

JULIANA MARTINS DE SÁ

**POLÍTICA DE ESTOQUES DE UMA EMPRESA
JOALHEIRA**

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

**São Paulo
2003**

JULIANA MARTINS DE SÁ

POLÍTICA DE ESTOQUES DE UMA EMPRESA

JOALHEIRA

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

Orientador:
Prof. Dr. Hugo Y. T. Yoshizaki

São Paulo
2003

A um politécnico muito querido e admirável que, embora indiretamente, teve significativa influência na escolha da minha carreira, meu pai.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por motivos inumeráveis e incontestáveis. Pela sua dedicação, amor, carinho, compreensão, luta e perseverança, apesar das adversidades. Por estarem sempre ao meu lado desde os meus primeiros passos, contribuindo para que hoje eu escreva tal nota de agradecimento na condição de engenheira pela Escola Politécnica da USP.

À minha irmã pela amizade e companheirismo e ao meu irmão por cada choro ou sorriso dado sempre que eu saio ou chego em casa, por me incentivar a seguir em frente.

Aos meus amigos da Poli por tornarem o caminho até aqui muito mais fácil. Pelas risadas, trabalhos divididos, dicas e ajudas, enfim, por serem grandes amigos.

Ao meu orientador, professor Hugo, pelos ensinamentos, paciência e atenção dispensados durante o ano em que trabalhamos juntos. Também, ao professor Santoro pela colaboração e cordialidade.

Ao pessoal da H. Stern por proporcionar um ambiente de trabalho agradável e em especial à Giuliana pelo apoio, pela ótima convivência e compreensão cada vez que eu precisei faltar ou sair mais cedo. Também, à Patrícia pela ajuda no levantamento das informações, por acreditar no meu trabalho e por ter sido muito mais que uma chefe neste momento de mudança e decisão pelo qual passamos ao nos formarmos na universidade.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na área de logística de uma empresa que produz e comercializa jóias. O objetivo é estabelecer uma política de estoques que atenda as necessidades da companhia e garanta um nível de serviço satisfatório ao cliente, obtido com uma quantidade relativamente baixa de capital imobilizado em estoques. Estudou-se o comportamento da demanda e a partir das características observadas avaliaram-se modelos de estoques consagrados pela literatura, estabelecendo aquele que se mostrou mais adequado à empresa. A metodologia para escolha do modelo consiste em confrontar as vantagens e desvantagens intrínsecas a cada um deles e avaliar a sua pertinência e conformidade com as características da organização. Particularmente, devido a peculiaridades da demanda, constata-se que um modelo de estoques reativo pode ser mais vantajoso que um modelo ativo quanto ao nível de atendimento e a valores de estoque médio.

ABSTRACT

The current paper was developed into the logistical area of a company that produces and sells jewellery. The purpose is to establish a stock policy that fits the corporation's needs and guarantees a level of service satisfactory to clients, which must be obtained with a relatively low quantity of immobilized capital in stock. It is studied the demand's behavior and, considering its characteristics, stock models described in literature are investigated and it is established which one is more adequate to the company. The methodology to define the model consists of confronting the advantages and disadvantages of each one and analyzing its pertinence and conformity with the organization's characteristics. Particularly, because of demand's characteristics, it is observed that an active stock model can be more appropriate than a reactive one with reference to the level of service and values of average stock.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO	2
1.1. Objetivo do trabalho	2
1.2. Condições para realização do trabalho	2
1.3. Atual política de estoques	3
1.3.1. Previsão de demanda	3
1.3.2. Estimativa do estoque de segurança e abastecimento	4
1.4. Justificativa do tema	5
1.5. Desenvolvimento do trabalho	6
2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA	9
2.1. Histórico.....	9
2.2. Produtos	11
2.2.1. Coleções e demais mercadorias	12
2.3. Processo produtivo	13
2.3.1. O primeiro modelo	13
2.3.2. Fabricação dos modelos em linha	15
2.4. Estrutura organizacional	18
2.5. Relacionamento humano.....	19
2.6. PÚBLICO ALVO E DIVULGAÇÃO	20
3. REVISÃO DA LITERATURA	23
3.1. Previsão de demanda	23
3.1.1. Classes dos modelos de previsão	23
3.1.2. Escolha do modelo de previsão a ser utilizado	24
3.1.3. Detalhamento do método quantitativo.....	25
3.1.3.1. <i>Média exponencial com tendência e sazonalidade (α, β e γ)</i>	26
3.1.3.2. <i>Parâmetros e valores iniciais</i>	27
3.1.4. Erros de previsão.....	28
3.2. Estoques	29
3.2.1. Tempo de espera e tempo de resposta	29
3.2.2. Custos de estoque	30
3.2.3. Estoque médio.....	30
3.2.4. Estoque de segurança	31
3.2.5. Cálculo do estoque de segurança	32
3.2.5.1. <i>Método do percentual de risco associado a uma distribuição de probabilidade conhecida</i>	32

3.3.	Validação da demanda para cálculo do estoque de segurança	34
3.3.1.	Testes de aderência.....	34
3.3.1.1.	<i>Teste pelo χ^2</i>	34
3.4.	Modelos de estoque	36
3.4.1.	Itens X modelos de estoque	37
3.4.1.1.	<i>Classificação ABC</i>	37
3.4.2.	Operação dos modelos de estoque	38
3.4.2.1.	<i>Modelos reativos</i>	39
3.4.2.2.	<i>Modelos ativos</i>	40
3.4.2.3.	<i>Cálculo dos parâmetros do modelo</i>	40
4.	<u>ESTUDO DA DEMANDA</u>	43
4.1.	Classificação dos itens em estoques : curva ABC	43
4.2.	Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson.....	45
5.	<u>AVALIAÇÃO DE MODELOS DE ESTOQUES</u>	49
5.1.	Premissas.....	49
5.2.	Cálculo do estoque de segurança	51
5.3.	Modelo ativo: cálculo de necessidades.....	52
5.3.1.	Previsão da demanda	52
5.3.2.	Resultados	53
5.4.	Modelo reativo: revisão periódica.....	54
5.4.1.	Cálculo dos parâmetros	55
5.4.2.	Resultados	56
6.	<u>SOLUÇÃO PROPOSTA</u>	59
6.1.	Restrições	59
6.2.	Estrutura dos custos de estoque.....	60
6.3.	Modelo ativo versus modelo reativo	62
6.4.	Estudo do modelo proposto	64
6.5.	Definição do modelo para cada classe de itens.....	67
6.6.	Críticas ao modelo	71
6.7.	Considerações quanto aos estoques de segurança.....	74
7.	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	77
7.1.	Expectativas da empresa em relação ao trabalho.....	77
7.2.	Implementação do sistema	78
	Anexo A – Histogramas da demanda	80
	Anexo B – Testes de aderência da demanda.....	89
	Anexo C – Gráficos para cálculo dos estoques de segurança	97
	Anexo D – Previsão da demanda	100
	Anexo E – Avaliação: modelo de estoques ativo.....	107
	Anexo F – Avaliação: modelo de estoques reativo.....	114
	LISTA DE REFERÊNCIAS.....	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fluxograma de processo: criação do primeiro modelo	15
Figura 2.2 – Fluxograma de processo: produção dos modelos em linha	17
Figura 2.3 – Organograma da H. Stern	18
Figura 3.2 – Curva ABC	38
Figura 4.1 – Curva ABC das coleções H. Stern	44
Figura 5.1 – Tempo de reação do sistema.....	50
Figura 6.1 – Custos de estoque em função do nível de serviço.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Percentuais pela classificação ABC.....	45
Tabela 4.2 – Resultado dos testes de aderência da demanda	46
Tabela 5.1 – Estoques de segurança	51
Tabela 5.2 – Resultados para o modelo de estoque ativo	53
Tabela 5.3 – Resultados do modelo ativo para períodos de revisão distintos.....	54
Tabela 5.4 – Resultados para o modelo de estoque reativo	56
Tabela 6.1 – Resultados dos modelos ativo e reativo	63
Tabela 6.2 – Resultados para diferentes períodos de revisão.....	65
Tabela 6.3 – Resultados para diferentes valores de nível de serviço.....	66
Tabela 6.4 – Resultados para diferentes valores de porcentagem arbitrada.....	67
Tabela 6.5 – Resultados da política destinada à classe A	68
Tabela 6.6 – Resultados da política proposta à classe B.....	70
Tabela 6.7 – Resultados da política sugerida à classe C.....	71

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo introdutório tem por finalidade apresentar o objetivo do trabalho de formatura e as condições em que tal trabalho foi realizado, assim como a justificativa do tema. Também, em linhas gerais, descreve-se a atual situação da empresa e a maneira como o trabalho será encaminhado.

1.1. Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é propor uma política de estoques de produtos acabados adequada a uma empresa que fabrica e comercializa jóias. Tal política deve estar de acordo com as características e limitações da companhia e o planejamento de estoques deve ser capaz de garantir que a demanda possa ser atendida segundo um nível de atendimento satisfatório, com o mínimo possível de capital imobilizado em estoques.

1.2. Condições para realização do trabalho

O trabalho de formatura foi realizado junto à H. Stern Comércio e Indústria S.A, empresa que atua primordialmente no ramo joalheiro, presente no mercado desde 1950. Hoje a H. Stern é uma empresa sólida que tem 160 lojas espalhadas em 12 diferentes países, entre estes EUA, Alemanha e Israel. Conta com 3600 funcionários, sendo 2800 no Brasil e 800 no exterior.

Além da produção e comércio de jóias, principal atividade da empresa, a H. Stern também é representante de algumas grandes grifes e possui a sua própria linha de relógios que, somados, representam 80% das receitas. Os outros 20% do faturamento correspondem ao comércio de produtos de couro, artigos de decoração, e utensílios como canetas e isqueiros de luxo.

O vínculo entre a autora do presente trabalho e a empresa é de estagiária e empresa concedente. A H. Stern está ciente e aprova a realização do trabalho de formatura, vetando apenas a divulgação de informações que julgue serem confidenciais. Contudo, tal restrição não afeta ou impede o desenvolvimento satisfatório e adequado do trabalho.

O trabalho de formatura é de interesse da empresa e está inserido no plano de estágio, o qual tem como objetivo o desenvolvimento de estudos e de pequenos projetos que venham solucionar problemas e/ou propor melhorias relacionadas à área de logística da empresa.

1.3. Atual política de estoques

Façamos uma breve descrição da política de estoques atualmente adotada pela H. Stern. A empresa trabalha segundo um modelo de estoque ativo, ou seja, que utiliza previsão de demanda, e periódico. Em linhas gerais, a decisão tomada no final de cada período de revisão é dada pela diferença entre a previsão de demanda mais o estoque de segurança e o saldo existente mais os pedidos em aberto, ou seja, o chamado estoque pendente:

$$\begin{aligned} \text{Pedido} &= \text{Previsão de demanda} + \text{Estoque de segurança} \\ &\quad - (\text{Saldo em estoque} + \text{Pedidos em aberto}) \end{aligned}$$

Vejamos alguns fatores pertinentes a atual política de estoques que auxiliarão no entendimento da escolha do tema proposto neste trabalho.

1.3.1. Previsão de demanda

A empresa utiliza um modelo de previsão de demanda que inclui tanto um método quantitativo, que utiliza dados referentes a vendas passadas para prever a demanda, quanto um qualitativo, que dispõe de julgamento pessoal para realizar a previsão.

Embora não utilize nenhum modelo qualitativo consagrado pela literatura, a H. Stern utiliza série histórica de vendas para prever a demanda. O horizonte de previsão da demanda é o tempo decorrido até que se dê a próxima entrada da mercadoria em estoque. O período de revisão varia para cada linha de jóias e é estabelecido com base no *lead time* de entrega das mercadorias e também no giro que se pretende manter para a coleção.

No final de cada período de revisão, busca-se no sistema de informação da empresa dados de vendas referentes a dois anos inteiros passados, além das vendas

realizadas no ano em questão, até a presente data. São observados cinco valores de venda, em diferentes períodos de tempo:

- Vendas realizadas no passado em relação ao ano em questão;
- Vendas realizadas no ano retrasado em relação ao ano em questão;
- Vendas realizadas do início do ano em questão até a data presente, isto é, a chamada venda *year to date*;
- Vendas *year to date* do ano passado em relação ao ano em questão e
- Vendas realizadas nos últimos doze meses.

De posse dessas informações, faz-se um julgamento analítico qualitativo e se estima a demanda referente ao tempo decorrente até que se dê uma nova entrada de mercadoria em estoque, que no caso é o próprio período de revisão.

A sazonalidade das vendas é considerada ao se fazer a previsão de demanda para o período que envolve o mês de dezembro, no qual geralmente são observados picos de vendas devido ao Natal.

A empresa não leva em conta a sazonalidade para prever a demanda e, consequentemente, para colocar os pedidos nos demais meses por considerar que a porcentagem relativa das vendas mensais no total de vendas anuais é praticamente constante, sendo que uma diferença significativa nesse percentual ocorre apenas para o mês de dezembro.

Finalmente, quando se tratam de lançamentos, não se têm dados históricos de vendas e usualmente se trabalha com pesquisa de mercado e julgamentos quantitativos de pessoas experientes no mercado joalheiro para prever a demanda.

1.3.2. Estimativa do estoque de segurança e abastecimento

O estoque de segurança representa a quantidade de cada peça que deve invariavelmente ser mantida em estoque para garantir o atendimento da demanda caso ocorra alguma eventualidade ou situação de emergência na qual a demanda excede aquela prevista anteriormente.

Atualmente, a empresa define o estoque de segurança tanto para o estoque central quanto para os pontos de venda, com base em dados de vendas passadas.

Maiores detalhes quanto à definição do estoque de segurança serão omitidos por constituírem informações sigilosas e por não serem essenciais ao desenvolvimento do presente trabalho.

O estoque de segurança está diretamente relacionado ao abastecimento de mercadorias do estoque central para os pontos de venda e a função desse é realizar o abastecimento de mercadorias para as lojas. O processo de abastecimento, em linhas gerais, consiste em garantir que cada loja tenha em estoque o estoque de segurança previamente definido.

Cada loja é abastecida segundo uma freqüência de tempo que depende das características de cada uma. Para abastecer determinado ponto de venda, são gerados automaticamente no sistema de informações da empresa relatórios que calculam a chamada necessidade positiva de abastecimento.

Tal necessidade consiste na diferença entre o estoque de segurança e o saldo em estoque da loja em questão, quando o estoque de segurança é maior que o saldo. Caso contrário, não há necessidade de abastecer a loja com determinada peça.

1.4. Justificativa do tema

Embora a H. Stern seja muito bem conceituada no mercado joalheiro e apresente bom desempenho econômico, não obstante o planejamento de estoques carece de melhorias.

Ao longo dos anos, têm-se verificado deficiências na atual política de estoques, que nem sempre consegue suprir a mercadoria aos pontos de vendas adequadamente, o que acarreta uma possível perda de venda. Ainda que seja praticamente inevitável ter disponível a mercadoria em 100% dos momentos de venda, uma política de estoques bem direcionada pode assegurar que não ocorram faltas em significativa porcentagem desses momentos com o mínimo possível de mercadorias em estoque, garantindo um nível de atendimento satisfatório aos clientes.

O principal ponto levantado pela empresa no tocante à sua política de estoques foi a dificuldade de se estabelecer um valor adequado de estoque de

segurança. Atualmente, a definição deste valor envolve um certo julgamento qualitativo e não utiliza um modelo ou análise que leve em consideração o nível de serviço ao cliente. Foi proposto então que se estudasse durante o estágio uma maneira de calcular tais estoques de segurança.

Também, há uma certa dificuldade em prever a demanda através de modelos matemáticos usualmente utilizados. Isso porque não se observa nos dados históricos referentes à demanda um comportamento padrão e não há claras evidências de tendências ou até mesmo de ciclos sazonais.

Assim, o tema deste trabalho, controle de estoques, vem atender algumas necessidades da empresa. Optou-se por não somente estudar uma maneira de calcular os estoques de segurança, como foi proposto inicialmente, mas também avaliar modelos de estoque consagrados pela literatura de maneira a adequá-los à H. Stern, incluindo a possibilidade de se utilizar ou não um modelo de previsão de demanda que não dependa necessariamente de julgamento qualitativo.

Deve-se ressaltar que o escopo deste trabalho envolve a definição de uma política de estoques para as coleções que já se encontram em linha há algum tempo, ou seja, aquelas para as quais se têm disponíveis uma quantidade de dados de vendas passadas suficientes para que se possa estabelecer uma política de estoques com base no estudo desses dados. Lançamentos e coleções criadas há menos de um ano não serão estudadas neste trabalho.

1.5. Desenvolvimento do trabalho

O presente trabalho está estruturado segundo a ordem cronológica de desenvolvimento do estudo.

Primeiramente, descreve-se a empresa com o intuito de entender a organização como um todo. Segue então uma revisão da literatura pertinente ao assunto, que ressalta os principais conceitos e definições utilizadas na avaliação da melhor política associada à empresa.

Uma vez revista a literatura, parte-se para a solução do problema em si. A primeira etapa consiste em estudar a demanda. De posse do conhecimento a respeito

do comportamento da demanda, prossegue-se com uma avaliação de dois tipos de modelos de estoques: um reativo, que não utiliza previsão de demanda, e um ativo, que utiliza. Neste ponto são estabelecidas as premissas do sistema de estoques, que inclui o estabelecimento dos estoques de segurança.

Avaliados os modelos, defini-se qual deles é mais apropriado à empresa através de comparações entre ambos que levam em consideração as vantagens e desvantagens pertinentes a cada um deles, além das restrições associadas à empresa e da estrutura dos custos de estoque. Definido o modelo pertinente, segue-se um estudo do mesmo de maneira a adequá-lo a cada classe de itens em estoque.

Enfim, apresentam-se as considerações finais que relatam as expectativas da empresa em relação ao trabalho e as ações para que o sistema seja efetivamente implementado.

Descrição da empresa

2. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo será dado um panorama da empresa, incluindo tópicos como seu histórico, estrutura organizacional, produtos comercializados e processo de produção, entre outros.

2.1. Histórico

A H. Stern foi fundada no início dos anos 50, mas foi em 1939 que Hans Stern, então com 17 anos, veio para o Brasil juntamente com os seus pais deixando para trás a guerra.

Uma vez aqui, o pai foi para Belém do Pará assumir a gerência de uma Companhia Hidrelétrica, pois era engenheiro, enquanto a mãe e o filho se instalaram na casa de amigos no Rio de Janeiro.

Hans Stern teve alguns empregos até se tornar corretor de uma empresa de lapidação. Passou a percorrer o país viajando em busca de matéria-prima, aprendendo com garimpeiros desde a extração até a comercialização de pedras preciosas.

Em 1945, com o fim da Segunda Guerra Mundial, a família Stern já estava decidida a permanecer no Brasil. Com a venda de um acordeão trazido da Alemanha foi que Hans Stern abriu sua própria empresa. Com os 200 dólares arrecadados, abriu sua firma, que não passava de uma mesa alugada no escritório de um amigo, onde comercializava pedras. Assim, deu início a um plano ambicioso. Queria que o país do samba e do futebol um dia também fosse conhecido por suas pedras coloridas.

Após algum tempo, com o reconhecimento de sua honestidade nesse novo mercado, passou a ter ajuda de uma secretária e se mudou para um espaço maior na mesma rua. Já com interesse no movimento turístico da cidade do Rio de Janeiro, traçou seus objetivos com a intenção de cativar o público estrangeiro que visitava o país.

Encantado com a beleza das pedras brasileiras, o fundador da H Stern resolveu apostar neste mercado, até então pouco explorado. Para isso investiu em

qualidade (criando, em 1947, um Certificado de Garantia Internacional para atestar o valor das jóias) e começou com uma forte campanha de divulgação da sua marca junto aos turistas.

A H. Stern abriu seu primeiro ponto de vendas em 1949, na estação de desembarque dos navios de passageiros, na Praça Mauá, e, logo depois, uma loja no Hotel Quitandinha, em Petrópolis, concorrido polo turístico da época.

Começou seu trabalho com jóias que eram encomendadas aos melhores ourives da cidade, ou seja, a joalheria era terceirizada. Mas seu diferencial estava, em primeiro lugar, no Certificado de Garantia, que reconhecia o valor das gemas segundo os padrões de qualidade do *Gemological Institute of America*, em segundo, nos pontos de vendas que foram sendo instalados no caminho do turismo, em hotéis como o Copacabana Palace e o Serrado, bem como as vitrines e representantes de vendas que circulavam em Transatlânticos como o *Queen Elizabeth*.

Paralelamente, Hans convidou ourives e lapidários europeus para ajudarem na tarefa de criar a produção brasileira de jóias.

Nesse período em que a H. Stern organizava a sua empresa, a indústria joalheira no Brasil não passava de uma atividade artesanal e isolada e não se pensava nessa como uma estrutura gigante, destinada a atender milhares de pessoas e, portanto, abria-se o caminho para o comércio de jóias sem pontos de referência. Sendo assim, a grande dificuldade era a de encontrar jóias com padrão de qualidade reconhecido internacionalmente. Foi então que teve início ao processo de verticalização, outra diferença entre a H Stern e as outras empresas que surgiam.

Hans assumiu que era preciso ter sob controle todas as fases do ofício, desde a escolha da matéria-prima à venda, passando pela fabricação. Foram então criadas as primeiras oficinas de ourives.

Enquanto isso o olhar de Hans Stern continuava atento e as primeiras lojas de Buenos Aires e Montevidéu foram criadas com o intuito de conquistar os clientes que visitavam a América Latina, para que chegassem ao Brasil já conhecendo a empresa.

Foi criada, também, a sede no Rio de Janeiro, um edifício de 12 andares que seria o maior espaço já construído para abrigar a indústria de comércio de jóias. Em 1952, a empresa criou o *Guide Tour*, uma visita à sede da empresa na qual o visitante pode acompanhar através de vitrines e com o auxílio de monitores especializados todo o processo de lapidação de pedras e fabricação de uma jóia.

Na década de 60 foi aberto um escritório em São Paulo, na Praça da República, onde eram atendidos alguns clientes especiais. Em 1968, foi inaugurada a primeira loja na Rua Augusta e, logo depois, uma no Hotel Hilton e outra na própria Praça da República. Já a primeira loja inaugurada em um *shopping center* foi a do Shopping Iguatemi, na Av. Brigadeiro Faria Lima.

Em 1964, Hans se preparava para atravessar o Oceano Atlântico, expandindo sua rede de lojas pela Europa e pelo Oriente Médio. Em 1994, foi anunciada que a vice-presidência estava sendo passada ao primogênito dos quatro filhos, Roberto Stern. A partir daí, ocorreram algumas mudanças em processos e a empresa deixou de ter uma visão paternalista para ter uma visão mais profissional. Uma de suas filosofias é de que “A H. Stern não faz jóia moda, pois jóia é eterna, mas associa tendência de moda à jóia”.

Atualmente a marca criada por Hans Stern dispensa apresentações e é sinônimo de beleza e de bom gosto no Rio de Janeiro, São Paulo, Nova York, Paris, Frankfurt, Tel-aviv e em outras cidades importantes ao redor do mundo.

Hoje a H Stern é uma empresa sólida, que tem 160 lojas espalhadas em 12 diferentes países. Conta com 3600 funcionários, sendo 2800 no Brasil e 800 no exterior. No Brasil, tem cerca de 70 lojas, situadas em todas as regiões do país, em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Curitiba, Belo Horizonte, Goiás, Recife e Manaus, entre outras.

2.2. Produtos

Os principais produtos comercializados pela a H. Stern são as jóias.

Utilizando-se de ouro amarelo e de suas variações (ouro branco e ouro vermelho) e de platina, pura ou em conjunto com pedras e com diamantes, safiras ou

ametistas, entre outras, a empresa possui uma gama imensa de itens divididos em artigos como anéis, brincos, colares, pulseiras etc. São produtos de alta qualidade produzidos por profissionais (designers, ourives, lapidários e cravadores) altamente especializados.

A H. Stern também comercializa pedras soltas, nas áreas turísticas, oferece artigos feitos com pedras brutas, bem como objetos que retratam a cultura brasileira. Também, há grande variedade de presentes finos em cristais e porcelanas, nacionais e importados, canetas e produtos em couro como carteiras e pastas.

Ainda conta com a comercialização de relógios de marca própria como Safira, *Form* e *Sfera* e outras como *Tag Heuer*, *Baume & Mercier* e *Patek Phillippe*.

Na questão dos serviços, a empresa oferece certificado de garantia assegurando a qualidade e o valor de suas jóias e, no caso dos diamantes, emite um certificado de acordo com os padrões do *Gemological Institute of America*. Oferece ainda serviços de troca, reparo, confecção e ajuste para jóias e certificado de garantia e assistência técnica para relógios.

2.2.1. Coleções e demais mercadorias

Em se tratando das jóias, principal produto da H. Stern, a empresa tem adotado, desde o ano de 1994, uma nova política de tratamento das mesmas. Antes do Sr. Roberto Stern, filho primogênito de Hans Stern, assumir a presidência da empresa, a H. Stern trabalhava primordialmente com peças avulsas. Tratam-se de anéis, brincos, colares e pulseiras, entre outras jóias, que não necessariamente seguem um mesmo conceito e *design*.

