

RAFAEL SEIGI TANAKA DE ALMEIDA

**Análise de modelos de reposição de estoque em uma
empresa de comércio eletrônico**

São Paulo

2008

RAFAEL SEIGI TANAKA DE ALMEIDA

**Análise de modelos de reposição de estoque em uma
empresa de comércio eletrônico**

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

São Paulo

2008

RAFAEL SEIGI TANAKA DE ALMEIDA

**Análise de modelos de reposição de estoque em uma
empresa de comércio eletrônico**

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

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

São Paulo

2008

1832566
tombos m2008H
TF2008
AL641a

DEDALUS - Acervo - EPRO



32100010456

ACOMPANHA CD

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, Rafael Seigi Tanaka de

Análise de modelos de reposição de estoque em uma empresa de comércio eletrônico / R.S.T. de Almeida. -- São Paulo, 2008.

p.

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

1. Estoques 2.Logística 3. Simulação 4. Simulação (Estoques) I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.

DEDICATÓRIA

À Yoshiko, Walter, Sueli, Luísa, Thaís, João e Tomaz

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas estiveram envolvidas durante minha formação como engenheiro e como pessoa. E esta é uma forma de retribuir minha grande dívida com elas.

Agradeço inicialmente ao professor Marco Aurélio de Mesquita, pelo apoio e aprendizado obtido durante a orientação neste Trabalho de Formatura.

Aos amigos que colaboraram para a minha formação durante estes longos anos de estudo na Escola Politécnica.

A toda minha família, que nunca mediram esforços na minha formação e a quem devo o que sou hoje, pelo apoio, valores e princípios recebidos.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia de simulação de modelos de reposição de estoque. Esta simulação possui como intuito a obtenção dos valores ótimos para os parâmetros envolvidos nos modelos de reposição de estoque a serem analisados.

Sendo a B2W uma empresa com uma gigantesca quantidade de itens para gerenciamento, este trabalho visa à melhoria no atual processo de reposição de itens classe C.

O autor também desenvolveu modelos de estoque em Excel, rotinas de simulação, buscas e comparação de resultados. No futuro almejado o objetivo será a adoção da metodologia para todos os itens de classe C da companhia.

Palavras-chave: estoque, simulação, reposição.

ABSTRACT

The objective of this study is the development of a simulation methodology for inventory models. This simulation has the intention to obtain the great values for the parameters involved on the inventory models.

As B2W a company with a giant quantity of items on its inventory to manage, this works aims improvements on the actual process of inventory replacement of the class C items.

The author also developed inventory models in Excel sheets, simulation, search and comparing results routines. In the future the objective is the adoption of this methodology for the whole class C items in the company

Key-words: inventory, simulation, replacement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Evolução número de consumidores – fonte: E-bit (2008)	16
Figura 1.2 - Evolução quantidade de pedidos – fonte: E-bit (2008).....	17
Figura 1.3 - Evolução do ticket médio de compras - fonte: E-bit (2008)	17
Figura 1.4 - Evolução do faturamento dos 1º semestres - fonte: E-bit (2008)	18
Figura 1.5 - Perfil do consumidor – Renda familiar - fonte: E-bit (2008).....	18
Figura 1.6 - Perfil do consumidor – Escolaridade - fonte: E-bit (2008).....	19
Figura 1.7 - Receita Bruta B2W (R\$ 000).....	21
Figura 1.8 - Organograma diretoria corporativa B2W	22
Figura 1.9 - Organograma diretoria comercial B2W	24
Figura 1.10 - Cálculo grade item pela venda máxima	28
Figura 2.1 - Relação de Postos de Trabalho	34
Figura 2.2 - Custo Total de Estoque	39
Figura 2.3 - Métodos de previsão de demanda	41
Figura 2.4 - Esquema de utilização de dados históricos para verificação de erros de previsão - adaptado Santoro (2006).....	42
Figura 2.5 - Modelos reativos de reposição de estoque.....	50
Figura 2.6 - Modelo reposição continua de lote fixo	52
Figura 2.7 - Modelo reposição continua do máximo	53
Figura 2.8 - Modelo reposição periódico do máximo.....	54
Figura 2.9 - Modelo reposição periódica de lote fixo.....	55
Figura 2.10 - Modelo reposição com previsão de demanda	57
Figura 3.1 - Rotina de simulação dos modelos de reposição estoque.....	61
Figura 3.2 - Base de dados do item.....	65
Figura 3.3 - Rotina de simulação de estoque – Modelo contínuo de reposição do lote fixo	66
Figura 3.4 - Rotina de simulação de estoque – Modelo contínuo de reposição do máximo	67
Figura 3.5 - Rotina de simulação de estoque – Modelo periódico de reposição do lote fixo	67
Figura 3.6 - Rotina de simulação de estoque – Modelo periódico de reposição do máximo	68
Figura 3.7 - Gráficos dinâmicos de indicadores de desempenho	72

Figura 3.8 - Detalhe da tela de base de dados do item - Campos para definição do critério de classificação dos modelos	73
Figura 3.9 - Relatório resultados geral do item.....	74
Figura 5.1 - Nível médio de estoques item A – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	87
Figura 5.2 - Nível médio de estoques item B – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	88
Figura 5.3 - Nível médio de estoques item C – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	90
Figura 5.4 - Nível médio de estoques item D – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	91
Figura 5.5 - Nível médio de estoques item E – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	93
Figura 5.6 - Nível médio de estoques item F – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário	94
Figura 5.7 - Frequência de colocação dos modelos de reposição simulados	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Estrutura acionária B2W	20
Tabela 1.2 - Área Centros de Distribuição	21
Tabela 1.3 - Perfil estoque das marcas B2W	22
Tabela 2.1 - Modelos de estoque e seus parâmetros – adaptado de Santoro (2006)	58
Tabela 3.1 - Modelo de reposição x Parâmetros envolvidos	68
Tabela 3.2 - Valor inicial, passo e quantidade de iterações para simulação dos modelos contínuos	69
Tabela 3.3 - Valor inicial, passo e quantidade de iterações para simulação dos modelos periódicos	69
Tabela 3.4 - Indicadores de desempenho dos modelos de reposição de estoque.....	70
Tabela 3.5 - Relatório parcial de resultados do item	71
Tabela 4.1 - Projeção de estoque do item	79
Tabela 4.2 - Lead time de entrega.....	80
Tabela 4.3 - Cenários a serem simulados pelo modelo.....	81
Tabela 4.4 - Tabela de correlação item x cenário	82
Tabela 4.5 - Resultados dos itens escolhidos.....	83
Tabela 5.1 - Nível médio de estoque item A – Cenários x Modelos de estoque	86
Tabela 5.2 - Nível médio de estoque item B – Cenários x Modelos de estoque	88
Tabela 5.3 - Nível médio de estoque item C – Cenários x Modelos de estoque	89
Tabela 5.4 - Nível médio de estoque item D – Cenários x Modelos de estoque	91
Tabela 5.5 - Nível médio de estoque item E – Cenários x Modelos de estoque.....	92
Tabela 5.6 - Nível médio de estoque item F – Cenários x Modelos de estoque.....	93
Tabela 5.7 – Frequência de colocação dos modelos de reposição simulados.....	95
Tabela 5.8 - Resultados da simulação.....	95
Tabela 5.9 - Variação % de estoque em relação ao real (para o cenário de comparação definido para cada item).....	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EstqDisp	Estoque disponível
EstqFis	Estoque físico
EstqMax	Estoque máximo
EstqSeg	Estoque de segurança
LotFix	Lote fixo de reposição
LT	Lead time
MRP	Material Requirement Planning
OCompra	Ordem de compra
Per_LotFix	Modelo periódico de reposição do lote fixo
Per_Max	Modelo periódico de reposição do estoque máximo
PP	Ponto de pedido
PP_LotFix	Modelo ponto de pedido de reposição do lote fixo
PP_Max	Modelo ponto de pedido de reposição do estoque máximo
PR	Período de revisão
tre	Tempo de reação

SUMÁRIO

1. Introdução	15
1.1. Mercado de Comércio Eletrônico	16
1.2. Empresa	19
1.3. Gestão do Estoque	23
1.4. Formulação do Problema	29
1.5. Objetivos do Trabalho	31
1.6. Estrutura do Trabalho	31
2. Revisão Bibliográfica.....	33
2.1. Importância dos Estoques	34
2.2. Tipos de Estoque.....	36
2.3. Custos.....	37
2.4. Métodos de Previsão de demanda.....	40
2.4.1. <i>Notação utilizada</i>	41
2.4.2. <i>Medidas de Precisão da Previsão</i>	42
2.4.3. <i>Métodos Quantitativos</i>	45
2.4.4. <i>Métodos Qualitativos</i>	48
2.5. Modelos de Reposição de Estoque	49
2.5.1. <i>Modelo contínuo do lote fixo</i>	51
2.5.2. <i>Modelo contínuo de reposição do máximo</i>	52
2.5.3. <i>Modelo periódico de reposição do máximo</i>	54
2.5.4. <i>Modelo periódico do lote fixo</i>	55
2.5.5. <i>Modelo de reposição com previsão de demanda</i>	56
2.5.6. <i>Considerações finais</i>	58
3. Modelo de Simulação.....	59
3.1. Metodologia de Simulação	60
3.2. Arranjo Experimental	61
3.2.1. <i>Base de informação do item</i>	63

3.2.2.	<i>Módulo de simulação dos modelos de reposição de estoque</i>	66
4.	Simulação	75
4.1.	Amostra dos itens	76
4.2.	Qualidade da informação	77
4.3.	Cenários	80
4.4.	Resultados	82
5.	Discussão dos Resultados	85
5.1.	Resultados item A	86
5.2.	Resultados item B	87
5.3.	Resultados item C	89
5.4.	Resultados item D	90
5.5.	Resultados item E	92
5.6.	Resultados item F	93
5.7.	Resultados e considerações finais	94
6.	Conclusão	99
7.	Bibliografia	101
8.	ANEXOS	103
	Anexo A – Departamentos de venda marca B2W	104
	Anexo B – Relação itens simulados	105
	Anexo C – Resultados do modelo de simulação para os cenários propostos	106

1. Introdução

1.1. Mercado de Comércio Eletrônico

O comércio eletrônico pode ser definido como qualquer atividade de negócio utilizando a Internet. Vários autores procuram definir este novo ramo de atividade comercial, como faz segundo ALBERTIN (1997): *“comercio eletrônico é uma forma de transação de negócio na qual agente, processo ou produto interagem eletronicamente”*.

O comércio eletrônico tem início no Brasil no fim dos anos 90, com a consolidação das empresas nascidas com a “bolha da Internet”. Além destas empresas exclusivamente virtuais, a parcela mais representativa deste mercado pertence a empresas que possuem instalações físicas e viram no comércio eletrônico uma grande oportunidade para expansão de suas vendas.

Segundo a E-bit, o comércio eletrônico no Brasil em 2007 registrou faturamento de R\$ 6,3 bi, apresentando um aumento de 43% em relação ao ano anterior. O número de adeptos às compras virtuais aumenta a cada ano que passa, sendo o principal fator que impulsiona este crescimento. Em 2007 foi registrado um total de 9,5 milhões de consumidores on-line no Brasil¹, contabilizando uma realização de 20,4 milhões de pedidos² durante este período.

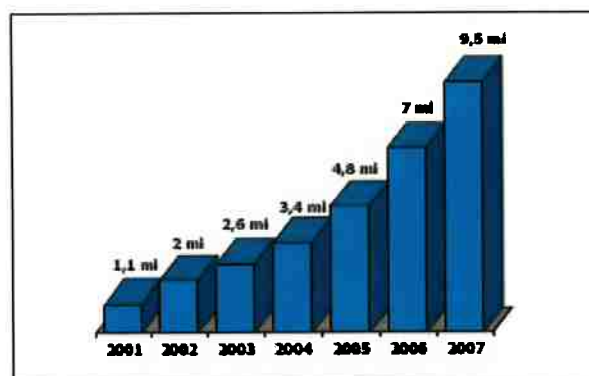


Figura 1.1 - Evolução número de consumidores – fonte: E-bit (2008)

¹ Segundo a consultoria E-bit

² Segundo a consultoria E-bit

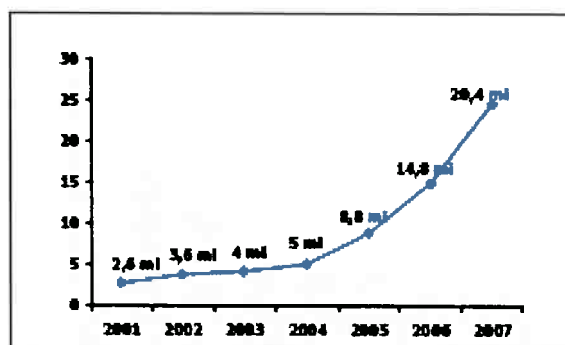


Figura 1.2 - Evolução quantidade de pedidos – fonte: E-bit (2008)

Inicialmente o consumidor brasileiro tinha por hábito comprar produtos de baixo valor, como livros, CDs e DVDs. A desconfiança e insegurança causadas pela necessidade do cliente informar dados pessoais via *web* acabavam por inibir a utilização daquele serviço. Aos poucos o consumidor vem adquirindo uma maior confiança nos sites de *e-commerce*, a utilização da banda larga e serviços bancários acabam por proporcionar ao cliente um maior conforto para a realização da compra. Atualmente vende-se e compra-se de tudo pela Internet, de geladeira e computador até passagens aéreas e colchão. Isto pode ser comprovado pelo aumento do gasto médio por consumidor que passou de R\$ 287 no 1º semestre de 2006 para R\$ 296 em relação ao mesmo período de 2007.

Com o mercado de comércio eletrônico em franca expansão, estima-se um crescimento de 46% para o 1º semestre de 2008 em relação a 2007, chegando a uma cifra de R\$ 3,8 bilhões.

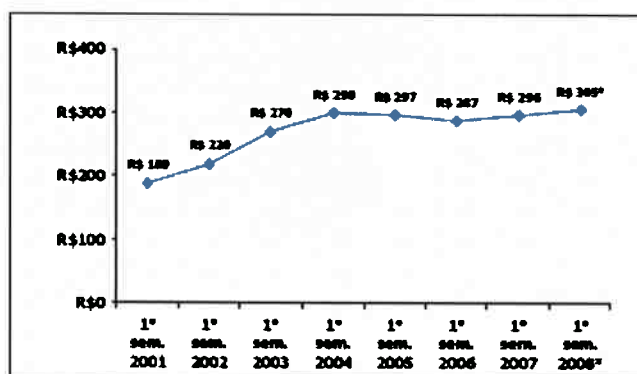


Figura 1.3 - Evolução do ticket médio de compras - fonte: E-bit (2008)

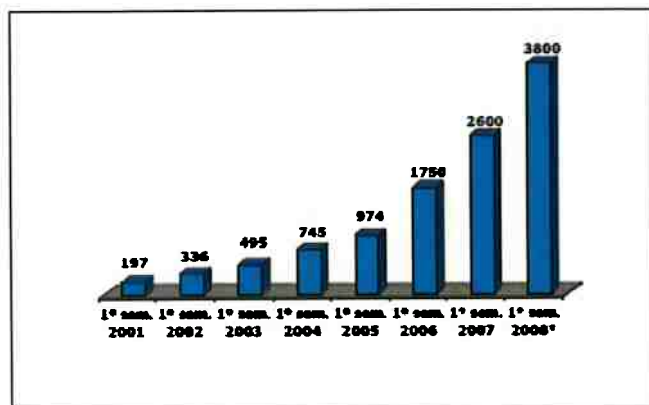


Figura 1.4 - Evolução do faturamento dos 1º semestres - fonte: E-bit (2008)

Os consumidores do mercado eletrônico apresentam perfil de um grupo seletivo da sociedade, somente o fato das compras serem realizadas via web exclui grande parte da população brasileira. No entanto, observa-se ao longo dos anos uma maior participação das classes C e D neste mercado, isto graças ao crescimento de crédito ao consumidor final, facilitando a inclusão digital deste público. O perfil dos consumidores pode ser resumido pelas informações nas figuras 1.5 e 1.6.

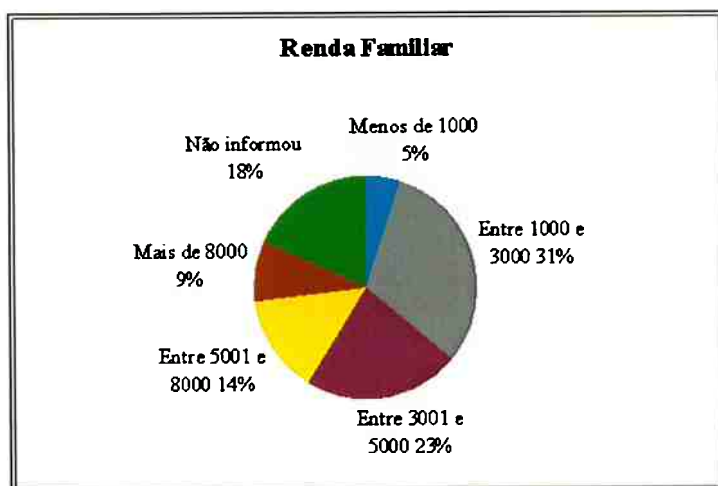


Figura 1.5 - Perfil do consumidor – Renda familiar - fonte: E-bit (2008)

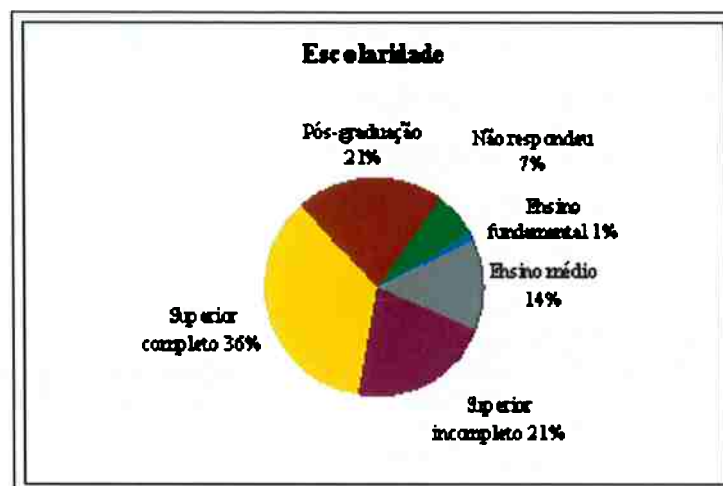


Figura 1.6 - Perfil do consumidor – Escolaridade - fonte: E-bit (2008)

1.2. Empresa

A B2W – Companhia Global do Varejo surgiu no final de 2006, resultado da fusão entre as duas maiores empresas de comércio eletrônico atuantes no Brasil, o Submarino e a Americanas.com.

A Americanas.com traz consigo todo o peso de sua marca, que se encontra presente no varejo tradicional há décadas através das Lojas Americanas. Também se encontra sob seu controle a marca Shoptime, mais conhecida pelo público através de seu canal de televisão, sendo este um dos principais meios de comunicação desta marca junto ao consumidor.

Por outro lado a Submarino traz toda a sua excelência em serviços, sendo considerada uma das empresas de e-commerce mais admiradas pelo público segundo diversas pesquisas. A variedade de serviços oferecidos pela Submarino vão desde os mais de 350.000 produtos cadastrados no seu site, até revelação de fotos, venda de ingressos, pacotes turísticos e músicas mp3. Sob seu controle ainda estão as empresas Ingressos.com, Submarino Viagens e Submarino Finance.

A união destas duas empresas procurou conciliar a forte marca das Americanas presente no varejo tradicional com o alto nível de serviço e diversificado portfólio de produtos oferecidos pelo Submarino. A B2W conta com uma diversificada rede de canais de comunicação, com mídias de grande acesso ao cliente final e alto poder de divulgação das marcas.

