a Figura 29 ilustra o resultado para vinte e cinco SKUs. Para cada produto, obteve-se o modelo de previsão escolhido e seus respectivos parâmetros: para a Suavização Exponencial Simples o

α , para a Suavização Exponencial Simples com Tendência o α e o β e, finalmente, para a Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade os valores de α , β e γ .

SKU	EQM				Método Previsão Selecionado				
	Método Atual	Simples	Tendencia	Tend. & Sazon.	Modelo de Previsão	Alfa	Beta	Gama	EQM
# 1	57	801	708	53	Tend. & Sazon.	0,65	0,35	0,10	53
# 2	46	555	481	38	Tend. & Sazon.	0,45	0,45	0,90	38
# 3	40	1414	1214	15	Tend. & Sazon.	0,65	0,40	0,05	15
# 4	139	3092	2752	62	Tend. & Sazon.	0,55	0,45	0,90	62
# 5	285	3793	3630	172	Tend. & Sazon.	0,45	0,55	0,50	172
# 6	399	228	243	327	Simples	0,90	0,00	0,00	228
# 7	254	133	140	166	Simples	0,90	0,00	0,00	133
# 8	608	160	172	155	Tend. & Sazon.	0,60	0,05	0,90	155
# 9	207	437	436	451	Método Atual	0,00	0,00	0,00	207
# 10	204	158	169	144	Tend. & Sazon.	0,05	0,55	0,35	144
# 11	312	185	188	147	Tend. & Sazon.	0,05	0,35	0,90	147
# 12	37	354	231	1	Tend. & Sazon.	0,05	0,80	0,35	1
# 13	44	172	189	19	Tend. & Sazon.	0,25	0,35	0,15	19
# 14	31	299	268	24	Tend. & Sazon.	0,35	0,90	0,45	24
# 15	26	795	683	28	Método Atual	0,00	0,00	0,00	26
# 16	217	2453	2326	43	Tend. & Sazon.	0,05	0,30	0,45	43
# 17	95	897	778	18	Tend. & Sazon.	0,05	0,80	0,35	18
# 18	56494	23477	22821	18153	Tend. & Sazon.	0,20	0,05	0,85	18153
# 19	243992	52836	56785	46904	Tend. & Sazon.	0,15	0,05	0,50	46904
# 20	586	386	411	300	Tend. & Sazon.	0,15	0,85	0,90	300
# 21	116	99	117	76	Tend. & Sazon.	0,15	0,15	0,90	76
# 22	326	333	327	339	Método Atual	0,00	0,00	0,00	326
# 23	2095	925	978	1254	Simples	0,90	0,00	0,00	925
# 24	1422	733	777	763	Simples	0,90	0,00	0,00	733
# 25	219	208	227	71	Tend. & Sazon.	0,70	0,20	0,90	71

Figura 29 - Ilustração de Resultados da Seleção do Modelo de Previsão

Dos 619 SKUs analisados, 17% dos itens obtiveram como melhor método de previsão o método atualmente utilizado pela empresa, evidenciando que a adoção de novos métodos podem trazer resultados mais eficazes. A Tabela 12 apresenta o número de itens por modelo de previsão selecionado.

Tabela 12 - Número de SKUs por Modelo de Previsão Selecionado

Modelo Previsão	# SKUs	%
Método Atual	107	17%
Simples	234	38%
Tendência	17	3%
Tendência e Sazonalidade	261	42%
Total	619	100%

5.2 Modelo de Controle de Estoque

Uma planilha em Excel foi elaborada para simular o modelo de reposição periódica *time-phased* proposto. Na planilha, diferentes períodos de reposição são testados para cada SKU e os correspondentes indicadores de desempenho comparados para determinar o melhor período de reposição.

Foram considerados os períodos de 1, 2, 3 e 6 meses, incluindo o período atualmente praticado de 6 meses. Além disso, já que os *lead times* são dados em meses, as projeções e todos os cálculos também foram realizadas nessa unidade de tempo. O período simulado corresponde ao ano de 2014, utilizando os dados anteriores da série histórica na calibração dos modelos.

5.2.1 Premissas do Modelo de Estoques

Para a elaboração da planilha de simulação algumas hipóteses e considerações foram adotadas:

- Estoque inicial igual a “LT” (*lead time*) meses de cobertura da demanda média de 2013;
- Possibilidade de colocação de ordens de compra a partir do mês de Janeiro de 2014;
- Assume-se que não há nenhum pedido em carteira pendente de recebimento no início da simulação;
- O coeficiente k representa o nível de cobertura que se deseja em uma variável de distribuição normal. Para cada uma das linhas foi determinado um nível de serviço;
- Assume-se que os erros de previsão são normais e podem ser utilizados no cálculo dos parâmetros;
- Os pedidos estão disponíveis para venda no mesmo mês em que chegam;
- Se o estoque físico em t não é capaz de suprir a demanda do período, a diferença em unidades é considerada venda perdida e não poderá ser suprida posteriormente;
- Previsões de vendas serão calculadas a partir dos métodos propostos;
- O *lead time* (período de tempo entre a ordem de compra e o recebimento no CD) varia de 1 a 6 meses, dependendo do fornecedor;
- Não é possível misturar diferentes famílias de produtos em um mesmo pedido, então cada família deve ter um período de revisão T próprio;

- Os fornecedores exigem que os pedidos por SKU sejam múltiplos de 25.

5.2.2 Aplicação do Modelo

O modelo de revisão periódica clássica exige o cálculo de 2 parâmetros: período de revisão T e o estoque máximo S .

O cálculo do período de revisão T varia com o lote econômico de compra e com a taxa de demanda, mas usualmente este valor é fixado pelas organizações de acordo com a disponibilidade de seus funcionários para tal finalidade. A metodologia do trabalho consiste na simulação de diferentes valores de T para a escolha do que se apresentar mais adequado às especificações do caso de estudo.

Quanto ao cálculo do estoque máximo S , uma vez que o modelo proposto de controle de estoques é baseado em previsão de demanda, ele variará com o tempo e deverá ser calculado a cada período através da fórmula:

$$Q = F(T + L) + ES - E_{atual}$$

$$ES = k\sqrt{EQM(L + T)}$$

Na planilha de simulação, os 619 SKUs foram organizados nas linhas e nas primeiras colunas foram dispostos o método de previsão adotado, os valores dos estoques de segurança, o período de revisão e o *Lead Time*. Nas colunas seguintes, foram dispostos mensalmente os valores, sendo que cada informação (Nec Bruta, Rec Progr, Stk Proj, Nec Líq, Pedidos Plan, Rec Plan) ficou disposta em uma planilha diferente.

Estoque de Segurança

Como observado, o modelo de controle de estoque proposto utiliza estoque de segurança. Será adotada uma distinção para o tamanho do estoque de segurança das diferentes linhas de acordo com a classificação demonstrada na Tabela 13, onde também é possível observar os níveis de serviço atribuídos a cada linha. O fator de segurança k é dado pelo índice z da distribuição normal padrão acumulada.

Tabela 13 - Níveis de Serviço por Linha

Linha	SKUs	Participação Fat/SKU (%)	Nível de Serviço	z
LINHA 4	110	29,1%	99%	2,33
LINHA 3	102	28,6%	99%	2,33
LINHA 5	52	19,5%	95%	1,64
LINHA 1	72	18,0%	95%	1,64
LINHA 2	283	4,9%	90%	1,28

O cálculo do estoque de segurança também varia com o período de revisão T adotado. Sendo assim, para cada T testado foram obtidos valores diferentes para o estoque de segurança. O Anexo B2 apresenta os estoques de segurança dos itens de uma das linhas para cada valor de T testado e a Figura 30 apresenta os estoques de segurança de vinte e cinco SKUs selecionados.

Informações SKU						Estoque de Segurança			
SKU	FORNECEDOR	Lead Time	Nível de Serviço	Z Tabela Normal	RAIZ (EQM)	T=1	T=2	T=3	T=6
# 1	Fornecedor 1	6	95%	2,32	7,247	45	48	51	59
# 2	Fornecedor 1	6	95%	2,32	6,161	40	42	45	52
# 3	Fornecedor 1	6	95%	2,32	3,846	24	25	27	31
# 4	Fornecedor 1	6	95%	2,32	7,888	50	54	57	66
# 5	Fornecedor 1	6	95%	2,32	13,097	82	88	93	107
# 6	Fornecedor 2	4	90%	1,28	8,054	25	27	29	35
# 7	Fornecedor 2	4	90%	1,28	12,177	36	39	42	51
# 8	Fornecedor 2	4	90%	1,28	9,383	29	32	34	41
# 9	Fornecedor 2	4	90%	1,28	12,484	36	39	42	51
# 10	Fornecedor 2	4	90%	1,28	19,606	58	64	69	82
# 11	Fornecedor 3	4	99%	1,64	1,186	4	5	5	6
# 12	Fornecedor 3	4	99%	1,64	4,329	18	20	21	25
# 13	Fornecedor 3	4	99%	1,64	4,855	18	20	21	25
# 14	Fornecedor 3	4	99%	1,64	5,100	20	22	24	28
# 15	Fornecedor 3	4	99%	1,64	4,234	16	17	19	22
# 16	Fornecedor 4	1	99%	2,32	134,731	443	542	626	828
# 17	Fornecedor 4	1	99%	2,32	216,572	711	871	1.006	1.331
# 18	Fornecedor 4	1	99%	2,32	157,755	518	634	732	968
# 19	Fornecedor 4	1	99%	2,32	162,226	533	653	754	997
# 20	Fornecedor 4	1	99%	2,32	299,856	984	1.206	1.392	1.841
# 21	Fornecedor 5	6	95%	1,28	8,670	32	34	36	42
# 22	Fornecedor 5	6	95%	1,28	10,804	37	40	42	48
# 23	Fornecedor 5	6	95%	1,28	5,254	19	20	21	24
# 24	Fornecedor 5	6	95%	1,28	8,439	29	31	33	38
# 25	Fornecedor 5	6	95%	1,28	21,712	74	79	84	97

Figura 30 - Estoques de Segurança

Teste de Normalidade

Por fim, realizaram-se testes de normalidade para os erros de previsão dos meses de 2013. Para um nível de significância de 10%, verificou-se que dos 619 itens, 58% apresentaram erros de previsão com distribuição normal, para o restante a hipótese foi rejeitada. Aplicando-se um nível de significância igual a 5%, a proporção de séries com distribuição normal aumenta para 66%. Por fim, aplicando-se um nível de significância de 1%, o número de itens cujos erros de previsão apresentam boa aderência à distribuição normal aumenta para 78%. Os resultados dos testes de normalidade de uma das linhas encontram-se no Anexo B3. A Figura 31 apresenta os resultados dos testes de vinte e cinco itens.