Em 1995 foi lançada a chamada Coleção Mundial, que veio anunciar uma novidade das jóias H. Stern: essas agora fariam parte de coleções, não seriam mais concebidas soltas, fora de um determinado conjunto e/ou contexto. Assim, a empresa tem trabalhado desde então com a criação de coleções e não de jóias “independentes”. Cada nova criação integra uma determinada coleção e as demais peças praticamente deixaram de ter novas entradas em estoque.

Novas linhas estão constantemente sendo criadas, enquanto outras saem de linha, ou seja, planeja-se para que essas não tenham mais entrada em estoque, por motivos apurados pelas pessoas que cuidam do planejamento do produto e também por aquelas pertencentes ao Departamento de Criação da H. Stern.

2.3. Processo produtivo

A H. Stern cria e desenvolve todas as suas jóias. Para isso, a empresa conta com o Departamento de Criação e com oficinas localizadas nos dois prédios sede da empresa, um em São Paulo e outro no Rio de Janeiro.

A seguir, tem-se uma descrição sucinta do processo produtivo de uma jóia, sem maiores detalhes técnicos já que estes não cabem ao escopo deste trabalho. O objetivo maior é levantar os fluxos de produção para dimensionar o tempo de fabricação das peças.

2.3.1. O primeiro modelo

O desenvolvimento de uma jóia tem início com a elaboração de um *briefing*, pelos consultores de moda da empresa e pelo diretor de criação, que traz tendências da moda e atualidades observadas dentro e fora do Brasil. Essas tendências servem de base para o trabalho de pesquisa e desenvolvimento da nova jóia.

O Departamento de Criação recebe esse *briefing* e, inspirado no mesmo, começa a trabalhar na criação da jóia. São realizadas então algumas pesquisas em revistas e livros ou até mesmo são feitas visitas a eventos de moda e se inicia a confecção dos desenhos.

As pessoas do Departamento de Criação são responsáveis não só pelo desenho técnico da jóia, mas também pelo prévio orçamento de custo e, consequentemente, possível preço de mercado, levando em consideração mão de obra e quantidade de matéria-prima a ser utilizada. Uma vez criados os desenhos, esses devem ser aprovados pelo diretor de criação, Sr. Roberto Stern, e consultores de moda, que podem sugerir alterações, aprovar o modelo ou até mesmo rejeitá-lo.

Aprovado o desenho, decide-se, com base na experiência prévia quanto às instalações de cada oficina e capacitação da mão de obra, onde a peça será fabricada,

na oficina do Rio de Janeiro ou na de São Paulo, e então se parte efetivamente para a fabricação do primeiro modelo.

O primeiro modelo é confeccionado artesanalmente por ourives altamente qualificados, chamados de modelistas. Trata-se de um trabalho minucioso que depende da aprovação dos desenhistas do Departamento de Criação, que visitam a oficina de desenvolvimento do primeiro modelo diariamente para acompanhar o seu desenvolvimento.

Sendo assim, não há um tempo padrão para o desenvolvimento de uma jóia. Esse tempo depende de muitos fatores como a complexidade da peça, necessidade de cravação ou não, disponibilidade de matéria prima e aprovação dos criadores. Muitas vezes uma peça é refeita mais de uma vez até que fique como se deseja e o tempo de desenvolvimento é de cerca de dois a quatro meses. O primeiro modelo é desenvolvido todo em prata devido à economia de custos em relação à utilização do ouro. Depois de aprovada, a jóia fará parte da coleção de peças da H. Stern.

A figura a seguir mostra o fluxograma de desenvolvimento do primeiro modelo, que resume todo o processo:

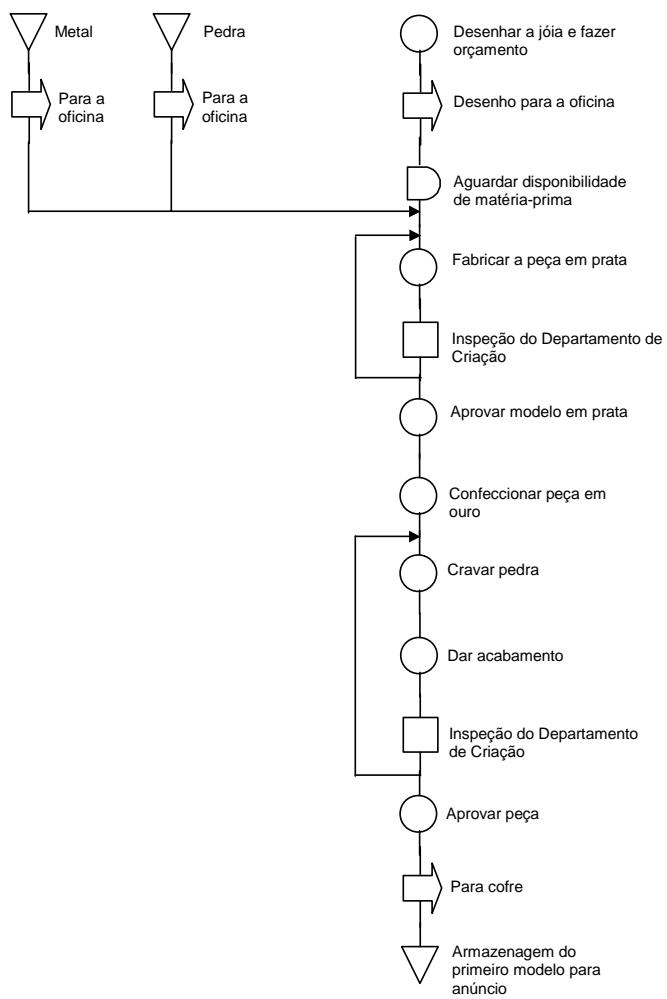


Figura 2.1 – Fluxograma de processo: criação do primeiro modelo, elaborada pelo autor

2.3.2. Fabricação dos modelos em linha

Todas as peças que fazem parte da coleção da H. Stern podem ser produzidas sempre que necessário. Exceções são as peças que têm pedras pois nem sempre se consegue obter com facilidade a pedra. Já o ouro, matéria-prima essencial na fabricação de qualquer jóia, que sempre está disponível.

A primeira peça produzida em ouro, após a aprovação do modelo em prata, é feita pelos ourives e cravadores modelistas. O intuito é que esses profissionais, extremamente experientes, elaborem um roteiro de produção da peça que deverá ser seguido pelos ourives que confeccionam as jóias nas oficinas de produção. Além

disso, esses profissionais estimam um tempo padrão de produção que é tido como base para a fabricação das peças.

O roteiro de produção de uma jóia é basicamente o descrito a seguir:

Primeiramente, modela-se a jóia a partir da matéria prima, que é o ouro. As peças brutas são então lixadas e limadas para retirada de rebarbas e quaisquer imperfeições. Via de regra, a próxima etapa consiste na montagem da jóia seguida da cravação, se necessário.

Uma vez que as jóias estão montadas e com as pedras cravadas, parte-se para o acabamento, que pode ser de diversos tipos: polido, fosco, jateado etc. A próxima etapa consiste na limpeza e lavagem da jóia para retirar qualquer resquício de sujeira, devido à pasta de polimento, e marcas, como impressões digitais, que eventualmente estejam na peça.

Prontas, as jóias passam pelo controle de qualidade que consiste em uma inspeção visual das mesmas. Nem todas as unidades são inspecionadas, escolhem-se algumas delas aleatoriamente e três pessoas diferentes as inspecionam. Uma vez aprovadas, as peças são processadas (pesagem, colocação de etiquetas etc) e enviadas ao estoque central onde ficam armazenadas para abastecimento das lojas. O fluxograma resume o processo de produção dos modelos em linha:

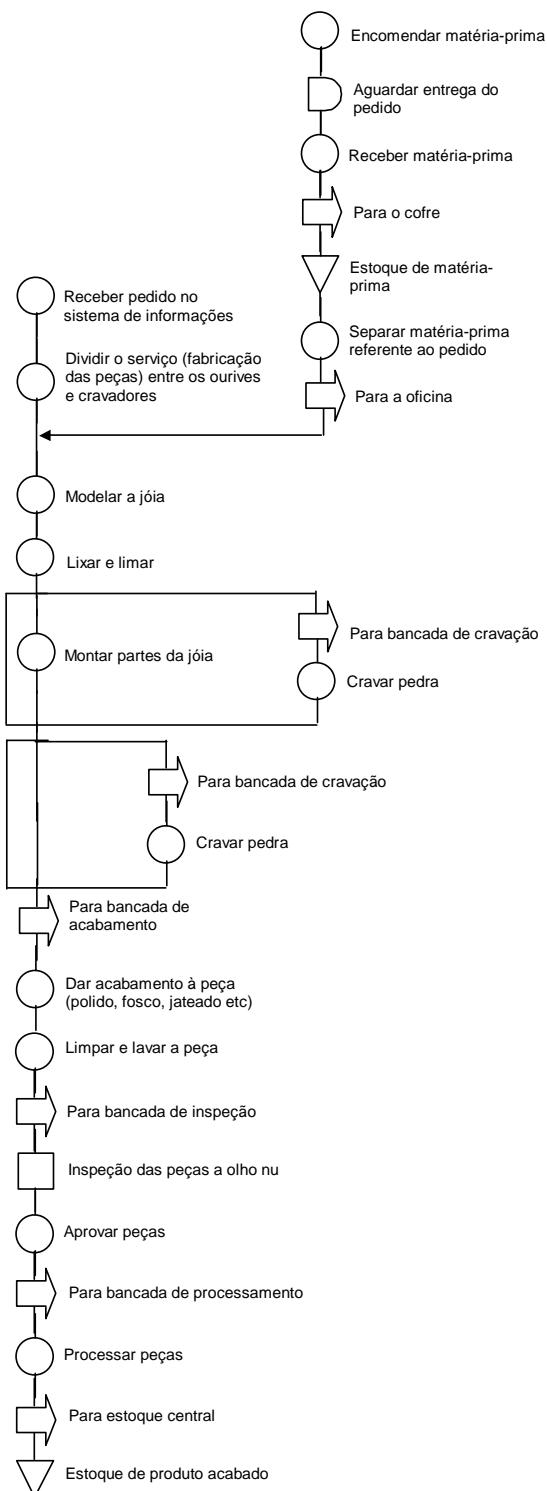


Figura 2.2 – Fluxograma de processo: produção dos modelos em linha, elaborado pelo autor

2.4. Estrutura organizacional

A estrutura organizacional da empresa pode ser vista a seguir:

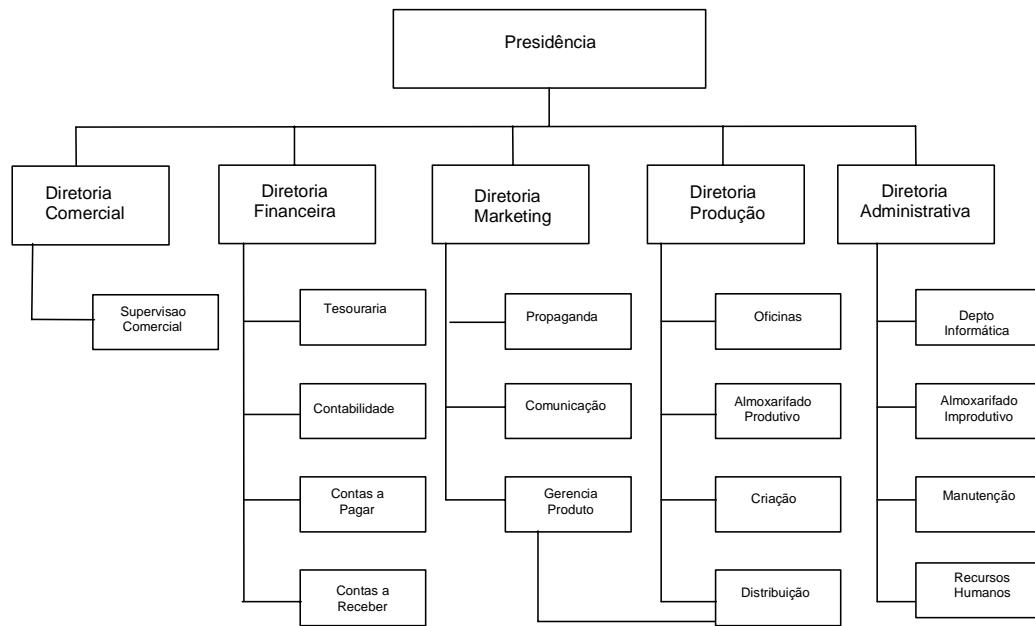


Figura 2.3 – Organograma da H. Stern, elaborado pelo autor

A estrutura mostrada tem como ponto mais importante a Presidência, da qual partem todas as diretrizes e decisões da empresa. Os departamentos identificados posteriormente trabalham para cumprir o que foi pré-estabelecido. A Diretoria Financeira tem como função dar as coordenadas para que os setores de tesouraria, contabilidade, contas a pagar e contas a receber possam realizar suas funções adequadamente, dando apoio às filiais e os outros setores.

A Diretoria de Marketing é encarregada de divulgar da melhor maneira de forma a se obter o retorno desejado. Para isso conta com os setores de Propaganda, Comunicação e com a Gerência do Produto, que estudam quais os produtos adequados para divulgação e de que forma ela deve ser feita para atingir os objetivos determinados pela diretoria.

A Diretoria de Produção é responsável por toda parte que diz respeito ao produto diretamente, desde a verificação da matéria prima, criação dos modelos e fabricação até sua distribuição para as filiais. Nessa parte há uma integração entre a Gerencia de Produto e o Setor de Distribuição, sendo que esse recebe instruções e aprovações do primeiro.

A Diretoria Administrativa é responsável por toda parte burocrática que envolve a área de Recursos Humanos e pelas áreas que dão suporte aos outros setores como Manutenção, Departamento de Informática e Almoxarifado.

Finalmente, a Diretoria Comercial é responsável pela força de vendas, lojas e treinamento.

2.5. Relacionamento humano

A empresa, na maioria dos casos, oferece um bom relacionamento entre chefia e subordinado e técnicas como *brainstorming* e trabalhos em equipe são usados para geração das mudanças necessárias.

Até algum tempo atrás a empresa tinha uma visão mais paternalista e procurava manter os mesmos funcionários durante muitos anos. Ultimamente, a H. Stern mudou essa visão e procura profissionais com perfil inovador, que tragam experiências de fora e que sejam dinâmicos.

Alguns dos setores voltados à área de RH são:

- Acompanhamento e desenvolvimento de pessoal: tem como atribuições o acompanhamento da performance, adaptação, desenvolvimento e movimentação interna de pessoal (transferências e promoção), avaliação de desempenho e entrevistas de desligamento.
- Departamento pessoal: responsável pela admissão, demissão, férias, documentação de funcionários e outros.
- Seleção e recrutamento de pessoal: tem como atribuições o recrutamento de candidatos a funcionários através de entrevistas de triagem, aplicações de testes de avaliação e entrevistas de admissão.

- Serviços sociais/benefício: tem por objetivo esclarecer e orientar o funcionário quanto à utilização adequada dos benefícios da empresa; administrá-los; dar orientação e acompanhamento a funcionários com problema de ordem sócio econômico e estudo e análise para implantação de novos benefícios que a empresa julgar necessários para o bem estar de seus funcionários.
- Treinamento: responsável pela capacitação inicial e contínua da equipe de vendas, bem como das funções administrativas exercidas nas lojas. São ainda atividades do treinamento o estímulo continuo ao processo de desenvolvimento profissional dos funcionários e palestras para o público interno e externo.

É realizada também, uma vez ao ano a SIPAT (Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho), durante a qual são ministradas palestras educativas e preventivas que abrangem diversos temas.

A empresa ainda conta com plano de carreira, principalmente para as equipes que trabalham em lojas, e com gratificação no final do ano para todos os funcionários.

Finalmente, há comemorações anuais envolvendo os funcionários que completam 10, 20, 25, 30 e 35 anos de empresa, com almoço especial e entrega de placas comemorativas e, eventualmente, também ocorrem jogos e gincanas internas com intuito de entrosamento entre os funcionários, inclusive entre as áreas de São Paulo e do Rio de Janeiro.

2.6. Público alvo e divulgação

O público alvo da empresa é o feminino, de classe média alta. Com o objetivo de informar esse público sobre os seus produtos, a empresa utiliza como principal meio de divulgação a comunicação visual, vinculando anúncios semanais em revistas de grande circulação, bem como em editoriais e através de personalidades em novelas, eventos etc. Também, produz eventos de lançamento de suas principais coleções com presença de personalidades e da imprensa.

Para atingir seus objetivos, a empresa, a princípio, procura sempre se antecipar nas tendências mundiais que estão acontecendo para oferecer produtos inovadores, que sejam o que público busca, sem perder o conceito de jóia e padrão H. Stern.

Treina suas equipes de venda de forma que correspondam aos objetivos da empresa, mantendo-as em constante aperfeiçoamento e realizando controles de metas. Também, mantém equipes de retaguarda treinadas para dar apoio ao pessoal de loja, procurando manter o bom relacionamento entre ambos, priorizando o cliente.

Uma vez apresentadas as principais características da empresa, vejamos uma breve revisão da literatura empregada no desenvolvimento do presente trabalho, a fim de se estabelecer uma política de estoques para a H. Stern.

Revisão da literatura

3. REVISÃO DA LITERATURA

O objetivo deste capítulo é apresentar uma revisão da literatura sobre os conceitos pertinentes à solução do problema proposto. Com base nesta revisão teórica é que será elaborada uma política de estoques adequada à empresa em questão.

3.1. Previsão de demanda

Entende-se por demanda a vontade de consumo do mercado. Invariavelmente, a previsão de demanda é necessária à maioria das empresas, uma vez que essa fornece as entradas básicas para o planejamento de praticamente todas as áreas da empresa, incluindo marketing, produção, logística e finanças.

A principal finalidade de um sistema de previsão é o fornecimento de informações a respeito da demanda futura de modo a antecipar suas variações e implicações no planejamento e controle de estoques.

3.1.1. Classes dos modelos de previsão

Existem diversos métodos de previsão. Esses estão divididos em três classes: qualitativos, quantitativos e causais.

O método qualitativo é usado principalmente quando se está fazendo previsões de longo prazo ou para novos produtos, quando não há dados suficientes para uma previsão matemática ou os mesmos não são significativos. Dessa forma, este método se baseia em julgamentos, intuições e/ou pesquisas por parte daqueles que estão fazendo a previsão sem utilização de dados numéricos.

Os métodos quantitativos levam em consideração os dados passados como guia para o comportamento futuro da demanda. A idéia básica destes métodos é que o futuro será um retrato do passado, levando-se também em consideração, geralmente, tendência e sazonalidade da série histórica. Via de regra, o método terá maior acurácia quanto mais estáveis forem os dados disponíveis. Usualmente são usados modelos matemáticos e estatísticos para realizar estas previsões, que são eficazes quando de curto a médio prazo.

Os métodos causais, também chamados de modelos de explicação, relacionam variáveis dependentes, como vendas de produtos, com variáveis independentes, como taxa de crescimento da economia. Devido ao fato de possuírem um custo elevado, eles são aplicados a casos nos quais a previsão é feita para planejamento de longo prazo e o ganho de precisão compensa os custos. Um ponto interessante deste método é que às vezes a própria compreensão das relações de dependência é mais benéfica para a empresa do que a utilização das mesmas para fazer previsões, já que estas ajudam a conhecer o cenário no qual a empresa está inserida.

3.1.2. Escolha do modelo de previsão a ser utilizado

A escolha do modelo de previsão a ser empregado deve levar em consideração a natureza dos dados de vendas passadas. De maneira geral, a hipótese admitida pode ser de dois tipos: o futuro não guarda correlação com o passado ou as vendas darão continuidade ao que ocorreu no passado.

No caso de não ocorrer correlação com o passado, utiliza-se um modelo de previsão qualitativo. Já no caso de as vendas estarem relacionadas ao passado, os modelos qualitativos são mais adequados.

No decorrer deste trabalho, para fins de previsão de demanda, serão utilizados métodos quantitativos, já que se dispõem de dados de vendas passadas, e se crê na hipótese de que a demanda futura guarda relação com as vendas passadas. Também, devido ao fato dos métodos qualitativos e causais serem de difícil implementação e não caberem e nem serem adequados ao escopo deste trabalho.

O método qualitativo exigiria o envolvimento e a dependência para a realização do trabalho de uma pessoa com experiência quanto ao mercado joalheiro. Além disso, como já citado anteriormente, têm-se dados históricos, podendo-se rejeitar o método qualitativo. Acredita-se que a avaliação qualitativa pode ser um complemento à previsão por métodos quantitativos, mas por si só esta não é a melhor alternativa, exceto para o lançamento de novos produtos, que não faz parte do tema deste trabalho.

Já o método causal é demasiadamente complexo por exigir que se conheçam os fatores que supostamente seriam a causa da demanda, a disponibilidade de dados referentes a estes fatores e ainda o conhecimento da correlação entre estes fatores e a demanda. Também, a avaliação das causas da demanda pode ser complexa e exigir um estudo detalhado por um longo período de tempo, o que praticamente inviabilizaria a conclusão deste trabalho.

3.1.3. Detalhamento do método quantitativo

Neste item será detalhado apenas o método quantitativo baseado na média com ponderação exponencial, o qual será utilizado no decorrer deste trabalho para a previsão da demanda. Demais métodos como o da média móvel aritmética ou ponderada e da regressão polinomial não fazem parte do escopo deste trabalho.

A técnica de ponderação exponencial é semelhante ao cálculo de uma média móvel dos dados, exceto que é dado um peso maior aos pontos mais recentes. Descritivamente, as novas previsões são iguais às antigas mais alguma parcela de erro da previsão passada. Há ainda a ponderação exponencial dupla ou tripla, que leva em consideração a tendência e a sazonalidade na série de tempo. É considerada também a técnica mais útil para previsões de curto prazo.

Para escolher o modelo de ponderação exponencial mais adequado para prever a demanda, deve-se observar o comportamento dos dados históricos e adotar como hipótese uma curva representativa desse comportamento. As curvas usualmente consideradas são:

- Permanente ou constante: a variável varia de forma aleatória em torno de um valor médio constante;
- Trajetória ou reta inclinada: a trajetória oscila de forma aleatória em torno de um valor médio que representa a tendência crescente ou decrescente no decorrer do tempo;
- Cíclica com permanência: a variável obedece a ciclos de determinada amplitude. Distribui-se de forma aleatória em torno de valores médios para cada período do ciclo e estes ciclos se repetem ao longo do tempo, ou seja, a média do ciclo é suposta constante;

- Cíclica com trajetória: a variável obedece a ciclos de determinada amplitude, porém, o valor médio varia com o tempo.

A seguir, têm-se descrito o método de ponderação exponencial com tendência e sazonalidade, que foi utilizado para prever a demanda no decorrer deste trabalho.

3.1.3.1. Média exponencial com tendência e sazonalidade (α , β e γ)

Este modelo trabalha com a constante de ponderação simples, α , que envolve a previsão de período mais recente e da demanda real para o período atual, com a tendência dos dados, alisada pela constante β , e também com os efeitos sazonais na série de tempo, ponderados pelo fator γ . O modelo de nível, tendência e sazonalidade é construído em torno do conceito de prever o índice da demanda real para a tendência e então desazonalizá-lo para produzir a previsão. As equações são:

$$Q_t = \alpha \frac{V_t}{S_{t-L}} + (1-\alpha) Q_{t-1}$$

$$I_t = \beta (Q_t - Q_{t-1}) + (1-\beta) I_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{V_t}{Q_t} + (1-\gamma) S_{t-L}$$

onde,

t = período para o qual se quer prever a demanda

α = constante de ponderação exponencial, $0 \leq \alpha \leq 1$

V_t = demanda no período t

Q_{t-1} = previsão de demanda para o período $t-1$

Q_t = previsão para o período t

I_{t-1} = tendência para o período $t-1$

I_t = tendência para o período t

β = constante ponderada da tendência

L = o período de tempo para um ciclo completo

S_{t-L} = índice de sazonalidade para $t-L$

S_t = índice de sazonalidade para o período t

γ = constante de ponderação sobre o índice sazonal

A projeção para $t+k$ períodos é dada por:

$$PD_{t+k} = (Q_t + k I_t) S_{t-L+k}$$

Segundo Ballou (2001), se a demanda sazonal não é estável, significativa e discernível das variações aleatórias, torna-se extremamente difícil desenvolver um modelo que preveja adequadamente a demanda no período seguinte. Se este for o caso, ainda assim uma forma básica do modelo de ponderação exponencial com um valor elevado para que a constante de ponderação reduza os efeitos da defasagem, pode superar um modelo mais complicado. É preciso cuidado na escolha do modelo de previsão.

3.1.3.2. Parâmetros e valores iniciais

Para utilizar o modelo de previsão de demanda segundo o método da média com ponderação exponencial, é necessário que se defina alguns valores de partida para que o modelo inicie a previsão.

Dentre esses valores, tem-se as constantes de ponderação exponencial, α , β e γ . Todas elas devem estar compreendidas entre 0 e 1. Quanto mais próximas de 1, maior é a importância dada aos dados mais recentes.