Canais de comunicação:

- Televendas
- Televisão
- Catálogos
- Quiosques
- Internet (sites)

Marcas controladas pela B2W:








As sinergias previstas mediante a fusão giram em torno de R\$ 800 milhões segundo os principais executivos da B2W. Este ganho dá-se principalmente pela integração entre as plataformas de tecnologia e distribuição, unificação dos processos e ganhos na gestão de pessoas das empresas.

O grupo LASA (Loja Americanas S.A.) é quem detêm o controle acionário da B2W, com 53% das ações da empresa. O restante das ações encontra-se pulverizado no mercado acionário brasileiro. Podemos verificar a estrutura acionária da B2W de acordo com a tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Estrutura acionária B2W

Acionistas	Nº de ações	%
Mercado	52.999.031	47%
Lojas Americanas S.A.	60.366.664	53%
Total	113.365.695	100%

A B2W obteve em 2007 um faturamento R\$ 3,4 bi, demonstrando um crescimento de 44% em relação a 2006. Ao longo do ano, através de todas as suas marcas, a empresa atendeu a 7 milhões de pedidos de clientes de todo o Brasil e também de alguns países da América do Sul.

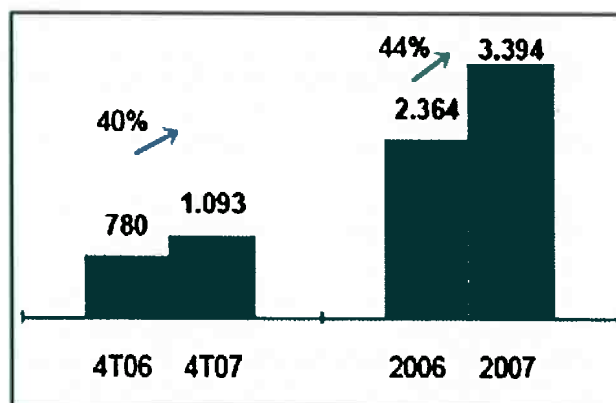


Figura 1.7 - Receita Bruta B2W (R\$ 000)

A empresa possui sua sede localizada em Osasco no estado de São Paulo, e conta com uma área total de armazenagem de aproximadamente 64.000 m², distribuídos entre os seus cinco centros de distribuição. Cada marca possui um CD próprio, na qual concentra todos os seus produtos e sua operação logística, com exceção do CD de Barueri que concentra o setor de linha branca das marcas Americanas.com e Submarino. A companhia ainda conta com um CD para sua operação de logística reversa, este que é compartilhado entre todas as marcas.

Tabela 1.2 - Área Centros de Distribuição

CD	Bandeira	Área (m ²)
Osasco	Submarino	19.000
Jandira	Americanas.com	14.000
Barueri	Shoptime	13.000
Barueri	Linha Branca - Submarino e Americanas.com	13.000
Tamboré	Logística Reversa	5.000
B2W		64.000

Cada marca possui um estoque próprio, sendo que este se encontra separado tanto fisicamente quanto sistemicamente. Os estoques da empresa caracterizam-se pela alta variedade de itens diferentes (sku), e podemos claramente observar isto nos números da tabela 1.3.

Tabela 1.3 - Perfil estoque das marcas B2W

Bandeira	R\$ (000)	Peças	Sku
Americanas.com	86.800	1.621.769	140.952
Submarino	95.021	2.496.559	185.277
Shoptime	32.500	414.421	20.882
B2W	214.321	4.532.749	347.111

A empresa está atualmente sob o comando da presidente/CEO Ana Saicali. Respondem diretamente a ela as três diretorias e a gerência de RH. As atuais diretorias que compõem o quadro da empresa são: diretoria de operações, diretoria comercial e marketing, e diretoria financeira e RI, sendo que a gerência de tecnologia esta sob a responsabilidade desta última.

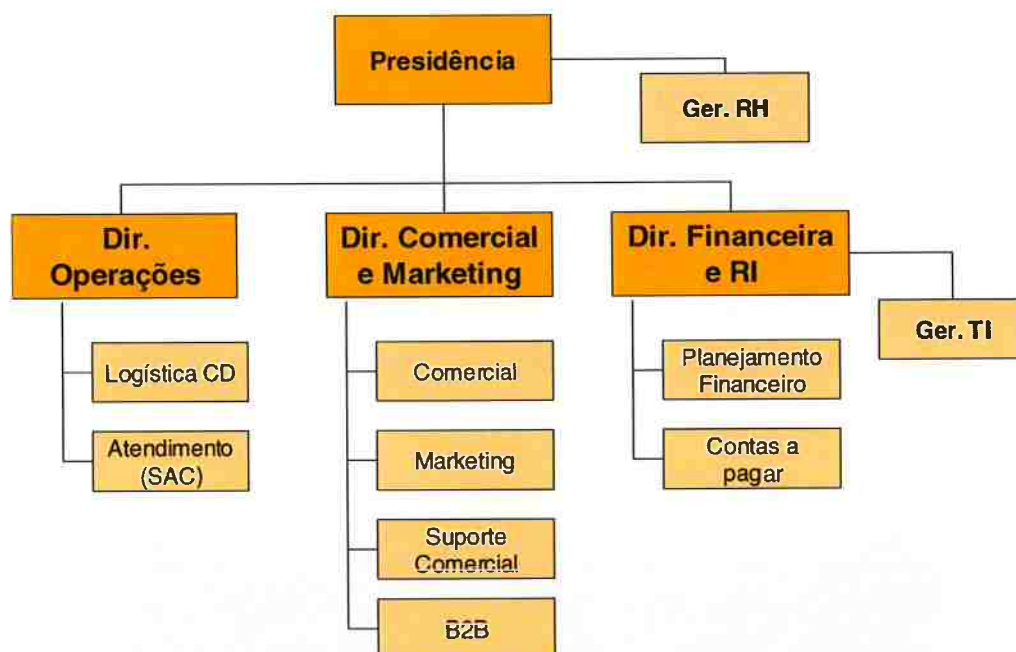


Figura 1.8 - Organograma diretoria corporativa B2W

1.3. Gestão do Estoque

O atual mix de produtos da Shoptime, Americanas.com e Submarino, possui uma enorme variedade de itens, cada um com características específicas quanto a sua venda, tempo de entrega, ciclo de vida, etc. Um dos grandes desafios que a companhia encontra pela frente é como realizar o gerenciamento desta enorme quantidade de itens de forma adequada, procurando conciliar os custos desta operação com nível de serviço oferecido ao cliente.

A fim de melhor entender esta questão e seus desafios será realizado inicialmente a descrição da atual situação da empresa e a forma de gerenciamento de seu estoque. Em seguida será realizado um levantamento bibliográfico que será utilizado como embasamento teórico para o estudo em caso.

Panorama Inicial

Apesar de pertencerem à mesma empresa e oferecerem produtos semelhantes, cada marca (Americanas.com, Submarino e Shoptime) possui sua própria equipe comercial. O fato de possuírem públicos com perfis diferenciados e também como forma de criar um ambiente competitivo são os principais motivos para que não haja uma unificação de cargos dentro desta área.

O mix de produtos da empresa encontra-se estruturado por departamento, cada um funcionando como se fosse uma loja específica. O anexo A traz todos os departamentos para cada uma das marcas.

O gerenciamento dos estoques dos produtos da B2W está sob a responsabilidade da diretoria comercial. Sob sua supervisão temos três principais gerências, a gerência comercial, o marketing e o suporte comercial.

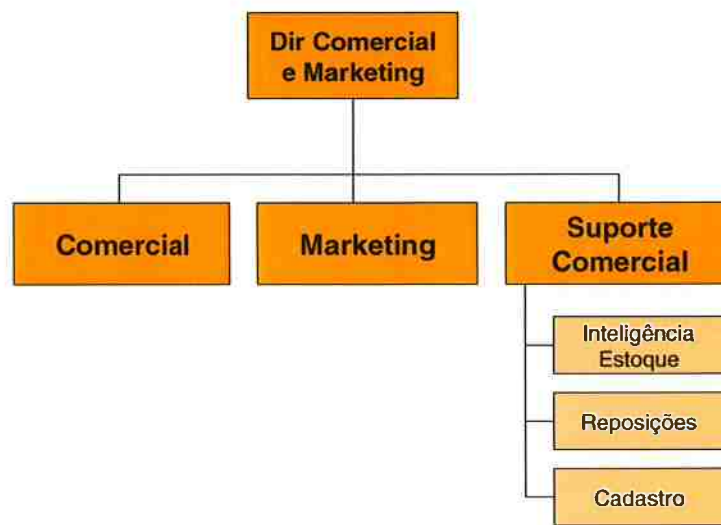


Figura 1.9 - Organograma diretoria comercial B2W

Comercial: encontra-se dividida em departamentos, e cada um funciona como uma loja, estando sob responsabilidade de um gestor. Alguns gestores cuidam de mais de um departamento, geralmente quando estes são de menor porte. Dentre suas principais responsabilidades estão:

- Definição do mix de produtos do departamento
- Negociação junto ao fornecedor (definição de preço de compra, frete, condições de pagamento, formas de entrega, etc.)
- Posicionamento dos itens no site
- Definição preço de venda dos itens
- Gerenciamento do estoque dos itens A
- Desenvolvimento ações promocionais (atividade executada junto ao marketing)

Suporte comercial: basicamente como o nome diz, as atividades desta área buscam dar suporte à área comercial. É composta de três principais áreas:

- **Inteligência Estoque:** setor responsável pelo gerenciamento do estoque dos itens C, análises de reposição dos itens e alertas de colocação de pedidos para itens A

- Reposições: tem como principal função a execução das ordens de compras solicitadas pela área comercial. As atividades realizadas por esta área são a colocação dos pedidos junto aos fornecedores, o follow-up dos mesmos e o agendando da entrega nos CDs destinados.
- Cadastro: setor responsável pelo cadastro dos itens do site, tanto informações para disponibilizar para o cliente como para controle interno.

Dado que cada departamento supervisiona uma alta quantidade de skus, não é viável que todos estes sejam acompanhados de perto pelos gerentes, mesmo porque alguns possuem maior importância que outros. Em vista disso, a área comercial divide estes itens em dois grandes grupos:

- Itens A: itens de aposta comercial, são produtos de alta venda, e responsáveis pela maior parte do faturamento do departamento, geralmente concentram-se em poucos skus
- Itens C: itens que compõem o catálogo do departamento e representam a grande maioria dos skus

Os itens A são definidos e validados pelos gestores de cada departamento junto à diretoria comercial, e refletem os itens que serão as apostas para aquele mês. Mensalmente é realizada a revisão dos mesmos, e assim que definidos são encaminhados para o cadastro realizar os ajustes necessários no sistema.

Esta definição visa dar maior foco a estes itens pela gerência comercial, devendo estar sempre disponíveis no site para a venda. Como são itens que possuem um tratamento especial, os gestores de cada departamento são os responsáveis pelo gerenciamento de seus estoques. Como forma de alavancar as suas vendas os itens A estão sob constantes ações promocionais de marketing (acionamento da base de clientes, propagandas em mídias, etc.), alterações de preços e posicionamento do item no site. Como tudo isto é acompanhado de perto pelos gestores, estes são os mais aptos a determinar o gerenciamento de seu estoque.

Já os itens C são gerenciados de maneira diferente, ficando sob a responsabilidade do Suporte Comercial a realização de sua reposição, mais especificamente no setor de Inteligência de Estoque. Dada a enorme quantidade de itens, não é possível se ter um acompanhamento de perto destes produtos, e a sua reposição pode ser feita de forma automática pelo sistema. No entanto nem sempre é válida esta regra, uma vez que a área comercial receia por deixar na mão de outra área este gerenciamento. Existem muitos casos de itens em que é realizada a reposição manual do item, ocorrendo geralmente a pedido do comercial para o suporte.

Para a reposição automática dos itens C é definida uma quantidade de estoque máximo, denominado de grade do item. A grade é estabelecida pelo gerente comercial de cada departamento. Uma vez validada esta informação a gestão de seu estoque passa a ficar a cargo do Suporte Comercial, sendo o responsável pela sua execução.

O período de geração da reposição dos itens C varia de acordo com o departamento, podendo ser realizado uma vez por semana, a cada quinze dias ou mensalmente. A execução do ressurgimento é realizada através de uma tela do ERP da companhia, na qual é imputada a informação do código do departamento que se deseja realizar a reposição.

Realizada esta etapa do processo, uma ordem de compra é encaminhada automaticamente ao setor de Reposições. O cálculo da quantidade de peças a serem solicitadas ocorre da seguinte maneira:

$$OCompra = Grade_Item - (EstqDisp + OCompra_aberto)$$

Caso a quantidade de peças em estoque somada às ordens de compra em aberto forem maior que a grade do item, não é gerada nenhuma solicitação de reposição do item. A partir deste ponto, o setor de Reposições fica responsável pela colocação do pedido junto ao fornecedor e todo o seu acompanhamento de entrega.

Para definição da grade dos itens não existe um critério específico adotado pela empresa, ficando a cargo de cada gestor a sua forma de cálculo. Em conversa com alguns gestores pode-se notar duas principais maneiras em se efetuar este cálculo. Abaixo segue a descrição das metodologias observadas.

A) Cálculo pela venda média diária

- 1º) É realizada uma análise da venda dos três últimos meses do item em questão, e assim calculado a sua venda média diária (VMD). Os gestores não chegam a analisar a venda dia-a-dia, somente olham a informação do mês fechado. Para este cálculo são desconsideradas as vendas ocorridas em épocas sazonais (natal, dia das crianças), de forma a evitar distorções no cálculo.

$$VMD = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}$$

onde,

V_i = qtde de peças vendidas no dia i

n = qtde de dias do período observado

- 2º) Em posse do VMD do item e de acordo com a cobertura de dias em estoque desejada é estabelecida a grade do item.

$$Grade_Item = VMD \times CobEstq$$

Geralmente, a cobertura de estoque desejada é o intervalo de reposição do item, de maneira a não deixar estoque em excesso. No entanto, para alguns itens os gestores optam por deixar uma cobertura maior que o período de reposição para assim ter uma maior segurança caso ocorra um atraso na entrega do produto, ou um aumento inesperado na venda. No entanto isto é feito de forma empírica pelos gestores e não é baseado em nenhuma análise de dados, somente por conhecimento ou feeling.

B) Cálculo pela venda máxima do período

Esta forma de cálculo da grade do item é bem semelhante a anterior, com a diferença de que neste caso a VMD é calculada com base no mês de maior venda.

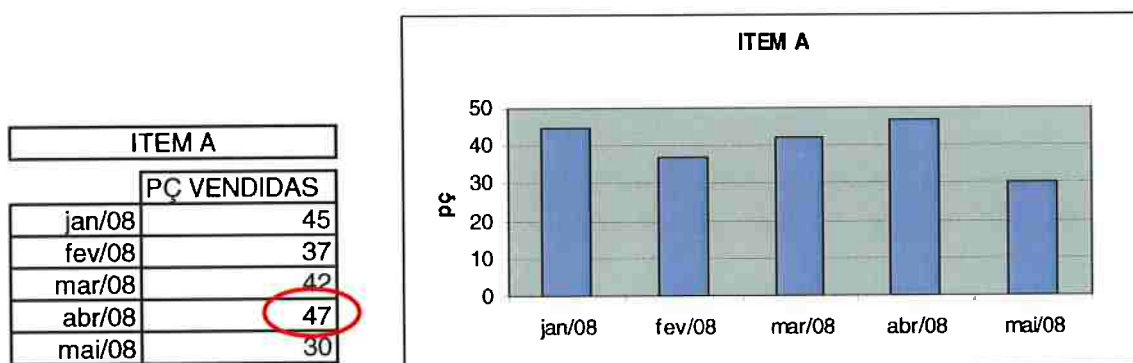


Figura 1.10 - Cálculo grade item pela venda máxima

No exemplo acima temos que a VMD será calculada com base no mês de abril, dado que este é o de maior venda em relação aos últimos meses observados. Assim como no cálculo pela venda média diária, as épocas sazonais não são consideradas.

1.4. Formulação do Problema

As empresas B2W são reconhecidas nacionalmente pela qualidade de seu serviço prestado, que englobam a rapidez na entrega e a alta disponibilidade de seu mix de produtos. Embora seja a líder do mercado nacional o gerenciamento de uma infinidade de itens em seu estoque, ainda que separados em departamentos, apresenta um dos maiores desafios para a área comercial.

O atual modelo de reposição dos itens atende às expectativas da área comercial, no entanto, existem pontos em que este gerenciamento pode ser aperfeiçoado. Uma outra questão é se modelo utilizado atualmente é a melhor opção para a companhia, uma vez que sempre foi o utilizado pela empresa e nunca se testou outro.

Como os itens A possuem sua venda e seu estoque acompanhados diariamente pela área comercial, e seu planejamento de compras envolvem muitas condições e negociações comerciais, estes não farão parte da análise.

Com isso o foco da análise do atual modelo de reposição fica restrito aos itens classes C, que, dado ao fato de estarem menos sujeitos as ações promocionais, possuem uma menor variação de suas vendas. Com uma venda mais constante estes melhor se adaptam aos modelos conhecidos na literatura.

Dado ao alto volume de itens a serem gerenciados acaba-se por ter dificuldade em abastecer o estoque de maneira eficiente (visto que este ocorre de tempos em tempos), ocasionando em alguns casos excesso de estoque e em outros falta. A dificuldade em se ter um controle eficaz desta enorme quantidade de variáveis e itens também representa um grande desafio para a empresa.

Podemos listar alguns pontos observados do atual modelo de gerenciamento de estoques dos itens C que prejudicam o seu controle e desempenho, tais como:

Não diferenciação dos itens C

Dentre os itens C pode-se observar alguns que possuem uma maior participação nas vendas do que outros, sendo estes teoricamente mais importantes que os demais. Com isso temos que o tratamento e o tempo gasto no gerenciamento destes itens são iguais ao restante, não havendo nenhuma diferenciação entre eles.

Cálculo da grade se baseia apenas em dados históricos de venda

A área comercial utiliza-se apenas de um histórico da venda para simular o comportamento futuro, não sendo levado em consideração outros fatores que possam influenciar a venda, tais como os dias em que o item ficou sem estoque ou estava indisponível no site por outros motivos (erros de cadastro, tecnologia, etc.).

Gestão dos itens C por parte do comercial

A área comercial acaba por dedicar parte de seu tempo para o gerenciamento de itens C que considera importante, enquanto que na verdade, o seu foco deveria estar apenas nos itens A. Isto ocorre dado a ineficiência por parte do Suporte comercial e a desconfiança existente entre as áreas.

Pouca a informação sobre desempenho dos estoques

O setor de Inteligência de Estoque do Suporte comercial possui atualmente uma restrita equipe em comparação ao volume de trabalho exigido. A área acaba por não desenvolver informações suficientes que auxiliam a tomada de decisão pelo comercial.

1.5. Objetivos do Trabalho

Os principais objetivos deste trabalho são:

- 1) Propor modelo de simulação para calibração dos parâmetros da reposição automática de estoque dos itens classe C
- 2) Simular o comportamento do estoque utilizando outros modelos de reposição automática;
- 3) Comparar e analisar os resultados obtidos com a atual situação;

Este trabalho inicia-se determinando os produtos a serem analisados e o desenvolvimento de um modelo de simulação de estoque para os diferentes modelos de reposição existentes na literatura. Em seguida será determinada uma metodologia para classificação dos melhores desempenhos obtidos, e a comparação dos resultados.

1.6. Estrutura do Trabalho

No Capítulo 1 foram apresentados o mercado, a empresa e a maneira de gestão de estoques da B2W. Em seguida definiu-se o objetivo do trabalho.