Teste de Normalidade							
SKU	AD	Média	Desvio Padrão	AD*	Tem distribuição normal? ($\alpha=10\%$)	Tem distribuição normal? ($\alpha=5\%$)	Tem distribuição normal? ($\alpha=1\%$)
# 1	0,573	-1,165	8,681	0,601	Sim	Sim	Sim
# 2	0,401	-0,346	9,279	0,421	Sim	Sim	Sim
# 3	0,334	-0,130	5,303	0,350	Sim	Sim	Sim
# 4	0,365	-0,905	10,794	0,383	Sim	Sim	Sim
# 5	0,429	-2,348	15,358	0,450	Sim	Sim	Sim
# 6	0,179	1,119	16,123	0,187	Sim	Sim	Sim
# 7	0,904	3,772	11,914	0,948	Não	Não	Sim
# 8	0,245	1,320	9,559	0,257	Sim	Sim	Sim
# 9	0,313	2,241	13,273	0,328	Sim	Sim	Sim
# 10	0,606	1,305	22,304	0,636	Não	Sim	Sim
# 11	3,318	-1,707	3,166	3,479	Não	Não	Não
# 12	0,591	1,843	10,053	0,619	Sim	Sim	Sim
# 13	0,407	0,854	7,630	0,427	Sim	Sim	Sim
# 14	0,476	-0,285	5,239	0,499	Sim	Sim	Sim
# 15	0,232	0,505	7,146	0,243	Sim	Sim	Sim
# 16	0,354	24,087	240,721	0,371	Sim	Sim	Sim
# 17	0,165	48,926	358,560	0,173	Sim	Sim	Sim
# 18	0,323	35,286	162,086	0,338	Sim	Sim	Sim
# 19	1,301	34,219	335,255	1,365	Não	Não	Não
# 20	1,259	76,847	601,977	1,320	Não	Não	Não
# 21	0,181	1,977	9,567	0,190	Sim	Sim	Sim
# 22	0,856	3,068	15,564	0,898	Não	Não	Sim
# 23	6,388	16269,767	69042,971	6,698	Não	Não	Não
# 24	0,631	0,139	11,555	0,662	Não	Sim	Sim
# 25	0,195	2,324	24,885	0,204	Sim	Sim	Sim

Figura 31 - Resultados do Teste de Normalidade para os Erros de Previsão

Para os itens com menor aderência recomenda-se a verificação de existência de valores pontuais que se distanciam da curva e representam *outliers* (pontos extremos) no experimento.

Cálculos

Os estoques ao final de cada mês são calculados por:

$$Stk Proj_t = Stk Proj_{t-1} + Rec Progr_t + Rec Plan_t - Nec Bruta_t$$

Onde:

Stk Proj: Estoque projetado para o final do mês t

Rec Progr: Recebimentos de pedidos em carteira que chegam em t

Rec Plan: Recebimento dos pedidos planejados a partir do modelo que chegam em t

Nec Bruta: Previsão de demanda para o período t

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

As necessidades líquidas são obtidas pela equação:

$$Nec Líq_t = Nec Bruta_{(T+L)} - Rec Progr_{(T-1)} - Rec Plan_{T-1} - Stk Proj_{t-1} + ES$$

Onde:

Nec Líq: Quantidade que deve ser comprada em t

Nec Bruta: Previsão de demanda acumulada do período T+L

Rec Progr: Recebimento programado acumulado do período T-1

Rec Plan: Recebimento planejado acumulado do período T-1

Stk Proj: Estoque projetado ao final de t-1, ou ainda, estoque inicial em t

ES: Estoque de segurança

Caso este valor seja negativo, ele é substituído por zero, o que significa que não há necessidade de emissão de ordem de compra. O pedido por item também deve ser múltiplo de 25, exigência dos fornecedores.

Um exemplo simplificado do modelo de reposição pode ser observado na Tabela 14.

Tabela 14 - Exemplo Simplificado Modelo de reposição

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nec Brut		300	300	300	400	200	500	500	400	300	300	400	700
Rec Progr		100	50										
Stk Proj	575	375	125	1.000	600	1.100	600	1.000	600	900	600	1.300	600
Rec Plan	0	0	0	1.175	0	700	0	900	0	600	0	1.100	0
Pedido Plan		1.175	0	700	0	900	0	600	0	1.100	0	0	0
Nec Líq		1.169	0	694	0	894	0	594	0	1.094	0	0	0

Stk Seg	594
T	2
L	2

Após obter os pedidos de compra mês a mês, foi possível calcular o estoque médio, a cobertura média, a demanda média, o tamanho mínimo de lote, como também o tamanho médio e máximo dos lotes para cada produto, conforme a Figura 32, que mostra os resultados para T=1. O Anexo B4 apresenta o resultado para os SKUs de uma das linhas de produtos.

Modelo Estoque			Indicadores					
SKU	T	Lead Time	Estoque Médio	Demanda Média	Cobertura	Mín Tamanho	Tamanho Médio Lote	Máx Tamanho
#1	1	6	129	30	12,1	50	56	75
#2	1	6	100	24	11,1	25	40	75
#3	1	6	87	24	5,6	25	35	50
#4	1	6	170	45	7,4	50	65	100
#5	1	6	264	66	10,7	25	100	150
#6	1	4	47	18	2,2	25	30	50
#7	1	4	54	18	1,4	100	100	100
#8	1	4	43	14	1,4	75	75	75
#9	1	4	69	26	2,3	25	100	175
#10	1	4	132	57	2,2	25	200	375
#11	1	4	24	13	8,5	25	30	50
#12	1	4	33	7	3,4	25	38	50
#13	1	4	41	16	3,2	25	35	75
#14	1	4	18	3	2,7	25	25	25
#15	1	4	50	24	2,8	25	36	75
#16	1	1	681	339	1,9	225	400	1125
#17	1	1	1201	664	2,0	575	793	2000
#18	1	1	743	343	2,3	250	428	1575
#19	1	1	665	226	3,0	125	293	950
#20	1	1	1206	418	2,7	250	525	1800
#21	1	6	73	23	2,8	25	35	75
#22	1	6	89	17	5,3	25	31	50
#23	1	6	51	27	12,5	25	60	125
#24	1	6	59	18	2,3	25	33	50
#25	1	6	181	71	2,3	50	100	225

Figura 32 - Resultados para T=1

Os cálculos foram simulados para cada valor de T por meio do recurso Tabela de Dados do Excel. Dessa forma foi possível obter os indicadores de cada um deles para análise e escolha do mais adequado para cada linha. A seguir, serão apresentados e discutidos os resultados de tais simulações tal como a recomendação do valor de T a ser adotado.

5.3 Resultados das simulações

Após realizar as simulações do modelo de estoques para cada valor de T (1, 2, 3 e 6 meses), e obter os indicadores, os resultados foram comparados de modo a auxiliar na determinação do período de revisão mais adequado. Os resultados para vinte e cinco SKUs das cinco linhas são apresentados na Figura 33 e os resultados da simulação completa para uma das linhas estão disponíveis no Anexo B5.

SKU	LT	Estoque Médio Anual				Cobertura (meses)				Mín Tamanho Lote				Tamanho Médio Lote				Máx Tamanho Lote			
		T=1	T=2	T=3	T=6	T=1	T=2	T=3	T=6	T=1	T=2	T=3	T=6	T=1	T=2	T=3	T=6	T=1	T=2	T=3	T=6
#1	6	129	143	151	189	12,1	13,3	14,1	17,8	50	50	100	250	56	83	125	250	75	125	150	250
#2	6	100	104	119	138	11,1	11,5	12,8	14,6	25	50	75	200	40	67	100	200	75	75	125	200
#3	6	87	93	95	125	5,6	6,0	6,2	8,2	25	25	75	200	35	58	88	200	50	75	100	200
#4	6	170	180	202	246	7,4	7,9	8,7	10,6	50	100	175	350	65	108	175	350	100	125	175	350
#5	6	264	283	308	382	10,7	11,4	12,3	15,0	25	125	250	525	100	167	250	525	150	225	250	525
#6	4	47	55	60	75	2,2	2,6	2,8	3,6	25	25	50	25	30	50	75	88	50	75	100	150
#7	4	54	54	70	70	1,4	1,4	1,9	1,9	100	100	125	125	100	100	125	125	100	100	125	125
#8	4	43	43	59	59	1,4	1,4	2,0	2,0	75	75	100	100	75	75	100	100	75	75	100	100
#9	4	69	81	81	113	2,3	2,8	2,8	3,9	25	200	200	250	100	200	200	250	175	200	200	250
#10	4	132	160	176	254	2,2	2,7	2,9	4,3	25	425	450	575	200	425	450	575	375	425	450	575
#11	4	24	29	37	62	8,5	9,8	13,7	24,7	25	25	25	150	30	38	50	150	50	50	75	150
#12	4	19	34	34	34	3,9	8,2	8,2	8,2	0	25	25	25	0	25	25	25	0	25	25	25
#13	4	33	36	36	36	3,4	3,6	3,6	3,6	25	75	75	75	38	75	75	75	50	75	75	75
#14	4	41	51	51	64	3,2	4,1	4,1	5,1	25	25	25	25	35	44	58	88	75	100	100	150
#15	4	18	18	18	34	2,7	2,7	2,7	5,5	25	25	25	50	25	25	25	50	25	25	25	50
#16	1	681	891	1.092	1.623	1,9	2,5	3,1	4,6	225	500	250	1.075	400	820	1.044	2.188	1.125	1.525	1.925	3.300
#17	1	1.201	1.603	1.950	2.909	2,0	2,6	3,2	4,8	575	1.175	575	2.625	793	1.615	2.050	4.263	2.000	2.750	3.450	5.900
#18	1	743	983	1.147	1.660	2,3	3,0	3,5	5,1	250	500	250	1.025	428	875	1.119	2.363	1.575	2.125	2.525	3.700
#19	1	665	849	1.035	1.510	3,0	3,8	4,6	6,8	125	325	125	700	293	610	788	1.700	950	1.250	1.525	2.700
#20	1	1.206	1.538	1.859	2.728	2,7	3,5	4,2	6,2	250	550	250	1.100	525	1.095	1.419	3.063	1.800	2.375	2.925	5.025
#21	6	73	77	81	93	2,8	2,9	3,1	3,6	25	25	50	175	35	58	88	175	75	100	125	175
#22	6	89	93	93	106	5,3	5,6	5,6	6,5	25	25	50	125	31	42	63	125	50	75	75	125
#23	6	51	64	77	107	12,5	14,3	16,7	21,5	25	125	75	350	60	150	163	350	125	175	250	350
#24	6	59	65	63	69	2,3	2,6	2,5	2,7	25	25	25	100	33	50	50	100	50	75	75	100
#25	6	181	194	209	251	2,3	2,5	2,7	3,4	50	75	125	525	100	167	250	525	225	300	375	525

Figura 33 - Resultados da Simulação

A escolha de T igual a 1, ou seja, revisão mensal dos estoques, pode ser considerada ideal para todas as linhas no que se refere ao estoque médio anual, cobertura e tamanho médio de lote, dado que este valor de T os minimiza e, conseqüentemente, os custos de manutenção dos estoques também. Por outro lado, esta escolha não é possível para todas as linhas dado que os fornecedores têm exigências de quantidades mínimas por pedido, que podem não ser atingidas com pedidos mensais, notadamente no caso dos quatro fornecedores internacionais, o que

incorre em gastos de importações que com a adoção da revisão mensal pode elevar bastante os custos das ordens de compra. As restrições dos fornecedores são mostradas na Tabela 15.