No caso da demanda, quanto maior o valor de α , maior é o peso colocado nos níveis mais atuais, de maneira que o modelo dá respostas mais rápidas às variações no comportamento da demanda. Em contrapartida, quanto menor o valor de α , maior é o peso dado na demanda histórica em prever a demanda futura e mais longo é o intervalo de tempo em responder às mudanças na demanda.

Valores muito elevados de α podem fazer com que a previsão seja muito reativa e siga alterações aleatórias na série de tempo em vez de alterações

fundamentais. Já valores menores de α fornecem previsões mais estáveis que provavelmente não serão influenciadas por fatores aleatórios da série de tempo.

De um modo geral, a literatura recomenda o uso de valores para as constantes de ponderação entre 0,01 e 0,3, sendo que para α , β e γ é considerado satisfatório o valor de 0,1 para a maioria dos casos. Contudo, segundo Ballou (2001), valores maiores podem ser utilizados para curtos períodos de tempo nos quais mudanças antecipadas, como uma campanha promocional, irão ocorrer.

Já os valores iniciais de demanda, desvio relativo médio e desvio absoluto médio podem ser adotados como a média simples de cerca de 75% dos dados disponíveis, reservando os 25% restantes para o teste do modelo. O valor de tendência inicial pode ser atribuído à inclinação da reta de regressão dos dados usados para a determinação dos valores iniciais.

Finalmente, os valores iniciais do índice de sazonalidade podem ser calculados para cada período como sendo o quociente entre a demanda no período sobre a demanda total ou ainda através de médias móveis desses índices previamente calculados.

3.1.4. Erros de previsão

Uma vez que o futuro não é espelhado perfeitamente pelo passado, a previsão de demanda incorre em erros. O erro da previsão refere-se a quanto próximo a previsão chega ao nível real da demanda real e pode ser definido como:

$$\text{Erro de previsão} = \text{demanda real} - \text{demanda prevista}$$

Estatisticamente, é mais apropriado expressá-lo como um desvio padrão, uma variância ou o desvio absoluto médio (MAD). Outras medidas dos erros de previsão são o desvio relativo médio e o desvio quadrático médio.

Historicamente, o MAD foi bastante utilizado como medida do erro de previsão. Contudo, com o avanço da informática, atualmente dispõe-se de computadores com memória mais do que suficiente para que se calculem os erros de previsão e tem-se adotado como medida do erro de previsão o desvio padrão do mesmo.

Segundo Ballou (2001), uma vez que a demanda prevista é um valor médio aritmético, a soma dos erros de previsão em um determinado período de tempo deveria ser igual a zero. Para se apurar a magnitude desses erros, deve-se elevar os mesmos ao quadrado, eliminando o viés da previsão. O desvio padrão, que é a melhor ferramenta estatística para medir desvios ou dispersões, dos erros é dado por:

$$DP = \frac{\sqrt{\sum_t (V_t - Q_t)^2}}{N - 1}$$

onde

DP = desvio padrão da previsão

V_t = demanda real no período t

Q_t = previsão para o período t

N = número de períodos de previsão t

3.2. Estoques

Segundo Santoro (2001), estoque pode ser definido como a quantidade de bens ou materiais úteis, ociosa ou improdutiva, sob controle, aguardando uso futuro. As empresas, de um modo geral, necessitam manter estoques já que não se pode manter um sistema no qual a demanda é conhecida com certeza e, concomitantemente, os produtos são fornecidos imediatamente para satisfazê-la.

Dentre as funções de um estoque, podem ser citadas o atendimento de interesse do mercado, proteção contra faltas, suavização da produção ou abastecimento, obediência à limitação técnica ou tamanho dos lotes, entre outros.

Por fim, o efeito de um estoque é a criação de independência entre as fases de abastecimento (ou suprimento) e demanda (para consumo ou produção).

3.2.1. Tempo de espera e tempo de resposta

Um conceito que está diretamente relacionado com política de estoques é o *lead time* ou tempo de espera. Esse corresponde ao tempo de ressuprimento da mercadoria e representa o somatório de todos os prazos desde a colocação do pedido

até o recebimento do produto solicitado, com consequente disponibilidade para o consumo.

Já o tempo de resposta corresponde ao tempo de reação de um sistema ou tempo decorrido entre uma tomada de decisão, como a colocação de um pedido, e a próxima data na qual se pode influenciar o estoque. Mais adiante, ao se discutir os modelos de estoque, esses conceitos serão utilizados.

3.2.2. Custos de estoque

Segundo Ballou (2001), três classes de custos são relevantes para determinar a política de estoques: custos de obtenção, custos de manutenção e custos de falta de estoque.

Os custos de obtenção são aqueles associados com a aquisição de mercadorias para o reabastecimento de estoques. Nesses custos podem ser incluídos os preços ou custos de manufatura do produto, custos de *setup*, custos administrativos de colocação do pedido, custos de transporte e de processamento da mercadoria no ponto de recepção.

Já os custos de manutenção resultam da estocagem propriamente dita ou da manutenção do estoque por um período de tempo, destacando-se dentre esse tipo de custo os custos de armazenagem e o custo de capital.

Finalmente, os custos de falta incorrem quando um pedido não pode ser atendido devido à falta do produto em estoque. Tal custo pressupõe certas ações por parte do cliente e, devido à sua intangibilidade, é difícil de ser mensurado. Geralmente se considera como custo a perda do lucro que seria perdido devido à perda de venda do produto, acrescido do custo associado ao efeito negativo que tal falta pode ter em vendas futuras e, consequentemente, à imagem da empresa.

3.2.3. Estoque médio

O estoque médio é de grande importância na gestão econômica dos estoques, pois representa o investimento de capital que a empresa faz em estoques. É também conhecido como estoque de trabalho e é em torno dele que as operações de suprimento e consumo são realizadas.

O estoque médio é estimado, por aproximação, pela razão entre a soma das entradas em estoque por duas vezes o número de entradas em estoque. Por exemplo, consideremos um item que apresenta entrada total em estoque de 140 peças em um ano, adquirida em duas entradas. O estoque médio é dado por $\frac{140}{2 * 2} = 35$.

3.2.4. Estoque de segurança

O estoque de segurança é aquele cuja função é garantir o atendimento desejado na condição da existência de desvios nas previsões de demanda e/ou abastecimento ou variações da demanda, no caso de não se trabalhar com previsão de vendas para determinação da política de estoques. Ele deve assegurar o atendimento da demanda caso ocorra alguma eventualidade ou situação de emergência.

No tocante às compras, está relacionado ao atraso dos fornecedores e diferenças devido a quantidades de produtos entregues com defeito. Do lado da demanda, está relacionado ao possível excedente de vendas em relação à média ou desvio a mais das previsões de demanda.

Pressuposto abastecimento determinístico, segundo Gonçalves (1979), o estoque de segurança é uma quantidade de estoque projetada para suportar uma taxa de demanda superior à demanda média esperada, principalmente durante o período de reposição do estoque.

Também, o estoque de segurança está diretamente relacionado com o nível de atendimento que se deseja prestar ao cliente. Em curto prazo, exercido o controle sobre a previsibilidade ou a variabilidade das vendas e do abastecimento, o estoque de segurança será função do nível de atendimento desejado.

O nível de atendimento, também chamado de nível de serviço, é definido como a probabilidade de ser capaz de atender um pedido para um produto do estoque atual, ou ainda, é a relação entre o número de pedidos atendidos pelo número de pedidos recebidos, e varia de 0 a 100%.

3.2.5. Cálculo do estoque de segurança

A literatura é rica em formas de determinar o estoque de segurança matematicamente. Fundamentalmente, estes algoritmos têm em comum a determinação da quantidade necessária para prevenção contra a falta, dado um determinado nível de serviço.

Dentre as diferentes formas para determinação do estoque de segurança, podem ser utilizados métodos em função dos períodos de consumo, da raiz quadrada do consumo esperado durante o tempo de reposição, dos erros de previsão, entre outros.

Detalhemos o método de percentual de risco associado a uma distribuição de probabilidades conhecida, descrito em Gonçalves (1979), que foi o método escolhido para o cálculo dos estoques de segurança proposto neste trabalho.

3.2.5.1. *Método do percentual de risco associado a uma distribuição de probabilidade conhecida*

No decorrer deste trabalho, constatou-se que a demanda pode ser representada por uma distribuição de Poisson. Antes de descrever como se calcula o estoque de segurança, façamos uma breve descrição dessa distribuição.

Distribuição de Poisson

Segundo Gonçalves (1979), basicamente, um processo de Poisson consiste na ocorrência de uma série de eventos descritos em um intervalo de tempo contínuo, por exemplo, o número de carros que estacionou em fila dupla durante uma hora, ou o número de unidades de estoque que são demandadas durante um certo período de tempo.

A probabilidade de ocorrência de um determinado evento é proporcional ao intervalo de observação e a uma certa constante e a ocorrência ou não do evento em um determinado intervalo não tem qualquer efeito nos intervalos subsequentes. De um modo geral, a distribuição de Poisson descreve demandas esporádicas e descontínuas

O único parâmetro que se deve conhecer a fim de conhecer a distribuição de Poisson é a freqüência média da ocorrência por unidade observada de tempo. Assim, o simples conhecimento da demanda média semanal é suficiente para descrever a distribuição.

A fórmula de Poisson para o número de ocorrências por unidade observada, x , é dada por:

$$P(x) = e^{-\mu} \left(\frac{\mu^x}{x!} \right)$$

onde,

e = constante = 2,7183 (para quatro casas decimais)

μ = freqüência média da ocorrência por unidade observada de tempo

Determinação do estoque de segurança

O estoque de segurança (EstSeg) é dado pela diferença entre a demanda máxima esperada, dado um certo nível de serviço, e a demanda média, sendo suficiente para garantir este nível de atendimento da demanda durante o tempo de resposta ou de reação do sistema de estoque. Assim:

$$EstSeg = (D_\alpha - \bar{D}) * tre$$

onde,

D_α = demanda máxima esperada para um nível de serviço igual a α

\bar{D} = demanda média

tre = tempo de resposta

O valor de D_α é a freqüência esperada para o nível de serviço α . Assim, se $\alpha = 95,2\%$ e $\bar{D} = 14$, tem-se que $D_\alpha = 20$. Encontra-se em Gonçalves (1979) alguns valores tabelados, para média igual a 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 ou 20. Contudo, hoje em dia obtém-se facilmente a distribuição de Poisson acumulada, que indica o nível de serviço, através de planilhas eletrônicas como o *Microsoft Excel®*, para qualquer valor de demanda média.

3.3. Validação da demanda para cálculo do estoque de segurança

A fim de se poder aplicar o método de percentual de risco associado a uma distribuição de probabilidades conhecida para calcular o estoque de segurança, é necessário testar através de modelos estatísticos se a demanda pode ser atribuída a uma determinada distribuição de probabilidades. Para tanto, são utilizados os chamados testes de aderência ou de adequabilidade de ajustamento.

3.3.1. Testes de aderência

Os testes de aderência são usualmente utilizados para testar, com um determinado nível de significância, se um conjunto de dados se comporta segundo uma determinada distribuição de probabilidades.

Nesses tipos de teste admite-se, por hipótese, que a variável de interesse da população seja descrita por um determinado modelo de distribuição de probabilidade e se verifica a boa ou má aderência dos dados da amostra ao modelo.

Segundo Costa Neto (1977), existe mais de uma maneira de se realizar um teste de aderência. Entre essas, encontram-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, o teste pelo χ^2 e também o teste gráfico.

3.3.1.1. Teste pelo χ^2

No decorrer deste trabalho será utilizado o teste de aderência pelo χ^2 para verificar a aderência da demanda a uma determinada distribuição de probabilidades. Esse teste consiste em calcular as freqüências esperadas para cada uma das classes nas quais os dados empíricos estão dispostos e compará-las com as freqüências esperadas segundo o modelo de distribuição de probabilidades para o qual se quer testar a aderência da amostra.

O método é baseado na seguinte estatística:

$$\chi^2_v = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \sum_{i=1}^k \frac{O_i^2}{E_i} - n$$

onde

χ^2_v = estatística de teste, com v graus de liberdade

O_i = freqüência observada de uma determinada classe ou valor da variável

E_i = freqüência esperada, segundo o modelo testado, dessa classe ou valor da variável

$n = \sum_{i=1}^k O_i = \sum_{i=1}^k E_i$ = número de elementos da amostra

k = número de classes ou valores considerados

Mostrou-se que, se o modelo testado for verdadeiro e que se todas $E_i \geq 5$, a quantidade definida pelo cálculo do χ^2_v terá aproximadamente distribuição χ^2 com $v = k - 1 - m$ graus de liberdade, sendo k o número de parcelas somadas e m o número de parâmetros do modelo estimados independentemente a partir da amostra. A subtração de 1 ao valor de k deve-se à existência da restrição $\sum_{i=1}^k O_i = n$ entre freqüências observadas.

O cálculo das freqüências esperadas é dado por $E_i = np_i$, onde p_i é a probabilidade, segundo o modelo de distribuição adotado por hipótese, de se obter um valor da variável na classe considerada, e n é o número de elementos da amostra.

O teste é unilateral, sendo que a hipótese inicial deve ser rejeitada se $\chi^2_v > \chi^2_{v,\alpha}$, o que é razoável já que se as freqüências esperadas forem muito diferentes das freqüências observadas, a variável de teste tende a crescer.

O nível de significância do teste, α , representa o chamado erro do tipo I. Esse erro consiste em rejeitar a hipótese inicial de que os dados se comportam segundo determinada distribuição de probabilidades quando esses se comportam, ou seja, consiste em rejeitar a hipótese quando essa é verdadeira.

No caso de existirem classes que não satisfaçam a condição $E_i \geq 5$, deve-se agrupá-las às classes adjacentes para que a condição seja satisfeita.

3.4. Modelos de estoque

Os modelos de estoques podem ser classificados segundo diferentes critérios, sendo os mais relevantes:

- Uso de previsões: os modelos de estoques podem ou não trabalhar com previsão de demanda. Os chamados modelos reativos não utilizam a previsão de demanda para tomada de decisões quanto ao estoque. A decisão é tomada com base no nível do estoque no momento da decisão, tomando como base parâmetros como nível de pedido e/ou estoque máximo. Deve-se dizer que alguns dos parâmetros utilizados nos modelos reativos dependem da previsão de demanda para determinação de seus valores. Contudo, devido à menor precisão exigida, essa pode ser obtida utilizando-se modelos simples de projeção ou até modelos qualitativos. Já os modelos ativos utilizam diretamente a previsão de demanda na tomada para planejar os estoques.
- Freqüência de revisão: pode-se trabalhar com modelos contínuos ou periódicos. Ao se utilizar um modelo periódico, o estoque é revisto e planejado de acordo com um determinado período de tempo pré-estabelecido. Já o modelo contínuo trabalha com parâmetros, como nível de estoque, que indicam quando deve ser colocado um novo pedido, independente do período de tempo decorrido desde o último pedido.
- Variabilidade e incerteza da demanda: trata-se da natureza da demanda que pode ser estática (constante) ou dinâmica (variável contínua ou periodicamente), determinística ou estocástica. No caso da demanda ser estocástica, essa pode ser representada por uma distribuição conhecida e se diz que a decisão é tomada sob risco. Também, pode ser representada por uma distribuição desconhecida e, nesse último caso, tomam-se decisões na incerteza.
- Atendimento da demanda: trata-se da permissão ou não de faltas. No caso de ser permitida a falta, essa pode representar um atraso, parte atraso e parte não atendimento ou até mesmo o não atendimento.

- Variabilidade da quantidade pedida: a quantidade pedida pode ser fixa ou variável. Sendo variável, pode-se trabalhar em função do nível máximo e atual do estoque, em função da última retirada (base) ou em função da previsão de demanda (cálculo de necessidades).

3.4.1. Itens X modelos de estoque

Outro ponto relevante ao se escolher determinado modelo de estoque é a classificação dos itens em estoque segundo critérios que os diferencie. É de se esperar que em uma empresa existam itens com características bastante diferenciadas dos outros e que exijam diferentes políticas de estoque.

3.4.1.1. Classificação ABC

Um critério bastante utilizado para classificação de itens é a curva ABC, que é uma adequação da Lei de Pareto¹, associada à má distribuição de renda entre a população.

Essa curva mostra que uma pequena parte da população absorvia uma grande parte da renda, restando muito pouco à maioria do povo. O mesmo estudo pode ser aplicado aos itens em estoque, de forma a se mensurar quais itens são responsáveis pelo maior percentual de faturamento da empresa. Usualmente, esses itens são divididos em classes A, B e C, devendo-se dar maior importância aos itens da classe A, que são responsáveis por maior parte do faturamento.

Não há um valor exato de porcentagem do faturamento que divide os itens nas respectivas classes, mas se pode dizer que fariam parte da classe A os itens responsáveis por cerca de 70% da demanda, na classe B os responsáveis por cerca de 20% e, finalmente, na classe C os responsáveis pelos 10% restantes. A seguir tem-se um exemplo de curva ABC:

¹ Vilfredo Pareto (1842 – 1923), economista italiano.

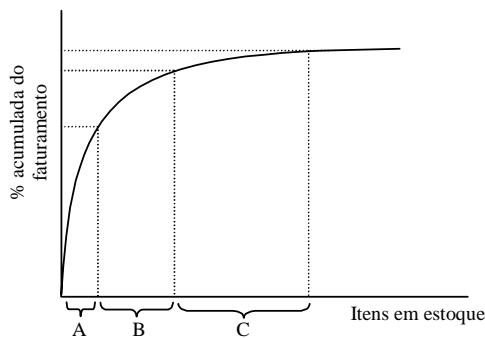


Figura 3.2 – Curva ABC, elaborada pelo autor

Assim, os itens da classe A devem ter prioridade na análise de sua política de estoque, contando eventualmente com um maior nível de serviço, menor período de revisão e assim por diante. Já os itens das classes B e C podem ter seus estoques planejados com um pouco menos de rigor.

Utilizando-se a curva ABC ou outra ferramenta de análise para classificação dos produtos em estoque, como o giro das mercadorias, deve existir uma alocação ótima de modelos de estoques aos itens que faça com que o sistema como um todo funcione bem.

3.4.2. Operação dos modelos de estoque

Os modelos de estoque descritos neste trabalho são baseados em Santoro (2001) e estão divididos em dois grandes grupos, modelos reativos e ativos, e podem ainda ser periódicos ou contínuos.

Os modelos periódicos são aqueles nos quais as decisões são tomadas periodicamente segundo um período de revisão pré-estabelecido. Já para os modelos contínuos as decisões podem ser tomadas a qualquer momento e dependem do valor dos parâmetros do modelo.

Para os modelos periódicos, o tempo de resposta do sistema é no máximo igual à soma do tempo de espera normal ou *lead time* mais o período de revisão. No caso dos modelos contínuos, o tempo de resposta é igual ao tempo de espera somente, já que o período de revisão é igual a zero.

3.4.2.1. Modelos reativos

A operação dos modelos reativos, tanto periódicos quanto contínuos, é realizada com procedimentos simples que têm como base os dados e parâmetros como período de revisão (PerRev), ponto de pedido (PtoPed), estoque máximo(EstMax) e lote fixo (LotFix). Esses modelos não trabalham com estoques de segurança explicitados separadamente, já que esse está embutido nos demais parâmetros.

Chamemos de EstFis o estoque físico e EstPen o estoque disponível em curto prazo, representado pelo estoque físico mais os pedidos em aberto. Vejamos alguns exemplos de modelos reativos:

Revisão periódica

O procedimento de decisão é tomado no final de cada período de revisão, previamente estabelecido. Ao chegar o final do período, compara-se o estoque disponível em curto prazo com o ponto de pedido, fazendo uma encomenda caso o estoque disponível seja inferior ao ponto de pedido. Caso contrário, não se encomenda nada. Assim:

$$\text{Pedido} = \begin{cases} (EstMax - EstPen) & \text{se } EstPen < PtoPed \\ 0 & \text{se } EstPen > PtoPed \end{cases}$$

Estoque base

Esse modelo de estoque foi que deu origem ao *kanban* e o procedimento de decisão de abastecimento é feito após cada retirada:

$$\text{Pedido} = \text{EstMax}-\text{EstPen}$$

O estoque máximo funciona como um ponto de pedido. Após cada retirada encomenda-se uma quantidade que iguala o estoque disponível a curto prazo, que é o estoque físico mais os pedidos em aberto, ao máximo permitido. O estoque máximo é um parâmetro do modelo que só é atingido fisicamente se as vendas forem nulas durante todo o tempo de espera da encomenda.

Lote fixo contínuo

Nesse modelo, a decisão de abastecimento também é feita após cada retirada e é conhecido como modelo do lote econômico quando o lote, ou pedido, é calculado com o objetivo de otimizar alguma função de custo. Uma vez calculado o lote econômico (LotFix):

$$\text{Pedido} = \begin{cases} \text{LotFix} & \text{se } \text{EstPen} < \text{PtoPed} \\ 0 & \text{se } \text{EstPen} > \text{PtoPed} \end{cases}$$

3.4.2.2. Modelos ativos

O modelo descrito a seguir é o modelo de cálculo de necessidades. Trata-se de um modelo de revisão periódica no qual a decisão é tomada no final dos períodos. Sejam os índices ainda não definidos neste capítulo:

$\text{PreDem}_{t,p}$ = previsão de demanda feita em t, referente ao período p

$\text{Pedido}_{t,p}$ = pedido (lote) decidido em t a ser entregue no final do período p

te = tempo de espera

O procedimento genérico no final dos períodos é dado por:

$$\text{Pedido}_{t,t+te} = \sum_{i=1}^{tre} \text{PreDem}_{t,t+i} - \sum_{i=1}^{te-1} \text{Pedido}_{t+i-te,t+i} - \text{EstFis}_t + \text{EstSeg}$$

Em palavras, o pedido deve ser igual à necessidade líquida apurada na data t, com previsão para chegar na data $t+te$ e tornar o estoque igual ao estoque de segurança na data $t+te+i$.

3.4.2.3. Cálculo dos parâmetros do modelo

A fim de começar a operar o modelo de estoque escolhido, devem ser estimados os valores dos parâmetros pertinentes ao modelo. Vejamos como estimar o ponto de pedido e o estoque máximo.

O ponto de pedido geralmente é dado como o valor máximo da multiplicação da demanda em uma determinada unidade de tempo pelo tempo de reposição do estoque. Assim:

$$\text{PtoPed} = (\text{Demanda} * \text{tre})_{\max}$$

Já o estoque máximo é dado pelo ponto de pedido acrescido de uma porcentagem arbitrária:

$$\text{EstMax} = \text{PtoPed} * (1 + \% \text{ arbitrada})$$

A idéia básica, para tempo de reação constante, é a seguinte:

$$\text{PtoPed} = \text{Demanda}_{\max} * \text{tre}$$

$$\text{PtoPed} = \text{Demanda}_{\text{média}} * \text{tre} + (\text{Demanda}_{\max} - \text{Demanda}_{\text{média}}) * \text{tre}$$

Logo,

$$\text{PtoPed} = \text{Demanda}_{\text{média}} * \text{tre} + \text{EstSeg}$$

Tendo em vista a revisão da literatura apresentada neste capítulo, prossigamos o trabalho de estabelecimento de um modelo de estoques apropriado, começando pelo estudo da demanda.

Estudo da demanda

4. ESTUDO DA DEMANDA

Neste capítulo será descrito o estudo da demanda das coleções em estoques. Primeiramente, será visto um critério de classificação das mesmas e, a seguir, será estudada a demanda com o objetivo de adequá-la a uma distribuição de probabilidades conhecida.

Tanto o estudo da demanda como a avaliação dos modelos de estoque, que será apresentada mais adiante, foram realizados com base em uma amostra de dados selecionada pela própria H. Stern. Tal amostra refere-se a dois anos passados de vendas semanais.

4.1. Classificação dos itens em estoques: curva ABC

Indispensável a uma boa política de estoques, a classificação dos itens em estoque é muito importante para que se avaliem as diferenças entre esses itens e assim se possa planejar seus estoques de maneira mais adequada, valorizando aqueles de maior importância para a empresa.

O critério escolhido foi a curva ABC. Contudo, os itens em estoques serão classificados por coleção e não individualmente. A razão deste agrupamento na classificação está diretamente relacionada à forma de comercialização das jóias. Não é de praxe apresentar ao cliente, no momento da venda, uma única peça, como um anel ou um brinco, separadamente. As jóias geralmente são apresentadas em bandejas que acomodam diferentes tipos de jóias e se procura mostrar ao cliente mais de uma peça da mesma coleção.

Assim, ao se planejarem os estoques, deve-se levar em consideração o faturamento da linha como um todo. Claro está que dentro de uma coleção algumas peças, geralmente anéis e brincos, vendem mais que as demais, como pulseiras e colares. Logo, dentro de uma determinada linha, algumas peças são priorizadas e, geralmente, a quantidade de pedidos de anéis excede a quantidade de pedidos de colares.

Mas, uma vez que essa linha faz parte de um grupo seletivo de maior faturamento, o período de revisão tanto dos colares como anéis, brincos e pulseiras é o mesmo e se trabalha com a coleção como um todo.