O Capítulo 2 traz uma revisão bibliográfica dos tópicos relacionados ao objetivo do Trabalho de Formatura, servindo como referencial teórico para o desenvolvimento do método e modelos apresentados nos capítulos seguintes. Trata basicamente de conceitos de previsão de demanda e reposição de estoques.

No Capítulo 3, propõe-se um modelo de simulação de estoque. Nele será descrito as premissas adotadas, os dados de entrada e saída do modelo, e um detalhamento passo a passo das planilhas em Excel utilizadas para realização das simulações. Neste capítulo também será descrito a metodologia de comparação entre os modelos e os critérios adotados para tal.

Em seguida, no capítulo 4, será detalhado a coleta de dados para realização da simulação, os cenários a serem observados e os resultados obtidos.

O Capítulo 5 será reservado à discussão e análise dos resultados obtidos.

Por fim, o Capítulo 6 trará a conclusão do trabalho, apresentando uma síntese do que foi realizado e a sugestão dos próximos passos para a continuidade do estudo realizado.

2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo será feita uma revisão dos principais modelos de reposição de estoque e previsão de demanda existentes na literatura. Assim como também serão abordados os principais conceitos sobre estoque, os parâmetros que os envolvem, custos e análises de desempenho que devem ser levados em consideração.

2.1. Importância dos Estoques

Em uma relação entre dois processos produtivos, cujo posto de trabalho depende que o estágio anterior forneça insumos ao próximo, existem duas possibilidades de suprimento: fabricar após a requisição dos produtos ou estocar para atender a demandas futuras. Devido a incertezas e variações do processo de produção a primeira opção acaba se tornando restrita a um numero pequeno de processos.

Como forma de evitar a falta de insumos entre os processos, estoques são criados para cumprir esta demanda, dado que a ausência de determinado produto possa vir a causar paralisações na produção.

Diversos autores apresentam definições para estoque, como a definição segundo SANTORO (2006):

“Estoque é uma quantidade de bens ou materiais úteis ociosa ou improdutiva, sob controle, aguardando uso futuro”.



Figura 2.1 - Relação de Postos de Trabalho

O principal papel exercido pelo estoque é o de elevar o nível de demanda futura que possa ser atendida, permitindo que os insumos estejam prontos e disponíveis para serem consumidos.

Outro papel relevante representado pelo estoque é o de possibilitar reduções de custo explorando as economias de escala que possam existir dentro da cadeia logística. Isto ocorre dado que grande parte dos processos ocorre em função de lotes de produção, o que possibilita a diluição dos custos fixos de produção, procurando elevar ao máximo a utilização dos recursos.

Dentro da cadeia de suprimento o estoque é o principal fator gerador de custo. No atual cenário, os estoques têm sido alvos de grandes reduções devido ao capital da empresa que permanece empatado. No entanto, o poder de negociação para aquisição de materiais em grandes lotes pode apresentar economias significativas (volume de compra, controle processo e transporte), justificando a manutenção de um alto estoque.

Por meio desses conceitos, podemos citar os principais custos (CHOPRA, 2002) envolvendo os estoques:

- **Custo de manutenção de estoque:** inclui-se o capital empatado, o qual não pode ser investido; a armazenagem, que englobam os custos de recebimento, estocagem e manutenção das mercadorias; e os riscos de estocagem, que envolvem os custos com deterioração, roubos e danos aos produtos.
- **Custo do pedido:** inclui-se o tempo do comprador gasto com a preparação, transmissão e manutenção para realização de um pedido; custos com o transporte das mercadorias; e o valor da mercadoria em si.
- **Custo de falta das mercadorias:** entende-se pela perda ou postergação da venda não realizada devido a não disponibilidade do produto no momento necessário.

Com isto podemos sintetizar os principais objetivos do estoque:

- Minimizar falta de insumos
- Reduzir atraso ou tempo de atendimento
- Redução custos aquisição e de seu processo
- Suavizar a produção ou abastecimento
- Garantir economia em função do tamanho dos lotes de produção

2.2. Tipos de Estoque

Existem diversos tipos de estoques com diferentes classificações. Dentre os de maior importância presentes na literatura (STOCKTON, 1972) podemos citar os seguintes:

- **Estoque intermediário:** estoques mantidos entre os processos produtivos que visam diminuir a dependência entre eles.
 - **Estoque cíclico:** são os estoques decorrentes dos lotes de produção, com a finalidade de explorar as economias de escala gerada nos processos de produção.
 - **Estoque de segurança:** estoque mantido como precaução da variabilidade e incerteza da demanda prevista.
 - **Estoque sazonal:** estoque criado para atender a uma variabilidade previsível da demanda
-

2.3. Custos

Segundo CHOPRA (2002), dois pontos devem ser levados em consideração para as decisões tomadas a respeito do nível de estocagem a ser determinado: responsividade e eficiência. O aumento dos estoques, no geral, torna a cadeia de suprimento mais responsiva ao cliente. No entanto, este estoque adicional acarreta em uma menor eficiência, aumentando seus custos e tornando-o mais caro.

Dentre os custos de estoque envolvidos em uma cadeia de suprimentos podemos citar como principais o custo de aquisição, custo de manutenção e o custo de falta de estoque.

Custo de aquisição

Os custos de aquisição (MAGEE, 1977) representam uma parcela significativa para determinação da quantidade de compra. Ao se solicitar uma reposição de estoque incorre-se em uma variedade de custos relacionados ao processo de compra. Dentre os custos envolvidos podemos citar:

- Custo produto
- Custo processamento do pedido
- Custo de transmissão do pedido
- Custo de entrega

Custo de manutenção de estoque

Os custos envolvidos na manutenção dos estoques (MAGEE, 1977) podem ser classificados em duas classes: custo de manutenção dos produtos (físico) e custo de capital (financeiro).

O primeiro refere-se ao custo físico do estoque, que envolve as principais operações relacionadas à sua manutenção, como:

- Espaço de armazenagem (infra-estrutura)
- Equipamentos de movimentação e armazenagem
- Custo recebimento de mercadorias
- Custo armazenagem de mercadorias
- Perdas, depreciação, avaria
- Seguro

O segundo **reflete os custos** financeiros do estoque, que é o custo do capital imobilizado para manter os produtos em estoque. Este valor corresponde à taxa de juros do mercado ou o retorno exigido sobre o capital da empresa, o que no fim representa o custo de oportunidade do capital investido no estoque.

Custo de falta

Os custos de falta (MAGEE, 1977) ocorrem quando um pedido não é atendido devido a não disponibilidade do produto em estoque, acarretando em uma perda ou postergação de uma venda. Em alguns casos, a perda da venda pode acarretar em uma perda de mercado, devido a substituição por um produto concorrente, necessitando de um rigoroso gerenciamento destes valores.

Como estes custos pressupõem determinadas ações tomadas pelos clientes, e dada a sua intangibilidade, este se torna de difícil mensuração. Como melhor forma de gerenciá-los em determinadas empresas são utilizados indicadores que penalizam a falta ou o atraso de produtos. Um exemplo é contabilizar a ocorrência de falta ou atraso por unidade de tempo.

Custo total

Os custos de estoque devem ser analisados globalmente, de forma a manter a maior eficiência da cadeia de suprimentos como um todo. Uma análise individual dos custos pode ser inadequada, dado que uma determinada parte da cadeia logística possa vir a ter bons desempenhos enquanto outros ruins.

Devido aos ganhos em escala ocasionados pelo tamanho do lote de compras, temos que o custo de pedido por ano varia inversamente com o tamanho do lote. Já o custo anual de manutenção do estoque varia diretamente com o tamanho do lote, uma vez que quanto maior for seu estoque maior será seu custo.

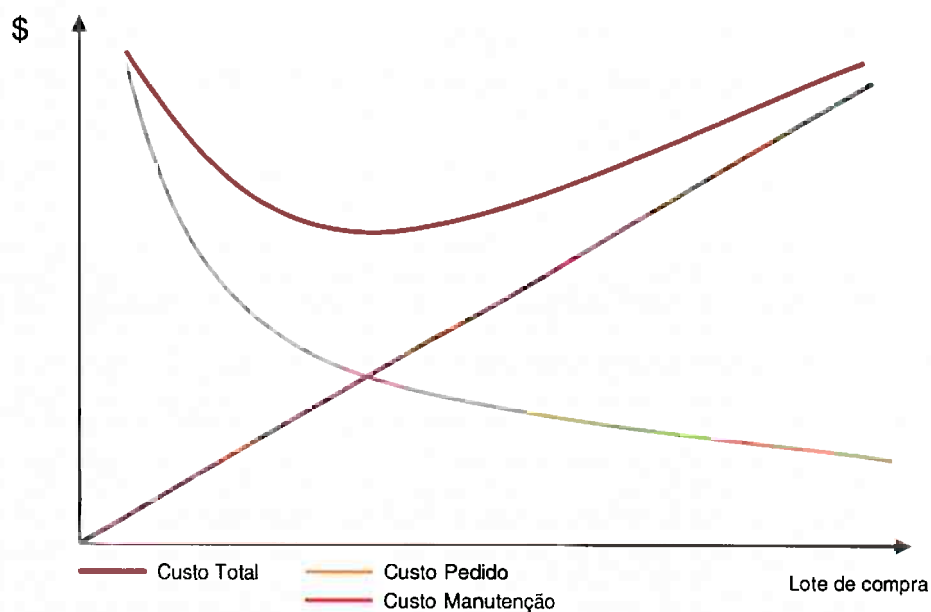


Figura 2.2 - Custo Total de Estoque

Através da Figura 2.2 podemos observar que o custo total do estoque primeiramente declina e depois aumenta de acordo com o tamanho do lote. O tamanho ótimo do lote é aquele que minimiza o custo total de estocagem.

2.4. Métodos de Previsão de demanda

Demanda pode ser entendida como a disposição do mercado ao consumo. A previsão da demanda é de grande importância para a operação de qualquer empresa, sendo uma atividade de auxílio na determinação dos recursos necessários para atender a demanda do mercado de maneira eficiente. Uma boa previsão pode trazer à empresa uma vantagem competitiva frente aos concorrentes, uma vez que é possível realizar um melhor planejamento de suas operações, e conseqüentemente obter custos mais competitivos no mercado.

Temos que a principal finalidade da previsão de demanda é a de antecipar as variações da demanda de maneira a se ter um menor impacto nas operações da empresa. Segundo SANTORO (2006), podemos definir previsão de demanda como “uma informação fundamental para quem quer planejar e decidir bem, já que existe previsão sem planejamento, mas não planejamento sem previsão”.

Segundo SANTORO (2006) os métodos de previsão de demanda podem ser divididos em dois grandes grupos, os métodos quantitativos e os qualitativos. Os métodos quantitativos utilizam dados históricos, informações do passado, adotando a premissa de que o passado será uma repetição do futuro. Já os métodos qualitativos adotam uma visão de que mudanças no passado poderão ocorrer, impactando nas previsões e eventualmente, anulando os padrões históricos.



Figura 2.3 - Métodos de previsão de demanda

2.4.1. Notação utilizada

Nos próximos tópicos serão utilizadas notações específicas, os parâmetros estão representados como:

F_t = Previsão para o período t

X_t = Valor observado no período t

2.4.2. Medidas de Precisão da Previsão

É de grande importância saber qual a precisão do modelo de previsão, sendo este o critério que decidirá qual o melhor modelo a ser utilizado. A precisão de um método consiste na capacidade deste reproduzir dados conhecidos. Para medir esta capacidade utilizam-se medidas de erro destas previsões em relação aos dados de demanda conhecidos de determinado período.

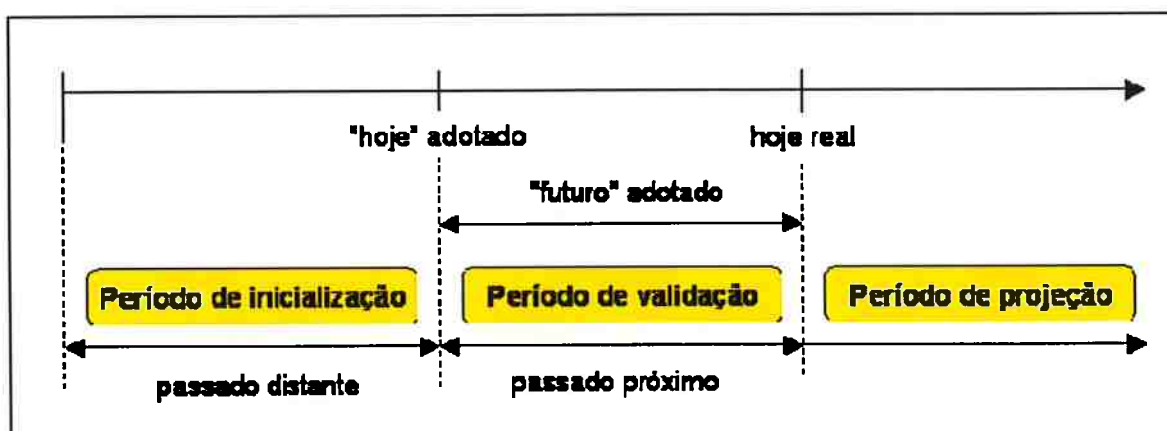


Figura 2.4 - Esquema de utilização de dados históricos para verificação de erros de previsão - adaptado Santoro (2006)

Para verificação da precisão do modelo escolhido adota-se um passado próximo como período de testes do método de previsão em questão. Durante este período, denominado de período de validação, realizam-se as previsões, e com base no valor real obtido calcula-se o erro da previsão. A seguir detalharemos a forma de seu cálculo.

Existem modelos que necessitam um histórico maior para aplicação de seu método, como é o caso dos modelos de suavização exponencial. Estes métodos, para a realização da previsão, necessitam de valores iniciais para a sua modelagem. Para cálculo destes valores iniciais utiliza-se dados de um passado distante, período denominado conforme a figura (2.4) como Período de Inicialização.

As principais medidas de erros de previsão utilizadas e mencionadas na literatura são, utilizando a notação de HANKE & REITSCH (1998):

- ME (Mean Error) – Erro Médio

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n (F_t - X_t)}{n}$$

É o erro médio da previsão. Como seus valores podem ser positivos ou negativos, este geralmente terá valores pequenos. Sua utilidade é a indicação da ocorrência de erros sistemáticos, ou seja, previsões subestimadas ou superestimadas.

- MAE (Mean Absolut Error) – Erro Absoluto Médio

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |F_t - X_t|}{n}$$

Mede o erro absoluto médio. Neste caso os valores positivos e negativos não se anulam como no caso anterior. Esta medida de erro é apresentada na mesma unidade que os dados do histórico, sendo de fácil compreensão.

- MSE (Mean Square Error) – Erro Quadrático Médio

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

Por elevar ao quadrado os erros de previsão, esta medida visa por penalizar os erros muito grandes.

-
- MPE (Mean Percentage Error) – Erro Percentual Médio

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{F_t - X_t}{X_t} \right)}{n}$$

Esta medida coloca os erros em uma escala percentual. Este valor é calculado dividindo-se os erros de cada período pelo valor real observado, e em seguida é tirada a sua média. Porém, nem sempre é possível utilizar esta medida, uma vez que em séries históricas com muitos valores zerados o erro percentual não pode ser calculado.

- MAPE (Mean Absolut Percentage Error) – Erro Percentual Absoluto Médio

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

É calculado dividindo-se os erros absolutos de cada período pelo valor real observado, em seguida tira-se a média deles. Esta medida é útil quando a magnitude do valor de previsão é relevante para avaliar a precisão da previsão. Assim como no MPE, nem sempre é possível utilizá-lo.

2.4.3. Métodos Quantitativos

Segundo MAKRIDAKIS et al. (1998) previsões quantitativas podem ser aplicadas quando se pode assumir que alguns aspectos padrões do passado poderão ocorrer no futuro. Para isto basta ter informações históricas disponíveis e que estas possam ser quantificadas em forma numérica.

A seguir serão descritos os principais métodos de previsão quantitativos presentes na literatura.

- Média Móvel Simples

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{i=t-n+1}^t X_i}{n}$$

Neste método é utilizada a média das observações passadas. A cada nova previsão descarta-se a previsão mais antiga e inclui-se a mais nova na média. A variável n refere-se ao numero de períodos utilizados na previsão

- Suavização Exponencial Simples

Neste modelo a previsão de demanda para o período futuro é feita com base na ultima previsão e na ultima observação, conforme podemos verificar na formula a seguir:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha \cdot (X_t - F_{t-1})$$

Temos que o parâmetro α , a constante de suavização, é um numero entre 0 e 1. Este parâmetro determinará quais os pesos que serão atribuídos aos dados do passado. Podemos notar que para um valor de α pequeno, as variações entre X_t e F_{t-1} terão pouco impacto nas no cálculo de F_t , ou seja, há uma menor correção do valor previsto. E quanto maior o valor de α , mais peso esta sendo considerado para a ultima observação feita. Neste caso (α maior que 0,3) ocorre a hipótese de haver padrões de tendência nos dados de demanda.

A escolha do valor de α mais adequado é geralmente feita através de procedimentos que minimizam os erros de previsão, obtidos através de simulação.

- Suavização Exponencial com Tendência – Modelo Holt

Este modelo é adequado para previsão de dados com padrões de tendências, sendo uma extensão do método de suavização exponencial simples. Junto ao índice de estabilidade acrescenta-se o índice de tendência, sendo este suavizado separadamente por um parâmetro de suavização para a tendência (β). Isto confere ao método de Holt uma maior flexibilidade para o rastreamento do índice de tendência.

Para seu cálculo são utilizadas duas equações, a primeira refere-se ao índice de estabilidade (B_t), a segunda ao índice de tendência (T_t) e a terceira à previsão.

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

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

$$F_{t+k} = B_t + k \cdot T_t$$

A determinação dos parâmetros α e β podem ocorrer através de simulações de forma a minimizarem os erros de previsão.

- Suavização Exponencial com Sazonalidade – Modelo Winters

Diferentemente dos outros modelos apresentados até o momento, este considera a sazonalidade dos dados históricos de demanda. Neste modelo o índice de sazonalidade é um fator multiplicativo calculado de forma independente, estando relacionado a um parâmetro de suavização da sazonalidade (γ). As seguintes equações são utilizadas, sendo a primeira referente ao índice de estabilidade (B_t), a segunda ao índice de sazonalidade (I_t) e a terceira à previsão.

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

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

$$F_{t+k} = B_t \cdot I_{t-L+k}$$

O coeficiente I_t é o responsável pelo ajuste dos dados de acordo com a sazonalidade. Os parâmetros α e γ podem ser determinados através de simulação de maneira a minimizarem os erros de previsão.

- Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade – Modelo Holt-Winters

Este modelo é uma junção dos dois anteriores, sendo considerado os índices de estabilidade, tendência e sazonalidade. As formulas para seu cálculo são as seguintes:

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

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

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

$$F_{t+k} = (B_t + k \cdot T_t) \cdot I_{t-L+k}$$

A determinação dos valores dos parâmetros α , β e γ , pode ser obtida através de simulação de forma a minimizarem os erros de previsão.

2.4.4. *Métodos Qualitativos*

Diversos fatores podem alterar os padrões conhecidos da demanda, tais como a situação macroeconômica, alteração de preços, promoção de vendas, propaganda, etc. Devido a isso nem sempre podemos realizar previsões partindo do pressuposto que o futuro será uma continuação do passado. Além de que em muitos momentos não existem dados históricos (em caso de lançamentos de produtos), não sendo adequados a aplicação dos modelos quantitativos de previsão.

Nestes casos, métodos qualitativos tornam-se necessários, sendo a base de obtenção da previsão a opinião de especialistas. Nos tópicos seguintes serão descritos alguns desses métodos.

- Pesquisa de mercado

Nas pesquisas de mercado, questionários e entrevistas formam a base para realização de estimativas sobre o mercado real.