Tabela 15 - Mínimas Quantidades Exigidas pelos Fornecedores

Linha	Fornecedor	Origem	Lead Time (meses)	Pedido Mínimo	Mínimo por produto-cor	Mínimo por cor
Linha 1	Fornecedor 1	Importado	6	-	600	-
Linha 2	Fornecedor 2	Importado	4	-	275	-
Linha 3	Fornecedor 3	Importado	4	-	-	6.000
Linha 4	Fornecedor 4	Nacional	1	10.000	-	-
Linha 5	Fornecedor 5	Importado	6	10.000	-	-

Devido a essas restrições, analisaram-se os tamanhos mínimos de lote nos níveis de linha, cor e produto-cor, de forma a ainda minimizar o estoque médio anual, a cobertura e o tamanho médio de lote, porém atendendo às restrições de tamanho de lote dos pedidos. Os resultados são apresentados em seguida. Os valores em vermelho indicam os lotes que não atendem as restrições de lote mínimo.

Os fornecedores das Linhas 1 e 2 têm como restrição a quantidade mínima de peças por produto-cor em cada pedido, 600 e 275, respectivamente. A Figura 34 mostra os tamanhos mínimos de lote obtidos pela simulação para cada um dos valores de T para a Linha 1 e a Figura 19 para a Linha 2. Conclui-se que a adoção de revisões mensais é inviável para ambas as linhas, assim como a revisão a cada dois meses para a Linha 1. Sendo assim, o período de revisão mais adequado para a Linha 1 é T=3 e para a Linha 2 é T=2.

LINHA	Produto	Cor	T=1	T=2	T=3	T=6	
Linha 1	P1	A	400	600	1.025	2.475	
		B	425	525	800	2.075	
		C	325	425	775	2.125	
	P1 Total			1.150	1.550	2.600	6.675
	P2	A	800	925	1.600	3.625	
		B	525	800	1.300	3.900	
		C	875	950	1.550	4.150	
	P2 Total			2.200	2.675	4.450	11.675
	P3	A	300	700	1.250	4.200	
		B	325	550	1.525	3.350	
C		1.350	1.475	1.650	2.200		
P3 Total			1.975	2.725	4.425	9.750	
P4	A	825	1.275	2.925	5.825		
	B	1.200	1.450	2.100	5.025		
	C	1.300	2.275	3.850	7.475		
P4 Total			3.325	5.000	8.875	18.325	
P5	A	525	825	1.575	3.650		
	B	625	1.075	2.050	4.650		
	C	250	525	850	2.775		
P5 Total			1.400	2.425	4.475	11.075	
Total Geral			10.050	14.375	24.825	57.500	

Mínimo por Produto-Cor 600

Figura 34 - Tamanho Mínimo de Lote por Produto-Cor - Linha 1

LINHA	Produto	Cor	T=1	T=2	T=3	T=6	
Linha 2	P6	A	1.275	1.900	2.050	2.425	
		B	725	825	1.000	2.350	
		C	2.175	2.300	2.800	4.650	
		D	1.950	2.575	3.025	5.550	
	P6 Total			6.125	7.600	8.875	14.975
	P7	A	525	850	900	1.050	
		B	300	550	550	500	
		C	100	300	300	525	
		D	150	400	1.000	1.200	
	P7 Total			1.075	2.100	2.750	3.275
P8	A	2.400	2.450	2.450	2.550		
	B	300	325	425	450		
	C	1.550	1.550	1.600	2.775		
	D	3.225	3.325	3.425	3.750		
P8 Total			7.475	7.650	7.900	9.525	
P9	A	200	275	450	450		
	B	500	825	850	850		
	C	525	600	675	700		
	D	450	600	625	650		
P9 Total			1.675	2.300	2.600	2.650	
Total Geral			16.350	19.650	22.125	30.425	

Mínimo por Produto-Cor 275

Figura 35 - Tamanho Mínimo de Lote por Produto-Cor - Linha 2

A Linha 3 tem como restrição a quantidade mínima de 6.000 peças por cor, inviabilizando a revisão mensal como indicado pela Figura 36. Sendo assim, o período de revisão mais adequado à Linha 3 é T=2.

LINHA	Cor	T=1	T=2	T=3	T=6
Linha 3	A	6.700	8.875	11.125	15.200
	B	5.300	7.750	10.600	16.925
	C	8.375	10.825	15.300	21.450
	D	5.825	7.925	10.025	17.125
Total Geral		26.200	35.375	47.050	70.700

Mínimo por Cor 6.000

Figura 36 - Tamanho Mínimo de Lote por Cor - Linha 3

Por fim, os fornecedores das Linhas 4 e 5 exigem ambos uma quantidade mínima de 10.000 peças por pedido, sem restrições por cor ou produto. Portanto, como mostrado na Figura A e na Figura B, os períodos de revisão mais adequados para cada uma das Linhas são T=1 (Linha 4) e T=6 (Linha 5). Cabe ressaltar que o fornecedor da Linha 4, por ser nacional, é capaz de atender aos pedidos nacionais sem que isso incorra em gastos extras para nenhuma das partes envolvidas.

LINHA	T=1	T=2	T=3	T=6
Linha 4	13.300	30.925	16.400	89.200
Total Geral	13.300	30.925	16.400	89.200

Mínimo por Pedido 10.000

Figura 37 - Tamanho Mínimo de Lote por Pedido - Linha 4

LINHA	T=1	T=2	T=3	T=6
Linha 5	3.100	4.825	7.025	26.650
Total Geral	3.100	4.825	7.025	26.650

Mínimo por Pedido 10.000

Figura 38 - Tamanho Mínimo de Lote por Pedido - Linha 5

Cabe lembrar que hoje não é utilizado um modelo de revisão periódica na Empresa, sendo o momento de colocação dos pedidos determinados informalmente por meio do indicador de atendimento da demanda, com pedidos colocados em média a cada 6 meses

aproximadamente. Dessa forma, os resultados mostraram ser razoável emitir uma ordem de compra e um período inferior a esse, como mostra a Tabela 16.

Tabela 16 - Período praticado X Período proposto

Linha	T praticado (meses)	T proposto (meses)
Linha 1	6	3
Linha 2	6	2
Linha 3	6	2
Linha 4	3	1
Linha 5	6	6

5.4 Propostas Relacionadas aos Processos

O modelo de revisão periódica *time-phased* proposto permitirá à empresa adiantar-se e saber exatamente o momento de emitir uma ordem de compra. Como consequência, os pedidos podem passar a ser realizados com antecedência aos fornecedores, sendo possível a realização de acordos como o compromisso de compra e venda a cada período. Dessa forma tanto o fornecedor quanto os departamentos de planejamento e compras poderão se programar melhor.

Atualmente, o *Lead Time* (período entre a emissão de um pedido e a sua chegada no CD) é alto devido à política PTO (*Purchase To Order*) adotada pelos fornecedores. Os fornecedores aguardam uma ordem de compra do cliente, no caso a Empresa, para comprar os insumos e fabricar os produtos vendidos, não trabalhando com estoques de produtos acabados nem de matéria-prima. O *Lead Time* corresponde, portanto ao tempo em que o fornecedor recebe o pedido, compra o material para a fabricação, produz os itens e envia até o CD da Empresa.

A política de produção adotada pelos fornecedores também explica os mínimos lotes exigidos por cor ou produto. Dado que o material é comprado para o pedido em questão, o fornecedor não tem interesse em manter estoque nem do material, nem do produto acabado. Com a adoção da revisão periódica com maior frequência de pedidos, algumas das exigências feitas pelos fornecedores de quantidades mínimas totais por pedido podem tornar-se mais flexíveis. Uma vez que haverá certa previsibilidade da quantidade a ser pedida a uma dada frequência, a empresa pode se comprometer a consumir todo o material comprado nos próximos pedidos.

Caso o modelo com maior frequência de pedidos e formalização da rotina de compra seja adotado na Empresa, é importante manter registros e acompanhamento das vendas desses

itens, que servirão de base para análises futuras, visto que as lições aprendidas neste piloto serão replicadas em novos estudos ou em ajustes que o próprio modelo mostre necessários. Reforça-se a atenção e cuidado que devem ser adotados ao tratar os *outliers* que, caso não sejam tratados, podem ocasionar distorções nos resultados.

A ferramenta foi criada de acordo com as necessidades da Empresa para o controle de estoques e será operada pelo departamento de Planejamento. Sendo assim, é muito importante que o responsável de compras entenda bem a lógica do modelo para poder analisar os resultados.

O modelo estruturado em um arquivo do Microsoft Excel tem duas aplicações: i) ferramenta analítica para parametrização do sistema ii) ferramenta operacional para controle do estoque e compras. Seu uso na operação será detalhado a seguir.

5.4.1 Operação

As informações foram organizadas em planilhas que realizam a parametrização e o cálculo das previsões de demanda, além dos cálculos para o controle de estoques.

Como já foi dito, a parametrização do modelo de previsão de demanda é realizada por meio de códigos em VBA. Na primeira planilha intitulada “Demanda” são armazenados os dados dos SKUs e suas séries históricas. São nessas planilhas que as séries devem ser atualizadas com os valores mais recentes de demanda na revisão dos parâmetros. Ao rodar as macros dessa planilha, são calculadas as previsões de demanda que retornam os resultados nas planilhas “Simples”, “Tendência” e “Sazonalidade”, com os valores das previsões e dos seus respectivos parâmetros.

Um exemplo da planilha “Demanda” é mostrado na Figura 39.

Qtde Previsões 6

SIMPLES C/ TENDÊNCIA C/ TENDÊNCIA E SAZONALIDADE LIMPAR ABAS ERRO MÉTODO ATUAL

LINHA	PRODUTO	COR	GRADE	SKU	2012 Jan	2012 Feb	2012 Mar	2012 Abr	2012 Mai	2012 Jun	2012 Jul	2012 Ago	2012 Set	2012 Out	2012 Nov	2012 Dez	2013 Jan	2013 Feb	2013 Mar
Linha 1	P1	A	1	SKU 1	84	7	127	11	68	11	0	0	0	2	9	11	9	15	6
Linha 1	P1	A	2	SKU 2	72	6	103	9	58	10	0	0	0	5	5	10	7	11	3
Linha 1	P1	A	3	SKU 3	120	10	173	14	77	13	0	0	0	9	11	11	11	17	14
Linha 1	P1	A	4	SKU 4	158	13	263	22	121	20	0	0	0	7	13	17	17	22	17
Linha 1	P1	A	5	SKU 5	137	11	312	26	89	15	0	0	0	8	14	15	13	8	21
Linha 1	P1	A	6	SKU 6	108	9	151	13	51	9	0	0	0	11	7	15	13	20	8
Linha 1	P1	A	7	SKU 7	139	12	228	19	87	15	0	0	0	10	18	19	18	17	12
Linha 1	P1	A	8	SKU 8	106	9	162	14	54	9	0	0	0	4	14	12	7	12	9
Linha 1	P1	A	9	SKU 9	59	5	126	11	51	9	0	0	0	3	9	5	8	8	9
Linha 1	P1	A	10	SKU 10	65	5	138	12	53	9	0	0	1	5	8	3	5	7	8
Linha 1	P1	A	11	SKU 11	48	4	125	10	56	9	0	0	0	1	8	5	10	6	4
Linha 1	P1	B	12	SKU 12	54	5	111	9	76	13	0	0	0	5	5	6	9	8	6
Linha 1	P1	B	1	SKU 13	74	6	107	9	49	8	0	0	0	2	5	9	9	11	5
Linha 1	P1	B	2	SKU 14	85	7	121	10	75	13	0	0	0	12	8	8	7	15	2
Linha 1	P1	B	3	SKU 15	153	13	196	16	146	24	0	0	0	19	12	15	21	21	9
Linha 1	P1	B	4	SKU 16	114	10	260	22	132	22	0	0	0	7	11	11	12	18	11
Linha 1	P1	B	5	SKU 17	99	8	121	10	55	9	0	0	0	6	11	12	9	13	10
Linha 1	P1	B	6	SKU 18	83	7	229	19	102	17	0	0	0	10	13	9	13	12	9
Linha 1	P1	B	7	SKU 19	83	7	177	15	73	12	0	0	0	3	12	10	8	12	8
Linha 1	P1	B	8	SKU 20	53	4	92	8	56	9	0	0	0	2	6	6	7	5	7
Linha 1	P1	B	9	SKU 21	39	3	124	10	61	10	0	0	0	0	6	6	3	3	7
Linha 1	P1	B	10	SKU 22	34	3	128	11	58	10	0	0	0	3	7	7	3	3	6

Demanda Método Atual Simples Tendencia Sazonalidade Teste_Normalidade Seleção ...