As linhas foram ordenadas segundo percentual acumulado do faturamento total de vendas. A figura a seguir mostra a curva ABC das coleções H. Stern:

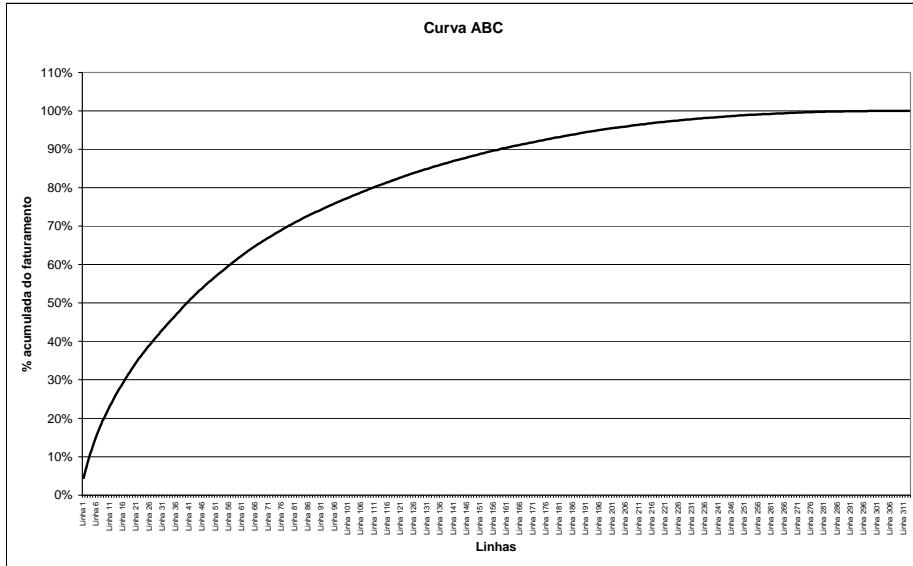


Figura 4.1 – Curva ABC das coleções H. Stern, elaborada pelo autor

Foram agrupadas como coleções da classe A aquelas responsáveis por 50% do faturamento total. Já a classe B é representada pelas linhas que abrangem de 50% até 80% e, finalmente, as linhas da classe C representam os restantes 20% do faturamento total.

A curva fornece a informação de que cerca de 50% do faturamento total é representado por apenas cerca de 13% do número de linhas, como mostra a tabela a seguir:

Classe	Nº de linhas	% de linhas	% do faturamento
A	40	12,78%	49,93%
B	71	22,68%	30,23%
C	202	64,54%	19,85%
Total	313	100,00%	100,00%

Tabela 4.1 – Percentuais pela classificação ABC, elaborada pelo autor

Deve-se ainda lembrar que cada linha é representada por um determinado número de itens e que, embora seja utilizada a classificação ABC por linha, o planejamento de estoques proposto será feito por item.

4.2. Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Com o objetivo de garantir uma maior segurança do sistema de estoques, procura-se utilizar parâmetros que agregam um certo grau de confiabilidade. Dentre esses parâmetros, um de relevante importância é o estoque de segurança. Esse é necessário tanto aos modelos de estoque reativos quanto ativos, ainda que nos modelos reativos não participe diretamente como um parâmetro, mas entre no cálculo desse. O cálculo do estoque de segurança pode ser facilitado se a demanda se comportar segundo uma determinada distribuição de probabilidades.

Para chegar à conclusão de qual distribuição de probabilidades a demanda das jóias se ajustava, primeiramente foram levantados histogramas dos dados de vendas passadas². De posse desses histogramas, descartou-se, com julgamento qualitativo e sem a realização de um teste estatístico, a possibilidade de ajustamento da demanda a uma curva normal já que os histogramas mostraram um comportamento da demanda claramente assimétrico. Também, segundo Sato (1995), costuma-se admitir demandas com média superior a 25 como Normal e inferior como Poisson e as médias de vendas calculadas são todas bastante inferiores a 25 unidades/semana para todos os itens estudados.

² Vide histogramas no anexo A.

Trabalhou-se então com a possibilidade de ajustamento segundo uma distribuição de Poisson, o que foi confirmado pelo teste de adequabilidade de ajustamento. O teste utilizado foi o do χ^2 .

Têm-se disponíveis para teste dados referentes a duas linhas da classe A, segundo a classificação ABC, e de uma linha da classe B. Assim, testou-se o ajustamento da demanda a uma distribuição de Poisson para uma linha pertencente à classe A e para outra pertencente à classe B. Os cálculos detalhados para cada peça se encontram no anexo B. A tabela a seguir resume os resultados:

Teste de aderência da demanda a uma Distribuição de Poisson							
Item	Graus de liberdade (v)	$\chi^2_{v,\alpha}$		χ^2_v	Poisson		
		$\alpha = 1\%$	$\alpha = 5\%$		$\alpha = 1\%$	$\alpha = 5\%$	
LINHA I - classe A							
Peça A	4	13,28	9,49	12,85	Sim	Não	
Peça B	3	11,34	7,81	1,57	Sim	Sim	
Peça C	6	16,81	12,59	12,96	Sim	Não	
Peça D	4	13,28	9,49	8,07	Sim	Sim	
Peça E	5	15,09	11,07	12,62	Sim	Não	
Peça F	8	20,09	15,51	12,23	Sim	Sim	
Peça G	5	15,09	11,07	6,07	Sim	Sim	
Peça H	3	11,34	7,81	9,21	Sim	Não	
Peça I	4	13,28	9,49	11,25	Sim	Não	
LINHA II - classe B							
Peça J	4	13,28	9,49	9,42	Sim	Sim	
Peça K	3	11,34	7,81	9,89	Sim	Não	
Peça L	2	9,21	5,99	4,42	Sim	Sim	
Peça M	2	9,21	5,99	5,1	Sim	Sim	
Peça N	3	11,34	7,81	1,22	Sim	Sim	
Peça O	2	9,21	5,99	8,83	Sim	Não	

Tabela 4.2 – Resultado dos testes de aderência da demanda, elaborada pelo autor

O teste consistiu em testar a hipótese de que a demanda é distribuída segundo uma curva de Poisson, aos níveis de significância de 5% e 1%. O valor de χ^2 calculado deve ser menor que o valor crítico tabelado para que a hipótese não possa ser rejeitada.

Observa-se que todos os itens apresentam aceitação da hipótese de aderência à distribuição de Poisson ao nível de significância de 1%. Já ao nível de significância de 5% alguns desses não passam no teste.

Ainda que ao aceitar a hipótese inicial segundo um nível de significância, α , de valor muito baixo se possa estar aumentando o erro do tipo β , que consiste em aceitar a hipótese inicial quando essa é falsa, a demanda para todos os itens testados será considerada como uma distribuição de Poisson.

Estudado o comportamento da demanda, demos continuidade ao trabalho com a avaliação de um modelo de estoque ativo e de um reativo, utilizando para o cálculo dos estoques de segurança a premissa confirmada no presente capítulo, de que a demanda pode ser atribuída a uma distribuição de Poisson.

Avaliação de modelos de estoques

5. AVALIAÇÃO DE MODELOS DE ESTOQUES

Antes de serem propostas e analisadas possíveis políticas de estoque, convém lembrar que inexiste um sistema perfeito para a gestão de estoques. O administrador deve analisar quais são os sistemas viáveis para operar dentro da realidade da empresa e dentre esses escolher aquele que melhor se adapta.

A princípio, estudaram-se dois modelos de estoques bastante distintos: um modelo reativo e um ativo. Os estudos foram feitos através de três itens pertencentes à classe A segundo a classificação ABC. Tais itens foram selecionados de maneira a representar a linha como um todo no tocante à média semanal de vendas, giro e tipo de mercadoria.

Vejamos as premissas consideradas nas análises e então cada um dos modelos estudados.

5.1. Premissas

A primeira premissa considerada ao analisar os modelos de estoques é o *lead time* e tempo de resposta do sistema.

O *lead time* varia de acordo com o tipo de mercadoria. Estimou-se o tempo de espera, com o auxílio dos fluxogramas de produção e através de informações obtidas em entrevistas com funcionários da empresa, e se apurou que um pedido simples, ou seja, de peças que não têm pedras além de diamantes tem em média *lead time* de quarenta e cinco dias. Já as peças confeccionadas com outras pedrarias não têm um tempo de espera padrão devido à dificuldade de obtenção da matéria-prima.

O presente trabalho trata da definição de uma política de estoques para as coleções em linha que têm ao menos dois anos de lançamento, ou seja, para aquelas que se têm uma série de dados de demanda para serem analisados, e não para novos lançamentos. Segundo informações da própria empresa, tais linhas são abastecidas no prazo pré-estabelecido e não há desvios significativos no *lead time* de abastecimento.

A maior parte das coleções, inclusive aquelas estudadas no presente trabalho, tem *lead time* de quarenta e cinco dias. Já o período de revisão praticado pela empresa varia de acordo com o *lead time*, faturamento da coleção e giro que se pretende alcançar. Para as coleções em estudo, o período de revisão atualmente praticado é de sessenta dias. Assim, o tempo de reação do sistema, após esse entrar em regime, é de sessenta dias, como ilustra a figura a seguir:

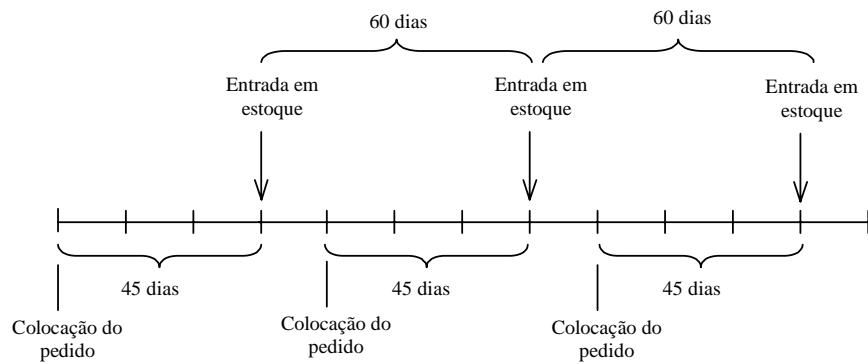


Figura 5.1 – Tempo de reação do sistema, elaborada pelo autor

A segunda premissa é o nível de serviço considerado para cálculo do estoque de segurança. Nas seguintes simulações considerou-se o estoque de segurança referente a um nível de serviço de 90%.

Finalmente, a terceira premissa se refere à quantidade inicial de estoque de peças. Dado que a simulação é realizada a partir do mês de janeiro e que o sistema de informações da empresa não fornece valores retroativos de saldo, adotou-se como estoque inicial o saldo apurado em outubro do ano corrente, data na qual foram realizadas as avaliações, reduzido em dois terços, já que se espera uma baixa considerável no estoque devido às vendas no Natal.

5.2. Cálculo do estoque de segurança

Antes de proceder com a avaliação dos modelos de estoque ativo e reativo, vejamos o procedimento para o cálculo do estoque de segurança, parâmetro essencial ao funcionamento de ambos os modelos.

Como descrito no capítulo 3, o estoque de segurança foi calculado considerando-se o comportamento da demanda segundo uma distribuição de Poisson. Para cada valor de nível de serviço tem-se um estoque de segurança que é definido da seguinte maneira:

- Calcula-se a demanda média semanal, \bar{D} , para centro e quatro semanas de vendas;
- Plota-se, com o auxílio do *Microsoft Excel®*, o gráfico da distribuição de Poisson acumulada para a demanda média calculada anteriormente;
- Busca-se no gráfico o nível de serviço desejado, α , e se extrai o valor de demanda máxima, D_α ;
- O estoque de segurança é calculado como $(D_\alpha - \bar{D}) * tre$, onde tre = tempo de reação ou de resposta do sistema.

Os gráficos utilizados no cálculo dos estoques de segurança se encontram no anexo C. A tabela a seguir mostra os valores do estoque de segurança para os três itens selecionados, para tempo de reação do sistema igual a sessenta dias:

Nível de serviço	Estoque de segurança		
	Peça A	Peça C	Peça F
95%	13	22	28
90%	9	16	21
85%	6	11	15
80%	3	8	11
75%	1	5	8
70%	0	3	5

Tabela 5.1 – Estoques de segurança, elaborada pelo autor

5.3. Modelo ativo: cálculo de necessidades

Avaliou-se o planejamento de estoques segundo o modelo ativo do cálculo de necessidades. Esse modelo trabalha com previsão de demanda e também com período de revisão e o parâmetro chave é o estoque de segurança.

O pedido só é colocado no final de cada período de revisão, em função do tempo de reposição do estoque, da previsão de demanda para o período de revisão e do estoque disponível. A simulação foi realizada com os valores de período de revisão e tempo de resposta atualmente praticados pela empresa que são ambos iguais a sessenta dias, ou seja, cerca de oito semanas.

Antes de apresentar os resultados, vejamos como se deu a previsão da demanda.

5.3.1. Previsão da demanda

O uso de métodos qualitativos aliados a métodos quantitativos relativamente simples, atualmente utilizados pela empresa para prever a demanda, não cabe ao escopo deste trabalho devido à necessidade de conhecimento do mercado de jóias para realização de julgamento qualitativo. Também, tal método não pode constituir um modelo a ser posteriormente facilmente automatizado.

Ainda que se analisando a demanda ao longo do tempo não se consiga identificar um padrão típico de comportamento das peças, com tendência e ciclos sazonais facilmente identificáveis, optou-se por utilizar o método da média exponencial com tendência e sazonalidade para prever a demanda. O intuito é verificar se este modelo pode ser adequado à previsão e então estudar a possibilidade de implementação de um modelo de estoques ativo que utilize essa previsão.

A previsão de demanda foi realizada com antecedência igual ao período de revisão e se procurou estabelecer valores para as constantes de ponderação de maneira a diminuir os erros de previsão, contudo sem ultrapassar o limite de valor de 0,3, o que poderia tornar a previsão muito suscetível a variações aleatórias.

Ainda assim, os erros de previsão se mostraram relativamente altos, como era de se esperar, devido à demanda rarefeita e à pouca quantidade de dados

disponíveis, que constituem apenas dois ciclos sazonais. Apesar da previsão ter-se mostrado pouco satisfatória e adequada, procedeu-se à simulação do modelo de estoque ativo para fins de comparação com um modelo de estoque reativo. Os dados referentes à previsão de demanda se encontram no anexo D.

5.3.2. Resultados

A tabela a seguir resume os resultados obtidos na avaliação do modelo ativo:

Resultados	Peça A	Peça C	Peça F
Média de compras	1,38	3,60	5,96
Média de vendas (prevista)	1,47	3,64	5,68
Períodos com atraso	9	17	29
Quantidade atrasada	45	262	510
Atraso máximo	10	42	49
Estoque máximo	17	32	27
Estoque médio	5	14	24
Giro (semanas)	3,0	4,0	4,0
Nível de serviço	86%	72%	50%

Tabela 5.2 – Resultados para o modelo de estoque ativo, elaborada pelo autor

Observa-se que o melhor nível de serviço foi obtido pela peça A, cuja média de vendas é a menor de todas. Já as demais peças apresentam níveis de serviço bastante inferiores, principalmente o item F, que tem uma demanda bem mais acentuada que as demais peças.

Também, observando-se os resultados da simulação semana a semana, encontrados no anexo E, constata-se que as faltas semanais estão concentradas, para os itens A e C, principalmente nos períodos de pico, ou seja, nos meses de maio e dezembro, enquanto que para a peça F as faltas ocorrem com maior freqüência e estão distribuídas ao longo do ano.

No tocante ao estoque médio, observam valores relativamente altos devido ao longo período de revisão. Reduzindo-se o período de revisão à metade, o modelo

sugere uma queda significante nos valores de estoque médio e mantém ou aumenta o nível de serviço, como mostra a tabela seguinte:

Resultados	Peça A		Peça C		Peça F	
	pr = 8	pr=4	pr = 8	pr=4	pr = 8	pr=4
Média de compras	1,38	1,26	3,60	2,94	5,96	5,21
Média de vendas (prevista)	1,47	1,55	3,64	3,47	5,68	5,57
Períodos com atraso	9	9	17	17	29	28
Quantidade atrasada	45	23	262	108	510	243
Atraso máximo	10	7	42	30	49	36
Estoque máximo	17	18	32	34	27	27
Estoque médio	5	3	14	7	24	11
Giro (semanas)	3,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0
Nível de serviço	86%	86%	72%	74%	50%	59%

Tabela 5.3 – Resultados do modelo ativo para períodos de revisão distintos, elaborada pelo autor

De fato, a redução do período de revisão é vantajosa no tocante à redução do estoque médio e do giro e também no aumento do nível de serviço. Voltemos a este ponto mais adiante, ao se definir a política de estoques a ser adotada.

5.4. Modelo reativo: revisão periódica

O modelo reativo adotado para prévia avaliação foi o de revisão periódica.

O modelo de lote econômico foi descartado porque esse usualmente é aplicado quando se pretende minimizar os custos referentes à compra. No caso da H. Stern, os custos de pedido não são relevantes a ponto de se adotar uma política de lote econômico³. Uma razão é o fato do próprio pedido em si não incorrer em custos significativos em relação aos demais custos de estoque e outra se deve ao longo período de revisão. Cada pedido é colocado, para a maioria das coleções, a cada

³ Demais detalhes referentes à estrutura de custos de estoque da empresa se encontram no capítulo 6, item 6.2.

sessenta dias de tal maneira que a necessidade de minimizar tais custos não se faz tão necessária quanto para empresas que colocam pedidos a cada sete dias, por exemplo.

Já o modelo de estoque base, que consiste na reposição após cada retirada, não foi adotado devido à demanda por jóias ser relativamente baixa e se trabalhar com um baixo volume de mercadorias. Assim, não há necessidade de se repor o estoque a cada retirada e o uso de tal política provavelmente incorreria apenas em aumento de custos de pedido e processamento, sem benefícios adicionais em troca desse aumento.

Logo, o modelo reativo de revisão periódica mostra-se o mais adequado para a H. Stern. Esse modelo, diferentemente do modelo ativo, não utiliza previsão de demanda na tomada de decisões sobre o pedido. Também, o estoque de segurança não é imputado diretamente como um parâmetro, embora entre no cálculo dos parâmetros do modelo, que são o ponto de pedido e o estoque máximo.

A decisão é tomada no final de cada período de revisão e um pedido é colocado se o saldo de mercadorias mais os pedidos em aberto, ou seja, o estoque pendente, for menor que o ponto de pedido pré-estabelecido. Assim, se houver a necessidade de se colocar uma encomenda, o lote é dado pela diferença entre o estoque máximo, que é o próprio ponto de pedido acrescido de uma porcentagem arbitrada, e o estoque pendente.

5.4.1. Cálculo dos parâmetros

Vejamos a definição dos parâmetros do modelo: ponto de pedido e estoque máximo. O ponto de pedido, conforme explicitado no capítulo 3, é igual à demanda média durante o período de reação do sistema acrescida do estoque de segurança. A demanda média calculada se refere a dois anos de vendas passadas e a metodologia para o cálculo do estoque de segurança é aquela apresentada no item 5.2 deste mesmo capítulo.

Já o estoque máximo é dado pelo ponto de pedido acrescido de uma porcentagem arbitrada em 40%.

5.4.2. Resultados

A tabela 5.4 mostra os resultados da simulação do modelo reativo de revisão periódica.

Resultados	Peça A	Peça C	Peça F
Média de compras	1,61	3,15	5,31
Média de vendas	1,50	2,94	4,76
Períodos com atraso	13	4	12
Quantidade atrasada	56	40	103
Atraso máximo	20	30	33
Estoque máximo	26	43	64
Estoque médio	9	14	23
Giro (semanas)	6,0	5,0	5,0
Nível de serviço	89%	97%	91%

Tabela 5.4 – Resultados para o modelo de estoque reativo, elaborada pelo autor

O modelo mostrou-se eficiente quanto ao nível de serviço, que é no mínimo igual a 89%. Assim, pode-se proporcionar um atendimento ao cliente mais seguro já que a probabilidade da jóia faltar é baixa. Também, o atendimento tende a ser mais homogêneo já que não se observam diferenças muito discrepantes entre os níveis de serviço para a maior parte das peças.

Ainda quanto ao nível de serviço, durante as centro e quatro semanas avaliadas observa-se que as faltas ocorrem em cerca de 10% das mesmas, exceto para o item A cujo percentual é menor. Observa-se também para as três peças que a maior parte das faltas não ocorre necessariamente nos períodos de pico de demanda. Só há falta em período de pico no segundo ano, no final do mês de dezembro, como se pode verificar nas simulações semana a semana encontradas no anexo F.

Atentando-se para o valor do estoque médio, verifica-se que o mesmo é relativamente alto e representa , cerca de cinco vezes a demanda média para todos os itens.

Uma vez avaliado cada modelo através da simulação para dois anos de venda, façamos uma análise comparativa entre esses a fim de estabelecer o mais adequado à situação da empresa.

Solução proposta

6. SOLUÇÃO PROPOSTA

Definidas as premissas e os parâmetros necessários à formulação de uma política de estoques, analisemos a solução que melhor se ajusta às necessidades da empresa.

É importante que a política que venha a ser adotada tenha como objetivo minimizar o capital imobilizado em estoques e reduzir a perda de vendas, que está diretamente relacionada com o nível de serviço. Assim, a escolha do sistema de estoques deve levar em consideração esses fatores e balancear as possíveis vantagens e desvantagens ao se priorizar cada um deles, de acordo com os custos pertinentes a cada fator e, em última análise, com a política de prestação de serviços ao cliente adotada pela empresa.

Em linhas gerais, o sistema deve ser capaz de atender a demanda com uma quantidade de estoques mínima possível suficiente para garantir um nível de atendimento satisfatório aos clientes.

Também, a política deve levar em consideração as restrições envolvidas no planejamento de estoques devido ao próprio funcionamento da empresa e às relações com fornecedores, sejam estes externos ou inerentes à própria companhia.

6.1. Restrições

A empresa não enfrenta restrições quanto ao número de pedidos emitidos por unidade de tempo. Como já citado anteriormente, os pedidos geralmente são colocados a cada sessenta dias e o fornecedor, ou seja, a própria oficina da empresa, é apto a entregá-los no prazo pré-estabelecido, sem impor nenhuma condição. Assim, restrições como colocação de até dois pedidos por semana, ou até por mês, ainda que fossem impostas dificilmente implicariam em uma restrição real para a empresa.

Quanto ao tamanho do lote, também não há restrições mesmo porque não é de praxe a colocação de pedidos demasiadamente grandes.

Também, a capacidade disponível para confecção de pedidos não é um fator de restrição. A colocação desses pedidos é processada rapidamente através do

próprio sistema de informações da empresa. O único trabalho é de digitação e os próprios funcionários que realizam essa atividade afirmam que não se consome muito tempo e que o procedimento é simples. Assim, as ordens de produção são automaticamente recebidas internamente.

Pode-se afirmar que a capacidade de colocação dos pedidos não constitui uma restrição a ser levada em consideração na escolha do modelo de estoque. Ainda que se diminua o período de revisão para colocação dos pedidos, dificilmente será necessário trabalhar com capacidade máxima para confecção dos mesmos.

A capacidade disponível pode ser incrementada sem que se comprometa significativamente o desenvolvimento de outras atividades que não a colocação de pedidos, já que o tempo atualmente gasto para tal atividade representa um percentual bastante pequeno da jornada de trabalho e se está longe de atingir a capacidade máxima.

Entende-se por capacidade disponível o tempo reservado em um dia de trabalho para as atividades normais de emissão de pedidos e por capacidade máxima o equivalente a um dia inteiro de trabalho destinado a essa atividade.

6.2. Estrutura dos custos de estoque

Um dos fatores essenciais para a escolha da política de estoque é a estrutura dos custos de estoque. De um modo geral, os custos totais de estoque são dados por:

$$C_{\text{total}} = C_{\text{pedido}} + C_{\text{manutenção}} + C_{\text{falta}}$$

O custo de pedido faz parte dos custos de obtenção e está diretamente relacionado com os gastos incorridos na colocação do pedido. No caso das mercadorias compradas de fornecedores, não há custos de *setup* e o transporte da mercadoria está incluso no preço do item de maneira a se considerar apenas o custo de colocação do pedido referente à parte administrativa.

No presente trabalho, os custos de pedido serão considerados referentes apenas à parte administrativa para colocação dos mesmos, já que raramente há necessidade de preparação de equipamentos especialmente para atender algum pedido.

O custo de manutenção refere-se aos custos de armazenagem, movimentação e também ao custo de capital. Finalmente, o custo de falta está relacionado com a perda de venda, mais especificamente com a perda da margem de contribuição que o produto em falta traria se tivesse sido vendido.

Para a empresa em questão, tem-se que os custos mais relevantes são o de manutenção e de falta. Os custos de pedido representam uma pequena parcela dos custos totais de estoque e correspondem à cerca de 0,2% do valor da mercadoria estocada.

Os custos de manutenção, embora representem uma parcela também relativamente pequena em relação ao valor da mercadoria estocada, cerca de 1,6%, são oito vezes maiores que os custos de pedido.