A pesquisa de mercado é muito utilizada quando novos produtos poderão ser lançados e a empresa deseja conhecer o potencial de aceitação do produto pelo público-alvo. Dessa forma, pesquisas com potenciais futuros consumidores são realizadas a respeito de seus desejos e preferências, quanto estariam dispostos a pagar por determinado produto, e tenta-se dessa maneira dimensionar o tamanho do mercado consumidor.

- Painel de Consenso

Neste método a previsão de demanda é formada basicamente pelo consenso de opinião sobre a venda futura de executivos de diferentes áreas da empresa, como marketing, comercial, logística e financeiro. Com base em dados históricos e econômicos os executivos chegam a um acordo sobre as futuras previsões de venda.

Como este método não necessita de cálculos estatísticos complexos, possui a vantagem da rapidez com que as previsões são feitas. Além disso a reunião de diversos setores da empresa possibilita o compartilhamento de diferentes experiências e informações específicas dos setores que não são conhecidas por todos. No entanto existe a desvantagem de se ter um alto grau de subjetividade do julgamento dos executivos da empresa.

- Modelo Delphi

Ao contrário do painel de consenso, para evitar imposição de opiniões entre os executivos, estes devem fazer as suas considerações individualmente, sem a interferência dos demais. Existe um coordenador que lê as diversas opiniões, faz um resumo e repassa aos analistas para que estes dêem uma segunda opinião. Este processo é realizado algumas vezes até que se chega a um consenso final entre todos.

2.5. Modelos de Reposição de Estoque

As políticas de estoque visam definir a melhor maneira de gerenciamento do estoque pautado na estratégia da empresa. Segundo FREIRE (2007) estas decisões dizem a respeito do momento (quando?) de refazer um pedido e da quantidade (quanto?) necessária a ser reposta.

Respondendo a primeira questão podemos classificar os modelos de acordo com o seu período de revisão, caracterizando-os da seguinte forma:

- **Contínuos:** estoque deve ser repostado quando o nível de estoque for igual ou menor a uma determinada quantidade do item, ou seja, o estoque é acompanhado continuamente.
- **Periódicos:** estoque deve ser repostado em intervalos de tempos iguais, ou seja, o estoque é checado periodicamente.

Para a segunda pergunta temos duas possibilidades da quantia a ser reposta:

- Quantia fixa determinada
- Quantia variável que eleve o estoque em um determinado nível

A combinação desses dois parâmetros nos leva a 4 diferentes modelos de reposição de estoque, que se encontram ilustrados na Figura 2.3.

Estes modelos são denominados reativos, uma vez que a ordenação dos pedidos e a quantia determinada ocorrem em função do histórico da demanda. Estes são bastante práticos visto que podem ser aplicados utilizando-se de curtos históricos de vendas. E também não há a necessidade de uma previsão de vendas, dado que os modelos mantêm o nível de estoque em patamares adequados a demanda diária de vendas. No entanto temos que estes modelos não respondem rapidamente a variações bruscas de demanda, o que nos leva a supor a utilização de métodos de previsão de demanda que podem nos auxiliar a melhorar o desempenho dos modelos de reposição.

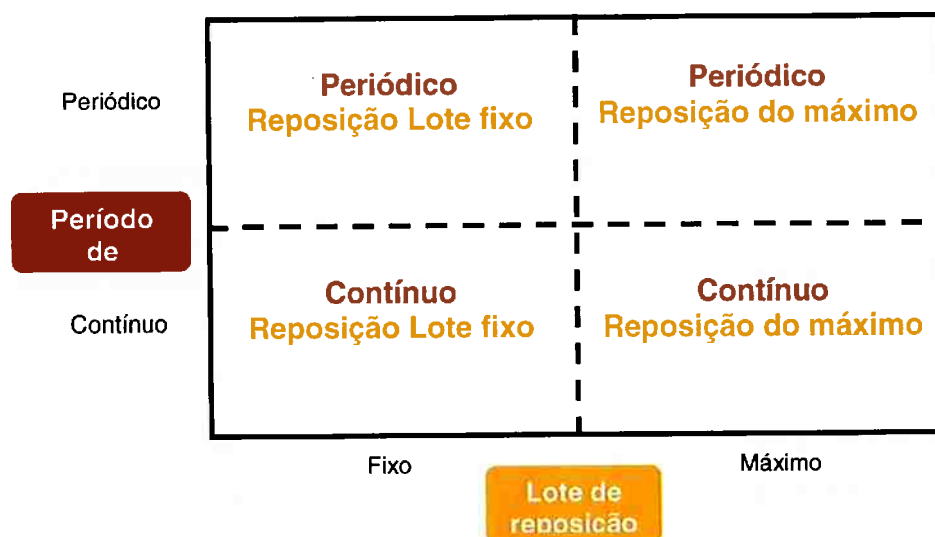


Figura 2.5 - Modelos reativos de reposição de estoque

2.5.1. *Modelo contínuo do lote fixo*

Este modelo apresenta dois parâmetros para seu funcionamento: ponto de pedido (PP) e o lote de reposição (LotFix).

O ponto de pedido determina a quantidade mínima do produto em estoque que garanta atender a demanda enquanto o próximo lote de reposição não é entregue, ou seja, é o estoque para ser consumido durante o tempo de ressuprimento. Esta quantidade envolve a demanda média durante o tempo de ressuprimento e o estoque de segurança, que visa suprir a variação das vendas e do processo de reposição. A regra de decisão para determinação da ordem de compra é a seguinte:

$$OCompra = n \cdot LotFix \quad , \text{ se } EstqDisp \leq PP$$

$$OCompra = 0 \quad , \text{ se } EstqDisp \geq PP$$

Onde,

EstqDisp = estoque em peças disponível no momento da decisão

LotFix = lote fixo de reposição

n = quantidade de lotes fixos que garanta um estoque maior que o PP

O lote fixo de reposição é uma quantidade fixa determinada a ser repostado quando se atinge o ponto de pedido. Este representa o lote econômico de compra por ser de menor custo total de reposição.

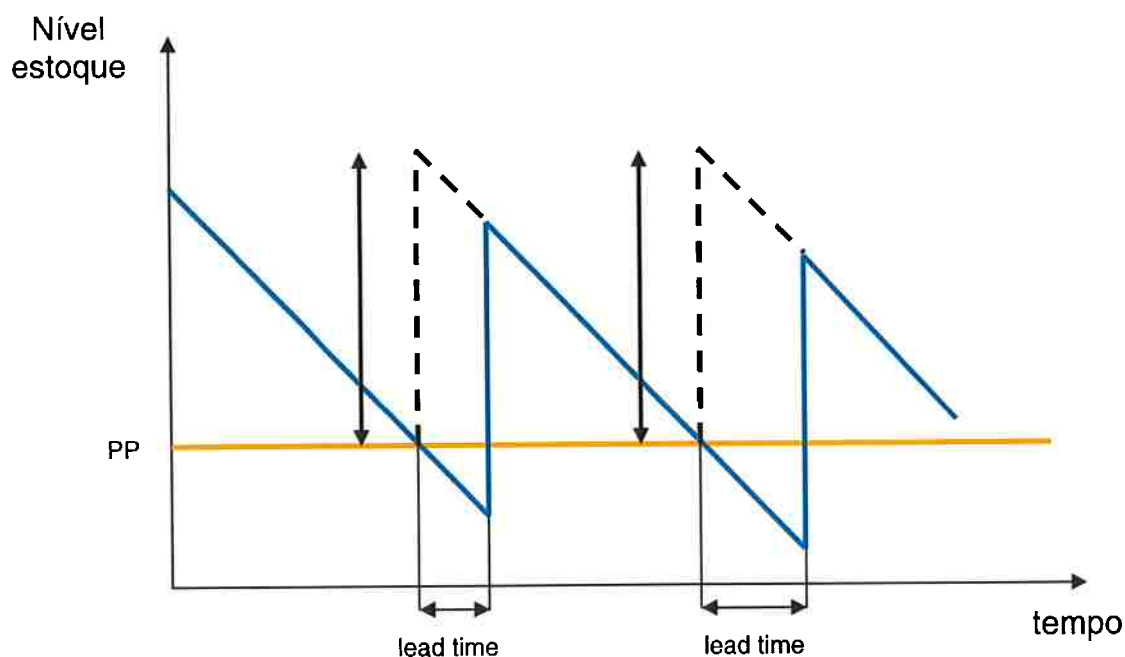


Figura 2.6 - Modelo reposição contínua de lote fixo

Os parâmetros podem ser calculados em função dos custos de pedido, falta e armazenagem, cujo custo total seja minimizado. Também são considerados os níveis de serviço mínimos.

2.5.2. *Modelo contínuo de reposição do máximo*

Este modelo é uma variação do anterior, que visa aumentar o nível de serviço através da reposição do estoque até o seu nível máximo. No momento em que há um grande pedido de venda, a saída de produtos do estoque será rápida, gerando um pico de demanda. Nesse caso, o modelo anterior reporá apenas o lote fixo de ressuprimento.

Os parâmetros envolvidos neste modelo são o ponto de pedido e o estoque máximo estipulado.

Igual ao modelo anterior a decisão de ressuprimento de estoque ocorre no final do período em que o estoque disponível fica menor que o ponto de pedido. O modelo possui a seguinte regra para tomada de decisão:

$$OCompra = EstqMax - EstqDisp \quad , \text{ se } EstqDisp \leq PP$$

$$OCompra = 0 \quad , \text{ se } EstqDisp \geq PP$$

Onde,

$EstqMax$ = estoque máximo permitido para o item

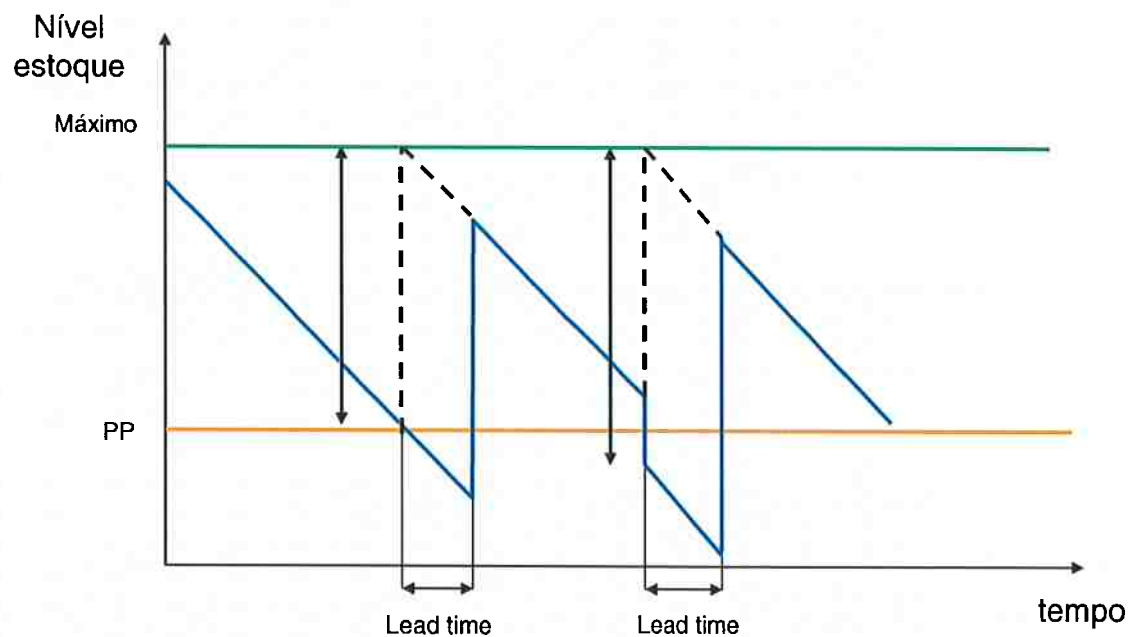


Figura 2.7 - Modelo reposição contínua do máximo

2.5.3. Modelo periódico de reposição do máximo

Semelhante ao modelo contínuo, o periódico de reposição do máximo difere apenas quanto ao seu momento de decisão em repor os produtos em estoque. Ao final de cada período de revisão realiza-se um pedido a fim de que este reponha o estoque até seu nível máximo.

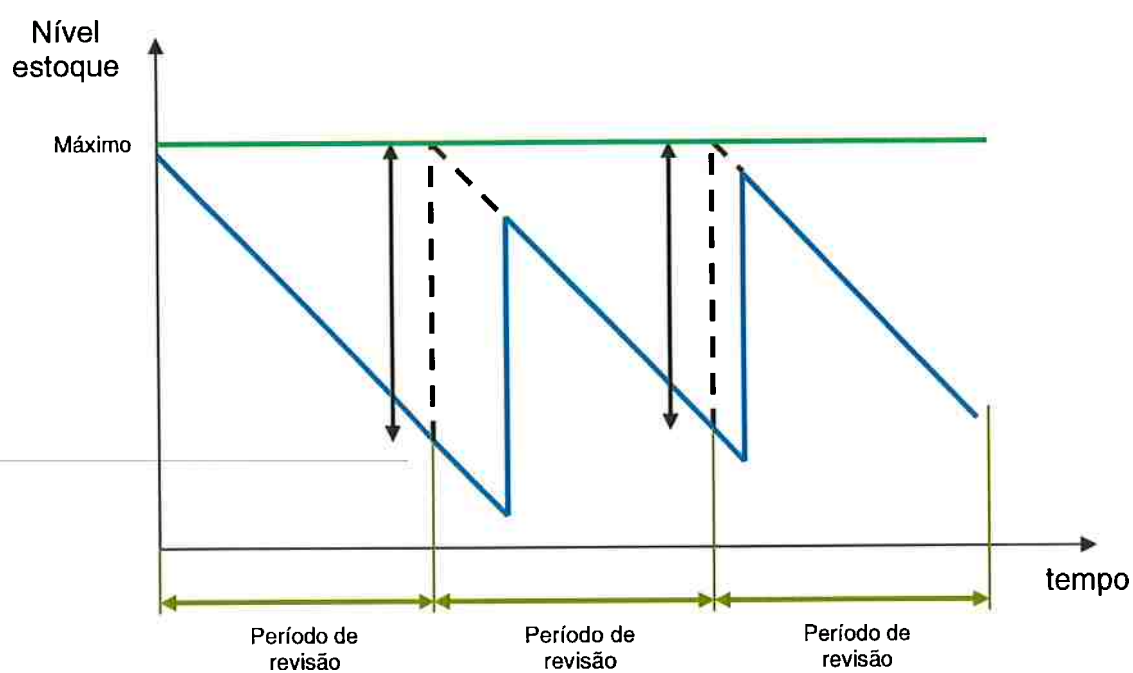


Figura 2.8 - Modelo reposição periódico do máximo

2.5.4. Modelo periódico do lote fixo

Este modelo representa um híbrido entre o modelo periódico de reposição do máximo e o modelo contínuo do lote fixo.

Neste modelo a regra de decisão ocorre ao final de cada período de revisão, semelhante ao modelo periódico de reposição do máximo. A regra de decisão para este modelo é a mesma que o apresentado no modelo contínuo do lote fixo. Ao final de cada período de revisão verifica-se a quantidade de estoque disponível, e, se este valor for inferior ao ponto de pedido emite-se uma ordem de compra.

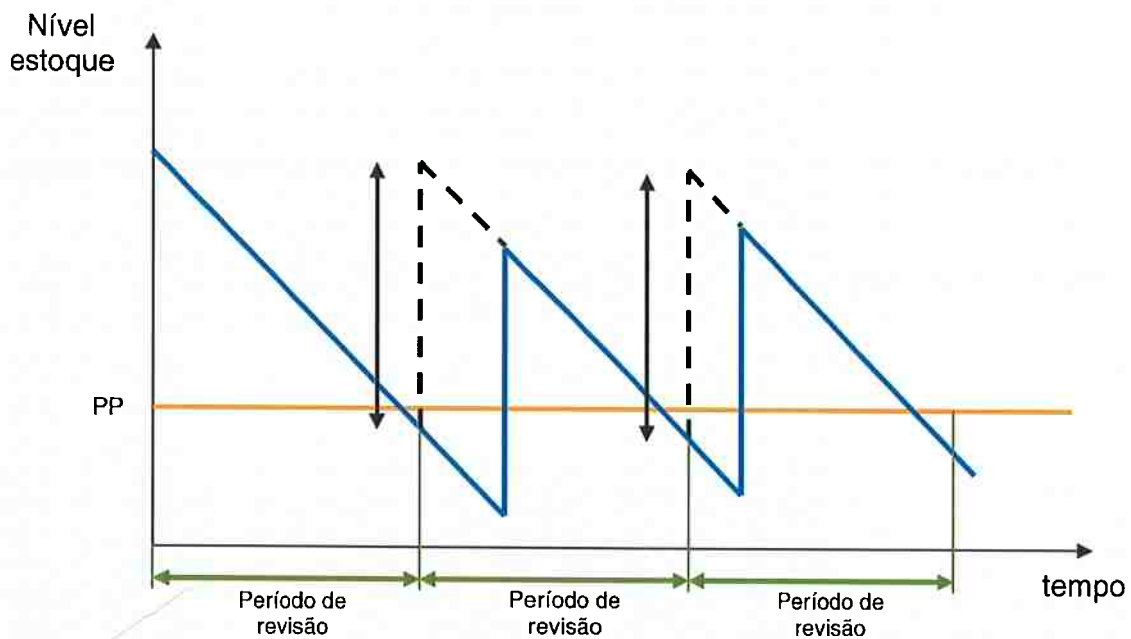


Figura 2.9 - Modelo reposição periódica de lote fixo

2.5.5. *Modelo de reposição com previsão de demanda*

Os modelos ativos se utilizam diretamente da previsão de demanda para a tomada de decisão, sendo um modelo periódico de estoque. O modelo é proposto por SANTORO (2006) com base no sistema de Material Requirement Planning (MRP).

Seu principio de funcionamento é simples: dado um item de estoque, periodicamente realizam-se previsões de demanda para um determinado período, denominado de “tempo de reação” (tre). Para o cálculo do tamanho do lote a ser solicitado para reposição, se pega a previsão feita para o tempo de reação, adiciona-se a este valor um fator de segurança (conhecido como “estoque de segurança”) e subtraem os pedidos já realizados e o estoque físico disponível. Este valor resultante também é chamado de necessidade líquida.

A realização da previsão para o “tempo de reação” é fundamental para o sucesso do modelo. O tempo de reação pode ser definido como sendo o tempo decorrido entre a tomada de decisão de abastecimento e a próxima data onde se pode influenciar o estoque. Neste caso ele é o lead time (LT) mais o período de revisão (PR).

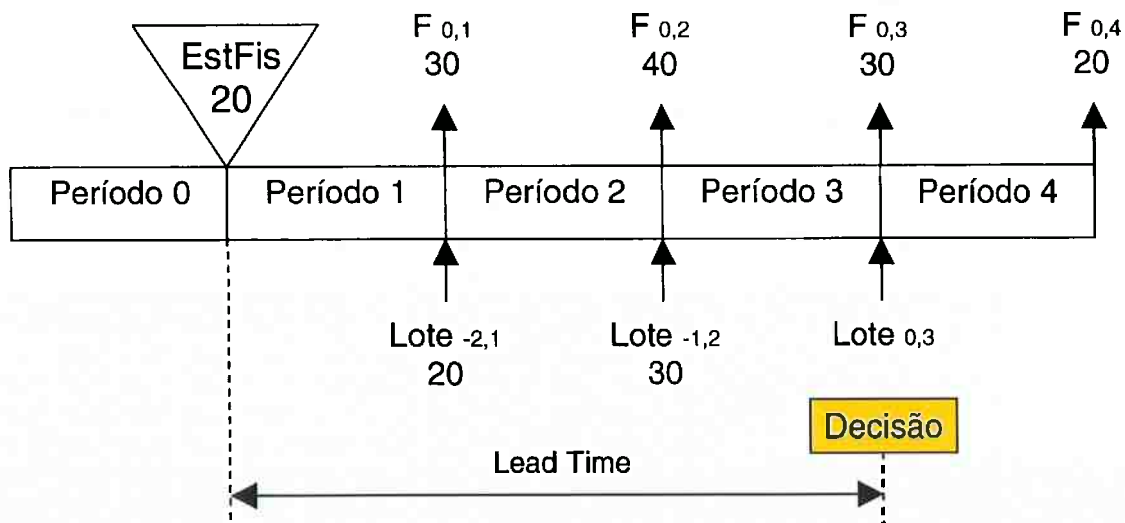


Figura 2.10 - Modelo reposição com previsão de demanda

Onde,

$F_{t,p}$ = previsão de demanda feita em t, referente ao período p

$Lote_{t,p}$ = lote decidido em t a ser entregue no final do período p

No exemplo acima, a cada semana este procedimento se repetirá. Desta forma, o processo de decisão no final de cada período é o seguinte:

$$Lote_{0,3} = \sum_{i=1}^4 F_{0,i} + \sum_{i=1}^2 Lote_{i-3,i} - EstFis_0 + EstSeg$$

2.5.6. Considerações finais

A tabela abaixo relaciona os modelos de estoque apresentados com os seus parâmetros.