Figura 39 - Planilha "Demanda"

As planilhas “Nec Bruta”, “Rec Progr”, “Stk Proj”, “Nec Liq”, “Pedidos Plan”, “Rec Plan”, “Stk Médio”, “Cobertura Média” referem-se aos cálculos da revisão periódica *Time Phased*. Após o cálculo da previsão de demanda pela macro, os valores são automaticamente retornados para a planilha “Nec Bruta”.

Os cálculos não serão demonstrados dado que já foram explicados em tópico anterior. As planilhas projetam todas as variáveis do modelo e seus principais *outputs* são os pedidos planejados para cada período, que correspondem ao plano de compra (Figura 40) e também resultados para análise e parametrização do modelo, retornados na planilha “Seleção” (Figura 41). Nessa planilha também são retornados os resultados da calibração dos modelos de previsão (Figura 42).

LINHA	PRODUTO	COR	GRADE	SKU	Previsão	Estoque S T	Lead Time	2014 Jan	2014 Fev	2014 Mar	2014 Abr	2014 Mai
Linha 1	P1	A		1 SKU 1	Tend. & Sazon.	45 1	6	0	50	50	75	50
Linha 1	P1	A		2 SKU 2	Tend. & Sazon.	40 1	6	50	25	25	25	75
Linha 1	P1	A		3 SKU 3	Tend. & Sazon.	24 1	6	50	25	25	50	25
Linha 1	P1	A		4 SKU 4	Tend. & Sazon.	50 1	6	50	50	50	75	100
Linha 1	P1	A		5 SKU 5	Tend. & Sazon.	82 1	6	25	100	100	125	150
Linha 1	P1	A		6 SKU 6	Tend. & Sazon.	34 1	6	75	25	0	25	0
Linha 1	P1	A		7 SKU 7	Tend. & Sazon.	48 1	6	125	25	0	25	0
Linha 1	P1	A		8 SKU 8	Tend. & Sazon.	42 1	6	100	0	0	0	0
Linha 1	P1	A		9 SKU 9	Tend. & Sazon.	40 1	6	75	0	25	25	25
Linha 1	P1	A		10 SKU 10	Tend. & Sazon.	24 1	6	25	50	25	50	50
Linha 1	P1	A		11 SKU 11	Tend. & Sazon.	26 1	6	50	25	25	0	25
Linha 1	P1	A		12 SKU 12	Tend. & Sazon.	24 1	6	25	25	25	50	25
Linha 1	P1	B		1 SKU 13	Tend. & Sazon.	40 1	6	75	0	25	0	25
Linha 1	P1	B		2 SKU 14	Método Atual	34 1	6	50	25	25	0	25
Linha 1	P1	B		3 SKU 15	Tend. & Sazon.	48 1	6	75	25	50	25	25
Linha 1	P1	B		4 SKU 16	Tend. & Sazon.	53 1	6	50	75	50	75	100
Linha 1	P1	B		5 SKU 17	Tend. & Sazon.	37 1	6	75	25	0	25	25
Linha 1	P1	B		6 SKU 18	Tend. & Sazon.	45 1	6	50	50	75	50	75
Linha 1	P1	B		7 SKU 19	Tend. & Sazon.	40 1	6	125	0	0	0	0
Linha 1	P1	B		8 SKU 20	Tend. & Sazon.	24 1	6	50	0	25	0	25
Linha 1	P1	B		9 SKU 21	Tend. & Sazon.	24 1	6	25	25	50	25	25
Linha 1	P1	B		10 SKU 22	Tend. & Sazon.	24 1	6	50	25	25	0	25

Figura 40 - Planilha "Pedidos Plan"

Modelo Estoque		Indicadores					Estoque de Segurança				Estoque Médio Anual						
T	Lead Time	Estoque Médio Anual	Demanda Média	Cobertura	Tamanho Médio Lote	Máx Tamanho Lote	Mín Tamanho Lote	T	1	2	3	6	T	1	2	3	6
1	6	129	30	12,1	56	75	50	45	45	48	51	59	129	129	143	151	189
1	6	100	24	11,1	40	75	25	40	40	42	45	52	100	100	104	119	138
1	6	87	24	5,6	35	50	25	24	24	25	27	31	87	87	93	95	125
1	6	170	45	7,4	65	100	50	50	50	54	57	66	170	170	180	202	246
1	6	264	66	10,7	100	150	25	82	82	88	93	107	264	264	283	308	382
1	6	50	13	4,5	42	75	25	34	34	37	39	45	50	50	55	53	70
1	6	75	21	4,7	58	125	25	48	48	51	54	62	75	75	82	82	94
1	6	48	9	4,1	100	100	100	42	42	45	48	55	48	48	48	60	60
1	6	68	15	9,3	38	75	25	40	40	42	45	52	68	68	70	74	86
1	6	97	26	9,3	40	50	25	24	24	25	27	31	97	97	106	116	135
1	6	49	14	6,0	31	50	25	26	26	28	30	35	49	49	51	57	63
1	6	85	21	9,9	30	50	25	24	24	25	27	31	85	85	91	93	124
1	6	55	12	7,2	42	75	25	40	40	42	45	52	55	55	55	61	67
1	6	56	15	5,8	31	50	25	34	34	37	39	45	56	56	61	69	82
1	6	92	25	5,2	40	75	25	48	48	51	54	62	92	92	96	110	129
1	6	175	48	8,7	70	100	50	53	53	57	60	69	175	175	188	204	253
1	6	63	17	6,3	38	75	25	37	37	40	42	48	63	63	67	67	80
1	6	157	43	10,7	60	75	50	45	45	48	51	59	157	157	168	185	222
1	6	56	13	3,9	125	125	125	40	40	42	45	52	56	56	56	56	68
1	6	38	9	6,0	33	50	25	24	24	25	27	31	38	38	38	44	50
1	6	76	20	8,6	30	50	25	24	24	25	27	31	76	76	81	80	112

Figura 41 - Planilha "Seleção" - Análise Controle de Estoques

Informações SKU			MSE				Método Previsão Selecionado				Teste de Normalidade				ES				
LINHA	FORNECEDOR	SKU	Método Atual	Simplex	Tendencia	Sazonalidade	Modelo de Previsão	Alfa	Beta	Gama	MSE	A²	Média	Desvio Padrão	A² Modificada	Tem distribuição normal? (α=5%)	RAIZ (MSE)	Z Tabela Normal	Estoque Segurança
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 1	57	801	708	53	Tend. & Sazon.	0,65	0,35	0,10	53	0,5733	-1,1654	8,6809	0,6011	Sim	7,2	2,32	45
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 2	46	555	481	38	Tend. & Sazon.	0,45	0,45	0,90	38	0,4012	-0,3457	9,2794	0,4207	Não	6,2	2,32	40
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 3	40	1414	1214	15	Tend. & Sazon.	0,65	0,40	0,05	15	0,3336	-0,1302	5,3033	0,3499	Sim	3,8	2,32	24
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 4	139	3092	2752	62	Tend. & Sazon.	0,55	0,45	0,90	62	0,3649	-0,9048	10,7936	0,3826	Sim	7,9	2,32	50
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 5	285	3793	3630	172	Tend. & Sazon.	0,45	0,55	0,50	172	0,4288	-2,3481	15,3576	0,4497	Sim	13,1	2,32	82
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 6	49	1078	956	29	Tend. & Sazon.	0,85	0,05	0,15	29	0,2099	0,6214	7,4711	0,2201	Sim	5,4	2,32	34
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 7	122	2273	2027	55	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,90	55	0,6189	0,5280	9,1275	0,6490	Sim	7,4	2,32	48
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 8	172	1191	1053	47	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,15	47	0,2367	0,8842	8,9022	0,2482	Sim	6,8	2,32	42
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 9	48	647	621	39	Tend. & Sazon.	0,45	0,05	0,15	39	0,5765	0,4830	12,7247	0,6045	Sim	6,2	2,32	40
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 10	43	761	732	14	Tend. & Sazon.	0,55	0,55	0,90	14	0,2410	-0,5598	5,7578	0,2527	Sim	3,8	2,32	24
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 11	42	616	622	18	Tend. & Sazon.	0,65	0,05	0,15	18	0,1498	0,2253	5,9901	0,1570	Sim	4,2	2,32	26
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 12	28	586	576	13	Tend. & Sazon.	0,65	0,90	0,65	13	0,2300	-0,2627	4,6157	0,2412	Sim	3,6	2,32	24
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 13	38	559	492	38	Tend. & Sazon.	0,55	0,05	0,15	38	0,4224	-0,3155	8,8660	0,4429	Sim	6,1	2,32	40
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 14	28	769	668	34	Método Atual				28	0,4436	-0,2561	5,4464	0,4652	Sim	5,3	2,32	34
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 15	64	2296	1958	58	Tend. & Sazon.	0,60	0,35	0,40	58	0,3276	-0,2108	11,0330	0,3435	Sim	7,6	2,32	48
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 16	145	2805	2702	70	Tend. & Sazon.	0,55	0,50	0,60	70	0,3977	-1,6717	10,0703	0,4170	Sim	8,4	2,32	53
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 17	36	789	673	34	Tend. & Sazon.	0,65	0,25	0,90	34	0,2287	0,2085	8,1699	0,2398	Sim	5,8	2,32	37
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 18	154	2047	2062	50	Tend. & Sazon.	0,65	0,35	0,10	50	0,4006	-1,1251	10,8369	0,4201	Sim	7,1	2,32	45
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 19	116	1266	1195	38	Tend. & Sazon.	0,50	0,35	0,50	38	0,1804	0,2040	9,3046	0,1892	Sim	6,2	2,32	40
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 20	20	403	372	15	Tend. & Sazon.	0,40	0,05	0,40	15	0,3223	0,2691	6,5755	0,3380	Sim	3,8	2,32	24
Linha 1	Fornecedor 1	SKU 21	38	448	468	16	Tend. & Sazon.	0,55	0,40	0,10	16	0,3810	-0,3780	6,3774	0,3947	Sim	3,8	2,32	24

Figura 42 - Planilha "Seleção" - Parametrização Previsão de Demanda

A planilha “Seleção” é importante principalmente para a operação por conter os resultados da parametrização dos modelos de previsão de demanda e os indicadores das simulações do controle de estoques para diferentes valores de T.