Já os custos relacionados à perda de venda são de difícil mensuração por envolverem fatores intangíveis. Para fins de análise, serão considerados custos de falta apenas a perda do lucro devido à falta do produto. Embora não seja divulgado no presente trabalho um percentual do custo de perda de vendas em relação ao valor da mercadoria, por se tratar de uma informação confidencial, pode-se garantir que tal custo é parte relevante na composição dos custos de estoque.

Assim, na definição de uma política de estoques para a H. Stern, os custos de pedido serão considerados desprezíveis em relação aos demais custos, devendo-se trabalhar com o bom equilíbrio entre os custos de manutenção e de perda de venda, que estão diretamente relacionados com valores de estoque médio e nível de serviço, respectivamente.

A figura a seguir ilustra o comportamento dos custos de manutenção de estoque e de perda de venda em função do nível de serviço:

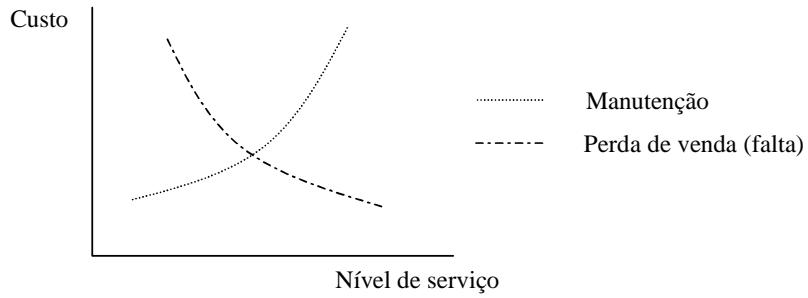


Figura 6.1 – Custos de estoque em função do nível de serviço, elaborada pelo autor

Como se pode observar, quanto maior o nível de serviço, menor é o custo de perda de venda, mas, em contrapartida, tem-se o aumento do custo de manutenção e vice versa.

6.3. Modelo ativo versus modelo reativo

Neste item serão discutidas as vantagens e as desvantagens dos modelos de estoques ativo e reativo previamente avaliados a fim de verificar qual deles se apresenta mais adequado à empresa.

Vejamos os resultados da simulação para cada modelo. A análise terá como foco os valores de estoque médio e nível de serviço, que estão diretamente relacionados aos custos de manutenção e de perda de venda, respectivamente.

A tabela 6.1 traz os resultados das simulações realizadas de ambos os modelos de estoque, para o período de revisão atualmente praticado pela empresa, que é de sessenta dias, estoque de segurança referente a um nível de atendimento de 90% e porcentagem arbitrada para valor do estoque máximo igual a 40%.

Item Modelo	Peça A		Peça C		Peça F	
	Ativo	Reativo	Ativo	Reativo	Ativo	Reativo
Média de compras	1,38	1,61	3,60	3,15	5,96	5,31
Média de vendas	1,47	1,50	3,64	2,94	5,68	4,76
Períodos com atraso	9	13	17	4	29	12
Quantidade atrasada	45	56	262	40	510	103
Atraso máximo	10	20	42	30	49	33
Estoque máximo	17	26	32	43	27	64
Estoque médio	5	9	14	14	24	23
Giro (meses)	3,0	6,0	4,0	5,0	4,0	5,0
Nível de serviço	86%	89%	72%	97%	50%	91%

Tabela 6.1 – Resultados dos modelos ativo e reativo, elaborada pelo autor

Observa-se uma redução significativa no nível de serviço ao se utilizar o modelo de estoques ativo ao invés do reativo. Os resultados quanto ao número de períodos com atraso e a quantidade atrasada confirmam esse fato. Para o modelo ativo têm-se mais períodos com atraso do que para o reativo e também a quantidade atrasada é maior, principalmente para os itens C e F.

Quanto ao estoque médio, verifica-se pouca ou nenhuma variação em quantidade, exceto para o item A, o qual apresenta um aumento da ordem de 80% na passagem do modelo ativo para o reativo.

Via de regra, segundo Santoro (2001), desconsiderando-se a existência de múltiplos e se trabalhando com período de revisão pequeno, qualquer informação que permita que o desvio de previsão no tempo de reação do sistema seja menor do que a variabilidade das vendas no mesmo período faz com que o modelo ativo seja mais vantajoso em termos de estoque médio que o modelo reativo. Contudo, no caso da H. Stern, tal postulado não se aplica uma vez que se têm desvios de previsão significativamente altos e se trabalha com período de revisão da ordem de dois meses.

Assim, o item A, devido ao valor de estoque médio significativamente reduzido ao se utilizar o modelo ativo ao invés do reativo, constitui uma exceção à regra.

Também, um inconveniente ao se utilizar esse modelo ativo está diretamente relacionado à dificuldade para prever a demanda. Os erros de previsão obtidos são relativamente altos, da ordem de 20% a 40% em desvio absoluto, dependendo do item. Ou seja, pode-se estar errando a previsão em até 40% em relação às vendas reais. Recomenda-se para uma previsão razoável que se obtenham erros máximos da ordem de 15%.

Errar em previsão, mesmo que o erro seja relativamente alto, não significa necessariamente que não se deve trabalhar com modelos ativos. Todavia, para a empresa em questão, o modelo ativo avaliado trabalha com um modelo de previsão deficiente e apresenta desvantagens em relação ao modelo reativo quanto a fatores importantes na definição da política de estoques: nível de serviço e estoque médio.

De acordo com a análise dos resultados da simulação e com a discussão acima, propõe-se para a H. Stern uma política de estoques segundo o modelo reativo de revisão periódica, já que utilizando esse modelo em detrimento ao modelo ativo consegue-se obter, com praticamente o mesmo valor de estoque médio, níveis de serviço significativamente maiores.

6.4. Estudo do modelo proposto

Uma vez definido o modelo de estoques a ser utilizado, estudemos a variação de seus parâmetros e sua implicação nos valores de estoque médio e nível de serviço.

A priori, utilizou-se um nível de atendimento de 90% para cálculo do estoque de segurança, período de revisão e de reação do sistema iguais a sessenta dias e uma porcentagem arbitrada em 40% para cálculo do estoque máximo.

O estudo consiste em manter constantes dois dos fatores e variar o outro a fim de verificar o efeito da variação de cada parâmetro no modelo.

Analisemos primeiramente a redução do período de revisão. A tabela a seguir ilustra os valores de estoque médio e nível de serviço, entre outros, para o período de revisão atualmente praticado e para um período de trinta dias, ou seja, cerca de quatro semanas.

Resultados	Peça A		Peça C		Peça F	
	pr = 8	pr=4	pr = 8	pr=4	pr = 8	pr=4
Média de compras	1,61	1,47	3,15	2,88	5,31	4,89
Média de vendas	1,50	1,50	2,94	2,94	4,76	4,76
Períodos com atraso	13	13	4	13	12	10
Quantidade atrasada	56	62	40	76	103	107
Atraso máximo	20	13	30	27	33	24
Estoque máximo	26	20	43	36	64	40
Estoque médio	9	5	14	7	23	10
Giro (semanas)	6,0	3,0	5,0	2,0	5,0	2,0
Nível de serviço	89%	90%	97%	92%	91%	92%

Tabela 6.2 – Resultados para diferentes períodos de revisão, elaborada pelo autor

A tendência ao se encurtar o período de revisão é que o estoque médio seja reduzido, como se pode verificar na tabela acima, e que o nível de serviço aumente. Contudo, observa-se para os itens A e C queda no nível de atendimento.

Isso ocorre porque o cálculo dos parâmetros do modelo está diretamente relacionado com o tempo de reação do sistema. Assim, ao se reduzir o período de revisão de sessenta para trinta dias, o tempo de reação do sistema também é reduzido de sessenta a trinta dias e, consequentemente, os valores de estoque de segurança são diminuídos, assim como o de ponto de pedido e do estoque máximo. Logo, o nível de serviço não aumenta necessariamente devido à variação negativa no valor dos parâmetros.

Verifica-se, no entanto, que os estoques médios são reduzidos quase à metade ao se trabalhar com quatro semanas para colocação dos pedidos sem praticamente haver perda no nível de serviço. Assim, atende-se o cliente com nível de atendimento semelhante ao obtido para o período de revisão de oito semanas, porém com um estoque médio significativamente menor.

Isso pode acarretar economias relevantes para a empresa uma vez que o custo de manutenção representa uma parcela significativa dos custos de estoque, diferentemente dos custos de pedido. Desta maneira, dado que o nível de serviço praticamente não varia, ainda que a quantidade de pedidos aumente, a redução do estoque médio em cerca de 50% faz com que os custos totais de estoque sejam reduzidos.

Também, observa-se redução no valor do giro de maneira que o saldo em estoque é vendido mais rapidamente do que quando se trabalha com oito semanas para revisão do pedido.

Estudemos agora a variação do nível de atendimento para cálculo do estoque de segurança. Embora o estoque de segurança não seja um parâmetro direto do modelo, ele faz parte do cálculo do ponto de pedido e, consequentemente, do cálculo do estoque máximo, que são parâmetros diretos.

Observa-se que com a diminuição do nível de serviço utilizado no cálculo do estoque de segurança há uma redução significativa do nível de atendimento. Contudo, o estoque médio mantém-se praticamente constante para níveis de serviço iguais ou menores a 85%.

Verifica-se variação no estoque médio da ordem de 20% ao se reduzir o nível de serviço de 90% para 85% e de 85% para 80% para o item A. Já para o item C, a redução se dá ao se variar o nível de atendimento de 90% para 85%, enquanto que para o item F tal diminuição ocorre ao se variar o nível de serviço de 85% para 80%.

A tabela a seguir ilustra esses valores:

Item Nível de serviço (%)	Peça A				Peça C				Peça F			
	90	85	80	75	90	85	80	75	90	85	80	75
Média de compras	1,61	1,57	1,53	1,50	3,15	3,09	3,05	3,01	5,31	5,23	5,17	5,13
Média de vendas	1,50	1,50	1,50	1,50	2,94	2,94	2,94	2,94	4,76	4,76	4,76	4,76
Períodos com atraso	13	25	33	44	4	6	10	20	12	17	27	28
Quantidade atrasada	56	125	222	332	40	72	104	160	103	207	284	381
Atraso máximo	20	24	28	31	30	37	41	45	33	41	47	51
Estoque máximo	26	20	20	20	43	36	36	36	64	56	50	46
Estoque médio	9	7	7	7	14	11	11	11	23	22	20	20
Giro (meses)	6,0	5,0	4,0	4,0	5,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	4,0	4,0
Nível de serviço	89%	78%	69%	59%	97%	95%	92%	87%	91%	85%	79%	75%

Tabela 6.3 – Resultados para diferentes valores de nível de serviço, elaborada pelo autor

Finalmente, vejamos o efeito na variação da porcentagem arbitrada para cálculo do estoque máximo, que é dado pelo ponto de pedido acrescido de tal porcentagem.

De acordo com os resultados da simulação apresentados na tabela 6.4, não é possível identificar um comportamento padrão dos valores de estoque médio e de nível de serviço dada a variação do percentual arbitrado.

O nível de serviço não aumenta necessariamente com o aumento desse percentual. Em contrapartida, verifica-se aumento do estoque médio com o incremento do valor arbitrado.

Item % arbitrada	Peça A				Peça C				Peça F			
	30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
Média de compras	1,59	1,61	1,63	1,64	3,12	3,15	3,19	3,23	5,25	5,31	5,37	5,42
Média de vendas	1,50	1,50	1,50	1,50	2,94	2,94	2,94	2,94	4,76	4,76	4,76	4,76
Períodos com atraso	19	13	12	9	5	4	6	3	14	12	6	16
Quantidade atrasada	90	56	65	43	54	40	68	28	154	103	64	241
Atraso máximo	22	20	18	16	34	30	26	22	39	33	27	40
Estoque máximo	24	26	28	30	39	43	47	51	58	64	70	76
Estoque médio	7	9	10	10	12	14	18	18	20	23	25	32
Giro (meses)	5,0	6,0	7,0	7,0	4,0	5,0	6,0	6,0	4,0	5,0	5,0	7,0
Nível de serviço	84%	89%	89%	92%	97%	97%	95%	98%	88%	91%	95%	85%

Tabela 6.4 – Resultados para diferentes valores de porcentagem arbitrada, elaborada pelo autor

6.5. Definição do modelo para cada classe de itens

Concluído o estudo do comportamento do modelo frente à variação de seus parâmetros, definimos o período de revisão, o nível de atendimento e um percentual máximo do ponto de pedido a ser arbitrado de acordo com a classe do item em estoque.

Itens A

Dado que as coleções pertencentes à classe A, segundo a classificação ABC, são responsáveis pela maior parcela do faturamento da empresa, deve-se empregar

para os itens dessas coleções uma política de estoques que priorize um elevado nível de serviço sem acarretar demasiados custos de manutenção.

Assim, o estoque de segurança de tais itens deve ser calculado para um nível de serviço de 95% e se deve trabalhar com período de revisão de trinta dias. Como confirmado pelas simulações realizadas, desta maneira se garante aumento do nível de serviço com estoques médios significativamente menores do aqueles obtidos para o período de revisão atualmente praticado pela empresa.

Finalmente, pode-se manter o percentual arbitrado para cálculo do estoque máximo em 40% já que não se observam melhorias significativas nos níveis de serviço para valores superiores a esse percentual. Além disso, as avaliações mostram que os estoques médios tendem a aumentar para percentuais arbitrados acima de 40%.

A tabela a seguir mostra os valores obtidos para a política de estoques sugerida à classe A:

Resultados - classe A	Peça A	Peça C	Peça F
Estoque de segurança	7	11	14
Média de compras	1,49	2,92	4,94
Média de vendas	1,50	2,94	4,76
Períodos com atraso	7	4	8
Quantidade atrasada	38	34	59
Atraso máximo	11	22	19
Estoque máximo	20	36	45
Estoque médio	5	8	11
Giro (semanas)	3,0	3,0	2,0
Nível de serviço	94%	97%	95%

Tabela 6.5 – Resultados da política destinada à classe A, elaborada pelo autor

Com tal política mantêm-se níveis de serviço altos com estoques médios relativamente baixos, se comparados com aqueles obtidos para um período de revisão de sessenta dias.

Também, o estoque médio ao se trabalhar com um nível de serviço de 95% ao invés de 90% aumenta em uma unidade para a maioria das peças, o que representa acréscimo da ordem de 10%. Em contrapartida, consegue-se um aumento significativo de cerca de 5 pontos percentuais nos níveis de atendimento.

Itens B

As coleções da classe B, embora não sejam responsáveis pela maior parcela do faturamento total, respondem por cerca de 30% desse, de maneira que a sua política de estoques não deva ser negligenciada.

Também se propõe para tais itens um período de revisão de trinta dias, devido à redução significativa dos níveis de estoque médio, e percentual arbitrado em 40% para cálculo do estoque máximo pelos mesmos motivos abordados para os itens da classe A.

Contudo, pode-se utilizar para cálculo do estoque de segurança um nível de serviço de 90% ao invés de 95%, já que a falta de uma mercadoria da classe B não implica em perdas tão significativas quanto a falta de um item da classe A. Desta maneira, têm-se estoques médios reduzidos e ainda assim consegue-se manter um nível de serviço satisfatório.

Como se têm disponíveis dados de vendas passadas referentes a itens da classe B, simulou-se a política sugerida à classe B para três peças dessa mesma classe que podem representar a linha como um todo, obtendo-se os seguintes resultados:

Resultados - classe B	Peça J	Peça N	Peça O
Estoque de segurança	4	4	4
Média de compras	1,46	1,26	0,60
Média de vendas	1,39	1,21	0,56
Períodos com atraso	18	11	6
Quantidade atrasada	127	77	49
Atraso máximo	17	17	17
Estoque máximo	14	13	9
Estoque médio	4	3	2
Giro (semanas)	3,0	3,0	4,0
Nível de serviço	85%	90%	94%

Tabela 6.6 – Resultados da política proposta à classe B, elaborada pelo autor

Observam-se níveis de serviço em torno de 90%, que são satisfatórios já que se tratam de itens da classe B. Ainda, os valores de estoques médios em relação à média de vendas (estoque médio/média de vendas) são cerca de 10% menores para os itens da classe B que para os itens da classe A, o que mostra a adequabilidade do modelo proposto.

Itens C

Finalmente, as cerca de 200 linhas que representam a classe C são responsáveis por apenas 20% do faturamento total de maneira que a sua política de estoques pode ser menos rígida quanto ao nível de serviço que aquelas destinadas às demais classes.

O período de revisão de trinta dias deve ser mantido devido à significativa redução dos estoques médios. Contudo, o nível de atendimento para cálculo do estoque de segurança pode ser reduzido a 85% e o percentual arbitrado para cálculo do estoque máximo, a 30%.

Embora não se tenham disponíveis para estudo dados de vendas passadas referentes a itens da classe C, a título de ilustração simulou-se a política proposta à classe C para as peças pertencentes à classe B. A tabela a seguir resume os resultados:

Resultados - classe C	Peça J	Peça N	Peça O
Estoque de segurança	3	3	2
Média de compras	1,44	1,24	0,57
Média de vendas	1,39	1,21	0,56
Períodos com atraso	23	14	12
Quantidade atrasada	169	82	71
Atraso máximo	19	16	19
Estoque máximo	12	11	6
Estoque médio	4	3	2
Giro (semanas)	3,0	2,0	3,0
Nível de serviço	81%	88%	90%

Tabela 6.7 – Resultados da política sugerida à classe C, elaborada pelo autor

6.6. Críticas ao modelo

O modelo reativo proposto neste trabalho, assim como a maioria dos sistemas de estoques, não é perfeito e apresenta algumas limitações. Uma deficiência do modelo é que este não leva em consideração o fator de sazonalidade da demanda.

Constatou-se, através das simulações, que os níveis de serviços obtidos, ao menos para os itens da classe A, são relativamente altos, da ordem de 95% ou até mais. Poderia se dizer então que não há necessidade de aprimoramento do modelo. Contudo, tal afirmação não é verdadeira.

Ainda que no caso da H. Stern, como citado anteriormente, a sazonalidade seja efetivamente significativa apenas no mês de dezembro, não considerá-la pode acarretar perdas de vendas exatamente no período no qual não poderia haver falta. No Natal, a maior parte dos clientes procura a empresa com o intuito de efetivamente realizar a compra. Assim, além da perda da margem bruta de contribuição associada à peça em falta, certamente incorreriam outros custos de perda de venda, como aquele associado à imagem da empresa, que estaria insuficientemente bem abastecida exatamente no período em que ocorre um pico de vendas, evidenciando uma política de estoques falha.

Entretanto, o modelo pode ser perfeitamente adaptado para que considere esta sazonalidade. O que se propõe é que seja calculado um fator de sazonalidade simples, dado pelo percentual que cada mês representa no total de vendas.

Como os pedidos devem ser colocados mensalmente, ao se encomendar o lote referente ao mês de dezembro recalcula-se o ponto de pedido considerando tal fator. O procedimento seria o seguinte:

- Faz-se uma média aritmética dos percentuais relativos ao total de vendas referentes aos meses de janeiro a novembro.
- Divide-se o fator de sazonalidade referente a dezembro pela média anteriormente calculada, obtendo-se um fator de multiplicação.
- O ponto de pedido deve ser multiplicado por tal fator.

Desta maneira, faz-se com que o lote referente ao mês de dezembro seja acrescido de uma quantidade suposta suficiente para atender o pico de demanda esperado. Para os demais meses não há necessidade de se considerar um fator de sazonalidade porque, segundo estudos realizados pela própria H. Stern, estes são semelhantes entre si e relativamente pequenos se comparados com o fator referente a dezembro.

Também, o modelo proposto teoricamente trabalharia com o mesmo valor de ponto de pedido e estoque de segurança durante todo o ano. Dado que se trata de um modelo reativo, possíveis variações nas vendas carecem ser levadas em consideração e o modelo não deveria ser inflexível. Assim, sugere-se que a cada quadrimestre o ponto de pedido e os estoques de segurança sejam recalculados e imputados no modelo caso se observem variações significativas nas vendas.

O estudo aqui realizado considerou para cálculo dos parâmetros dois anos fechados de vendas passadas. Pode-se trabalhar com dois anos móveis de vendas passadas, ou seja, consultam-se dados de vendas referentes à exatamente dois anos passados da data presente. Vejamos um exemplo: ao se rever o ponto de pedido e estoque de segurança para o segundo quadrimestre de 2003, composto dos meses de maio, junho, julho e agosto, deve-se consultar as vendas referentes ao período de abril/2001 a abril/2003. A metodologia para cálculo dos parâmetros é a mesma

anteriormente descrita, a única ressalva é que a demanda média será calculada com base em anos móveis e não em anos fechados de vendas.

Tal procedimento permite que sejam imputados no modelo dados referentes ao ano corrente, de maneira que variações recentes na demanda sejam levadas em consideração na colocação dos pedidos.

Finalmente, uma última observação refere-se ao cálculo dos estoques de segurança quando a demanda não pode ser atribuída a uma distribuição de Poisson. Neste caso, deve-se considerar para o cálculo a distribuição acumulada de freqüências das vendas reais passadas, ao invés de aproximar tal distribuição por uma curva de Poisson. O cálculo do estoque de segurança é feito segundo a mesma metodologia indicada anteriormente, a mudança se dá apenas na determinação do valor de demanda máxima esperada para um dado nível de atendimento.

A metodologia para obtenção da demanda máxima consiste em plotar o gráfico de freqüência acumulada em função da demanda e, da mesma maneira que se faz com a distribuição de Poisson acumulada, busca-se no gráfico o valor da demanda para um dado nível de serviço. A freqüência acumulada é obtida multiplicando-se o valor de demanda semanal pela freqüência observada de tal demanda, dividida pelo total de vendas. Assim, somam-se tais valores até que se obtenha freqüência acumulada de 100%.

Ainda que apresente pontos falhos como os descritos anteriormente, esses podem ser perfeitamente contornados de maneira que o modelo se mostra adequado ao controle de estoques da empresa.

As vantagens se devem aos satisfatórios níveis de serviços obtidos com valores relativamente baixos de estoque médio. Ainda, acredita-se que tais níveis de atendimento possam inclusive ser melhorados se o sistema for aprimorado para considerar sazonalidade das vendas e revisão periódica dos estoques de segurança e ponto de pedido.

6.7. Considerações quanto aos estoques de segurança

Vejamos alguns pontos ainda não mencionados em relação aos estoques de segurança e que são de interesse da empresa.

O estoque de segurança é diretamente proporcional ao tempo de reação do sistema de estoques, como mostra a equação utilizada no cálculo do mesmo:

$$EstSeg = (D_\alpha - \bar{D}) * tre$$

Assim, ao se reduzir o período de revisão para colocação dos pedidos o estoque de segurança é reduzido na mesma proporção, seja na utilização de um modelo de estoques ativo, como o utilizado atualmente pela empresa, seja no emprego de um modelo reativo.

Ao diminuir o período de revisão de sessenta para trinta dias os estoques de segurança são reduzidos à metade. Desta maneira, ainda que a empresa opte por manter o atual modelo de estoques, o período de revisão deve ser reduzido com o intuito de se trabalhar com menores níveis de estoque de segurança e de estoque médio. Ainda, como observado anteriormente no estudo do modelo proposto, não há comprometimento do nível de atendimento devido à redução do período de revisão e, eventualmente, esse inclusive aumenta.

Outro ponto relevante na definição dos estoques de segurança da cadeia de suprimentos está relacionado com a necessidade de manter ou não um estoque de segurança nos pontos de venda, além daquele intrínseco ao estoque central.

No caso da H. Stern, dado que se tem a mercadoria no estoque central, o abastecimento aos pontos de venda é suficientemente rápido e eficiente para que não haja necessidade de se manter estoque de segurança nas lojas. Desta forma, evita-se que se tenha um excesso desnecessário de mercadoria na cadeia, o qual apenas acarreta mais custos sem benefícios.

Conseqüentemente, propõe-se que o estoque de segurança a ser mantido no estoque central seja estimado para atender a demanda agregada de toda a cadeia, ou seja, de todas as lojas, e que a quantidade a ficar estocada em cada ponto de venda

seja igual à demanda por unidade de tempo daquele ponto de venda multiplicada pela freqüência com que tal loja é abastecida pelo estoque central.

Como mencionado anteriormente, o abastecimento do estoque central para os pontos de vendas é realizado periodicamente segundo a diferença entre o saldo em estoque e o estoque de segurança previamente definido para cada loja.

Contudo, estudos realizados junto à H. Stern confirmam que, via de regra, o estoque de segurança atualmente definido para cada ponto de venda excede a demanda durante o tempo de reposição da mercadoria para a loja, ou seja, durante o tempo correspondente à freqüência com que tal loja é abastecida pelo estoque central.

Deve-se notar que o ponto de venda não será desprovido de um estoque de segurança, mas que tal quantidade extra de mercadoria capaz de atender a demanda em situações excepcionais ficará em posse do estoque central, que é capaz de abastecer a loja prontamente.

Vejamos a seguir algumas considerações finais a respeito do estudo realizado, incluindo a avaliação de efetiva implementação do modelo proposto e as expectativas da empresa em relação ao trabalho.