Tabela 2.1 - Modelos de estoque e seus parâmetros – adaptado de Santoro (2006)

	MODELOS REATIVOS				MODELOS ATIVOS
	CONTÍNUOS		PERIÓDICOS		MODELO COM PREVISÃO DE DEMANDA
	PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	
PerRev			X	X	X
Lead Time	X	X	X	X	X
PP	X	X	X		
Estq Max		X		X	
LotFix	X		X		
EstSeg	(*)	(*)	(*)	(*)	X

Na literatura o modelo periódico de reposição do máximo apresenta algumas diferenças se consultarmos diferentes autores. Segundo SANTORO (2006) o ponto de pedido representa um dos parâmetros envolvidos neste modelo, dado que para este autor é interpretado que o pedido somente é emitido quando o nível de estoque atinge seu ponto de pedido. SLACK (1997) possui uma outra versão para este modelo, onde o ponto de pedido não representa um dos parâmetros envolvidos, e o estoque é repostado até o seu nível máximo todo período de revisão.

Este trabalho por tratar do modelo de reposição de estoque vigente na B2W, tem que o ponto de pedido não será adotado como um dos parâmetros do modelo periódico de reposição do máximo. Isto devido ao fato da empresa atualmente trabalhar com este modelo de reposição para os itens classe C.

3. Modelo de Simulação

Este capítulo tem como principal objetivo a apresentação do modelo a ser utilizado para a realização das simulações. Este servirá como base para a avaliação e comparação dos modelos de reposição de estoque a serem analisados.

Para a realização das simulações serão necessárias diversas informações a respeito dos itens selecionados, e para isso será feito um levantamento das informações que alimentarão o modelo. Algumas premissas deverão ser adotadas para a viabilidade das simulações. Estas serão abordadas e definidas neste capítulo.

Como neste trabalho estão sendo analisados modelos para reposição automática de estoque, tem-se que a coleta de dados se restringirá somente aos itens classe C (já que os itens A são gerenciados pelo comercial).

3.1. Metodologia de Simulação

Embora decisões de gestão de estoque sejam influenciadas por variáveis humanas estas não serão consideradas neste trabalho. Decisões como a compra de um lote de produtos pela área comercial para realização de promoções, ou pelo fato de ocorrer uma sobra de orçamento são exemplos, e que não serão levadas em consideração. Como se pretende simular diferentes modelos de reposição para análise de seus resultados, tem-se que as variáveis humanas serão consideradas como iguais em todos os ambientes, não influenciando nos resultados.

As decisões neste trabalho se resumirão estritamente ao aspecto da gestão de estoque, que podemos resumir em duas perguntas básicas:

- Quando repor?
 - Quanto repor?
-

Estas serão as perguntas que a simulação deverá nos responder para cada modelo de reposição testado para cada item selecionado.

3.2. Arranjo Experimental

O modelo de simulação é formado por um “software” produzido em Excel, com rotinas de pesquisa desenvolvidas em linguagem VBA (Visual Basic for Applications). A entrada e saída dos dados é feita pelas planilhas em Excel, que também foram utilizadas nas análises dos resultados obtidos.

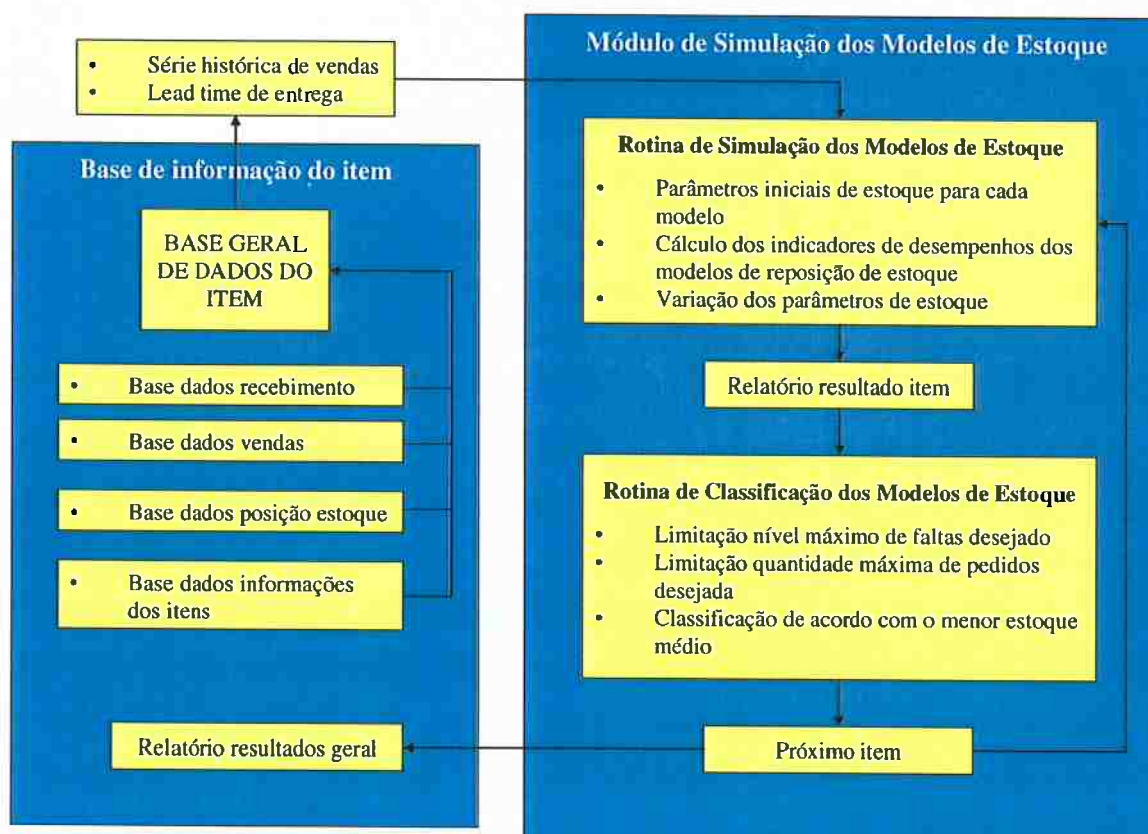


Figura 3.1 - Rotina de simulação dos modelos de reposição estoque

A parte experimental se inicia pela geração das séries históricas de venda que servirão como input para a simulação dos modelos de reposição de estoque. Outro input a ser fornecido pela base de informações dos itens é o lead time de entrega do produto.

Para cada modelo de reposição de estoque serão simulados diferentes valores de seus parâmetros (com a abrangência de um determinado range de valores), estes que serão classificados, item a item, de acordo com a otimização de seu desempenho. Os valores ótimos dos parâmetros de cada modelo de simulação de estoque formam o relatório principal de resultados.

Os modelos de reposição a serem analisados se restringirão aos modelos reativos de reposição de estoque, estes que foram expostos no capítulo 2 deste trabalho, sendo:

- Modelo contínuo com reposição do lote fixo
- Modelo contínuo com reposição do estoque máximo
- Modelo de revisão periódica com reposição do lote fixo
- Modelo de revisão periódica com reposição do estoque máximo

Os modelos ativos de reposição de estoque necessitam de modelos de previsão de demanda para sua utilização, sendo que estes requerem um longo histórico de vendas para sua modelagem. No caso dos itens que compõem o mix da empresa, estes sofrem uma forte sazonalidade em alguns períodos do ano, principalmente no natal e em datas comerciais (dias das mães, dia dos pais, etc.). Para a realização desta projeção, seriam necessários, no mínimo um histórico de vendas de dois anos para cada item simulado. Atualmente a vida de um sku no estoque das marcas B2W gira em torno de um ano, o que nos impossibilita a realização destas previsões de demanda.

No mercado existem softwares específicos de previsão de demanda que consideram o histórico de itens semelhantes, sendo possível a montagem de uma base de dados ao longo de diversos anos para a realização destes tipos de previsão. Na atual empresa seria altamente trabalhoso (e improdutivo) realizar um trabalho deste porte, apesar de que isto seja possível, ficando como uma sugestão de implantação para melhoria na base de informação de dados da empresa.

3.2.1. Base de informação do item

Este módulo comporta quatro planilhas que reúnem e organizam a base de informações necessárias referente aos itens escolhidos para a simulação. Cada planilha reúne uma base de dados específica dos itens, abaixo segue a relação das informações contidas em cada uma.

1 – Base de dados cadastrais do item

- código do item
- descrição
- departamento
- setor
- família
- fornecedor
- lead time de entrega

2 – Base de dados de venda do item

- data faturamento
 - código do item
 - quantidade de peças vendidas
-

3 – Base de dados de recebimento do item

- data recebimento
- código do item
- quantidade de peças recebidas

4 – Base de dados de estoque do item

- data
 - código do item
 - posição de estoque
-

Todas as informações são reunidas e consolidadas em uma única planilha para uma melhor visualização e análise dos dados. A planilha também traz gráficos com a evolução do estoque, das vendas e do recebimento do item para o período observado.

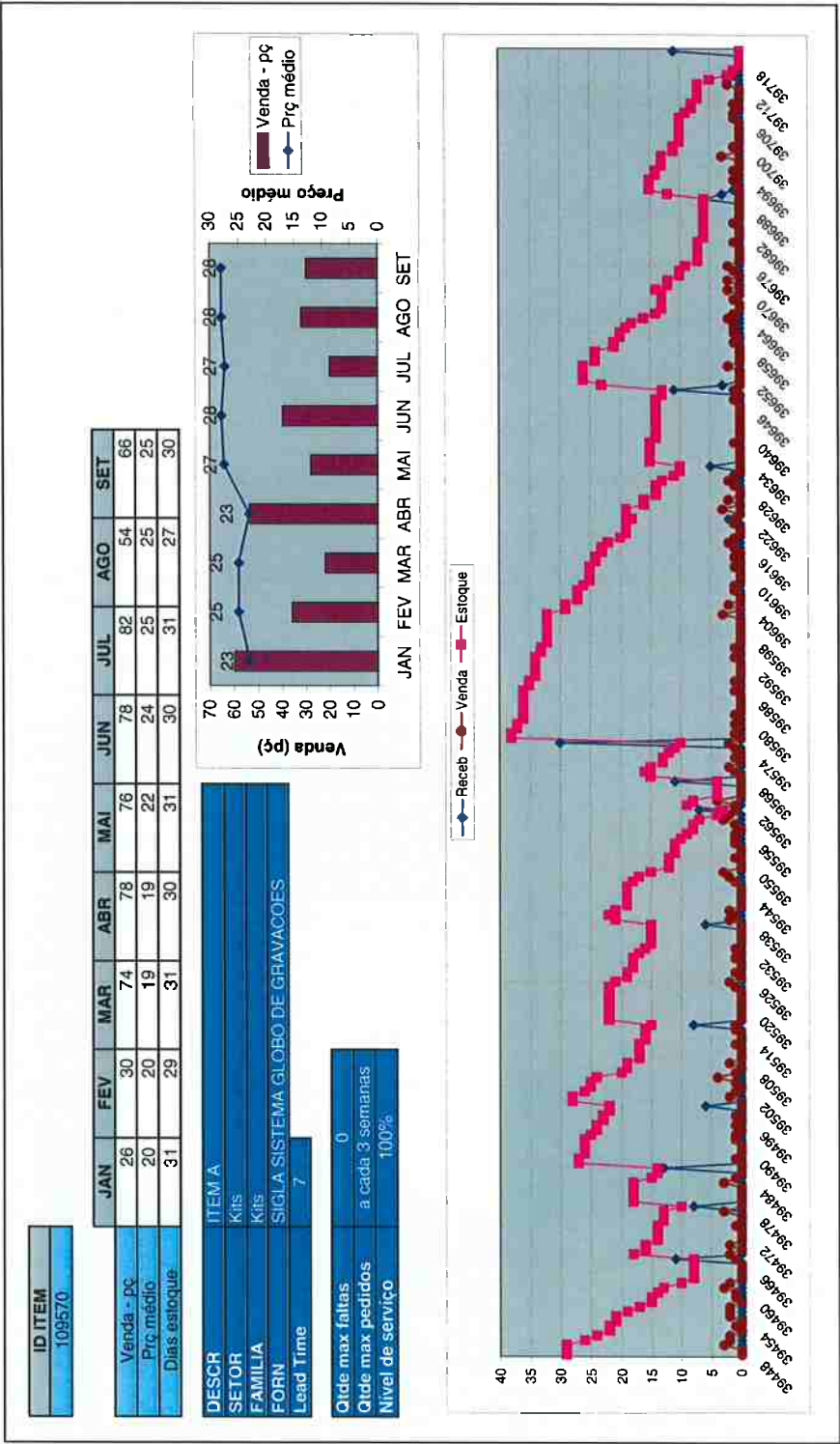


Figura 3.2 - Base de dados do item

3.2.2. Módulo de simulação dos modelos de reposição de estoque

No módulo de simulação temos para cada modelo uma planilha que simula o comportamento de seu estoque. Para a viabilidade desta atividade temos que fornecer ao sistema algumas informações, estas que são necessárias para a realização da simulação, sendo:

- Série de vendas do item
- Lead time entrega do fornecedor
- Parâmetros do modelo de reposição (valores a serem simulados)

As figuras 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6 ilustram o algoritmo da simulação para cada modelo de reposição de estoque a ser testado.

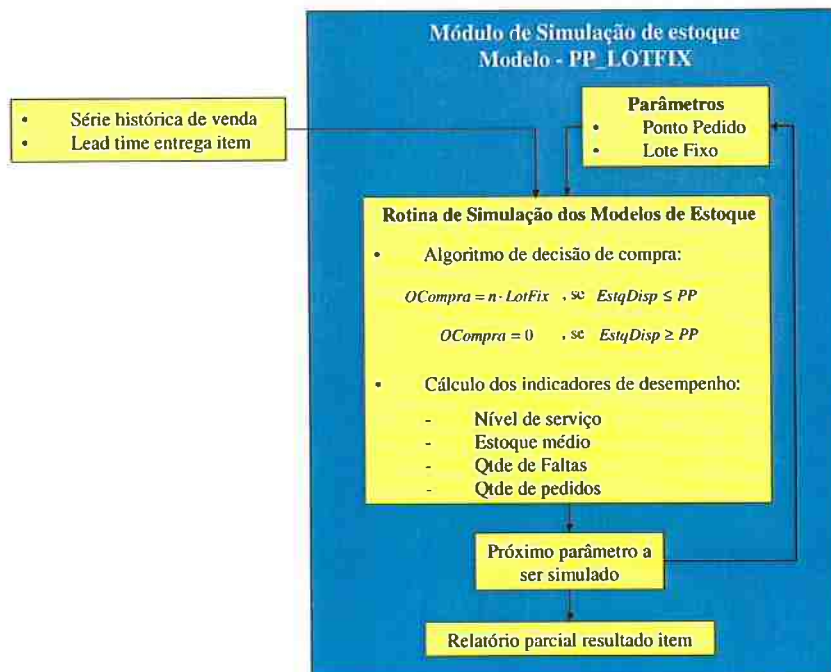


Figura 3.3 - Rotina de simulação de estoque – Modelo contínuo de reposição do lote fixo

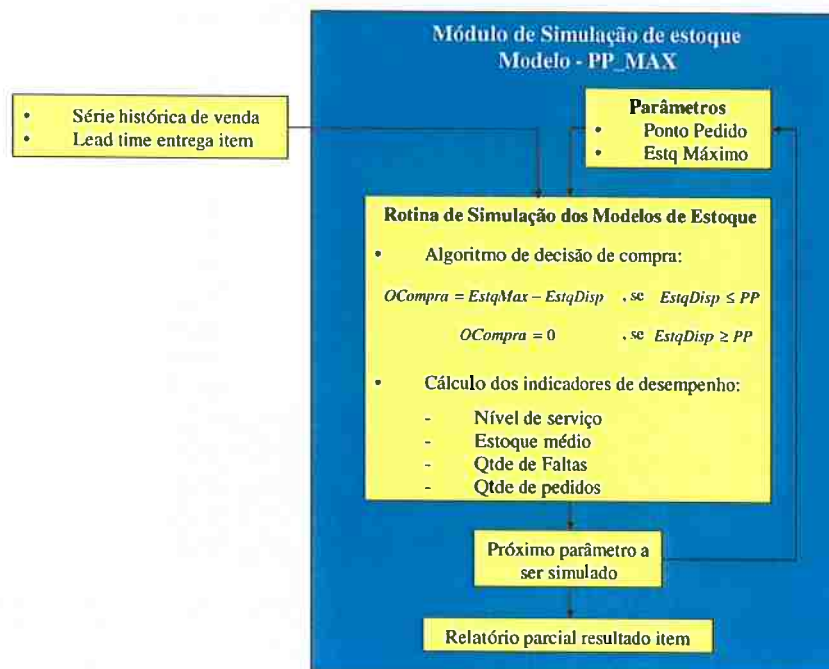


Figura 3.4 - Rotina de simulação de estoque – Modelo contínuo de reposição do máximo

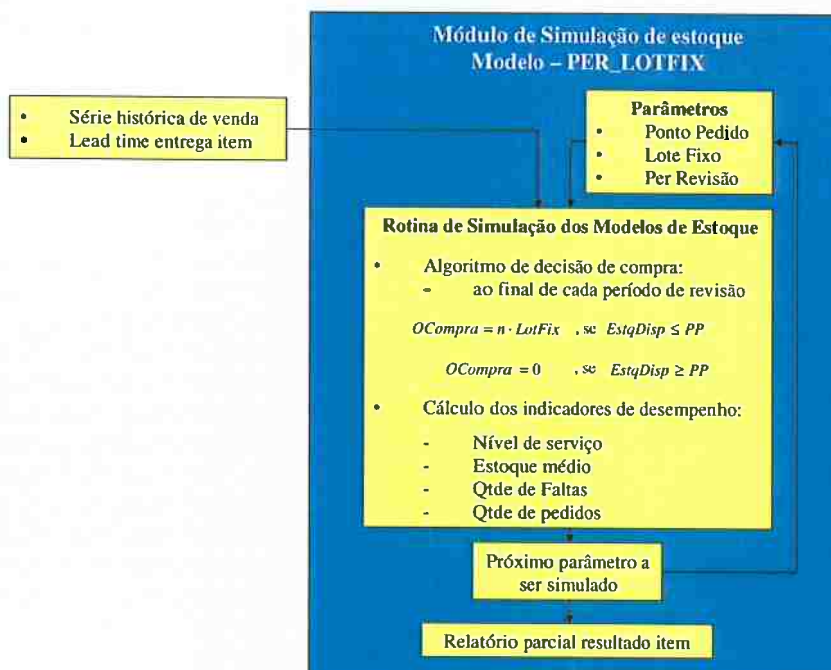


Figura 3.5 - Rotina de simulação de estoque – Modelo periódico de reposição do lote fixo

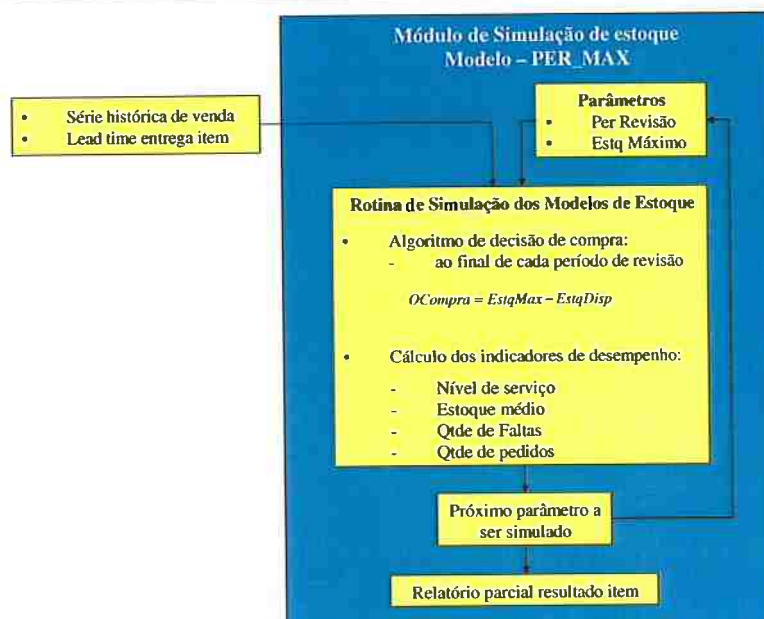


Figura 3.6 - Rotina de simulação de estoque – Modelo periódico de reposição do máximo

Como visto no capítulo 2 deste trabalho, para cada modelo de reposição utiliza-se uma determinada combinação de parâmetros para o seu funcionamento. Para o lead time de entrega temos que é uma característica do item, com isto temos que este valor será assumido e não simulado para diferentes cenários. Na tabela 3.5 podemos verificar esta relação, onde cada modelo traz os parâmetros envolvidos correspondentes.