Ainda que o modelo forneça o plano de compras baseado na previsão de demanda da própria ferramenta, os valores são apenas sugestões e recomenda-se que ainda exista análise qualitativa dos resultados considerando a percepção do Departamento de Compras, que baseado em sua experiência diz se determinado produto pode vender mais ou menos em determinadas épocas.

6 CONCLUSÕES

Este capítulo divide-se em três partes: síntese do trabalho (formulação do problema, metodologia e resultados obtidos); análise crítica e possíveis desdobramentos.

6.1 Síntese do Trabalho

Este trabalho teve como objeto de estudo uma empresa que atua no ramo de varejo de moda íntima. Ela opera com fornecedores nacionais e internacionais, possui atualmente 21 lojas e conta com um CD. Pelo grande número de pontos de venda e itens, e pelo alto dinamismo do setor a gestão de estoques é de grande relevância.

O modelo de estoques utilizado atualmente é baseado em previsão de demanda. No entanto, os cálculos da previsão são bastante simplificados e consideram a demanda estacionária ao longo do tempo. Os planos de compras, dimensionados a partir desse método de previsão para cobrir os longos *lead times* dos fornecedores, costumam ser grandes e deram à empresa um longo histórico de estoques elevados.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi rever o processo de compras, avaliá-lo e propor melhorias tanto no método de previsão de demanda quanto no modelo de controle de estoques. A análise preliminar dos SKUs da empresa delimitou o estudo a 619 itens constituintes da família Perenes de demanda regular.

De forma a melhorar a previsão de demanda, foram testados três modelos de previsão: suavização exponencial simples, suavização exponencial com tendência e suavização exponencial com tendência e sazonalidade. Os modelos foram aplicados com dados de 2013 e para cada um deles selecionou-se os parâmetros (α , β ou γ) que minimizam o erro quadrático médio (EQM) da previsão e, a seguir, foram comparados ao método atual.

A partir do levantamento bibliográfico, identificaram-se os modelos de estoques clássicos e os *time-phased*. Dentre os primeiros estão a reposição por ponto de pedido, reposição do máximo e reposição baseada em previsão de demanda. Os modelos *time-phased* são aqueles que escalonam as necessidades ao longo do tempo, como é feito hoje na empresa.

Por ser uma empresa em que parte dos fornecedores é internacional, o que acarreta altos custos de pedido, os modelos de revisão contínua foram descartados. Além disso, a compra de múltiplos itens por fornecedor e suas exigências de quantidades mínimas tornam o

agrupamento de pedidos vantajoso. Portanto, os modelos de revisão periódica fazem mais sentido à operação da empresa.

Atualmente, a determinação do momento de se emitir uma ordem de compra é informal e é comum a empresa passar períodos de aproximadamente 6 meses sem pedidos, o que também tornam os planos de compra inflados. Sendo assim, analisou-se o modelo de estoques baseado em previsão de demanda, que utilizaram como valores de entrada os resultados definidos pelos métodos de previsão estudados, simularam-se diferentes períodos de revisão e, por fim, compararam-se os resultados obtidos para a calibração do modelo.

Analisando os resultados e respeitando as restrições de quantidades mínimas de lotes definidas pelos fornecedores foi possível determinar um período de revisão adequado para cada linha de produtos. A recomendação final é que estes períodos sejam testados pela empresa e sejam levados aos fornecedores propostas que permitam comprometimento por parte da empresa em consumir os materiais adquiridos para a produção e flexibilidade nas restrições de tamanho de lote além de possível diminuição do *lead time*.

6.2 Análise Crítica

Uma das limitações do modelo construído é a extensão da série histórica. Apesar de a Empresa existir desde 2009, sua base de dados possui informações confiáveis desde 2012 apenas. Além da relativa pouca disponibilidade de dados (3 anos completos de histórico), a Empresa passou por um intenso processo de expansão com abertura de lojas que tornam as vendas do período analisado pouco representativas do futuro.

Ainda com relação à extensão da série histórica, o estudo focou na análise dos produtos de demanda regular e série mais longa para depois estender-se aos demais. Assim, grande parte dos produtos, principalmente os pertencentes à Família Coleção e Marcas, não foi analisada. No caso desses produtos, cuja série histórica dificilmente passará de 1 ano por serem de fato comprados para a venda em um período menor, a recomendação é que sejam utilizados métodos qualitativos para a determinação das ordens de compra.

Outra limitação é o tratamento de dados. A ocorrência de promoções pode impactar significativamente as vendas de todos os produtos em uma loja, sejam eles ou não os produtos em promoção. No entanto, é difícil determinar com antecedência seu verdadeiro impacto. Sendo assim, o modelo proposto não trata a interferência que esse evento pode ter na

demanda dos produtos. Da mesma forma, promoções são também causas da existência de *outliers* no experimento, além de outros fatores. Com o objetivo de reduzir os efeitos da falta de estoque e picos de venda por promoções, foram realizados ajustes nos dados disponíveis. Porém, como não foi possível levantar todos esses casos por falta de registro, os ajustes se limitaram a remoção de *outliers* extremos.

Por fim, dada as limitações de tempo e execução do trabalho, investigou-se apenas três métodos de previsão de demanda, além de um único método de controle de estoques. É importante ressaltar que é possível que outros modelos se adaptem melhor ao caso da Empresa, fornecendo resultados melhores. A base para teste de novas alternativas de previsão já está estruturada com os aplicativos desenvolvidos neste trabalho.

De qualquer forma, apesar das limitações levantadas, os modelos puderam ser testados em um grupo de produtos relevantes para a empresa e foram obtidos bons resultados.

6.3 Desdobramentos e Considerações Finais

O presente estudo pode ser estendido de algumas formas. Como extensão mais óbvia, haveria a replicação do método para outros procedimentos de controle de estoques. Dessa forma, seria possível analisar o desempenho de métodos de previsão e controle distintos dos atualmente propostos e analisados neste trabalho.

Com relação aos métodos utilizados no estudo, podem-se estudar outras formas de realizar a calibração dos parâmetros para a previsão de demanda, além da frequência que esta calibração deve ser realizada.

O estudo ainda poderia ser estendido com a aplicação do método nos demais SKUs existentes no portfólio. A análise limitou-se a somente 619 SKUs, de apenas uma família, principalmente por falta de série histórica longa suficiente. Em função disso, recomenda-se manter o registro das demandas de todos os itens do portfólio a fim de se aplicar avaliações análogas às realizadas no trabalho para as demais famílias de produtos.

Não se pode esquecer que a ferramenta tem como função auxiliar na tomada de decisão sobre os pedidos de compra. Portanto, as sugestões de volumes de compras devem ser analisadas qualitativamente pelos responsáveis das áreas de Planejamento e de Compras, e modificadas conforme a necessidade. Essa validação é essencial e deve considerar a experiência e o conhecimento subjetivo dos analistas sobre o mercado, como a ocorrência de promoções.

Outra proposta para possíveis desdobramentos é a análise dos custos associados a todas as etapas do gerenciamento de estoques. O estudo não focou no tratamento dos custos, porém é uma avaliação de grande importância e altamente recomendada.

A proposta do novo modelo de controle de estoques foi levada à Empresa e teve boa aceitação inicial pelos responsáveis pela área de Planejamento. O modelo está em processo de avaliação, com a realização de análises mais profundas dos resultados obtidos, como a consideração de todos os custos envolvidos, para que a proposta seja levada à alta gerência e a ferramenta passe a ser utilizada.

7 REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. T.; CHAPMAN, S. N.; CLIVE, L. M. **Introduction to Materials Management**. 3 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

BPI CONSULTING Anderson-Darling Test for Normality. Disponível em: <www.spcforexcel.com/anderson-darling-test-for-normality#p_value> Acesso em: 30 set. 2014.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e Controle da Produção**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARTIN, A. J. **DRP: Distribution Resource Planning** - The Gateway to True Quick Response and Continuous Replenishment. Nova York: John Wiley & Sons, 1992.

NAHMIA, S. **Production and Operation Analysis**. 3 ed. Chicago, McGraw Hill, 2009.

SANTORO, M. C. **Notas de aula: Planejamento, programação e controle da produção: Previsão de Demanda**. EPUSP. São Paulo, 2003.

SILVER, E. A., PYKE, D., & PETERSON, R. **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. New York: John Wiley & Sons, 1998.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos: Projeto e Gestão: Conceitos, Estratégias e Estudos de Caso**. 3. Ed. Porto Alegre, Bookman, 2010.

SCHMID, E. **Marketing do varejo de moda: uma ênfase em médias empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

SOUZA, M. G. et al. **Mercado & consumo**. O presente e o futuro do varejo. São Paulo: Gouveia de Souza, 2009. v. 2.

TERSINE, M. **Principles of Inventory Management**. 4. New Jersey. Prentice Hall. 1994.

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.

VOLLMANN, T.E., BERRY, W.L., WHYBARK, D.C. **Manufacturing Planning and**

Control Systems. 4 ed. Nova York: McGraw-Hill, 1997.

ANEXOS

Anexo A - Códigos em Linguagem VBA

A1. Macro VBA - Leitura da Demanda

```

Public Matriz() As Variant
Public Código() As String
Public Demanda() As Double
Public Range_Demanda As Range
Public k As Integer 'quantidade de previsões
Public m As Integer 'quantidade de skus
Public n As Integer 'quantidade de períodos

Sub LeDemanda()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer
    Worksheets("Demanda").Activate

    k = Range("B3").Value 'quantidade de previsões

    m = 0 'skus
    n = 0 'períodos

    'conta quantos skus tem
    Do While (Range("A9").Offset(m, 0) <> "")
        m = m + 1
    Loop

    'conta quantos períodos tem
    Do While (Range("F9").Offset(0, n) <> "")
        n = n + 1
    Loop

    'nomeia a range de demanda da coluna E até a última coluna como demanda
    Set Range_Demanda = Range(Range("E9"), Range("E9").Offset(m - 1, n + k))
    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Range_Demanda", RefersTo:=Range_Demanda

    'seleciona a range de demanda
    Range("Range_Demanda").Select

    ReDim Matriz(m, n + 1)
    ReDim Código(m)
    ReDim Demanda(m, n + k)

    Matriz = Selection.Value 'Matriz recebe Range_Demanda

    For i = 1 To m
        Código(i) = Matriz(i, 1) 'Código recebe os nomes dos skus
        For j = 1 To n

```

```
        Demanda(i, j) = Matriz(i, j + 1) 'Demanda recebe os valores da Matriz
    Next j
Next i
End Sub
```