Considerações finais

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho vem preencher uma lacuna na atual política de estoques da empresa que é a definição dos estoques de segurança segundo um modelo matemático que leve em consideração o nível de serviço e a demanda. Também, propõe o emprego de um modelo de estoques reativo julgado mais adequado do que o modelo ativo atualmente utilizado, devido à dificuldade em prever a demanda.

É fato que inexiste uma política de estoques absolutamente perfeita. As diversas características e peculiaridades de cada empresa estão direta ou indiretamente relacionadas à política de estoques e cada política deve suprir as necessidades da companhia em questão, sendo capaz de se adaptar e de se autocorrigir através da variação dos parâmetros do modelo como ponto de pedido, tempo de reposição, nível de serviço desejado etc.

A operação prática de um modelo de estoques deve aceitar suas limitações dado que é impossível e inviável encontrar na realidade de um estoque com múltiplos itens elementos tais como:

- 100% de nível de atendimento permanente para cada um dos itens;
- Demanda absolutamente determinística;
- Dimensionamento ótimo e permanente de cada um dos itens em estoque, entre outros.

Contudo, o estudo e análise do modelo proposto confirmam que tal política, embora tenha algumas limitações, é adequada às condições da empresa e está de acordo com as características, necessidades e limitações da mesma. Vejamos então quais as expectativas da H. Stern em relação ao trabalho, a possibilidade de efetiva implementação e suas possíveis consequências.

7.1. Expectativas da empresa em relação ao trabalho

A princípio, ao se definir o foco do presente trabalho junto à H. Stern, a empresa propôs um estudo a respeito da definição do estoque de segurança segundo

um determinado modelo que levasse em consideração o nível de atendimento ao cliente.

Como a definição dos estoques de segurança constitui apenas um dos fatores pertinentes e relevantes à definição de uma política de estoques, decidiu-se abranger o estudo de maneira a envolver a definição de um sistema de estoques completo e não apenas de um de seus parâmetros.

Como citado anteriormente, a política proposta está de acordo com as características e limitações da empresa. Assim, ao se sugerir que o período de revisão para a colocação dos pedidos seja reduzido à metade, de sessenta para trinta dias, tomou-se o devido cuidado de checar a viabilidade da proposta.

O presente trabalho tem sido desenvolvido em comum acordo com a H. Stern de maneira a ser levado em consideração para efetiva implementação o estudo aqui proposto, ao menos no tocante à definição dos estoques de segurança.

7.2. Implementação do sistema

Até então, a avaliação do modelo proposto foi realizada com o auxílio de uma planilha eletrônica, o *Microsoft Excel®*. Claro está que, devido ao porte da empresa e à grande variedade de itens em linha, o controle eficiente dos estoques depende não somente da política em si, mas também de um sistema de informações capaz de dar suporte e de possibilitar o efetivo emprego do modelo.

É interessante que o gestor do sistema de estoques possa manipular, no sistema de informação, os parâmetros do modelo como, por exemplo, o nível de atendimento desejado, de modo a se controlar o equilíbrio e o efetivo atendimento dos objetivos do sistema de estoque.

Também, a implementação de um sistema de estoques novo e bastante diferente daquele atualmente utilizado exige mudanças dentro da organização não apenas estruturais, como é o caso do desenvolvimento de um sistema de informações apropriado, mas também culturais, o que não é algo trivial. A quebra de costumes e paradigmas nem sempre é aceita pelos funcionários e cabe à empresa preparar as pessoas para tais mudanças.

Sugere-se que, a título de experimentação, empregue-se o modelo proposto para uma determinada linha com o auxílio de planilhas eletrônicas, da mesma maneira que se realizou todo o estudo relatado no presente trabalho. Tais planilhas são pré-programadas de maneira que é necessário apenas imputar os dados de venda para que o modelo funcione. O intuito é avaliar os resultados obtidos com o emprego de tal modelo em relação aos observados quando se emprega a atual política praticada.

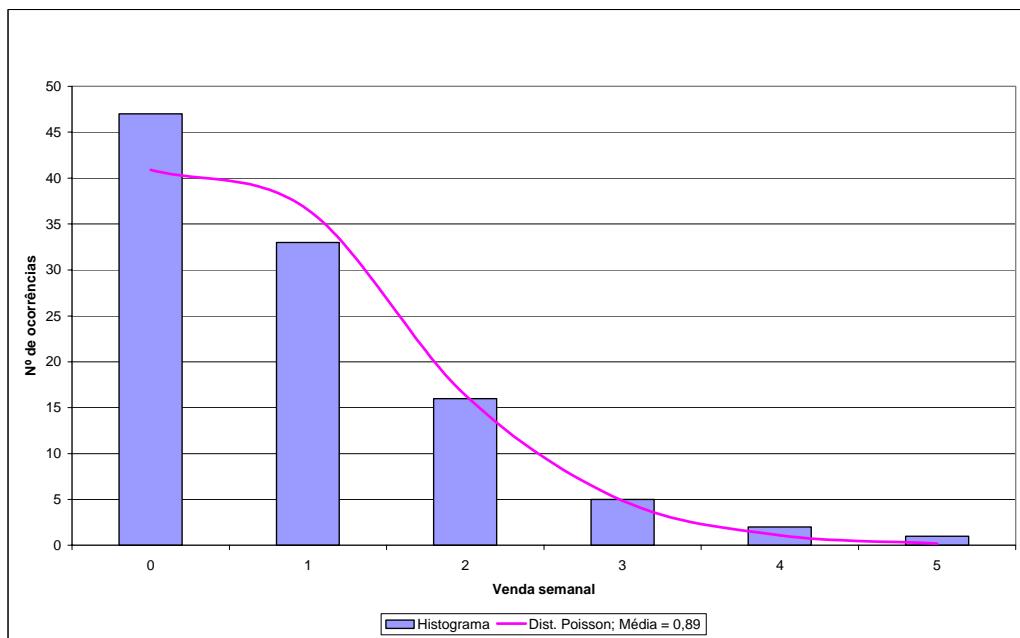
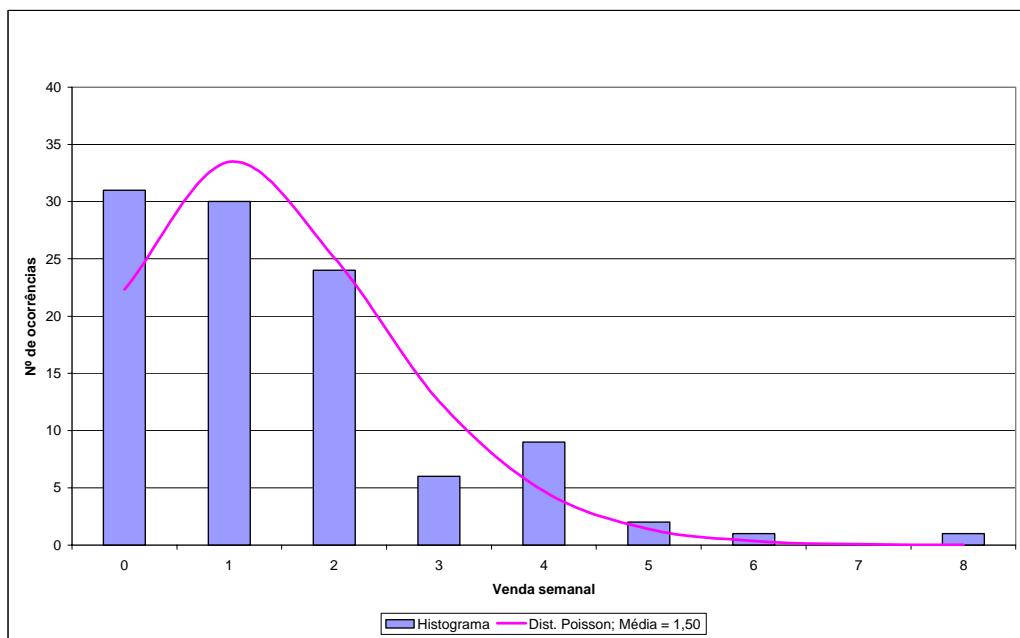
Uma vez verificados na prática resultados positivos, há o estímulo para a efetiva implementação do sistema e a H. Stern é capaz de prover o suporte técnico necessário para tal fim.

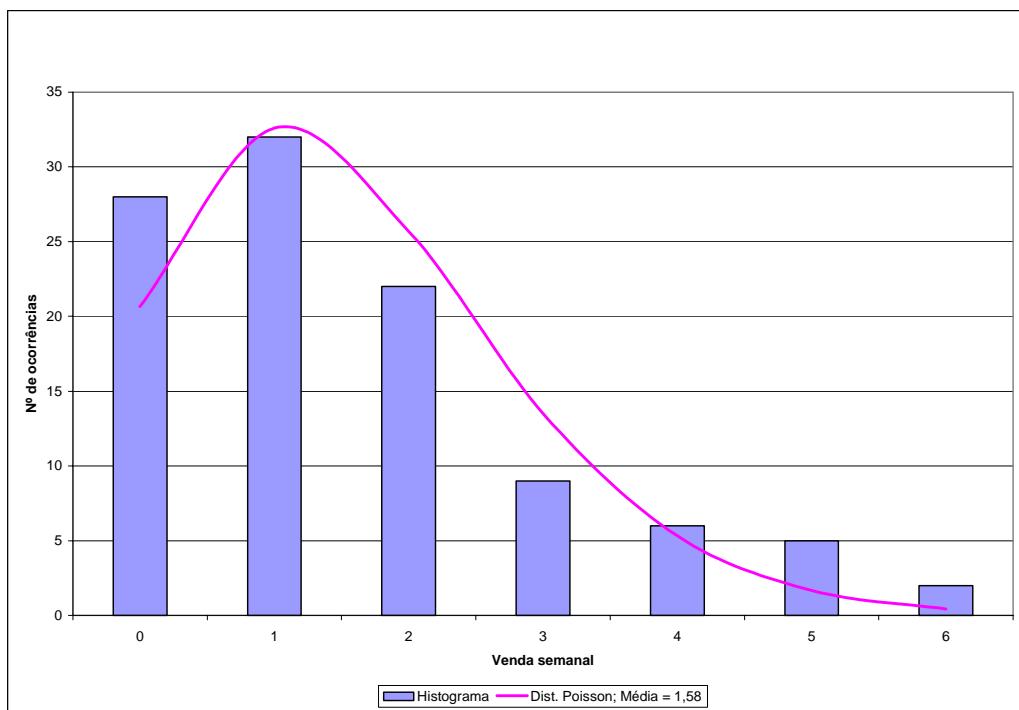
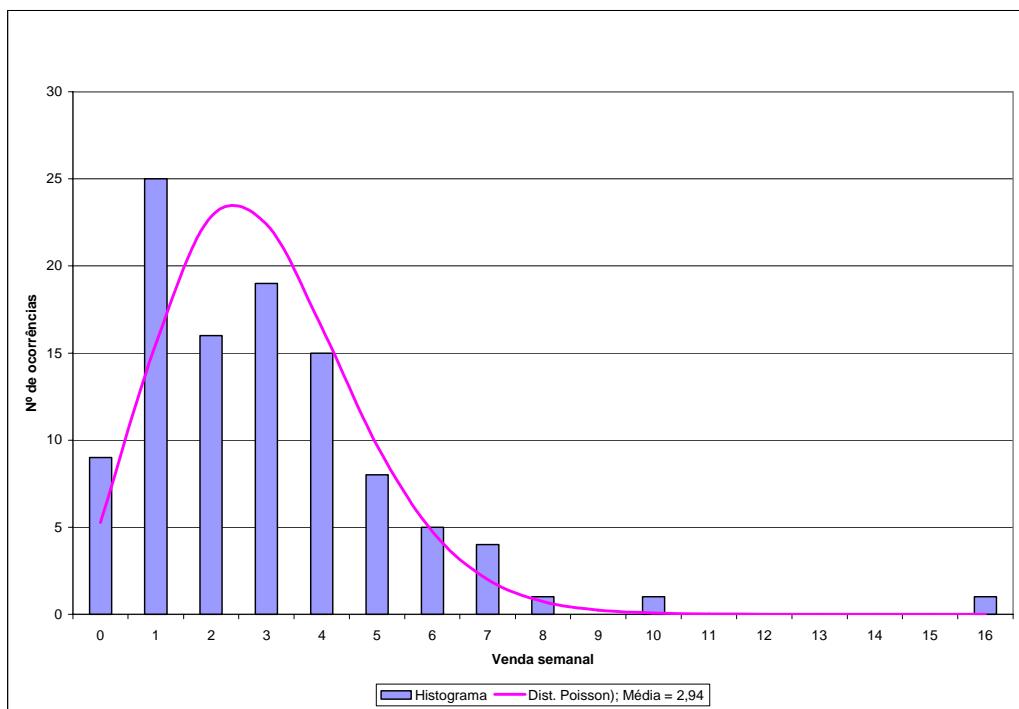
Embora não se tenha comparado o modelo proposto com aquele atualmente utilizado pela H. Stern no controle de seus estoques, devido à não disponibilidade de dados, o modelo reativo de revisão periódica aqui apresentado mostrou-se adequado e capaz de garantir níveis de serviço bastante satisfatórios com valores razoáveis de estoque médio.

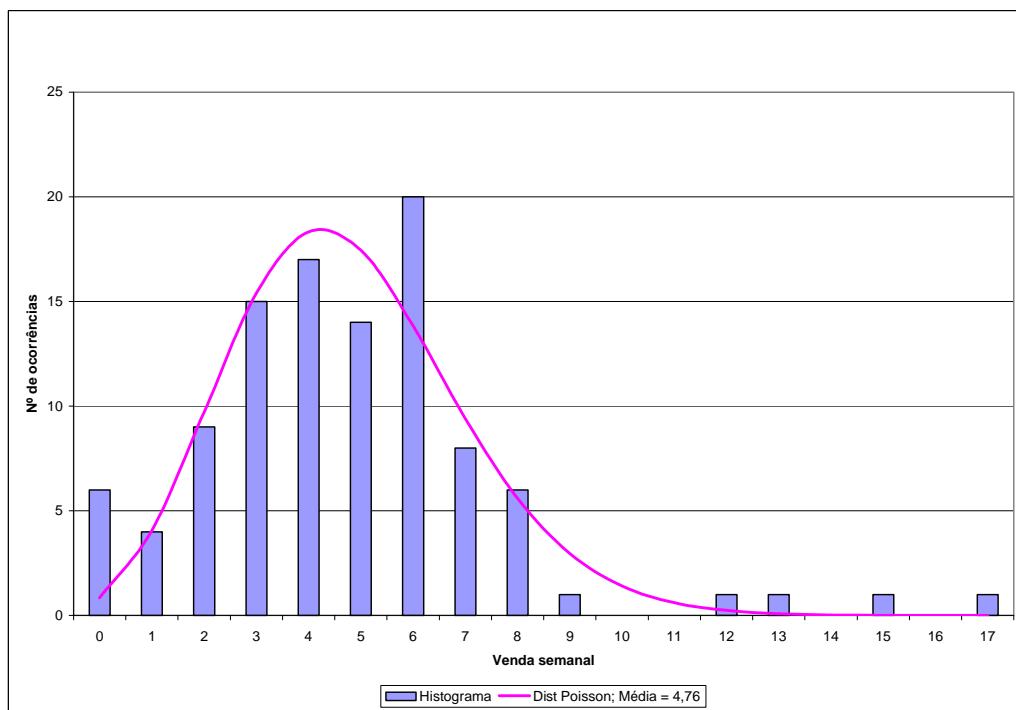
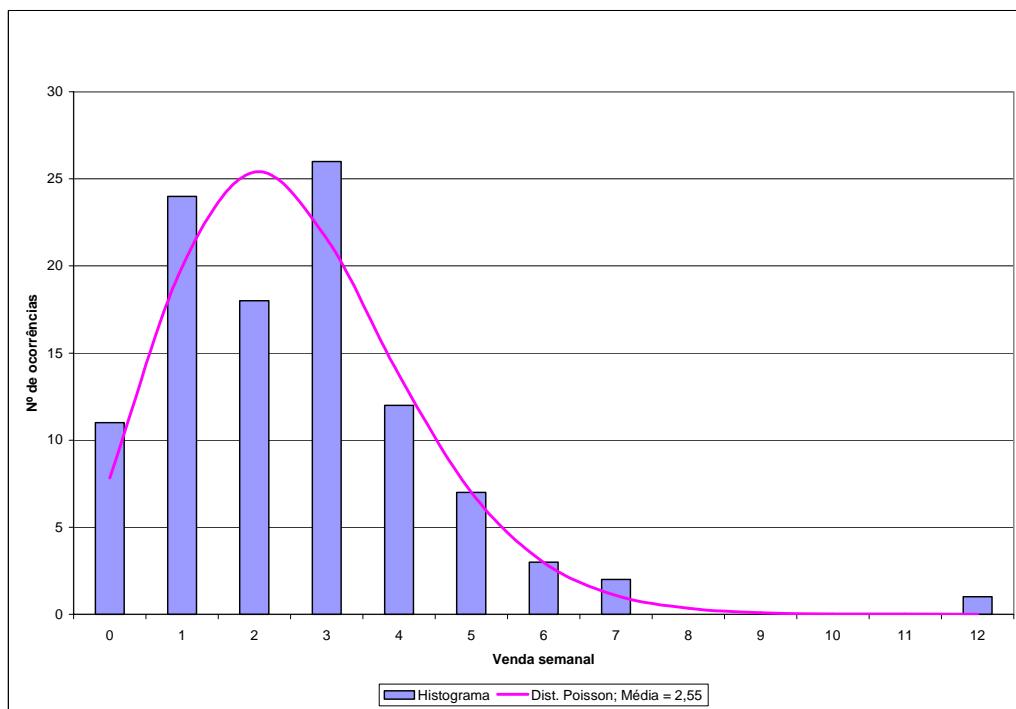
Também, devido à dificuldade em prever a demanda, que atualmente exige julgamento qualitativo, o uso de um modelo reativo pode ser vantajoso. Como esse pode ser automatizado, o tempo despendido para a previsão da demanda fica disponível para ser empregado em outras atividades, representando uma economia de capital humano.

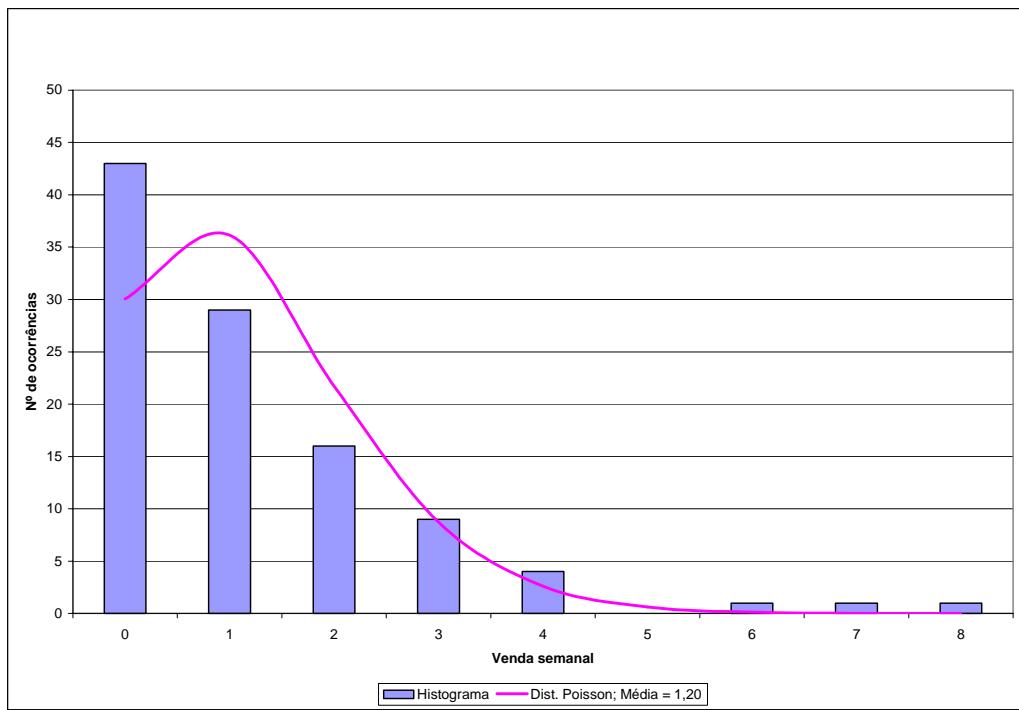
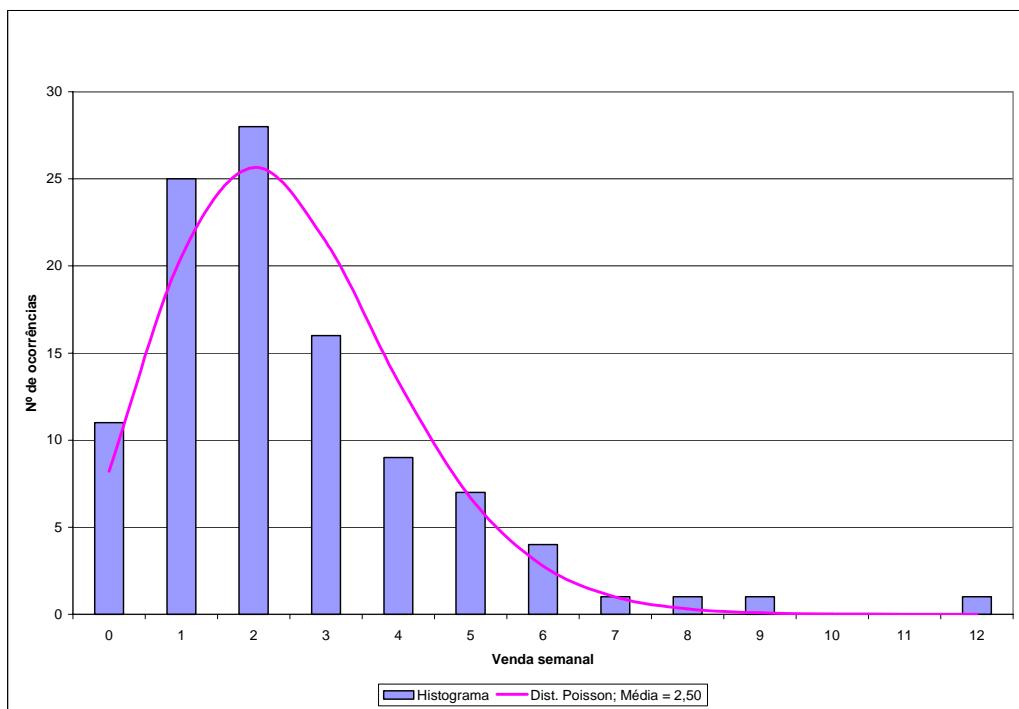
Finalmente, deve-se ressaltar que concomitantemente ao desenvolvimento deste trabalho apresentou-se à empresa o modelo desenvolvido para o cálculo dos estoques de segurança e o mesmo superou as expectativas iniciais, mostrando-se adequado. A sua efetiva implementação encontra-se em fase de estudo e deve ser concluída no decorrer do ano de 2004. Assim, o presente trabalho vem de fato solucionar um problema de ordem prática inerente à organização.