Tabela 3.1 - Modelo de reposição x Parâmetros envolvidos

MODELO	PARÂMETROS ENVOLVIDOS A SEREM SIMULADOS		
PP_LOTFIX	Ponto de pedido		Lote fixo
PP_MAX	Ponto de pedido		Estoque máximo
PER_LOTFIX	Ponto de pedido	Período de revisão	Lote fixo
PER_MAX	Período de revisão		Estoque máximo

Cada item terá seu estoque simulado diversas vezes, dado que para cada combinação de parâmetro testada o resultado obtido será diferente.

O módulo de simulação inicia por uma combinação de parâmetros previamente definida, será o parâmetro semente, e que dará o start de todo o processo. Cada parâmetro será testado até um determinado range de valor, ocorrendo de acordo com o passo definido e a quantidade máxima de iterações a serem realizadas. Estes valores podem ser reconfigurados de acordo com a necessidade da simulação dos parâmetros de cada modelo. Nas tabelas 3.2 e 3.3 podemos observar os valores adotados para este trabalho.

Tabela 3.2 - Valor inicial, passo e quantidade de iterações para simulação dos modelos contínuos

	PONTO PEDIDO	LOTE FIXO / ESTQ MAX
Valor inicial	5	5
Passo	5	5
Iterações	20	50

Tabela 3.3 - Valor inicial, passo e quantidade de iterações e os períodos de revisão para simulação dos modelos periódicos

	PONTO PEDIDO	LOTE FIXO / ESTQ MAX	PERÍODO DE REVISÃO	
Valor inicial	5	5	1	Diário
Passo	5	5	7	Semanal
Iterações	20	80	14	a cada 2 semanas
			21	a cada 3 semanas
			28	a cada 4 semanas
			42	a cada 6 semanas
			56	a cada 8 semanas

Como forma de avaliar o desempenho dos modelos de reposição de estoque cada combinação dos parâmetros resultam nos indicadores que nortearão a pesquisa. Estes serão os responsáveis pela definição dos parâmetros que otimizarão cada um dos modelos. Os indicadores de desempenho também nos permitirão comparar os resultados obtidos com a realidade observada para cada item.

Os indicadores de desempenho envolvidos este trabalho estão representados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Indicadores de desempenho dos modelos de reposição de estoque

INDICADORES DE DESEMPENHO	UNIDADE	FORMA DE CÁLCULO	DESCRIÇÃO
Nível de serviço	%	$\frac{\sum \text{Venda}}{\sum \text{Demanda}}$	% da demanda atendida durante o período observado
Estoque médio	Peças	$\frac{\sum PqEstq}{\sum \text{Dias}}$	média do estoque em peças durante o período observado
Faltas	Dias	$\sum \text{Dias} - EstqIndisp$	quantidade de dias com estoque indisponível para a venda
Qtde pedidos	Unidade	$\sum \text{Pedidos}$	quantidade de pedidos de compra realizado durante o período observado

Ao término da simulação de um item os resultados dos indicadores de desempenho obtidos são guardados em uma base de dados para uma posterior classificação. Estas informações são geradas para cada combinação de parâmetros de cada modelo de reposição a ser testado. Estas informações ficam guardadas em um relatório do módulo de simulação de estoques, que contem os seguintes dados:

- Modelo de reposição de estoque
- Ponto de pedido
- Período de revisão
- Lote fixo
- Estoque máximo
- Nível de serviço obtido
- Estoque médio
- Faltas
- Quantidade de pedidos de compra realizados

Este relatório servirá como base para a rotina de classificação dos modelos de reposição de estoque, a tabela 3.5 ilustra um exemplo para um melhor entendimento.

Tabela 3.5 - Relatório parcial de resultados do item

MODELO	Pto Pedido	Lote Fixo	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
PP_LotFix	5	5	90%	4,1	33	29
PP_LotFix	5	10	93%	6,3	21	15
PP_LotFix	5	15	97%	9,0	7	11
PP_LotFix	5	20	98%	11,1	12	8
PP_LotFix	5	25	97%	12,2	11	7
PP_LotFix	5	30	100%	17,0	0	6
PP_LotFix	5	35	97%	18,0	5	5
PP_LotFix	5	40	99%	22,7	6	4
PP_LotFix	5	45	99%	26,6	3	4
PP_LotFix	5	50	100%	25,0	0	4
PP_LotFix	5	55	100%	28,3	2	3
PP_LotFix	5	60	100%	33,5	0	3
PP_LotFix	5	65	99%	33,5	2	3
PP_LotFix	5	70	97%	35,0	5	3
PP_LotFix	5	75	98%	36,0	9	3
PP_LotFix	5	80	99%	41,5	1	2
PP_LotFix	5	85	99%	47,0	3	2
PP_LotFix	5	90	100%	52,5	0	2

Para uma melhor visualização destas informações o módulo de simulação de estoque também traz estas informações como forma de gráficos dinâmicos, facilitando o seu entendimento. A figura 3.7 traz um exemplo para as informações de nível de serviço, estoque médio e quantidade de pedidos.

Capítulo 3 – Modelo de Simulação

Nível serviço		Lote Fixo							
Pto Pedido		10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	31,33%	31,33%	38,55%	48,19%	60,24%	54,82%	63,25%	72,29%
	20	49,40%	50,60%	46,39%	50,60%	60,24%	69,88%	63,86%	72,29%
	30	62,65%	66,87%	63,86%	61,45%	62,65%	72,29%	78,92%	72,89%
	40	81,33%	78,92%	81,93%	84,34%	76,51%	74,70%	84,34%	87,95%
	50	85,54%	85,54%	83,73%	89,76%	90,36%	90,36%	85,54%	92,17%
	60	89,76%	97,59%	96,99%	97,59%	95,18%	91,57%	89,76%	96,39%
	70	95,78%	95,78%	95,78%	97,59%	100,00%	95,78%	100,00%	97,59%
	80	98,80%	100,00%	100,00%	97,59%	100,00%	100,00%	100,00%	97,59%
	90	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
	100	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Qtde Pedidos		Lote Fixo							
Pto Pedido		10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	12	8	6	5	4	3	4	4
	20	11	10	8	6	5	4	3	4
	30	14	9	11	8	6	5	4	3
	40	12	10	6	10	8	6	5	4
	50	11	7	7	5	8	6	4	4
	60	11	9	8	6	5	8	8	4
	70	11	9	7	6	7	4	7	4
	80	11	12	7	8	7	4	5	6
	90	11	8	8	6	7	6	4	5
	100	11	12	7	8	9	5	5	7

Estq Médio		Lote Fixo							
Pto Pedido		10	20	30	40	50	60	70	80
10	10	1,77	3,30	7,57	9,34	14,73	18,57	24,88	29,24
	20	5,53	7,35	7,93	12,30	14,87	21,37	25,02	31,99
	30	10,03	12,42	11,99	13,70	18,37	21,70	29,28	32,41
	40	16,12	16,52	21,71	18,93	20,66	25,99	29,51	38,18
	50	22,88	26,29	28,93	36,63	28,16	29,92	39,50	42,63
	60	31,66	35,72	34,45	45,12	47,09	38,12	42,84	50,86
	70	40,26	44,39	45,96	49,92	52,15	60,24	51,28	58,62
	80	49,15	56,07	58,67	60,79	59,22	72,37	69,54	64,71
	90	58,89	63,02	63,24	71,72	70,63	78,24	76,39	86,07
	100	68,89	76,07	74,98	84,33	78,78	76,93	90,09	94,76

Figura 3.7 - Gráficos dinâmicos de indicadores de desempenho

A rotina de classificação dos modelos de estoque se baseia nos 20 melhores resultados obtidos para cada modelo de reposição. Como citado anteriormente o critério adotado para esta classificação advém das informações obtidas pelos indicadores de desempenho, sendo três deles limitantes (nível mínimo de serviço exigido / quantidade máxima de faltas / quantidade máxima de pedidos) e um classificatório (estoque médio). A classificação é feita da combinação de parâmetros que nos traz o menor estoque médio observado no período desejado.

Antes de iniciar a rotina de simulação de estoque os critérios de classificação devem ser previamente definidos. Na própria tela da base de dados do item temos os campos para realizar esta configuração, como se pode verificar na figura 3.8. Não é necessário utilizar todos os critérios, sendo possível deixá-los desabilitados.

ID ITEM						
109570						

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Venda - pç	26	30	74	78	76	78
Prç médio	20	20	19	19	22	24
Dias estoque	31	29	31	30	31	30

DESCR	ITEM A					70
SETOR	Kits					60
FAMILIA	Kits					50
FORN	SIGLA SISTEMA GLOBO DE GRAVACOES					40
Lead Time	7					30

Qtde max faltas	0
Qtde max pedidos	a cada 3 semanas
Nível de serviço	100%

Venda (pç)

70
 60
 50
 40
 30
 20
 10
 0

Figura 3.8 - Detalhe da tela de base de dados do item - Campos para definição do critério de classificação dos modelos

Como resultado final temos o relatório de resultados geral, que nos traz para cada modelo de reposição de estoque simulado as vinte primeiras combinações de parâmetros que otimizam o desempenho de estoque do item. O relatório também traz consigo informações de cadastro do produto (tais como descrição, departamento, setor, fornecedor, lead time de entrega) e os indicadores de desempenho reais, para posterior comparação e análise das informações.

Capítulo 3 – Modelo de Simulação

IO. ITEM	109570	Modelo	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
DESCR	ITEM A	REAL		34,08	4	11
SETOR	Kils					
FAMILIA	Kils					
FORN	SIGLA SISTEMA GLOBO DE GRAVACOES					
Lead Time	7					
Qtde max faltas	0					
Qtde max pedidos	a cada 2 semanas					
Nível de serviço	0.95					

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
Venda - pq	26	30	74	78	76
VMD	0,8	1,0	2,4	2,6	2,5
Prq médio venda	20	20	19	19	22
Dias Estoque	31	29	31	30	31

PONTO PEDIDO LOTE FIXO					
Pto Pedido	Lote Fixo / MAX	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
15	15	100%	15	0	20
20	15	100%	19	0	21
15	25	100%	20	0	12
15	30	100%	22	0	10
20	20	100%	23	0	16
20	25	100%	24	0	13
25	15	100%	24	0	21
20	30	100%	27	0	11
25	20	100%	28	0	16
15	45	100%	29	0	7
25	25	100%	30	0	13
30	15	100%	30	0	21
20	35	100%	30	0	9
30	20	100%	31	0	16
25	30	100%	32	0	11
15	50	100%	32	0	6
20	40	100%	33	0	8
20	45	100%	33	0	7
30	25	100%	34	0	13
25	35	100%	36	0	9

PERIODICO LOTE FIXO					
Per Revisão	Lote Fixo / MAX	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
14	15	100%	20	0	21
28	30	100%	28	0	11
42	45	100%	36	0	8
21	25	100%	42	0	15
56	60	100%	44	0	6
42	50	100%	55	0	8
28	35	100%	55	0	11
56	65	100%	58	0	6
14	20	100%	71	0	21
56	70	100%	73	0	6
42	55	100%	73	0	8
21	30	100%	76	0	15
28	40	100%	81	0	11
56	75	100%	88	0	6
42	60	100%	92	0	8
56	80	100%	102	0	6
28	45	100%	108	0	11
42	65	100%	110	0	8
21	35	100%	110	0	15
56	85	100%	117	0	6

PONTO PEDIDO MAX					
Pto Pedido	Lote Fixo / MAX	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
20	35	100%	20	0	18
20	40	100%	23	0	14
15	45	100%	24	0	10
25	40	100%	25	0	18
20	45	100%	26	0	11
15	50	100%	26	0	8
25	45	100%	28	0	14
20	50	100%	29	0	10
30	45	100%	30	0	18
25	50	100%	31	0	11
20	55	100%	31	0	8
20	55	100%	31	0	8
15	60	100%	31	0	7
15	60	100%	31	0	7
30	50	100%	33	0	14
30	50	100%	33	0	14
25	55	100%	34	0	10
25	55	100%	34	0	10
20	60	100%	34	0	7
20	60	100%	34	0	7

PERIODICO MAX					
Per Revisão	Lote Fixo / MAX	Nível serviço	Estq Médio	Faltas	Qtde Pedidos
14	35	100%	20	0	21
21	40	100%	22	0	15
28	45	100%	23	0	11
14	40	100%	25	0	21
21	45	100%	27	0	15
28	50	100%	28	0	11
14	45	100%	30	0	21
21	50	100%	32	0	15
28	55	100%	33	0	11
14	50	100%	35	0	21
21	55	100%	37	0	15
42	65	100%	38	0	8
28	60	100%	38	0	11
14	55	100%	40	0	21
21	60	100%	42	0	15
42	70	100%	43	0	8
28	65	100%	43	0	11
56	80	100%	45	0	6
14	60	100%	45	0	21
21	65	100%	47	0	15

Figura 3.9 - Relatório resultados geral do item

4. Simulação

4.1. Amostra dos itens

Foram escolhidos seis itens para a realização da simulação dos modelos de reposição de estoque. Como dito anteriormente a escolha foi baseada somente nos itens que pertencem à classe C. O anexo B deste trabalho traz a relação dos itens escolhidos em questão.

A marca em questão escolhida para esta seleção foi a Americanas.com. Um dos pontos que levou a esta escolha foi o maior volume de vendas apresentado por esta bandeira, o que nos garante uma venda mais uniforme que as demais bandeiras. Outro ponto é a maior facilidade para obtenção de informações, uma vez que os relatórios necessários já estão estruturados e são de fácil acesso.

Para ter certeza de estar trabalhando somente com itens classe C, outro cuidado tomado foi a escolha de itens que foram C durante todo o período observado. Isto devido ao fato de que todo início de mês a área comercial revisa a lista dos produtos que serão as apostas (classe A) para aquele mês, e esta é altamente dinâmica, ocorrendo mudanças mesmo ao longo do mês. De forma a evitar isto, qualquer item que tenha sido porventura aposta em algum momento do período observado foi descartado.

Outro ponto utilizado como critério para a seleção foi a indisponibilidade do item no estoque. Como um dos principais drivers da simulação é a informação de venda, teve-se o cuidado para trabalhar com itens que tiveram baixa ou nenhuma falta no estoque. Com isto temos uma melhor informação a respeito da demanda do item, uma vez que o mesmo não deixou de vender por não se ter em estoque.

Para uma maior descrição nas informações os itens serão tratados por códigos, uma vez que a empresa não permite este tipo de divulgação de informações.

4.2. Qualidade da informação

Segundo HANKE & REITSCH (1998) um dos fatores que nos garantem um bom desempenho da simulação é a qualidade da informação obtida, de fato que esta melhor represente a realidade. De forma a garantir isto os dados utilizados como inputs na simulação buscam da melhor forma esta adequação.

Dados de Venda

A informação de venda foi obtida junto a relatórios de faturamento gerados pela TI. Estes foram geradas diretamente do ERP da empresa, o que nos garante uma boa qualidade desta informação.

A data da venda obtida por estes relatórios nos traz o momento em que ocorreu o faturamento do produto, ou seja, o momento em que a operação emitiu a nota fiscal do pedido do cliente. O ideal para esta informação seria que a data correspondesse ao momento exato em que o cliente finalizou seu pedido no site, o que nos traria uma maior precisão referente a demanda do item. No entanto, isto não afetará significativamente a simulação uma vez que a operação possui um curto prazo para a expedição do produto uma vez que este é liberado para a operação. Neste caso estamos falando de algumas horas entre a compra efetiva do cliente e o faturamento do pedido do mesmo.

Os relatórios nos trazem uma posição diária da venda realizada pelo item, e foi gerada para um intervalo de nove meses contínuos, de 1 de janeiro a 30 de setembro.

Dados recebimento

As informações de recebimento, assim como as de venda, foram obtidas diretamente da base de dados do ERP da empresa. Estas refletem o momento exato do recebimento do produto, momento em que o produto já está disponível no site para uma possível venda.

Os relatórios gerados nos trazem uma posição diária de recebimento do item, entre o período de 1 de janeiro a 30 de setembro.

Dados de estoque

O ERP da empresa não guarda informações históricas da posição de estoque dos itens, isto dado a sua grande quantidade de skus armazenados. A única possibilidade atualmente de se manter um histórico é a geração de relatórios pontuais da relação do estoque da marca desejada.

Como forma de se manter uma base de dados para futuras consultas, o planejamento da logística solicita regularmente relatórios referentes a posição de estoque para a TI. Esta base vem sendo mantida desde o final do ano passado e conta com relatórios gerados semanalmente. Com isto foi possível montar um histórico da posição de estoque dos itens a serem simulados.

Dado que não se tem a posição de estoque diária para cada item, teve-se a necessidade de projetar o estoque para as datas em que não se tinha o relatório. A projeção neste caso foi feita da seguinte maneira:

- 1) Adotou-se a quantidade de peças em estoque dos relatórios de estoque já existentes
- 2) Com base nos relatórios de venda e recebimento projetou-se o estoque para os dias subsequentes obedecendo à clássica fórmula:

$$EstqFinal = EstqInicial + P\grave{c}s_recebidas - P\grave{c}s_vendidas$$

- 3) Estoque é projetado até o próximo dado de posição de estoque existente

Tabela 4.1 – Exemplo de projeção de estoque do item

Data	Posição Estoque	Recebimento – Peças	Venda - Peças	Projeção Estoque
1/jan	15			15
2/jan			1	14
3/jan			3	11
4/jan				11
5/jan			2	9
6/jan	8			8
7/jan				8
8/jan		10	2	16
9/jan			1	15
10/jan			3	12

Dados de lead time

Em posse das informações da data de recebimento do produto e a data de colocação do pedido é possível obter o lead time de entrega do fornecedor para cada item, assim como calcular o desvio padrão da entrega.