A2. Macro VBA - Cálculo EQM Modelo Atual

```

Public Erro() As Double
Public ErroSqr() As Double
Public EM() As Double 'Erro Médio
Public EQM() As Double 'Erro Médio QuAPrático
Public Media() As Double
Public Desvio() As Double
Public A2() As Double
Public A2M() As Double

Sub CalcModelo_Atual()
    Dim i As Integer
    Dim j As Integer

    Worksheets("Método Atual").Activate

    'nomeia a range de previsão da coluna E até a última coluna
    Set Range_Previsão = Range(Range("R9"), Range("R9").Offset(m - 1, n + k - 1))
    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Range_Previsão", RefersTo:=Range_Previsão

    'seleciona a range de previsão
    Range("Range_Previsão").Select

    'Matriz recebe Range_Previsão
    Matriz = Selection.Value

    For i = 1 To m
        For j = 1 To n
            Previsão(i, j) = Matriz(i, j) 'Previsão recebe os valores da Matriz
        Next j
    Next i

    For i = 1 To m
        EM(i) = 0
        EQM(i) = 0

        For j = 1 To n
            Erro(i, j) = Previsão(i, j) - Demanda(i, j)
            ErroSqr(i, j) = Erro(i, j) ^ 2
        Next j
        'Vai somando os erros para calcular EM e EPAM
        EM(i) = EM(i) + Erro(i, j)
        EQM(i) = EQM(i) + ErroSqr(i, j)
    Next j
    'caclula o Erro Médio e o EPAM
    EM(i) = EM(i) / n
    EQM(i) = EQM(i) / n
    Next i
End Sub

```

A3. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial Simples

```

Public Previsão() As Double
Public Base() As Double
Public Erro() As Double
Public ErroSqr() As Double
Public Melhor_alfa() As Double 'alfa com menor erro
Public Erro_min() As Double 'menor erro apresentado entre todos os alfas
Public Melhor_previsão() As Double 'previsão calculada com o alfa ótimo
Public k As Integer 'qtd de previsões
Public m As Integer 'qtd de skus
Public n As Integer 'qtd de períodos
Public alfa As Double 'cte de suavização
Public EM() As Double 'Erro Médio
Public EQM() As Double 'Erro Médio Quadrático

```

```

Sub CalcPrevSES()

```

```

    Dim i As Integer

```

```

    Dim j As Integer

```

```

    For i = 1 To m

```

```

        Erro_min(i) = 1000000

```

```

        Base(1) = Demanda(i, 1)

```

```

        Previsão(i, 1) = 0

```

```

        EM(i) = 0

```

```

        EQM(i) = 0

```

```

        Erro(i, 1) = 0

```

```

        ErroSqr(i, 1) = 0

```

```

    For alfa = 0.05 To 0.95 Step 0.05 'calibração do alfa

```

```

        For j = 2 To n + k

```

```

            Base(j) = alfa * Demanda(i, j) + (1 - alfa) * Base(j - 1)

```

```

            'para o período de 1 a n

```

```

            If j <= n Then

```

```

                Previsão(i, j) = Base(j - 1)

```

```

                Erro(i, j) = Previsão(i, j) - Demanda(i, j)

```

```

                ErroSqr(i, j) = Erro(i, j) ^ 2

```

```

            'previsão para k períodos adiante

```

```

            Else

```

```

                Previsão(i, j) = Base(n)

```

```

            End If

```

```

            'Vai somando os erros para calcular EM e EQM

```

```

            EM(i) = EM(i) + Erro(i, j)

```

```

            EQM(i) = EQM(i) + ErroSqr(i, j)

```

```

        Next j

```

```

    'caclula o Erro Médio e o EQM

```

```
EM(i) = EM(i) / (n - 1)
EQM(i) = EQM(i) / (n - 1)

If EQM(i) < Erro_min(i) Then
  Melhor_alfa(i) = alfa
  Erro_min(i) = EQM(i)
  For j = 2 To n + k
    Melhor_previsão(i, j) = Previsão(i, j)
  Next j
End If
Next alfa
Next i
End Sub
```

A4. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial com Tendência

```

Public Previsão() As Double
Public Base() As Double
Public Erro() As Double
Public ErroSqr() As Double
Public Melhor_alfa() As Double 'alfa com menor erro
Public Melhor_beta() As Double 'beta com menor erro
Public Erro_min() As Double 'menor erro apresentado entre todos os alfas
Public Melhor_previsão() As Double 'previsão calculada com o alfa ótimo
Public Tendencia() As Double
Public k As Integer 'qtd de previsões
Public m As Integer 'qtd de skus
Public n As Integer 'qtd de períodos
Public alfa As Double 'cte de suavização para base
Public beta As Double 'cte de suavização para tendencia
Public EM() As Double 'Erro Médio
Public EQM() As Double 'Erro Médio Quadrático

Sub CalcPrevSET()

Dim i As Integer
Dim j As Integer

For i = 1 To m
    Base(1) = Demanda(i, 1)
    Tendencia(1) = 2
    Previsão(i, 1) = 0
    Erro_min(i) = 1000000
    EM(i) = 0
    EQM(i) = 0
    Erro(i, 1) = 0
    ErroSqr(i, 1) = 0

    For alfa = 0.05 To 0.95 Step 0.05
        For beta = 0.05 To 0.95 Step 0.05
            For j = 2 To n + k

                Base(j) = alfa * Demanda(i, j) + (1 - alfa) * (Base(j - 1) + Tendencia(j - 1))
                Tendencia(j) = beta * (Base(j) - Base(j - 1)) + (1 - beta) * Tendencia(j - 1)

                'previsão para n períodos
                If j <= n Then
                    Previsão(i, j) = Base(j - 1) + Tendencia(j - 1)
                    If Previsão(i, j) < 0 Then
                        Previsão(i, j) = 0
                    End If
                    Erro(i, j) = Previsão(i, j) - Demanda(i, j)
                    ErroSqr(i, j) = Erro(i, j) ^ 2
                End If
            Next j
        Next beta
    Next alfa
Next i

```

```

'Vai somando os erros para calcular EM e EQM
EM(i) = EM(i) + Erro(i, j)
EQM(i) = EQM(i) + ErroSqr(i, j)

'previsão para k períodos adiante
Else
  Previsão(i, j) = Base(n) + (j - n) * Tendencia(n)
  If Previsão(i, j) < 0 Then
    Previsão(i, j) = 0
  End If
End If
Next j

'calcula o Erro Médio e o EQM
EM(i) = (EM(i) / (n - 1))
EQM(i) = (EQM(i) / (n - 1))

If EQM(i) < Erro_min(i) Then
  Melhor_alfa(i) = alfa
  Melhor_beta(i) = beta
  Erro_min(i) = EQM(i)
  For j = 2 To n + k
    Melhor_previsão(i, j) = Previsão(i, j)
  Next j
End If
Next beta
Next alfa
Next i

End Sub

```

A5. Macro VBA - Cálculos Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade

```

Public Previsão() As Double
Public Base() As Double
Public Erro() As Double
Public ErroSqr() As Double
Public Melhor_alfa() As Double 'alfa com menor erro
Public Melhor_beta() As Double 'beta com menor erro
Public Melhor_gama() As Double 'gama com menor erro
Public Erro_min() As Double 'menor erro
Public Melhor_previsão() As Double 'previsão calculada com melhor alfa, beta e gama
Public Tendencia() As Double
Public Sazonalidade() As Double
Public k As Integer 'qtd de previsões
Public m As Integer 'qtd de skus
Public n As Integer 'qtd de períodos
Public alfa As Double 'cte de suavização para base
Public beta As Double 'cte de suavização para tendencia
Public gama As Double 'cte de suavização para sazonalidade
Public L As Integer 'ciclo sazonal
Public EM() As Double 'Erro Médio
Public EQM() As Double 'Erro Médio Quadrático

```

```

Sub CalcPrevSETS()

```

```

    Dim i As Integer

```

```

    Dim j As Integer

```

```

    For i = 1 To m

```

```

        Base(1) = Demanda(i, 1)

```

```

        Tendencia(1) = 2

```

```

        Previsão(i, 2) = 0

```

```

        Sazonalidade(1) = 1

```

```

        Erro_min(i) = 1000000

```

```

        EM(i) = 0

```

```

        EQM(i) = 0

```

```

        Erro(i, 1) = 0

```

```

        ErroSqr(i, 1) = 0

```

```

    For alfa = 0.05 To 0.95 Step 0.05

```

```

        For beta = 0.05 To 0.95 Step 0.05

```

```

            For gama = 0.05 To 0.95 Step 0.05

```

```

                For j = 2 To n + k

```

```

'Para o período de 1 a 12, a base e a tendencia são calculadas como na previsão com tendência

```

```

    If j <= L Then

```

```

        Base(j) = alfa * Demanda(i, j) + (1 - alfa) * (Base(j - 1) + Tendencia(j - 1))

```

```

        Tendencia(j) = beta * (Base(j) - Base(j - 1)) + (1 - beta) * Tendencia(j - 1)

```

```

        Previsão(i, j) = 0

```

```

        Sazonalidade(j) = 1

```

```

'Para o período de 13 em diante, calcula-se com a sazonalidade

```

```

Else
    Base(j) = alfa * Demanda(i, j) / Sazonalidade(j - L) + (1 - alfa) * (Base(j - 1)
+ Tendencia(j - 1))
    Tendencia(j) = beta * (Base(j) - Base(j - 1)) + (1 - beta) * Tendencia(j - 1)
    Sazonalidade(j) = gama * Demanda(i, j) / Base(j) + (1 - gama) *
Sazonalidade(j - 1)

    'previsão para os n períodos
    If j <= n Then
        Previsão(i, j) = (Base(j - 1) + Tendencia(j - 1)) * Sazonalidade(j - L)
        If Previsão(i, j) < 0 Then
            Previsão(i, j) = 0
        End If
        Erro(i, j) = Previsão(i, j) - Demanda(i, j)
        ErroSqr(i, j) = Erro(i, j) ^ 2

        'previsão para k períodos adiante
        Else
            Previsão(i, j) = (Base(n) + (j - n) * Tendencia(n)) * Sazonalidade(j - L +
k)

            If Previsão(i, j) < 0 Then
                Previsão(i, j) = 0
            End If
        End If
    End If

    'Vai somando os erros para calcular EM e EQM
    EM(i) = EM(i) + Erro(i, j)
    EQM(i) = EQM(i) + ErroSqr(i, j)

Next j

'caclula o Erro Médio e o EQM
EM(i) = EM(i) / (n - 12)
EQM(i) = EQM(i) / (n - 12)

If EQM(i) < Erro_min(i) Then
    Erro_min(i) = EQM(i)
    Melhor_alfa(i) = alfa
    Melhor_beta(i) = beta
    Melhor_gama(i) = gama
    For j = 2 To n + k
        Melhor_previsão(i, j) = Previsão(i, j)
    Next j
End If

Next gama
Next beta
Next alfa
Next i