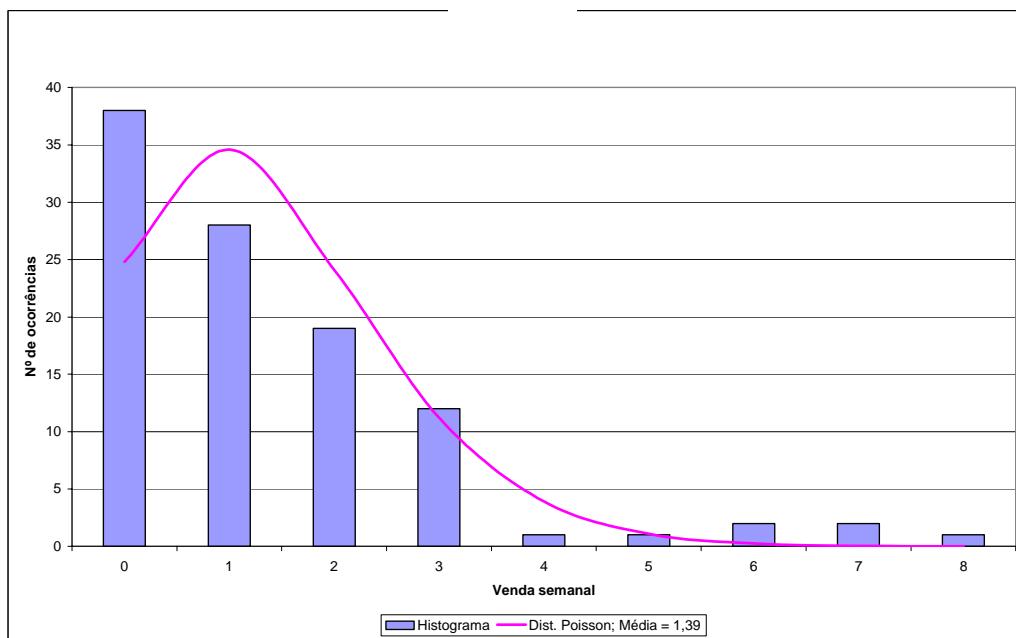
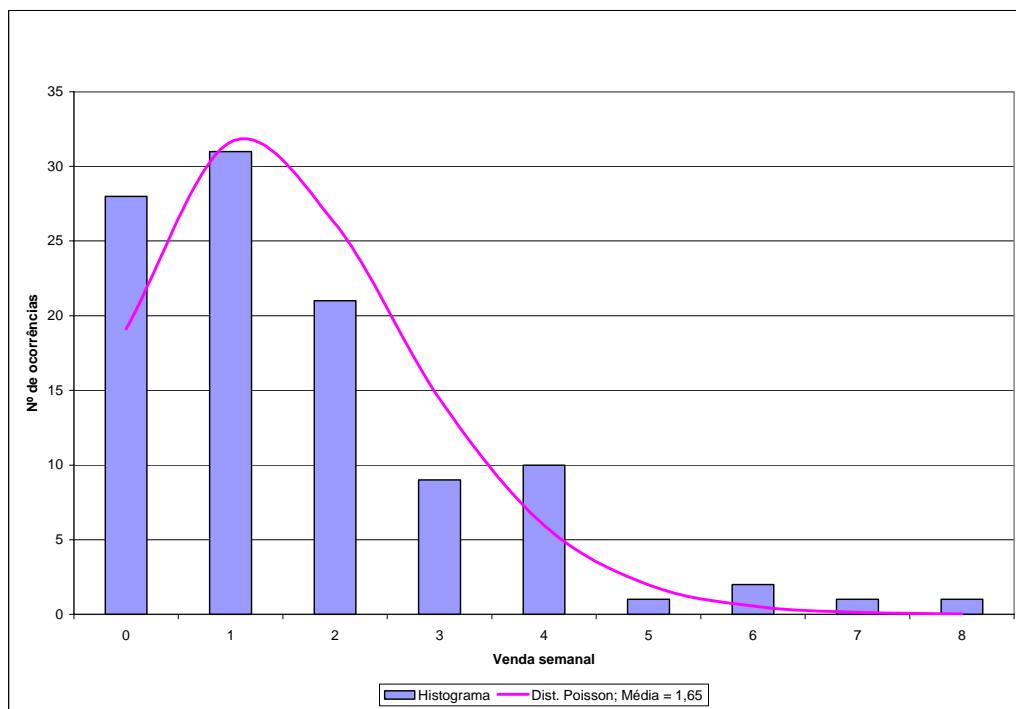
*Anexo A – Histogramas da
demanda*

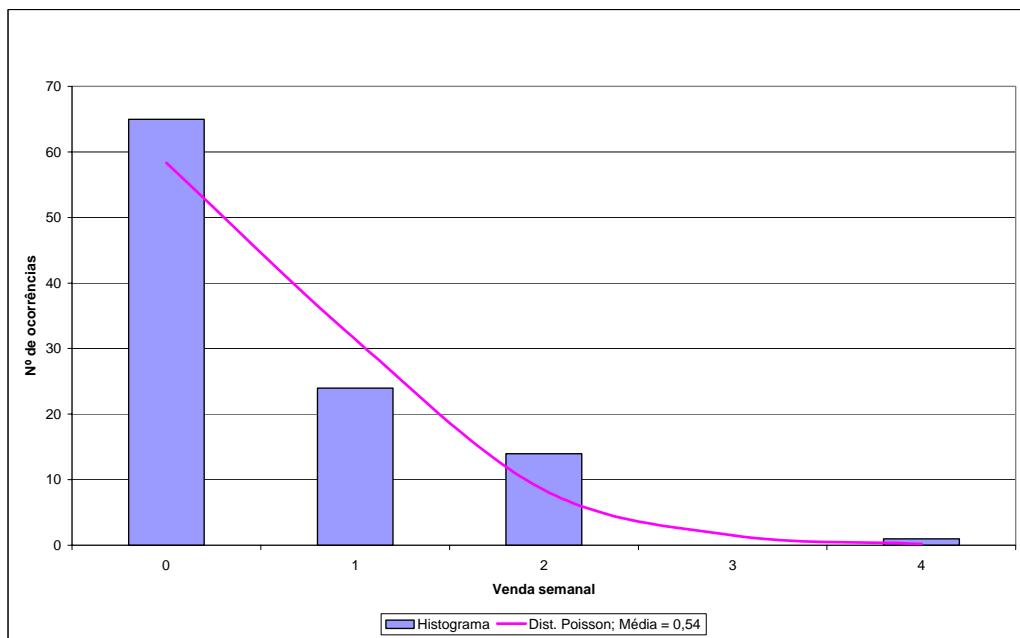
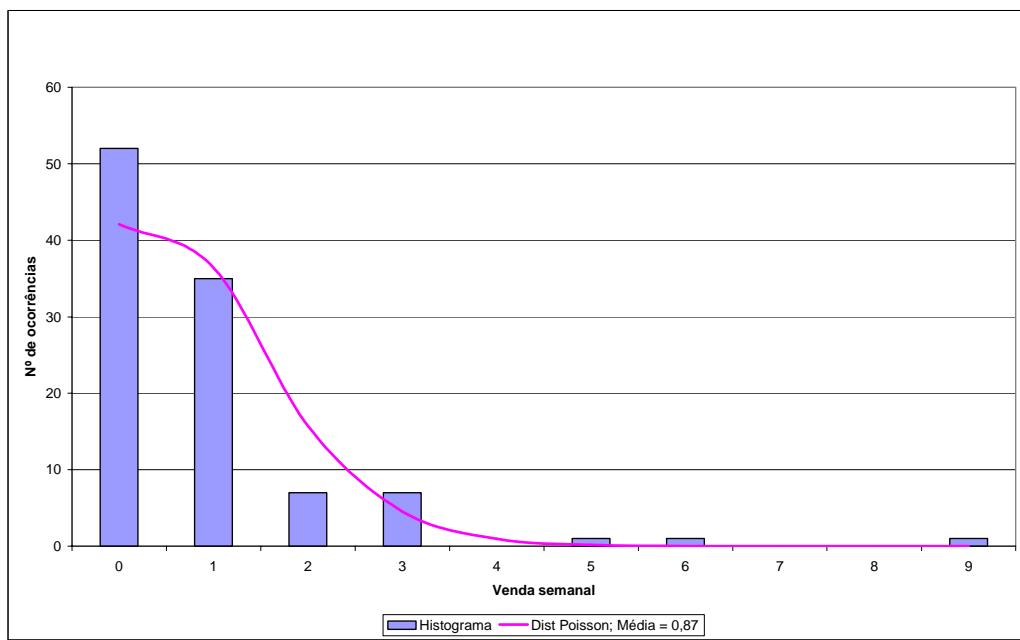


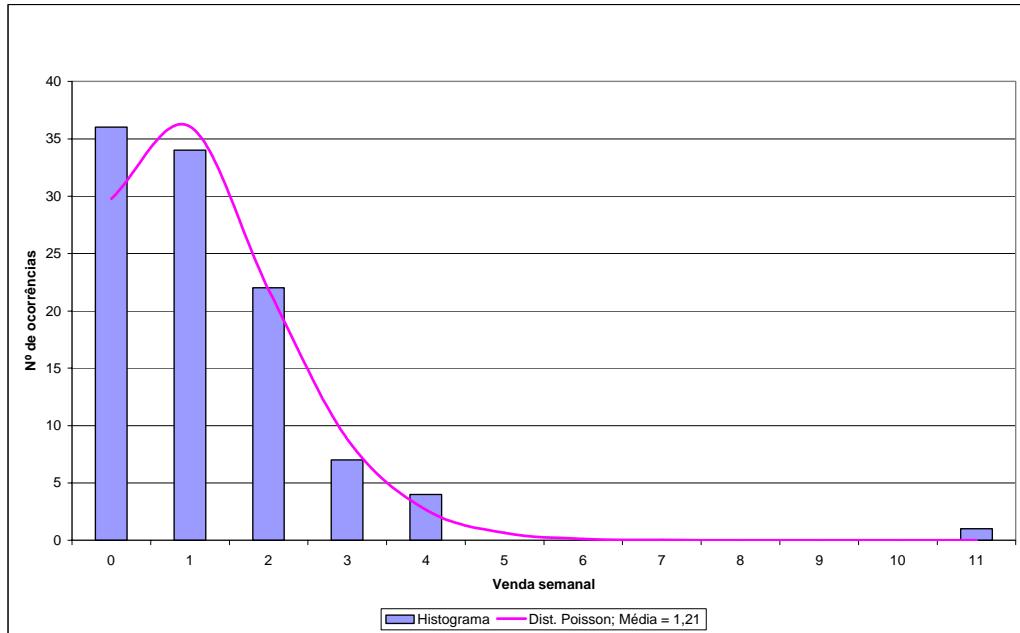
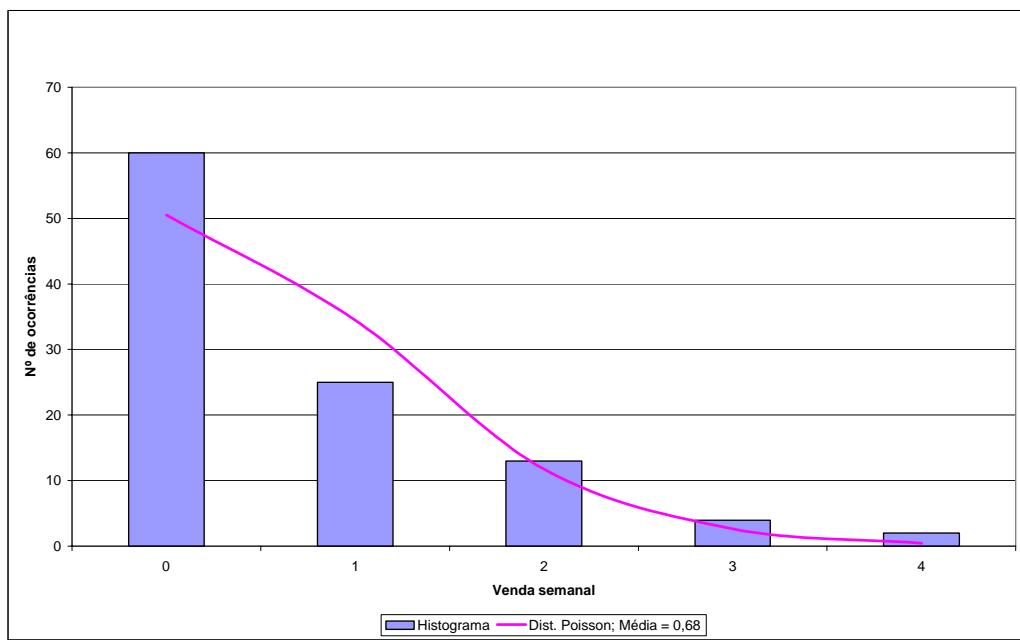


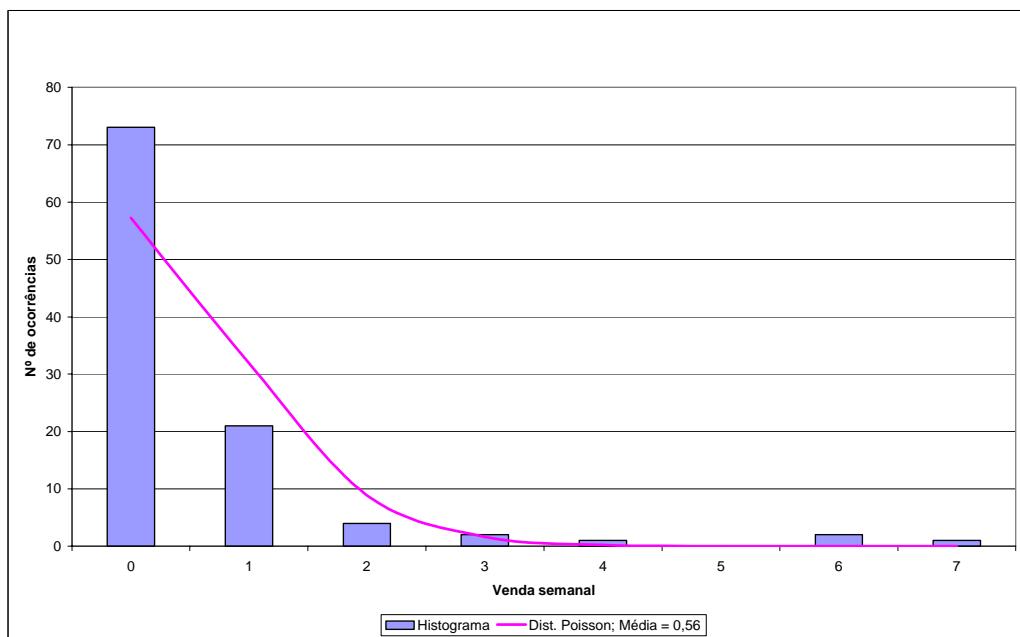












Anexo B – Testes de aderência da demanda

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peça A

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O_i)	P_i	E_i	E'_i	O'_i	χ^2
0	31	0,22	23,21	23,21	31	2,62
1	30	0,33	34,81	34,81	30	0,66
2	24	0,25	26,11	26,11	24	0,17
3	6	0,13	13,05	13,05	6	3,81
4	9	0,05	4,89	6,83	13	5,58
5	2	0,01	1,47			
6	1	0,00	0,37			
7	0	0,00	0,08			
8	1	0,00	0,01			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 12,85$$

Dem. média:	1,50
Graus de lib.:	4
χ^2_{calc} :	12,85

α	1%	5%
χ^2_{crit}	13,28	9,49
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peça B

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O_i)	P_i	E_i	E'_i	O'_i	χ^2
0	47	0,41	42,53	42,53	47	0,47
1	33	0,37	38,03	38,03	33	0,67
2	16	0,16	17,00	17,00	16	0,06
3	5	0,05	5,07	6,44	8	0,38
4	2	0,01	1,13			
5	1	0,00	0,20			
6	0	0,00	0,03			
7	0	0,00	0,00			
8	0	0,00	0,00			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 1,57$$

Dem. média:	0,89
Graus de lib.:	3
χ^2_{calc} :	1,57

α	1%	5%
χ^2_{crit}	11,34	7,81
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca C

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	9	0,05	5,49	5,49	9	2,25
1	25	0,16	16,14	16,14	25	4,86
2	16	0,23	23,74	23,74	16	2,53
3	19	0,22	23,29	23,29	19	0,79
4	15	0,16	17,13	17,13	15	0,26
5	8	0,10	10,08	10,08	8	0,43
6	5	0,05	4,94	8,13	12	1,84
7	4	0,02	2,08			
8	1	0,01	0,76			
9	0	0,00	0,25			
10 ou mais	2	0,00	0,10			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 12,96$$

Dem. média:	2,94
Graus de lib.:	6
χ^2_{calc} :	12,96

α	1%	5%
χ^2_{crit}	16,81	12,59
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca D

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	28	0,21	21,49	21,49	28	1,97
1	32	0,33	33,88	33,88	32	0,10
2	22	0,26	26,72	26,72	22	0,83
3	9	0,14	14,04	14,04	9	1,81
4	6	0,05	5,54	7,87	13	3,35
5	5	0,02	1,75			
6	2	0,00	0,46			
7	0	0,00	0,10			
8	0	0,00	0,02			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 8,07$$

Dem. média:	1,58
Graus de lib.:	4
χ^2_{calc} :	8,07

α	1%	5%
χ^2_{crit}	13,28	9,49
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca E

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	11	0,08	8,14	8,14	11	1,01
1	24	0,20	20,73	20,73	24	0,52
2	18	0,25	26,41	26,41	18	2,68
3	26	0,22	22,43	22,43	26	0,57
4	12	0,14	14,29	26,29	12	7,76
5	7	0,07	7,28	12,00	13	0,08
6	3	0,03	3,09			
7	2	0,01	1,13			
8	0	0,00	0,36			
9	0	0,00	0,10			
10 ou mais	1	0,00	0,03			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 12,62$$

Dem. média:	2,55
Graus de lib.:	5
χ^2_{calc} :	12,62

α	1%	5%
χ^2_{crit}	15,09	11,07
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca F

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	6	0,01	0,89	5,13	10	4,62
1	4	0,04	4,24			
2	9	0,10	10,09	10,09	9	0,12
3	15	0,15	16,01	16,01	15	0,06
4	17	0,18	19,06	19,06	17	0,22
5	14	0,17	18,14	18,14	14	0,94
6	20	0,14	14,39	14,39	20	2,19
7	8	0,09	9,78	9,78	8	0,33
8	6	0,06	5,82	5,82	6	0,01
9	1	0,03	3,08	5,57	1	3,75
10 ou mais	4	0,02	2,49			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 12,23$$

Dem. média:	4,76
Graus de lib.:	8
χ^2_{calc} :	12,23

α	1%	5%
χ^2_{crit}	20,09	15,51
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca G

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	11	0,08	8,54	8,54	11	0,71
1	25	0,21	21,34	21,34	25	0,63
2	28	0,26	26,68	26,68	28	0,07
3	16	0,21	22,23	22,23	16	1,75
4	9	0,13	13,89	13,89	9	1,72
5	7	0,07	6,95	11,32	15	1,20
6	4	0,03	2,89			
7	1	0,01	1,03			
8	1	0,00	0,32			
9	1	0,00	0,09			
10 ou mais	1	0,00	0,03			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 6,07$$

Dem. média:	2,50
Graus de lib.:	5
χ^2_{calc} :	6,07

α	1%	5%
χ^2_{crit}	15,09	11,07
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca H

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	43	0,30	31,26	31,26	43	4,41
1	29	0,36	37,58	37,58	29	1,96
2	16	0,22	22,58	22,58	16	1,92
3	9	0,09	9,05	12,58	16	0,93
4	4	0,03	2,72			
5	0	0,01	0,65			
6	1	0,00	0,13			
7	1	0,00	0,02			
8	1	0,00	0,00			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 9,21$$

Dem. média:	1,20
Graus de lib.:	3
χ^2_{calc} :	9,21

α	1%	5%
χ^2_{crit}	11,34	7,81
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca I

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	28	0,19	19,90	19,90	28	3,30
1	31	0,32	32,91	32,91	31	0,11
2	21	0,26	27,21	27,21	21	1,42
3	9	0,14	15,00	15,00	9	2,40
4	10	0,06	6,20	8,99	15	4,02
5	1	0,02	2,05			
6	2	0,01	0,57			
7	1	0,00	0,13			
8	1	0,00	0,03			
9	0	0,00	0,01			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 11,25$$

Dem. média:	1,65
Graus de lib.:	4
χ^2_{calc} :	11,25

α	1%	5%
χ^2_{crit}	13,28	9,49
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca J

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	38	0,25	25,79	25,79	38	5,78
1	28	0,35	35,96	35,96	28	1,76
2	19	0,24	25,07	25,07	19	1,47
3	12	0,11	11,65	11,65	12	0,01
4	1	0,04	4,06	5,52	7	0,40
5	1	0,01	1,13			
6	2	0,00	0,26			
7	2	0,00	0,05			
8	1	0,00	0,01			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 9,42$$

Dem. média:	1,39
Graus de lib.:	4
χ^2_{calc} :	9,42

α	1%	5%
χ^2_{crit}	13,28	9,49
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca K

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	52	0,42	43,77	43,77	52	1,55
1	35	0,36	37,88	37,88	35	0,22
2	7	0,16	16,39	16,39	7	5,38
3	7	0,05	4,73	5,96	10	2,74
4	0	0,01	1,02			
5	1	0,00	0,18			
6	1	0,00	0,03			
7	0	0,00	0,00			
8	0	0,00	0,00			
9	1	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 9,89$$

Dem. média:	0,87
Graus de lib.:	3
χ^2_{calc} :	9,89

α	1%	5%
χ^2_{crit}	11,34	7,81
Poisson	Sim	Não

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca L

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	65	0,58	60,70	60,70	65	0,30
1	24	0,31	32,68	32,68	24	2,31
2	14	0,08	8,80	10,62	15	1,81
3	0	0,02	1,58			
4	1	0,00	0,21			
5	0	0,00	0,02			
6	0	0,00	0,00			
7	0	0,00	0,00			
8	0	0,00	0,00			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 4,42$$

Dem. média:	0,54
Graus de lib.:	2
χ^2_{calc} :	4,42

α	1%	5%
χ^2_{crit}	9,21	5,99
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca M

Teste pelo χ^2

Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	60	0,51	52,55	52,55	60	1,06
1	25	0,34	35,87	35,87	25	3,30
2	13	0,12	12,25	15,58	19	0,75
3	4	0,03	2,79			
4	2	0,00	0,48			
5	0	0,00	0,06			
6	0	0,00	0,01			
7	0	0,00	0,00			
8	0	0,00	0,00			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	0	0,00	0,00			

$$\chi^2_{\text{calc}} = 5,10$$

Dem. média:	0,68
Graus de lib.:	2
χ^2_{calc} :	5,10

α	1%	5%
χ^2_{crit}	9,21	5,99
Poisson	Sim	Sim

Teste de aderência da demanda a uma distribuição de Poisson

Peca N

Teste pelo χ^2

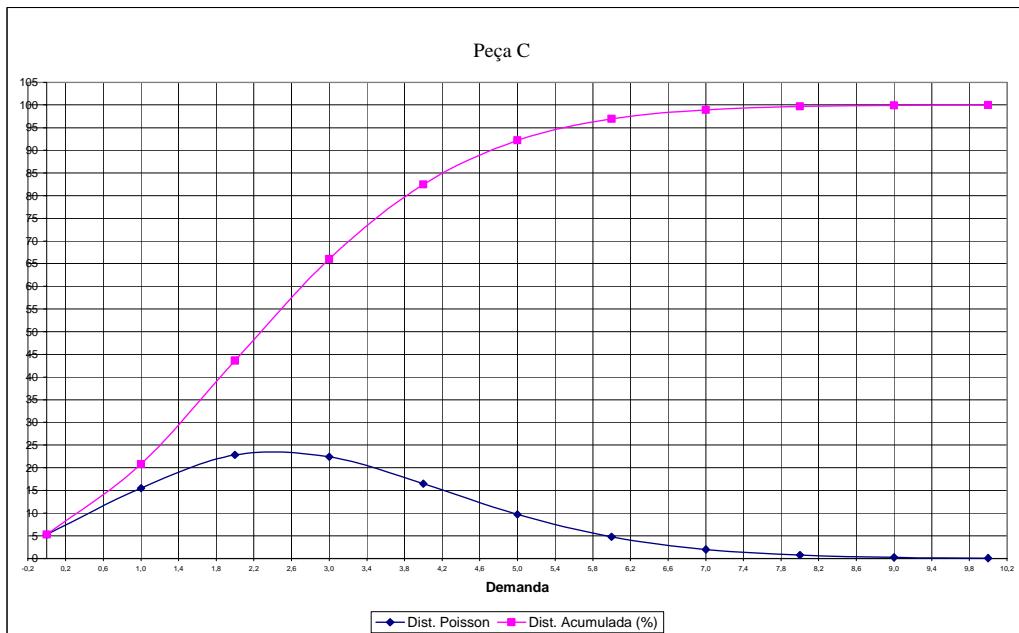
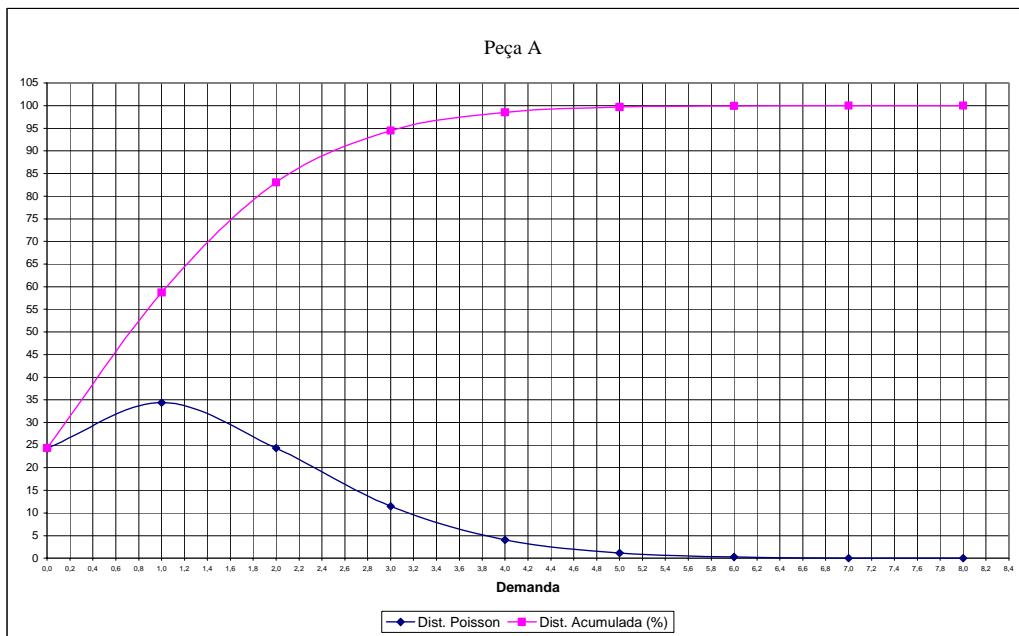
Demanda	Freq.(O _i)	P _i	E _i	E _{i'}	O _{i'}	χ^2
0	36	0,30	30,96	30,96	36	0,82
1	34	0,36	37,52	37,52	34	0,33
2	22	0,22	22,73	22,73	22	0,02
3	7	0,09	9,18	12,79	12	0,05
4	4	0,03	2,78			
5	0	0,01	0,67			
6	0	0,00	0,14			
7	0	0,00	0,02			
8	0	0,00	0,00			
9	0	0,00	0,00			
10 ou mais	1	0,00	0,00			