A área de Reposições, responsável pela colocação do pedido e acompanhamento da entrega, realiza este controle de emissão de pedidos manualmente, tudo através de planilhas Excel. Dado a este fato as informações não nos garantiam uma boa confiabilidade, uma vez que possam ter ocorridos os mais diversos erros durante este controle realizado pelos funcionários, tanto erros humanos de digitação como uma simples falta de atualização da informação devido a alguma alteração no plano de recebimento. Outro fator foi o curto histórico desta informação, dado que somente para os pedidos referentes aos três últimos meses eram guardados.

Em vista disso, as informações de lead time de entrega foram obtidas junto à área comercial para cada fornecedor, utilizando o prazo de entrega padrão dos mesmos. Para o departamento de DVDs este prazo está definido em 4 dias úteis. Para a simulação foi utilizado um prazo de 5 dias úteis, 7 dias no total incluindo sábado e domingo.

Tabela 4.2 - Lead time de entrega

	DIAS ÚTEIS	DIAS CORRIDOS
LEAD TIME ENTREGA FORNECEDORES DVD	5	7

4.3. Cenários

Alguns cenários foram determinados para a simulação dos itens escolhidos. Estes buscam de alguma forma representar os principais objetivos da área comercial frente aos itens de classe C. O período utilizado como base para esta simulação foi um histórico de vendas de nove meses, e o intervalo a ser analisado é diário.

As marcas representantes da B2W (Submarino, Americanas.com e Shoptime) possuem um enorme catálogo de produtos a disposição dos clientes em seu site, sendo que a disponibilidade destes itens para a venda demonstra a sua capacidade de prestar um bom serviço frente aos consumidores. Dado a esta realidade uma das definições dos cenários para a simulação é a total disponibilidade do produto em estoque, ou seja, que o mesmo esteja sempre pronto para entrega, acontecendo a venda ou não. Com isto temos que o nível de serviço desejado seja sempre 100%.

Outra definição é referente a quantidade máxima de pedidos que podem ser realizadas. Os valores determinados partem do pressuposto da frequência de reposição, que neste caso são:

- Reposição diária
- Reposição semanal
- Reposição a cada 2 semanas
- Reposição a cada 3 semanas
- Reposição a cada 4 semanas
- Reposição a cada 6 semanas
- Reposição a cada 8 semanas

Os cenários a serem observados encontram-se ilustrados na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Cenários a serem simulados pelo modelo

CENÁRIO	NÍVEL MÍNIMO DE SERVIÇO	QUANTIDADE MÁXIMA DE FALTAS	QUANTIDADE MÁXIMA DE PEDIDOS	PERÍODO REPOSIÇÃO REPRESENTADO
1	100%	0	274	Diário
2	100%	0	41	semanal
3	100%	0	21	a cada 2 semanas
4	100%	0	15	a cada 3 semanas
5	100%	0	11	a cada 4 semanas
6	100%	0	8	a cada 6 semanas
7	100%	0	6	a cada 8 semanas

Para os modelos contínuos de reposição esta frequência não necessariamente será atendida, já que o pedido é realizado de acordo com a posição de estoque do item e não com o período de revisão. Nestes modelos, por exemplo, para uma frequência de reposição semanal é possível que se tenha a realização de dois ou nenhum pedido na mesma semana, dependendo da variação da demanda do item. Temos que isto não implicará em maiores problemas dado que isto é apenas um indicador para efeito de comparação dos modelos de reposição.

4.4. Resultados

Para cada item, para cada modelo, para cada cenário proposto teve-se como resultado os parâmetros de estoque que otimizam o seu desempenho, que neste caso seria o mínimo estoque médio do item. Os resultados também trazem os valores reais observados, para com isso realizar as comparações de desempenho.

Atualmente o departamento de DVDs possui frequência mensal de reposição dos itens classe C, com isso temos que o cenário 5 é o que melhor represente a situação atual desta categoria. No entanto, alguns itens tiveram uma frequência de reposição maior que os demais, e outros menores. Para fim de uma melhor comparação para cada item foi determinado uma frequência de reposição para comparação.

A tabela 4.4 traz esta correlação.

Tabela 4.4 - Tabela de correlação item x cenário

ITEM	QUANTIDADE DE PEDIDOS - REAL	FREQUÊNCIA REPOSIÇÃO CORRESPONDENTE	CENÁRIO
A	11	a cada 4 semanas	5
B	12	a cada 3 semanas	4
C	13	a cada 3 semanas	4
D	14	a cada 3 semanas	4
E	15	a cada 3 semanas	4
F	10	a cada 4 semanas	5

Abaixo seguem os resultados obtidos para cada item simulado.

Tabela 4.5 - Resultados dos itens escolhidos

ITEM	MODELO	Pto Pedido	Período Revisão	Lote Fixo	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos	Comparativo Estoque – variação %
A	Real					34,1	4	11	
	PP_LotFix	15		30		21,7	0	10	-36%
	PP_Max	15			45	23,5	0	10	-31%
	Per_LotFix	40	28	10		23,0	0	11	-33%
	Per_Max		28		45	22,8	0	11	-33%
B	Real					21,8	0	12	
	PP_LotFix	15		25		20,3	0	11	-7%
	PP_Max	15			40	22,4	0	10	3%
	Per_LotFix	40	21	5		26,3	0	15	20%
	Per_Max		42		55	29,2	0	8	34%
C	Real					30,2	26	13	
	PP_LotFix	15		25		20,4	0	11	-32%
	PP_Max	15			35	19,0	0	12	-37%
	Per_LotFix	25	21	30		25,7	0	10	-15%
	Per_Max		21		45	28,5	0	15	-6%
D	Real					38,1	0	14	
	PP_LotFix	10		15		12,7	0	14	-67%
	PP_Max	10			25	13,1	0	13	-66%
	Per_LotFix	15	21	30		17,7	0	7	-54%
	Per_Max		21		30	17,3	0	15	-55%
E	Real					19,7	1	15	
	PP_LotFix	20		25		22,1	0	14	12%
	PP_Max	20			45	24,3	0	13	23%
	Per_LotFix	45	21	15		30,4	0	14	54%
	Per_Max		21		55	33,8	0	15	71%
F	Real					54,2	0	10	
	PP_LotFix	10		30		18,8	0	9	-65%
	PP_Max	10			35	17,7	0	10	-67%
	Per_LotFix	30	28	15		19,5	0	11	-64%
	Per_Max		28		40	22,6	0	11	-58%

5. Discussão dos Resultados

Neste capítulo abriremos discussão para avaliação de cada modelo de reposição simulado para cada item. Também será feita a comparação entre os modelos com a situação real observada pelo item.

5.1. Resultados item A

Para o cenário escolhido para o item A, os resultados da simulação mostram que o modelo contínuo de reposição do lote fixo foi o que obteve melhor desempenho quanto ao nível de estoque. Temos que este é o único indicador para a avaliação dos modelos de reposição, dado que partimos da premissa de que o estoque deve estar sempre disponível para venda, e consequentemente um nível de serviço de 100%.

Tabela 5.1 - Nível médio de estoque item A – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	14,6	14,7	14,6	11,7	34,1
2	semanal	14,9	17,9	13,5	13,2	34,1
3	a cada 2 semanas	14,9	19,9	19,8	19,9	34,1
4	a cada 3 semanas	20,1	23,3	20,4	21,6	34,1
5	a cada 4 semanas	21,7	23,5	23,0	22,8	34,1
6	a cada 6 semanas	29,2	26,2	33,5	37,5	34,1
7	a cada 8 semanas	32,3	37,7	39,7	44,8	34,1
Variação estoque em relação ao real - %		-36%	-31%	-33%	-33%	

Mesmo para os outros modelos de reposição simulados para o cenário escolhido (5) pode-se observar que todos operam em um nível de estoque abaixo do real, na média 33%.

O modelo de ponto de pedido do lote fixo apresenta, na sua maioria, melhores resultados frente aos outros quando observamos os demais cenários simulados. Com exceção dos cenários 1 e 2, este é o modelo com menor nível de estoque observado. Isto porque para cenários curtos de períodos de revisão (diário ou semanal) os modelos periódicos se aproximam da realidade dos modelos contínuos.

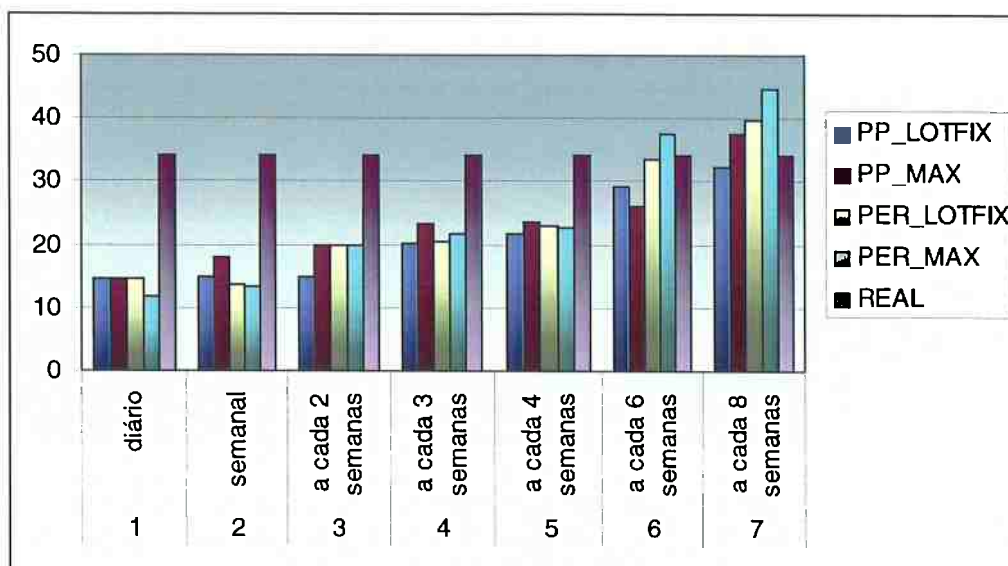


Figura 5.1 - Nível médio de estoques item A – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

As combinações dos parâmetros ótimos para cada modelo, para cada cenário, para cada item estão no anexo C deste trabalho.

5.2. Resultados item B

O item B nos apresenta um resultado pior para os modelos simulados frente ao real observado. Apenas o modelo contínuo do lote fixo possui um melhor desempenho, no entanto o nível de estoque obtido é bem próximo ao real.

Aumentando a frequência de reposição conseguimos melhores desempenhos, como se pode observar na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Nível médio de estoque item B – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	16,1	18,6	16,1	17,8	21,8
2	semanal	18,5	18,6	17,6	20,0	21,8
3	a cada 2 semanas	20,3	21,2	18,8	22,1	21,8
4	a cada 3 semanas	20,3	22,4	26,3	29,2	21,8
5	a cada 4 semanas	20,3	22,4	26,7	29,2	21,8
6	a cada 6 semanas	29,0	27,0	29,0	29,2	21,8
7	a cada 8 semanas	30,8	33,9	41,9	41,3	21,8

Varição estoque em relação ao real - %	-7%	3%	20%	34%
--	-----	----	-----	-----

Em comparação entre os modelos simulados, pode-se observar um melhor desempenho do modelo contínuo do lote fixo na maioria dos cenários observados.

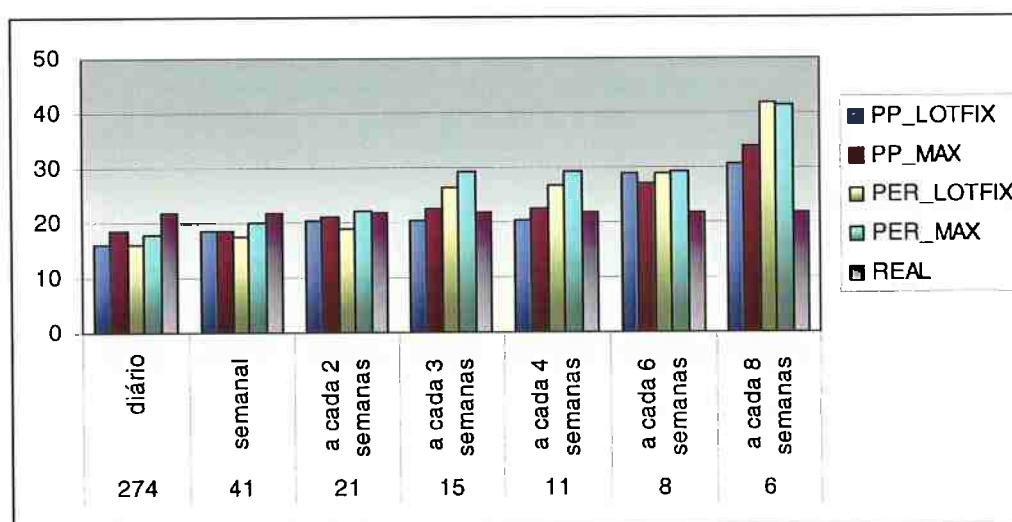


Figura 5.2 - Nível médio de estoques item B – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

5.3. Resultados item C

Como resultado do item C verifica-se que o modelo contínuo de reposição do máximo apresenta melhor desempenho. Em comparação com o realizado todos os modelos demonstram um nível de estoque menor que o real.

Tabela 5.3 - Nível médio de estoque item C – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	14,9	13,4	14,9	12,6	30,2
2	semanal	14,9	13,4	16,9	19,8	30,2
3	a cada 2 semanas	14,9	16,2	23,4	26,6	30,2
4	a cada 3 semanas	20,4	19,0	25,7	28,5	30,2
5	a cada 4 semanas	20,4	25,2	32,3	40,0	30,2
6	a cada 6 semanas	24,6	25,2	43,9	53,8	30,2
7	a cada 8 semanas	29,9	31,0	41,7	53,8	30,2
Variação estoque em relação ao real - %		-32%	-37%	-15%	-6%	

Os dois modelos contínuos de reposição tiveram um desempenho melhor que os demais. Para situações com frequência de reposição maiores que o cenário adotado tem que o nível de estoque trabalha em um excelente patamar quando comparado com o real.

Para os modelos periódicos observa-se uma enorme sensibilidade do nível de estoque quanto aos cenários simulados. Para maiores períodos de revisão o desempenho piora significativamente em relação aos modelos contínuos.

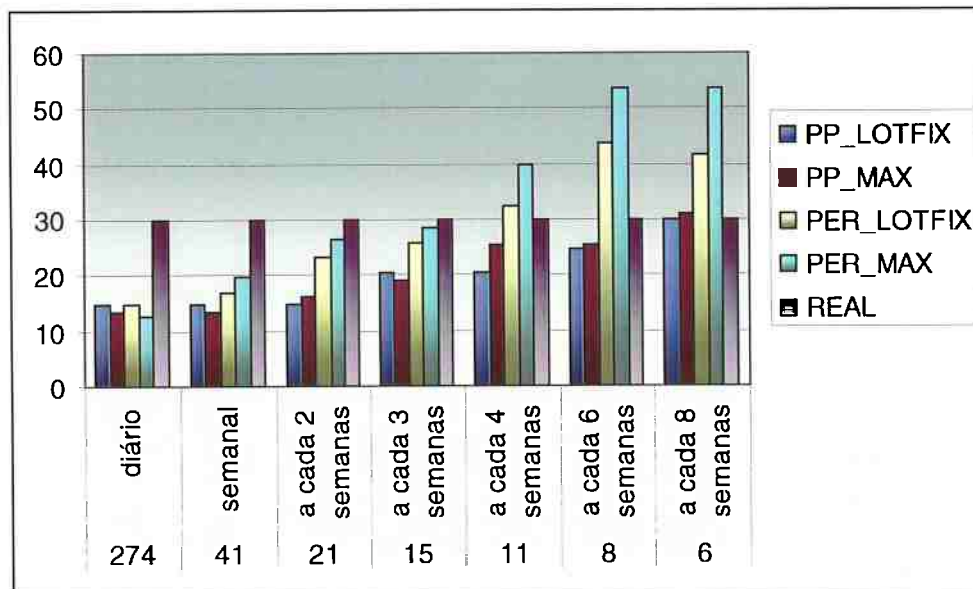


Figura 5.3 - Nível médio de estoques item C – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

5.4. Resultados item D

Para todos os cenários simulados, para todos os modelos, o desempenho obtido foi melhor que o valor real do estoque médio do item. Para o cenário de comparação definido (4) temos que redução de estoque observada foi na média de 60%. Com isso temos que qualquer modelo desempenharia um melhor resultado frente ao item D.

Tabela 5.4 - Nível médio de estoque item D – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	7,3	9,9	7,3	9,3	38,1
2	semanal	7,3	9,9	9,7	9,6	38,1
3	a cada 2 semanas	9,9	9,9	11,9	9,6	38,1
4	a cada 3 semanas	12,7	13,1	17,7	17,3	38,1
5	a cada 4 semanas	15,4	15,3	18,2	20,3	38,1
6	a cada 6 semanas	20,8	19,3	17,7	20,3	38,1
7	a cada 8 semanas	22,7	25,0	25,5	26,5	38,1

Variação estoque em relação ao real - %	-67%	-66%	-54%	-55%
--	------	------	------	------

Os modelos de reposição tiveram um desempenho mais parecido para este item, no entanto, apesar da proximidade dos valores, o modelo contínuo de reposição do lote fixo apresenta os melhores resultados.

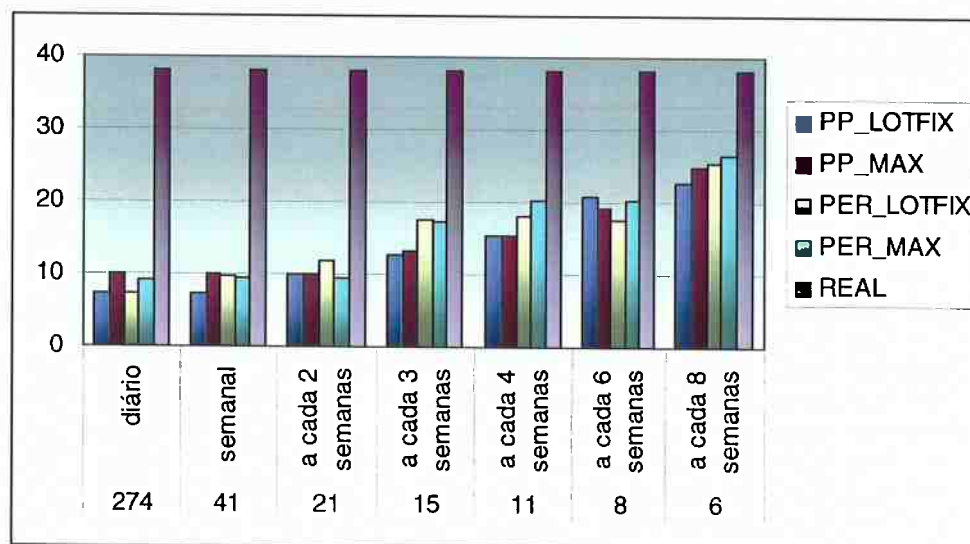


Figura 5.4 - Nível médio de estoques item D – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

5.5. Resultados item E

Semelhante ao item B os resultados não demonstram uma melhora no nível de estoque para os modelos simulados. Para o cenário em questão escolhido o estoque observado é significativamente maior que o real para todos os modelos.

Somente para as maiores frequências de reposição que é possível ter um desempenho semelhante ao real.