```

End Sub

Anexo B - Resultados**B1. Resultados Calibração Modelos de Previsão de Demanda**

SKU	EQM			Modelo Previsão Selecionado				EQM	
	Método Atual	Simple	Tendencia	Tend. & Sazon.	Modelo de Previsão	Alfa	Beta		Gama
SKU 568	214	75	89	96	Simple	0,15			75
SKU 569	188	136	149	117	Tend. & Sazon.	0,75	0,05	0,15	117
SKU 570	96	52	58	28	Tend. & Sazon.	0,75	0,50	0,30	28
SKU 571	283	112	125	71	Tend. & Sazon.	0,55	0,10	0,40	71
SKU 572	926	471	568	541	Simple	0,05			471
SKU 573	1662	741	777	870	Simple	0,90			741
SKU 574	994	695	735	634	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,10	634
SKU 575	292	122	137	143	Simple	0,50			122
SKU 576	1353	758	807	817	Simple	0,90			758
SKU 577	2169	992	1044	1214	Simple	0,90			992
SKU 578	1245	1201	1276	1004	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,90	1004
SKU 579	250	127	138	93	Tend. & Sazon.	0,10	0,75	0,10	93
SKU 580	788	481	512	375	Tend. & Sazon.	0,70	0,55	0,20	375
SKU 581	954	516	548	465	Tend. & Sazon.	0,65	0,40	0,25	465
SKU 582	560	605	645	616	Método Atual				560
SKU 583	432	359	383	386	Simple	0,90			359
SKU 584	375	375	401	394	Simple	0,90			375
SKU 585	265	103	119	113	Simple	0,20			103
SKU 586	202	132	146	153	Simple	0,30			132
SKU 587	223	61	67	42	Tend. & Sazon.	0,45	0,50	0,10	42
SKU 588	757	74	85	67	Tend. & Sazon.	0,65	0,05	0,90	67
SKU 589	642	291	315	286	Tend. & Sazon.	0,35	0,05	0,10	286
SKU 590	586	386	411	300	Tend. & Sazon.	0,15	0,85	0,90	300
SKU 591	1897	475	499	516	Simple	0,90			475
SKU 592	478	129	146	104	Tend. & Sazon.	0,30	0,05	0,70	104
SKU 593	701	500	539	509	Simple	0,35			500
SKU 594	1683	1319	1303	1894	Tendencia	0,05	0,05		1303
SKU 595	4063	2078	2201	2882	Simple	0,90			2078
SKU 596	116	99	117	76	Tend. & Sazon.	0,15	0,15	0,90	76
SKU 597	326	333	327	339	Método Atual				326
SKU 598	2095	925	978	1254	Simple	0,90			925
SKU 599	1422	733	777	763	Simple	0,90			733
SKU 600	219	208	227	71	Tend. & Sazon.	0,70	0,20	0,90	71
SKU 601	944	432	460	442	Simple	0,90			432
SKU 602	1011	437	447	521	Simple	0,90			437
SKU 603	347	95	105	118	Simple	0,90			95
SKU 604	234	147	159	102	Tend. & Sazon.	0,70	0,40	0,90	102
SKU 605	129	56	60	21	Tend. & Sazon.	0,65	0,65	0,30	21
SKU 606	428	182	203	135	Tend. & Sazon.	0,20	0,10	0,10	135
SKU 607	1731	756	809	969	Simple	0,90			756
SKU 608	2935	1191	1249	1627	Simple	0,90			1191
SKU 609	1437	1089	1150	612	Tend. & Sazon.	0,90	0,90	0,20	612
SKU 610	627	355	382	321	Tend. & Sazon.	0,75	0,05	0,90	321
SKU 611	2541	895	933	1155	Simple	0,90			895
SKU 612	5005	2293	2411	1947	Tend. & Sazon.	0,80	0,40	0,90	1947
SKU 613	2329	1504	1588	1438	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,60	1438
SKU 614	378	194	207	198	Simple	0,70			194
SKU 615	1612	607	646	438	Tend. & Sazon.	0,90	0,90	0,40	438
SKU 616	2362	1676	1776	2123	Simple	0,90			1676
SKU 617	841	721	765	628	Tend. & Sazon.	0,85	0,35	0,10	628
SKU 618	713	616	656	586	Tend. & Sazon.	0,90	0,05	0,25	586
SKU 619	835	439	464	351	Tend. & Sazon.	0,80	0,60	0,20	351

B2. Resultados Estoques de Segurança

LINHA	FORNECEDOR	Informações SKU				ES			
		SKU	RAIZ (MSE)	Z Tabela Normal	Lead Time	T=1	T=2	T=3	T=6
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 568	8,670	1,28	6	32	34	36	42
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 569	10,804	1,28	6	37	40	42	48
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 570	5,254	1,28	6	19	20	21	24
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 571	8,439	1,28	6	29	31	33	38
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 572	21,712	1,28	6	74	79	84	97
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 573	27,212	1,28	6	93	99	105	121
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 574	25,178	1,28	6	87	93	99	114
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 575	11,048	1,28	6	40	42	45	52
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 576	27,526	1,28	6	95	102	108	125
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 577	31,493	1,28	6	108	116	123	142
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 578	31,691	1,28	6	108	116	123	142
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 579	9,649	1,28	6	34	37	39	45
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 580	19,360	1,28	6	66	71	75	87
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 581	21,574	1,28	6	74	79	84	97
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 582	23,659	1,28	6	82	88	93	107
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 583	18,958	1,28	6	66	71	75	87
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 584	19,358	1,28	6	66	71	75	87
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 585	10,157	1,28	6	37	40	42	48
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 586	11,493	1,28	6	40	42	45	52
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 587	6,458	1,28	6	24	25	27	31
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 588	8,163	1,28	6	29	31	33	38
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 589	16,906	1,28	6	58	62	66	76
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 590	17,318	1,28	6	61	65	69	80
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 591	21,799	1,28	6	74	79	84	97
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 592	10,190	1,28	6	37	40	42	48
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 593	22,350	1,28	6	77	82	87	100
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 594	36,097	1,28	6	124	133	141	163
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 595	45,585	1,28	6	156	167	177	204
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 596	8,734	1,28	6	32	34	36	42
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 597	18,049	1,28	6	63	68	72	83
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 598	30,409	1,28	6	103	110	117	135
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 599	27,081	1,28	6	93	99	105	121
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 600	8,433	1,28	6	29	31	33	38
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 601	20,790	1,28	6	71	76	81	94
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 602	20,893	1,28	6	71	76	81	94
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 603	9,764	1,28	6	34	37	39	45
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 604	10,123	1,28	6	34	37	39	45
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 605	4,564	1,28	6	16	17	18	21
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 606	11,637	1,28	6	40	42	45	52
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 607	27,503	1,28	6	95	102	108	125
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 608	34,504	1,28	6	119	127	135	156
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 609	24,748	1,28	6	85	91	96	111
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 610	17,903	1,28	6	61	65	69	80
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 611	29,920	1,28	6	103	110	117	135
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 612	44,125	1,28	6	151	161	171	197
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 613	37,917	1,28	6	130	139	147	170
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 614	13,921	1,28	6	48	51	54	62
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 615	20,940	1,28	6	71	76	81	94
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 616	40,933	1,28	6	140	150	159	184
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 617	25,052	1,28	6	87	93	99	114
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 618	24,199	1,28	6	82	88	93	107
Linha 5	Fornecedor 5	SKU 619	18,742	1,28	6	63	68	72	83

B3. Resultados Testes de Normalidade

LINHA	SKU	AD	Média	Desvio Padrão	Teste de Normalidade			
					AD*	Tem distribuição normal? ($\alpha=10\%$)	Tem distribuição normal? ($\alpha=5\%$)	Tem distribuição normal? ($\alpha=1\%$)
Linha 5	SKU 568	0,181	1,977	9,567	0,190	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 569	0,856	3,068	15,564	0,898	Não	Não	Sim
Linha 5	SKU 570	6,388	16269,767	69042,971	6,698	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 571	0,631	0,139	11,555	0,662	Não	Sim	Sim
Linha 5	SKU 572	0,195	2,324	24,885	0,204	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 573	0,232	3,273	30,109	0,243	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 574	1,493	-1,185	35,717	1,566	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 575	0,555	1,407	12,532	0,582	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 576	0,257	2,965	28,324	0,269	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 577	1,288	3,828	35,852	1,350	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 578	1,884	8,790	37,833	1,976	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 579	6,388	25250,279	107147,717	6,698	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 580	3,022	6,022	39,281	3,169	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 581	5,018	36,514	159,585	5,261	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 582	2,025	5,375	23,708	2,123	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 583	1,227	3,797	18,290	1,286	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 584	1,470	3,859	19,347	1,541	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 585	0,618	1,152	12,890	0,648	Não	Sim	Sim
Linha 5	SKU 586	0,280	1,112	14,835	0,293	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 587	6,382	3663,534	15556,546	6,693	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 588	0,462	0,448	12,964	0,485	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 589	0,408	2,551	26,827	0,428	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 590	0,331	3,907	34,966	0,347	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 591	1,047	1,066	22,300	1,098	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 592	0,497	1,040	19,074	0,521	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 593	0,201	0,993	25,993	0,211	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 594	0,236	4,822	52,652	0,247	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 595	0,749	1,595	52,266	0,785	Não	Não	Sim
Linha 5	SKU 596	0,263	1,730	17,346	0,276	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 597	0,226	-10,828	14,858	0,238	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 598	0,436	-0,439	34,544	0,457	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 599	0,535	1,210	27,344	0,561	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 600	1,345	0,928	10,742	1,410	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 601	0,469	2,426	20,497	0,492	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 602	0,702	3,202	21,827	0,736	Não	Sim	Sim
Linha 5	SKU 603	0,276	1,047	10,824	0,289	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 604	0,556	2,623	11,871	0,583	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 605	6,388	22199,322	94199,725	6,698	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 606	0,248	0,833	23,171	0,260	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 607	0,320	1,654	30,448	0,335	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 608	0,157	2,117	40,251	0,164	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 609	1,370	-2,120	49,065	1,436	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 610	0,805	3,773	21,071	0,844	Não	Não	Sim
Linha 5	SKU 611	0,758	1,815	34,742	0,794	Não	Não	Sim
Linha 5	SKU 612	0,551	7,749	46,921	0,578	Sim	Sim	Sim
Linha 5	SKU 613	3,441	25,553	142,305	3,608	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 614	2,289	-0,716	14,909	2,401	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 615	3,360	-15,836	31,424	3,523	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 616	0,947	2,043	44,778	0,993	Não	Não	Sim
Linha 5	SKU 617	2,424	16,218	65,590	2,542	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 618	1,670	-0,383	36,130	1,751	Não	Não	Não
Linha 5	SKU 619	4,490	25,645	146,514	4,708	Não	Não	Não

B4. Resultados Indicadores para T=1

SKU	Lead Time	Indicadores (T=1)					
		Estoque Médio	Demanda Média	Cobertura	Tamanho Médio Lote	Máx Tamanho Lote	Mín Tamanho Lote
SKU 568	6	73	23	2,8	35	75	25
SKU 569	6	89	17	5,3	31	50	25
SKU 570	6	51	27	12,5	60	125	25
SKU 571	6	59	18	2,3	33	50	25
SKU 572	6	181	71	2,3	100	225	50
SKU 573	6	208	65	4,4	105	250	50
SKU 574	6	170	55	7,9	115	325	50
SKU 575	6	119	26	3,7	30	50	25
SKU 576	6	213	59	4,3	90	200	50
SKU 577	6	243	73	5,2	135	375	75
SKU 578	6	190	58	8,1	120	300	25
SKU 579	6	63	27	5,4	60	175	25
SKU 580	6	139	26	7,8	300	300	300
SKU 581	6	173	78	10,0	160	325	75
SKU 582	6	123	47	4,0	119	300	50
SKU 583	6	99	27	7,1	55	175	25
SKU 584	6	101	23	8,8	125	225	25
SKU 585	6	77	28	2,9	56	150	25
SKU 586	6	91	35	2,5	55	150	25
SKU 587	6	62	34	7,4	80	200	50
SKU 588	6	63	22	2,4	50	100	25
SKU 589	6	187	81	2,5	130	375	25
SKU 590	6	238	100	2,1	135	400	25
SKU 591	6	177	64	4,7	115	275	75
SKU 592	6	80	30	2,5	56	125	25
SKU 593	6	197	80	2,8	135	375	50
SKU 594	6	265	108	2,4	170	375	100
SKU 595	6	324	73	4,1	100	200	75
SKU 596	6	88	26	2,6	38	75	25
SKU 597	6	181	82	2,8	150	350	75
SKU 598	6	237	81	4,5	145	350	75
SKU 599	6	188	59	4,7	105	275	50
SKU 600	6	71	61	5,9	175	450	50
SKU 601	6	147	42	5,3	80	225	25
SKU 602	6	151	41	6,0	80	250	25
SKU 603	6	98	23	3,1	25	25	25
SKU 604	6	95	36	5,1	70	200	25
SKU 605	6	51	22	6,0	56	125	25
SKU 606	6	111	34	2,7	45	75	25
SKU 607	6	275	75	3,4	100	175	75
SKU 608	6	318	95	4,3	145	275	100
SKU 609	6	197	54	19,0	175	400	50
SKU 610	6	144	40	4,6	65	150	25
SKU 611	6	266	87	5,4	170	450	100
SKU 612	6	389	158	6,3	388	675	275
SKU 613	6	233	79	7,8	194	400	100
SKU 614	6	97	24	7,9	100	250	25
SKU 615	6	160	23	8,6	350	350	350
SKU 616	6	248	70	7,1	181	500	75
SKU 617	6	156	61	7,1	120	350	25
SKU 618	6	125	32	9,4	88	225	25
SKU 619	6	131	21	23,3	150	275	25

B5. Resultados Simulações

SKU	Lead Time	Estoque de Segurança				Estoque Médio Anual				Cobertura			
		1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
SKU 504	6	32	34	36	42	73	77	81	93	2,8	2,9	3,1	3,6
SKU 505	6	37	40	42	48	89	93	93	106	5,3	5,6	5,6	6,5
SKU 506	6	19	20	21	24	51	64	77	107	12,5	14,3	16,7	21,5
SKU 507	6	29	31	33	38	59	65	63	69	2,3	2,6	2,5	2,7
SKU 508	6	74	79	84	97	181	194	209	251	2,3	2,5	2,7	3,4
SKU 509	6	93	99	105	121	208	224	236	285	4,4	4,8	5,1	6,3
SKU 510	6	87	93	99	114	170	180	198	240	7,9	8,3	9,0	10,5
SKU 511	6	40	42	45	52	119	125	134	146	3,7	3,9	4,2	4,6
SKU 512	6	95	102	108	125	213	230	236	279	4,3	4,6	4,8	5,7
SKU 513	6	108	116	123	142	243	256	268	317	5,2	5,5	5,8	6,9
SKU 514	6	108	116	123	142	190	206	223	278	8,1	8,7	9,3	11,4
SKU 515	6	34	37	39	45	63	76	87	123	5,4	6,6	7,7	10,9
SKU 516	6	66	71	75	87	139	151	151	162	7,8	8,3	8,3	8,8
SKU 517	6	74	79	84	97	173	202	235	333	10,0	11,2	12,5	16,7
SKU 518	6	82	88	93	107	123	132	156	198	4,0	4,3	5,1	6,5
SKU 519	6	66	71	75	87	99	112	119	131	7,1	7,9	8,3	9,1
SKU 520	6	66	71	75	87	101	112	110	128	8,8	9,5	9,3	10,4
SKU 521	6	37	40	42	48	77	81	88	101	2,9	3,0	3,4	3,8
SKU 522	6	40	42	45	52	91	97	107	125	2,5	2,7	3,0	3,5
SKU 523	6	24	25	27	31	62	75	91	127	7,4	8,8	10,7	14,9
SKU 524	6	29	31	33	38	63	68	72	85	2,4	2,7	2,9	3,4
SKU 525	6	58	62	66	76	187	201	224	273	2,5	2,7	3,0	3,7
SKU 526	6	61	65	69	80	238	253	264	313	2,1	2,2	2,3	2,8
SKU 527	6	74	79	84	97	177	190	214	251	4,7	5,0	5,7	6,8
SKU 528	6	37	40	42	48	80	89	91	110	2,5	2,8	2,9	3,5
SKU 529	6	77	82	87	100	197	212	231	280	2,8	3,0	3,2	3,9
SKU 530	6	124	133	141	163	265	286	309	377	2,4	2,7	2,9	3,5
SKU 531	6	156	167	177	204	324	337	355	398	4,1	4,3	4,5	5,2
SKU 532	6	32	34	36	42	88	93	95	112	2,6	2,7	2,8	3,4
SKU 533	6	63	68	72	83	181	196	222	278	2,8	3,1	3,5	4,4
SKU 534	6	103	110	117	135	237	257	274	335	4,5	4,8	5,2	6,4
SKU 535	6	93	99	105	121	188	201	219	250	4,7	5,1	5,6	6,5
SKU 536	6	29	31	33	38	71	93	99	129	5,9	8,0	9,2	11,3
SKU 537	6	71	76	81	94	147	155	166	185	5,3	5,7	6,0	6,8
SKU 538	6	71	76	81	94	151	155	165	196	6,0	6,2	6,6	7,7
SKU 539	6	34	37	39	45	98	102	107	119	3,1	3,2	3,4	3,8
SKU 540	6	34	37	39	45	95	103	105	136	5,1	5,6	5,7	7,3
SKU 541	6	16	17	18	21	51	57	70	100	6,0	6,9	8,6	12,0
SKU 542	6	40	42	45	52	111	117	123	142	2,7	2,9	3,1	3,6
SKU 543	6	95	102	108	125	275	290	306	355	3,4	3,6	3,8	4,5
SKU 544	6	119	127	135	156	318	342	365	433	4,3	4,7	5,0	6,1
SKU 545	6	85	91	96	111	197	218	222	269	19,0	19,6	19,7	21,1
SKU 546	6	61	65	69	80	144	159	165	195	4,6	5,2	5,4	6,5
SKU 547	6	103	110	117	135	266	282	299	361	5,4	5,8	6,1	7,4
SKU 548	6	151	161	171	197	389	449	502	613	6,3	7,2	8,1	10,0
SKU 549	6	130	139	147	170	233	258	295	357	7,8	8,5	9,4	11,3
SKU 550	6	48	51	54	62	97	106	103	126	7,9	8,5	8,4	9,9
SKU 551	6	71	76	81	94	160	172	172	172	8,6	9,1	9,1	9,1
SKU 552	6	140	150	159	184	248	260	282	331	7,1	7,4	7,9	9,1
SKU 553	6	87	93	99	114	156	178	202	280	7,1	7,9	8,8	11,9
SKU 554	6	82	88	93	107	125	135	152	171	9,4	10,0	10,9	11,9
SKU 555	6	63	68	72	83	131	133	133	145	23,3	23,4	23,4	24,0

SKU	Lead Time	Tamanho Médio Lote				Máx Tamanho Lote				Mín Tamanho Lote			
		1	2	3	6	1	2	3	6	1	2	3	6
SKU 504	6	35	58	88	175	75	100	125	175	25	25	50	175
SKU 505	6	31	42	63	125	50	75	75	125	25	25	50	125
SKU 506	6	60	150	163	350	125	175	250	350	25	125	75	350
SKU 507	6	33	50	50	100	50	75	75	100	25	25	25	100
SKU 508	6	100	167	250	525	225	300	375	525	50	75	125	525
SKU 509	6	105	183	275	575	250	325	400	575	50	75	150	575
SKU 510	6	115	192	300	625	325	400	475	625	50	50	125	625
SKU 511	6	30	50	75	150	50	75	100	150	25	25	50	150
SKU 512	6	90	150	225	475	200	275	325	475	50	50	125	475
SKU 513	6	135	225	338	700	375	450	525	700	75	75	150	700
SKU 514	6	120	200	325	675	300	400	475	675	25	25	175	675
SKU 515	6	60	150	163	375	175	225	275	375	25	75	50	375
SKU 516	6	300	325	325	350	300	325	325	350	300	325	325	350
SKU 517	6	160	267	450	950	325	450	600	950	75	25	300	950
SKU 518	6	119	238	275	575	300	350	425	575	50	125	125	575
SKU 519	6	55	138	150	300	175	225	250	300	25	50	50	300
SKU 520	6	125	138	138	300	225	250	250	300	25	25	25	300
SKU 521	6	56	113	125	250	150	175	200	250	25	50	50	250
SKU 522	6	55	92	150	300	150	200	225	300	25	25	75	300
SKU 523	6	80	133	213	450	200	250	325	450	50	25	100	450
SKU 524	6	50	58	88	175	100	100	125	175	25	25	50	175
SKU 525	6	130	217	350	725	375	450	550	725	25	25	150	725
SKU 526	6	135	225	350	725	400	475	550	725	25	25	150	725
SKU 527	6	115	192	300	600	275	350	450	600	75	75	150	600
SKU 528	6	56	83	125	250	125	150	175	250	25	25	75	250
SKU 529	6	135	225	350	725	375	450	550	725	50	50	150	725
SKU 530	6	170	283	425	875	375	500	625	875	100	125	225	875
SKU 531	6	100	167	250	525	200	275	375	525	75	75	125	525
SKU 532	6	38	75	75	175	75	100	125	175	25	50	25	175
SKU 533	6	150	250	388	775	350	425	550	775	75	100	225	775
SKU 534	6	145	250	375	775	350	450	550	775	75	100	200	775
SKU 535	6	105	175	275	550	275	350	425	550	50	50	125	550
SKU 536	6	175	363	363	750	450	575	650	750	50	150	75	750
SKU 537	6	80	133	200	400	225	275	325	400	25	50	75	400
SKU 538	6	80	133	200	425	250	275	325	425	25	50	75	425
SKU 539	6	25	42	63	125	25	50	75	125	25	25	50	125
SKU 540	6	70	117	175	375	200	250	275	375	25	25	75	375
SKU 541	6	56	113	125	300	125	175	225	300	25	50	25	300
SKU 542	6	45	75	113	225	75	125	150	225	25	50	75	225
SKU 543	6	100	167	250	525	175	250	350	525	75	75	150	525
SKU 544	6	145	250	375	775	275	400	525	775	100	125	225	775
SKU 545	6	175	288	288	650	400	475	525	650	50	100	50	650
SKU 546	6	65	108	163	350	150	200	250	350	25	25	75	350
SKU 547	6	170	283	425	875	450	550	650	875	100	100	200	875
SKU 548	6	388	788	850	1.725	675	1.000	1.300	1.725	275	575	400	1.725
SKU 549	6	194	388	450	900	400	525	650	900	100	250	250	900
SKU 550	6	100	163	300	350	250	275	300	350	25	50	300	350
SKU 551	6	350	375	375	375	350	375	375	375	350	375	375	375
SKU 552	6	181	363	400	825	500	575	650	825	75	150	150	825
SKU 553	6	120	313	350	775	350	425	525	775	25	200	175	775
SKU 554	6	88	175	200	400	225	275	325	400	25	75	75	400
SKU 555	6	150	300	300	325	275	300	300	325	25	300	300	325