Tabela 5.5 - Nível médio de estoque item E – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	19,0	17,0	19,0	15,8	19,7
2	semanal	19,0	17,0	19,4	22,1	19,7
3	a cada 2 semanas	22,1	19,8	26,1	32,8	19,7
4	a cada 3 semanas	22,1	24,3	30,4	33,8	19,7
5	a cada 4 semanas	22,3	28,5	37,8	40,5	19,7
6	a cada 6 semanas	31,6	28,5	38,2	47,8	19,7
7	a cada 8 semanas	35,5	41,5	55,3	61,2	19,7
Variação estoque em relação ao real - %		12%	23%	54%	71%	

Dentre os modelos, os modelos contínuos de reposição apresentam os melhores resultados frente aos periódicos.

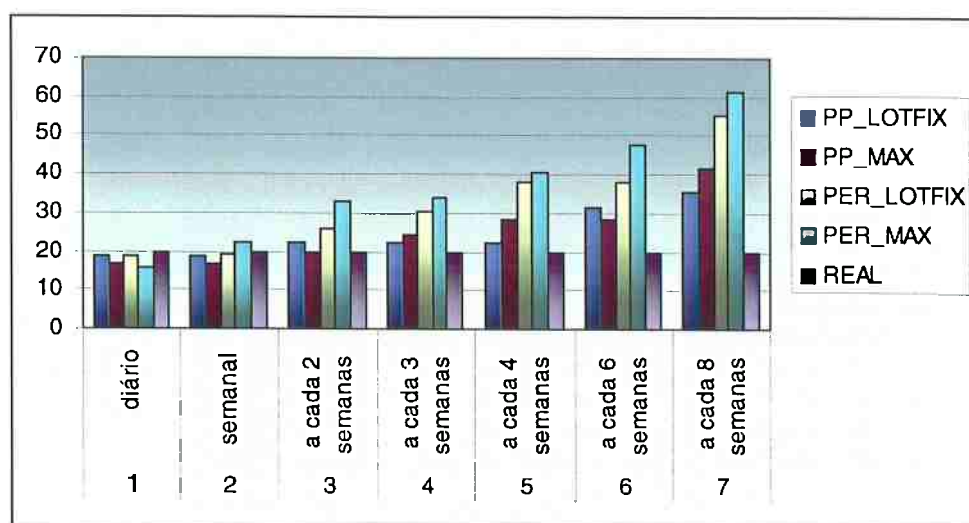


Figura 5.5 - Nível médio de estoques item E – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

5.6. Resultados item F

Para o item em questão o desempenho obtido foi superior em todos os aspectos. Para cada um dos modelos e para cada cenário simulado o nível médio de estoque ficou abaixo do real observado. Para o cenário definido para comparação o estoque foi, na média, 63% inferior ao real.

Tabela 5.6 - Nível médio de estoque item F – Cenários x Modelos de estoque

CENÁRIO		PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX	REAL
1	diário	18,8	17,7	18,8	17,6	54,2
2	semanal	18,8	17,7	18,6	17,6	54,2
3	a cada 2 semanas	18,8	17,7	18,4	17,6	54,2
4	a cada 3 semanas	18,8	17,7	19,5	21,1	54,2
5	a cada 4 semanas	18,8	17,7	21,0	22,6	54,2
6	a cada 6 semanas	24,9	29,2	25,0	28,1	54,2
7	a cada 8 semanas	34,8	29,2	35,2	37,3	54,2
Variação estoque em relação ao real - %		-65%	-67%	-61%	-58%	

Dentre os modelos o contínuo de reposição do máximo resultou nos melhores índices de estoque.

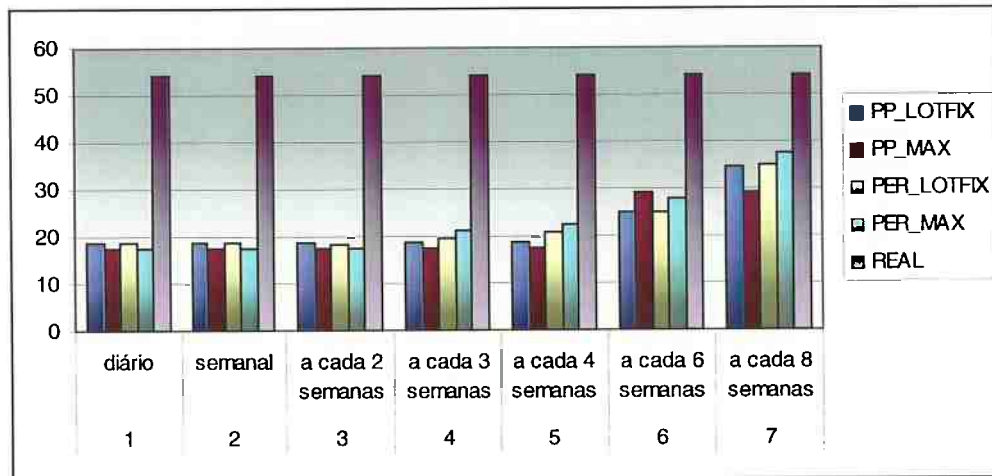


Figura 5.6 - Nível médio de estoques item F – Visão gráfica para modelo de reposição para cada cenário

5.7. Resultados e considerações finais

Finalmente, consolidando os dados de todas as simulações, segundo os critérios de desempenho adotados, os modelos de reposição de estoque contínuos apresentam um melhor rendimento para os itens simulados.

A tabela 6.1 traz a consolidação de todos os cenários e itens simulados, com a frequência de colocação de cada modelo. Desta análise temos que o modelo contínuo de reposição do lote fixo apresenta o melhor desempenho no geral, seguido pelo modelo contínuo de reposição do máximo.

Tabela 5.7 – Frequência de colocação dos modelos de reposição simulados

COLOCAÇÃO	PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX
1º LUGAR	20	11	5	8
2º LUGAR	12	17	5	2
3º LUGAR	2	1	21	6
4º LUGAR	5	3	2	18

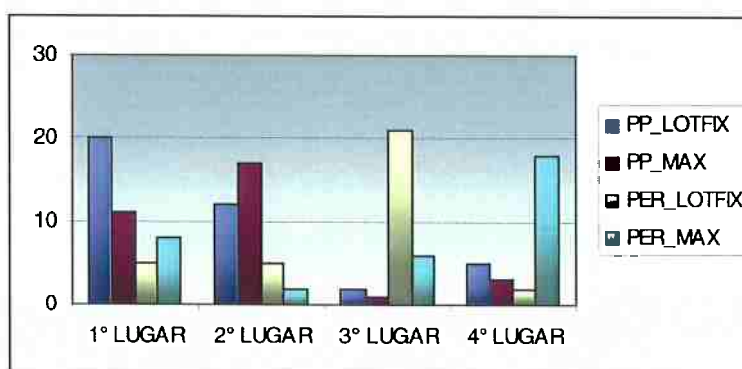


Figura 5.7 - Frequência de colocação dos modelos de reposição simulados

Apesar de verificar esta conclusão para os itens em questão, não se pode assumir isto perante o estoque completo dos itens de classe C. O fato de a amostragem simulada ser ínfima perto da quantidade total de itens em estoque, não nos permite este tipo de conclusão.

Esta simulação é necessária ser realizada para cada item para uma definição do melhor modelo de reposição de estoque. Outra opção é simular uma quantidade suficiente de itens que possa nos garantir a representatividade do estoque.

Tabela 5.8 - Resultados da simulação

ITEM	CENÁRIO	1º Melhor	2º Melhor	3º Melhor
A	5	PP_LotFix	Per_Max	Per_LotFix
B	4	PP_LotFix	PP_Max	Per_LotFix
C	4	PP_Max	PP_LotFix	Per_LotFix
D	4	PP_LotFix	PP_Max	Per_Max
E	4	PP_LotFix	PP_Max	Per_LotFix
F	5	PP_Max	PP_LotFix	Per_LotFix

Na tabela 5.8 são mostrados a classificação dos três melhores modelos entre os quatro simulados para cada item. Esta classificação leva em conta somente os resultados puros.

Pode-se observar para a maioria dos itens em questão um melhor desempenho do nível de estoque frente ao valor real observado. Para os itens em que não se teve este resultado, temos que para outros cenários (que não o da comparação dos resultados), o nível de estoque seja aceitável em relação ao desempenho real do item, só que neste caso se resume aos cenários com uma maior frequência de reposição.

Tabela 5.9 - Variação % de estoque em relação ao real (para o cenário de comparação definido para cada item)

ITEM	PP_LOTFIX	PP_MAX	PER_LOTFIX	PER_MAX
A	-36%	-31%	-33%	-33%
B	-7%	3%	20%	34%
C	-32%	-37%	-15%	-6%
D	-67%	-66%	-54%	-55%
E	12%	23%	54%	71%
F	-65%	-67%	-61%	-58%

Era de se esperar que cenários que visam uma maior frequência de reposição resultem em um melhor desempenho que os demais. O simples fato de aumentar a quantidade de pedidos consequentemente irá reduzir o estoque médio do item. Outro fator é o indicador escolhido para quantificar o desempenho dos modelos, que leva em consideração que quanto menor o estoque melhor.

Nesta situação temos que somente considera-se o custo de estoque para a análise de desempenho dos modelos de reposição, não levando em conta o custo de emissão de um pedido. Por este ponto de vista temos que qualquer redução de estoque compensa o custo adicional que se terá para os pedidos adicionais. O modelo de simulação, de certa forma, limita a quantidade de pedidos a ser feita, sendo uma informação que cabe aos gestores esta definição.

Na B2W a quantificação dos custos de estoque e de emissão de pedidos é de enorme complexidade. Por ser uma empresa voltada ao varejo, na qual a diversidade de produtos oferecidos em seu site é um dos *core business* do negócio, temos que o perfil de emissão dos pedidos na B2W torna a quantificação desta informação de difícil tarefa.

Temos que dentre as variáveis que influem no custo de emissão do pedido podemos destacar:

- Quantidade de itens do pedido
- Quantidade de peças do pedido
- Número de entregas a serem feitas

Para os custos de estoque, que envolvem todo o operacional para receber, armazenar e realizar a sua manutenção estão:

- Quantidade de peças recebidas / armazenadas
- Quantidade de skus recebidos / armazenados
- Tipo de produto recebido / armazenado

Dado a esta complexa configuração, existe um enorme trabalho a ser realizado para a definição e quantificação destas informações, o que não cabe a este trabalho.

6. Conclusão

Anexo C – Resultados do modelo de simulação para os cenários propostos

Item A

PTO PEDIDO LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	20	5	14,6	0	56
41	semanal	15	15	14,9	0	20
21	a cada 2 semanas	15	15	14,9	0	20
15	a cada 3 semanas	15	25	20,1	0	12
11	a cada 4 semanas	15	30	21,7	0	10
8	a cada 6 semanas	15	45	29,2	0	7
6	a cada 8 semanas	15	50	32,3	0	6

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	20	25	14,7	0	50
41	semanal	20	30	17,9	0	27
21	a cada 2 semanas	20	35	19,9	0	18
15	a cada 3 semanas	20	40	23,3	0	14
11	a cada 4 semanas	15	45	23,5	0	10
8	a cada 6 semanas	15	50	26,2	0	8
6	a cada 8 semanas	10	70	37,7	0	5

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	20	5	14,6	0	56
41	semanal	7	20	10	13,5	0	29
21	a cada 2 semanas	14	30	10	19,8	0	20
15	a cada 3 semanas	21	20	25	20,4	0	13
11	a cada 4 semanas	28	40	10	23,0	0	11
8	a cada 6 semanas	42	50	25	33,5	0	8
6	a cada 8 semanas	56	70	10	39,7	0	6

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	20	11,7	0	274
41	semanal	7	25	13,2	0	41
21	a cada 2 semanas	14	35	19,9	0	21
15	a cada 3 semanas	21	40	21,6	0	15
11	a cada 4 semanas	28	45	22,8	0	11
8	a cada 6 semanas	42	65	37,5	0	8
6	a cada 8 semanas	56	80	44,8	0	6

Item B**PTO PEDIDO LOTE FIXO**

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	20	5	16,1	0	51
41	semanal	20	10	18,5	0	26
21	a cada 2 semanas	15	25	20,3	0	11
15	a cada 3 semanas	15	25	20,3	0	11
11	a cada 4 semanas	15	25	20,3	0	11
8	a cada 6 semanas	15	40	29,0	0	7
6	a cada 8 semanas	15	50	30,8	0	6

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	20	30	18,6	0	24
41	semanal	20	30	18,6	0	24
21	a cada 2 semanas	20	35	21,2	0	16
15	a cada 3 semanas	15	40	22,4	0	10
11	a cada 4 semanas	15	40	22,4	0	10
8	a cada 6 semanas	15	50	27,0	0	7
6	a cada 8 semanas	20	60	33,9	0	6

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	20	5	16,1	0	51
41	semanal	7	25	5	17,6	0	36
21	a cada 2 semanas	14	20	20	18,8	0	14
15	a cada 3 semanas	21	40	5	26,3	0	15
11	a cada 4 semanas	28	40	10	26,7	0	11
8	a cada 6 semanas	42	50	15	29,0	0	8
6	a cada 8 semanas	56	65	10	41,9	0	6

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	25	17,8	0	274
41	semanal	7	30	20,0	0	41
21	a cada 2 semanas	14	35	22,1	0	21
15	a cada 3 semanas	42	55	29,2	0	8
11	a cada 4 semanas	42	55	29,2	0	8
8	a cada 6 semanas	42	55	29,2	0	8
6	a cada 8 semanas	56	70	41,3	0	6

Item C**PTO PEDIDO LOTE FIXO**

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	15	15	14,9	0	18
41	semanal	15	15	14,9	0	18
21	a cada 2 semanas	15	15	14,9	0	18
15	a cada 3 semanas	15	25	20,4	0	11
11	a cada 4 semanas	15	25	20,4	0	11
8	a cada 6 semanas	15	35	24,6	0	8
6	a cada 8 semanas	15	45	29,9	0	6

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	15	25	13,4	0	24
41	semanal	15	25	13,4	0	24
21	a cada 2 semanas	15	30	16,2	0	16
15	a cada 3 semanas	15	35	19,0	0	12
11	a cada 4 semanas	15	45	25,2	0	8
8	a cada 6 semanas	15	45	25,2	0	8
6	a cada 8 semanas	15	60	31,0	0	6

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	15	15	14,9	0	18
41	semanal	7	25	5	16,9	0	34
21	a cada 2 semanas	14	35	5	23,4	0	21
15	a cada 3 semanas	21	25	30	25,7	0	10
11	a cada 4 semanas	28	30	40	32,3	0	7
8	a cada 6 semanas	42	55	30	43,9	0	8
6	a cada 8 semanas	56	55	35	41,7	0	6

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	20	12,6	0	274
41	semanal	7	30	19,8	0	41
21	a cada 2 semanas	14	40	26,6	0	21
15	a cada 3 semanas	21	45	28,5	0	15
11	a cada 4 semanas	28	60	40,0	0	11
8	a cada 6 semanas	56	85	53,8	0	6
6	a cada 8 semanas	56	85	53,8	0	6

Item D**PTO PEDIDO LOTE FIXO**

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	10	5	7,3	0	40
41	semanal	10	5	7,3	0	40
21	a cada 2 semanas	10	10	9,9	0	21
15	a cada 3 semanas	10	15	12,7	0	14
11	a cada 4 semanas	10	20	15,4	0	11
8	a cada 6 semanas	10	30	20,8	0	7
6	a cada 8 semanas	10	35	22,7	0	6

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	10	20	9,9	0	19
41	semanal	10	20	9,9	0	19
21	a cada 2 semanas	10	20	9,9	0	19
15	a cada 3 semanas	10	25	13,1	0	13
11	a cada 4 semanas	10	30	15,3	0	10
8	a cada 6 semanas	10	35	19,3	0	8
6	a cada 8 semanas	10	45	25,0	0	6

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	10	5	7,3	0	40
41	semanal	7	15	5	9,7	0	35
21	a cada 2 semanas	14	20	5	11,9	0	21
15	a cada 3 semanas	21	15	30	17,7	0	7
11	a cada 4 semanas	28	30	5	18,2	0	11
8	a cada 6 semanas	42	15	30	17,7	0	7
6	a cada 8 semanas	56	40	15	25,5	0	6

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	15	9,3	0	274
41	semanal	14	20	9,6	0	21
21	a cada 2 semanas	14	20	9,6	0	21
15	a cada 3 semanas	21	30	17,3	0	15
11	a cada 4 semanas	42	40	20,3	0	8
8	a cada 6 semanas	42	40	20,3	0	8
6	a cada 8 semanas	56	50	26,5	0	6

Item E**PTO PEDIDO LOTE FIXO**

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	25	5	19,0	0	64
41	semanal	20	15	19,0	0	22
21	a cada 2 semanas	20	25	22,1	0	14
15	a cada 3 semanas	20	25	22,1	0	14
11	a cada 4 semanas	15	30	22,3	0	11
8	a cada 6 semanas	20	45	31,6	0	8
6	a cada 8 semanas	15	55	35,5	0	6

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	20	30	17,0	0	30
41	semanal	20	30	17,0	0	30
21	a cada 2 semanas	20	35	19,8	0	20
15	a cada 3 semanas	20	45	24,3	0	13
11	a cada 4 semanas	15	55	28,5	0	8
8	a cada 6 semanas	15	55	28,5	0	8
6	a cada 8 semanas	20	75	41,5	0	6

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	25	5	19,0	0	64
41	semanal	7	30	5	19,4	0	37
21	a cada 2 semanas	14	35	15	26,1	0	18
15	a cada 3 semanas	21	45	15	30,4	0	14
11	a cada 4 semanas	28	35	40	38,2	0	9
8	a cada 6 semanas	42	30	55	37,8	0	7
6	a cada 8 semanas	56	30	75	55,3	0	5

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	25	15,8	0	274
41	semanal	7	35	22,1	0	41
21	a cada 2 semanas	14	50	32,8	0	21
15	a cada 3 semanas	21	55	33,8	0	15
11	a cada 4 semanas	28	65	40,5	0	11
8	a cada 6 semanas	42	80	47,8	0	8
6	a cada 8 semanas	56	100	61,2	0	6

Item F**PTO PEDIDO LOTE FIXO**

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	10	30	18,8	0	9
41	semanal	10	30	18,8	0	9
21	a cada 2 semanas	10	30	18,8	0	9
15	a cada 3 semanas	10	30	18,8	0	9
11	a cada 4 semanas	10	30	18,8	0	9
8	a cada 6 semanas	10	40	24,9	0	7
6	a cada 8 semanas	15	50	34,8	0	5

PTO PEDIDO MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Ponto Pedido	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	10	35	17,7	0	10
41	semanal	10	35	17,7	0	10
21	a cada 2 semanas	10	35	17,7	0	10
15	a cada 3 semanas	10	35	17,7	0	10
11	a cada 4 semanas	10	35	17,7	0	10
8	a cada 6 semanas	15	55	29,2	0	6
6	a cada 8 semanas	15	55	29,2	0	6

PER LOTE FIXO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Ponto Pedido	Lote Fixo	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	1	10	30	18,8	0	9
41	semanal	7	25	5	18,6	0	37
21	a cada 2 semanas	14	25	10	18,4	0	20
15	a cada 3 semanas	21	25	20	21,0	0	12
11	a cada 4 semanas	28	30	15	19,5	0	11
8	a cada 6 semanas	42	40	15	25,0	0	8
6	a cada 8 semanas	56	55	15	35,2	0	6

PER MAXIMO

Qtde máxima pedidos / Período reposição máximo (correspondente)		Período Revisão	Estoque Max	Estoque Médio	Qtde faltas	Qtde pedidos
274	diário	14	30	17,6	0	21
41	semanal	14	30	17,6	0	21
21	a cada 2 semanas	14	30	17,6	0	21
15	a cada 3 semanas	21	35	21,1	0	15
11	a cada 4 semanas	28	40	22,6	0	11
8	a cada 6 semanas	42	50	28,1	0	8
6	a cada 8 semanas	56	65	37,3	0	6