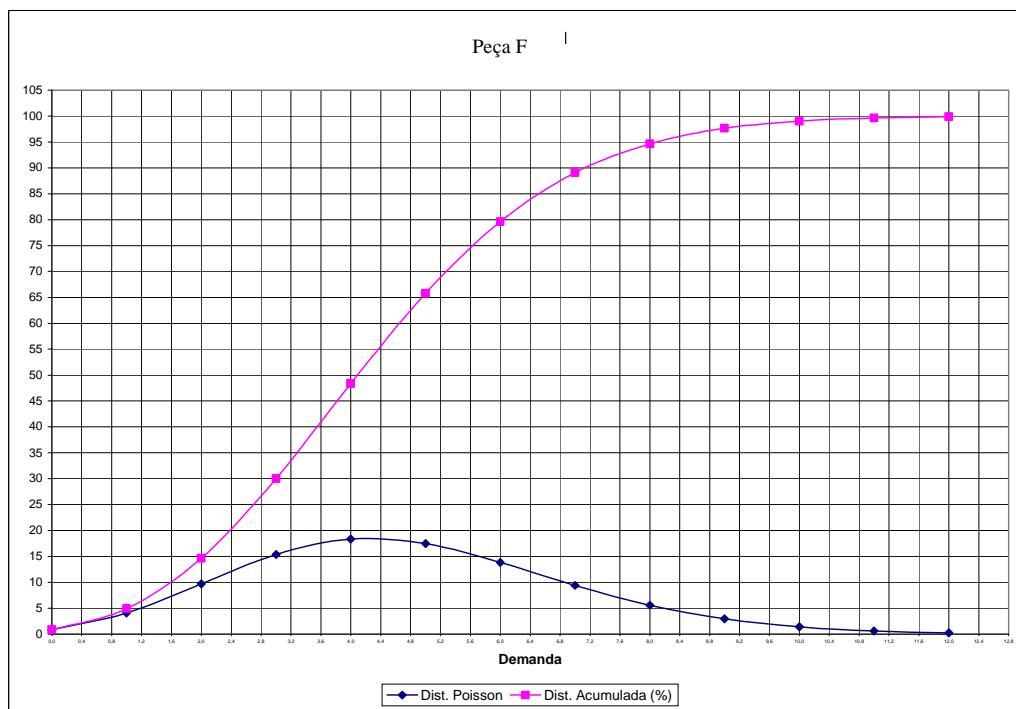
$$\chi^2_{\text{calc}} = 1,22$$

Dem. média:	1,21
Graus de lib.:	3
χ^2_{calc} :	1,22

α	1%	5%
χ^2_{crit}	11,34	7,81
Poisson	Sim	Sim

*Anexo C – Gráficos para cálculo
dos estoques de segurança*



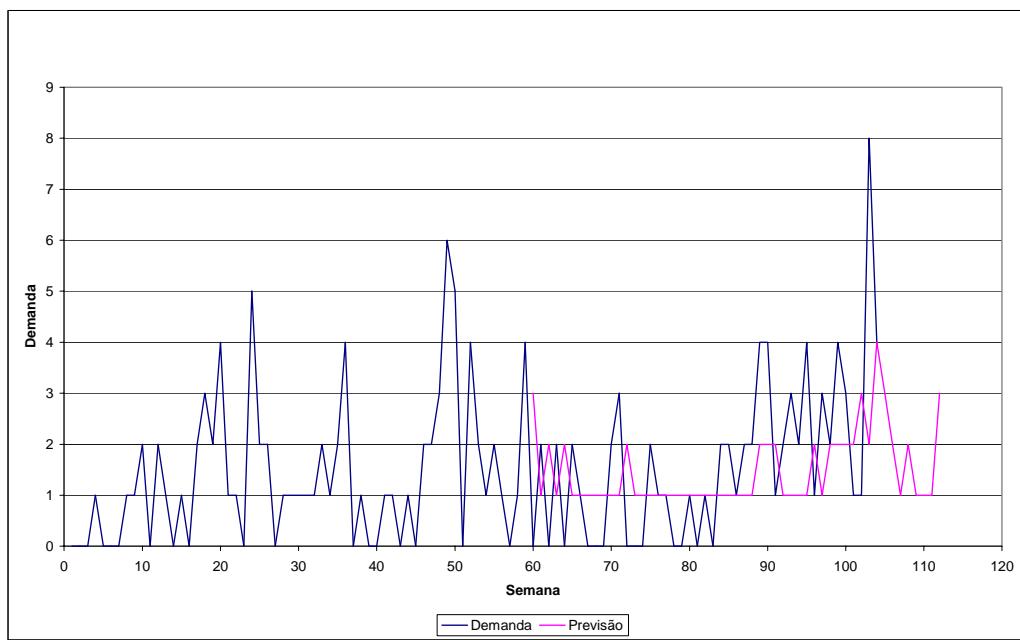


Anexo D – Previsão da demanda

Peça A

α	β	γ	k	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.	
0,01	0,01	0,1	8	Erro médio	-0,22	-18,23	1,24	49,48	2,62
				Desv. Pad.	1,62	62,23	1,05	41,09	5,50

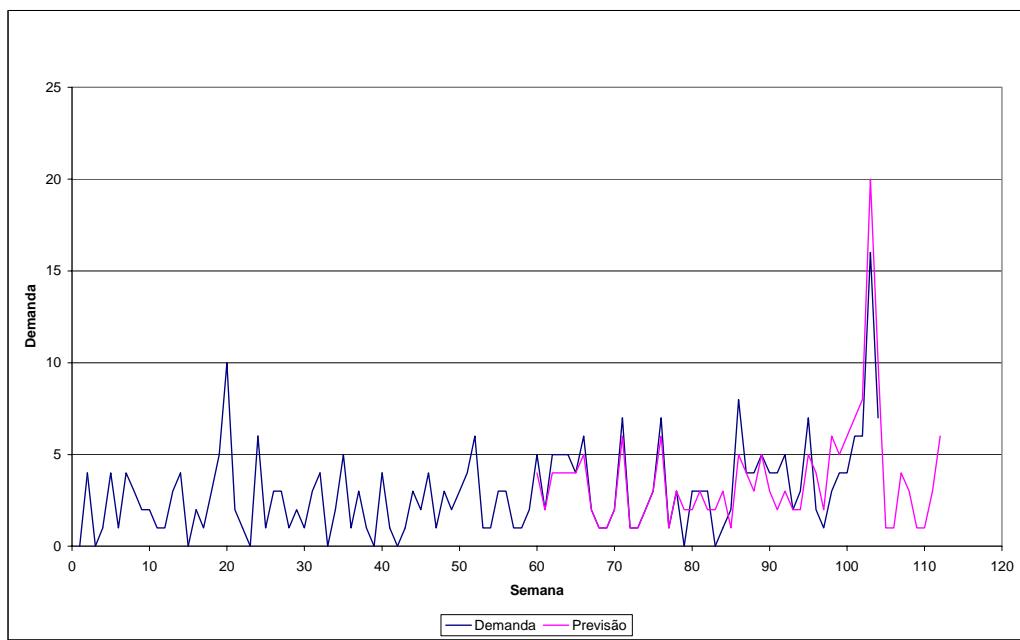
Semana	Vt	Qt	It	Qt+It	Qt+k*It	St	Pdt	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.
53	2	1,36	0,03	1,39	1,63	2,12						
54	1	1,36	0,03	1,39	1,62	1,08						
55	2	1,38	0,03	1,41	1,64	0,65						
56	1	1,37	0,03	1,41	1,63	1,08						
57	0	1,36	0,03	1,39	1,62	0,51						
58	1	1,36	0,03	1,39	1,61	0,72						
59	4	1,42	0,03	1,45	1,67	0,79						
60	0	1,40	0,03	1,43	1,65	2,03	3	3	-	3	-	9
61	2	1,42	0,03	1,45	1,67	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
62	0	1,40	0,03	1,43	1,65	1,02	2	2	-	2	-	4
63	2	1,42	0,03	1,45	1,66	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
64	0	1,40	0,03	1,43	1,64	1,02	2	2	-	2	-	4
65	2	1,42	0,03	1,45	1,66	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
66	1	1,41	0,03	1,44	1,65	1,01	1	0	0,00	0	0,00	0
67	0	1,40	0,03	1,43	1,63	0,46	1	1	-	1	-	1
68	0	1,38	0,03	1,41	1,61	0,65	1	1	-	1	-	1
69	0	1,37	0,03	1,40	1,60	0,65	1	1	-	1	-	1
70	2	1,38	0,03	1,41	1,61	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
71	3	1,40	0,03	1,43	1,63	1,04	1	-2	-66,67	2	66,67	4
72	0	1,39	0,03	1,42	1,61	1,22	2	2	-	2	-	4
73	0	1,37	0,03	1,40	1,59	0,65	1	1	-	1	-	1
74	0	1,36	0,03	1,39	1,58	0,65	1	1	-	1	-	1
75	2	1,38	0,03	1,40	1,59	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
76	1	1,37	0,03	1,40	1,58	0,88	1	0	0,00	0	0,00	0
77	1	1,38	0,03	1,41	1,59	0,50	1	0	0,00	0	0,00	0
78	0	1,37	0,03	1,39	1,57	0,41	1	1	-	1	-	1
79	0	1,35	0,03	1,38	1,56	0,81	1	1	-	1	-	1
80	1	1,35	0,03	1,38	1,55	0,72	1	0	0,00	0	0,00	0
81	0	1,34	0,02	1,36	1,54	0,43	1	1	-	1	-	1
82	1	1,34	0,02	1,37	1,54	0,62	1	0	0,00	0	0,00	0
83	0	1,33	0,02	1,35	1,52	0,43	1	1	-	1	-	1
84	2	1,35	0,02	1,37	1,54	0,69	1	-1	-50,00	1	50,00	1
85	2	1,36	0,02	1,39	1,56	0,79	1	-1	-50,00	1	50,00	1
86	1	1,36	0,02	1,38	1,55	0,94	1	0	0,00	0	0,00	0
87	2	1,39	0,02	1,41	1,58	0,58	1	-1	-50,00	1	50,00	1
88	2	1,39	0,02	1,42	1,58	1,02	1	-1	-50,00	1	50,00	1
89	4	1,41	0,02	1,43	1,60	1,59	2	-2	-50,00	2	50,00	4
90	4	1,42	0,02	1,45	1,61	1,55	2	-2	-50,00	2	50,00	4
91	1	1,42	0,02	1,44	1,60	1,24	2	1	100,00	1	100,00	1
92	2	1,43	0,02	1,46	1,62	0,71	1	-1	-50,00	1	50,00	1
93	3	1,45	0,02	1,48	1,64	1,03	1	-2	-66,67	2	66,67	4
94	2	1,46	0,02	1,48	1,64	1,10	1	-1	-50,00	1	50,00	1
95	4	1,49	0,02	1,52	1,68	0,98	1	-3	-75,00	3	75,00	9
96	1	1,48	0,02	1,51	1,67	1,39	2	1	100,00	1	100,00	1
97	3	1,53	0,02	1,55	1,71	0,67	1	-2	-66,67	2	66,67	4
98	2	1,53	0,02	1,55	1,71	1,25	2	0	0,00	0	0,00	0
99	4	1,55	0,02	1,57	1,73	1,24	2	-2	-50,00	2	50,00	4
100	3	1,55	0,02	1,57	1,73	1,73	2	-1	-33,33	1	33,33	1
101	1	1,54	0,02	1,56	1,72	1,57	2	1	100,00	1	100,00	1
102	1	1,53	0,02	1,55	1,71	1,72	3	2	200,00	2	200,00	4
103	8	1,57	0,02	1,59	1,74	1,96	2	-6	-75,00	6	75,00	36
104	4	1,56	0,02	1,59	1,74	2,87	4	0	0,00	0	0,00	0
105						3						
106						2						
107						1						
108						2						
109						1						
110						1						
111						1						
112						3						



Peça C

α	β	γ	k	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.
0,3	0,01	0,1	8	0,07	4,92	1,04	27,31	2,11
				Desv. Pad.	1,47	46,71	1,02	37,99
								3,23

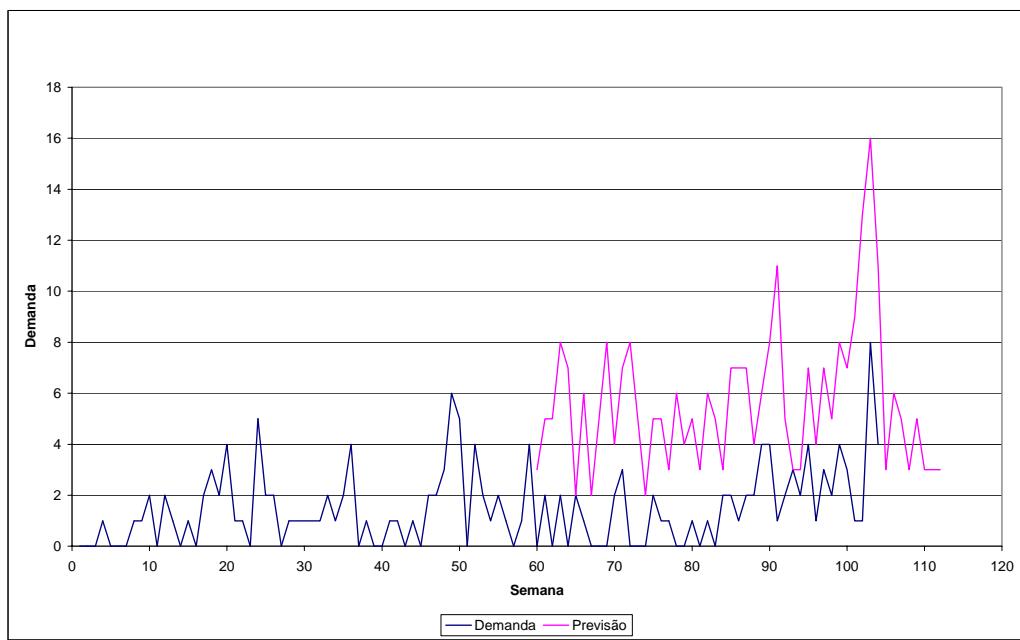
Semana	Vt	Qt	It	Qt+It	Qt+k*It	St	PDt	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.
53	1	2,54	0,01	2,55	2,63	0,35						
54	1	2,65	0,01	2,66	2,75	0,35						
55	3	2,73	0,01	2,75	2,84	1,03						
56	3	2,80	0,01	2,81	2,91	1,02						
57	1	2,85	0,01	2,86	2,96	0,34						
58	1	2,86	0,01	2,87	2,97	0,35						
59	2	2,86	0,01	2,88	2,98	0,70						
60	5	2,89	0,01	2,91	3,01	1,69	4	-1	-20,00	1	20,00	1
61	2	2,93	0,01	2,94	3,05	0,67	2	0	0,00	0	0,00	0
62	5	2,96	0,01	2,98	3,08	1,65	4	-1	-20,00	1	20,00	1
63	5	3,00	0,01	3,02	3,12	1,62	4	-1	-20,00	1	20,00	1
64	5	3,04	0,02	3,06	3,17	1,59	4	-1	-20,00	1	20,00	1
65	4	3,10	0,02	3,11	3,22	1,25	4	0	0,00	0	0,00	0
66	6	3,15	0,02	3,17	3,28	1,84	5	-1	-16,67	1	16,67	1
67	2	3,20	0,02	3,21	3,33	0,61	2	0	0,00	0	0,00	0
68	1	3,24	0,02	3,26	3,37	0,30	1	0	0,00	0	0,00	0
69	1	3,30	0,02	3,32	3,44	0,29	1	0	0,00	0	0,00	0
70	2	3,36	0,02	3,38	3,50	0,57	2	0	0,00	0	0,00	0
71	7	3,39	0,02	3,41	3,53	2,02	6	-1	-14,29	1	14,29	1
72	1	3,41	0,02	3,43	3,55	0,29	1	0	0,00	0	0,00	0
73	1	3,43	0,02	3,45	3,57	0,29	1	0	0,00	0	0,00	0
74	2	3,46	0,02	3,47	3,60	0,57	2	0	0,00	0	0,00	0
75	3	3,49	0,02	3,51	3,63	0,84	3	0	0,00	0	0,00	0
76	7	3,54	0,02	3,56	3,68	1,93	6	-1	-14,29	1	14,29	1
77	1	3,62	0,02	3,64	3,77	0,26	1	0	0,00	0	0,00	0
78	3	3,72	0,02	3,74	3,88	0,76	3	0	0,00	0	0,00	0
79	0	2,60	0,01	2,61	2,67	0,50	2	2	-	2	-	4
80	3	3,41	0,02	3,42	3,54	0,60	2	-1	-33,33	1	33,33	1
81	3	3,57	0,02	3,59	3,71	0,77	3	0	0,00	0	0,00	0
82	3	4,07	0,02	4,09	4,25	0,59	2	-1	-33,33	1	33,33	1
83	0	2,85	0,01	2,86	2,93	0,49	2	2	-	2	-	4
84	1	2,34	0,00	2,34	2,37	0,83	3	2	200,00	2	200,00	4
85	2	3,87	0,02	3,89	4,03	0,29	1	-1	-50,00	1	50,00	1
86	8	4,34	0,02	4,37	4,54	1,51	5	-3	-37,50	3	37,50	9
87	4	3,85	0,02	3,87	4,00	1,44	4	0	0,00	0	0,00	0
88	4	4,28	0,02	4,30	4,47	0,77	3	-1	-25,00	1	25,00	1
89	5	4,18	0,02	4,20	4,35	1,26	5	0	0,00	0	0,00	0
90	4	4,46	0,02	4,48	4,65	0,79	3	-1	-25,00	1	25,00	1
91	4	5,03	0,03	5,06	5,27	0,65	2	-2	-50,00	2	50,00	4
92	5	4,53	0,03	4,55	4,73	1,45	3	-2	-40,00	2	40,00	4
93	2	4,37	0,02	4,39	4,55	0,50	2	0	0,00	0	0,00	0
94	3	4,83	0,03	4,86	5,05	0,52	2	-1	-33,33	1	33,33	1
95	7	4,92	0,03	4,95	5,15	1,37	5	-2	-28,57	2	28,57	4
96	2	4,16	0,02	4,18	4,32	0,81	4	2	100,00	2	100,00	4
97	1	3,50	0,01	3,51	3,61	0,49	2	1	100,00	1	100,00	1
98	3	3,18	0,01	3,19	3,26	1,20	6	3	100,00	3	100,00	9
99	4	3,53	0,01	3,54	3,64	0,94	5	1	25,00	1	25,00	1
100	4	3,41	0,01	3,42	3,51	1,27	6	2	50,00	2	50,00	4
101	6	3,59	0,01	3,60	3,70	1,52	7	1	16,67	1	16,67	1
102	6	3,56	0,01	3,57	3,67	1,71	8	2	33,33	2	33,33	4
103	16	3,69	0,01	3,70	3,81	4,04	20	4	25,00	4	25,00	16
104	7	3,42	0,01	3,43	3,52	2,46	10	3	42,86	3	42,86	9
105							1					
106							1					
107							4					
108							3					
109							1					
110							1					
111							3					
112							6					



Peça F

α	β	γ	k	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.
0,35	0,01	0,1	8	0,42	11,83	0,91	18,11	2,47
				Desv. Pad.	1,53	27,47	1,29	23,71
								5,75

Semana	Vt	Qt	It	Qt+It	Qt+k*It	St	PDt	Desv Rel.	Desv Rel.(%)	Desv Abs.	Desv Abs.(%)	Erro quad.
53	3	4,59	0,09	4,68	5,32	0,55						
54	7	4,97	0,09	5,06	5,72	1,25						
55	6	5,23	0,10	5,32	5,99	1,06						
56	4	5,40	0,10	5,50	6,17	0,70						
57	6	5,53	0,10	5,62	6,30	1,05						
58	4	5,61	0,10	5,71	6,38	0,69						
59	4	5,66	0,10	5,76	6,43	0,70						
60	4	5,70	0,10	5,80	6,47	0,69	3	-1	-25,00	1	25,00	1
61	6	5,71	0,09	5,81	6,47	1,05	5	-1	-16,67	1	16,67	1
62	6	5,70	0,09	5,80	6,45	1,06	5	-1	-16,67	1	16,67	1
63	9	5,72	0,09	5,81	6,46	1,57	8	-1	-11,11	1	11,11	1
64	7	5,77	0,09	5,86	6,50	1,20	7	0	0,00	0	0,00	0
65	2	5,85	0,09	5,94	6,59	0,33	2	0	0,00	0	0,00	0
66	6	5,95	0,09	6,04	6,69	0,98	6	0	0,00	0	0,00	0
67	2	6,03	0,09	6,12	6,77	0,32	2	0	0,00	0	0,00	0
68	5	6,08	0,09	6,18	6,82	0,81	5	0	0,00	0	0,00	0
69	8	6,12	0,09	6,21	6,85	1,29	8	0	0,00	0	0,00	0
70	4	6,15	0,09	6,24	6,88	0,64	4	0	0,00	0	0,00	0
71	7	6,17	0,09	6,26	6,89	1,13	7	0	0,00	0	0,00	0
72	8	6,16	0,09	6,25	6,87	1,30	8	0	0,00	0	0,00	0
73	5	6,17	0,09	6,26	6,87	0,81	5	0	0,00	0	0,00	0
74	2	6,18	0,09	6,27	6,88	0,32	2	0	0,00	0	0,00	0
75	5	6,19	0,09	6,27	6,88	0,81	5	0	0,00	0	0,00	0
76	5	6,17	0,09	6,26	6,86	0,81	5	0	0,00	0	0,00	0
77	3	6,19	0,08	6,27	6,87	0,48	3	0	0,00	0	0,00	0
78	6	6,22	0,08	6,31	6,90	0,96	6	0	0,00	0	0,00	0
79	4	6,20	0,08	6,29	6,87	0,65	4	0	0,00	0	0,00	0
80	4	5,85	0,08	5,93	6,48	0,76	5	1	25,00	1	25,00	1
81	2	5,25	0,07	5,32	5,82	0,47	3	1	50,00	1	50,00	1
82	6	5,67	0,08	5,75	6,28	0,94	6	0	0,00	0	0,00	0
83	5	6,04	0,08	6,12	6,67	0,75	5	0	0,00	0	0,00	0
84	2	5,39	0,07	5,47	5,96	0,47	3	1	50,00	1	50,00	1
85	6	5,35	0,07	5,42	5,92	1,13	7	1	16,67	1	16,67	1
86	6	5,50	0,07	5,57	6,07	1,04	7	1	16,67	1	16,67	1
87	4	4,80	0,06	4,87	5,31	1,11	7	3	75,00	3	75,00	9
88	3	4,70	0,06	4,76	5,20	0,66	4	1	33,33	1	33,33	1
89	7	5,21	0,07	5,28	5,74	1,16	6	-1	-14,29	1	14,29	1
90	8	5,43	0,07	5,50	5,97	1,38	8	0	0,00	0	0,00	0
91	15	6,37	0,08	6,45	6,98	1,90	11	-4	-26,67	4	26,67	16
92	5	6,08	0,07	6,16	6,66	0,89	5	0	0,00	0	0,00	0
93	4	6,21	0,07	6,28	6,80	0,62	3	-1	-25,00	1	25,00	1
94	2	5,44	0,06	5,51	5,96	0,49	3	1	50,00	1	50,00	1
95	7	5,35	0,06	5,42	5,86	1,35	7	0	0,00	0	0,00	0
96	4	5,36	0,06	5,42	5,86	0,74	4	0	0,00	0	0,00	0
97	5	4,90	0,06	4,96	5,36	1,22	7	2	40,00	2	40,00	4
98	3	4,46	0,05	4,51	4,88	0,81	5	2	66,67	2	66,67	4
99	7	4,96	0,06	5,02	5,42	1,21	8	1	14,29	1	14,29	1
100	5	4,67	0,05	4,73	5,10	1,19	7	2	40,00	2	40,00	4
101	6	4,58	0,05	4,64	5,00	1,35	9	3	50,00	3	50,00	9
102	8	4,20	0,05	4,25	4,58	2,25	13	5	62,50	5	62,50	25
103	17	4,77	0,05	4,83	5,20	2,98	16	-1	-5,88	1	5,88	1
104	6	4,17	0,05	4,21	4,54	1,92	11	5	83,33	5	83,33	25
105							3					
106							6					
107							5					
108							3					
109							5					
110							3					
111							3					
112							3					



*Anexo E – Avaliação: modelo de
estoques ativo*

Período de revisão de oito semanas

MODELO DE ESTOQUE ATIVO

Vendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ

Cálculo de necessidades

Produto: Peça A	
Demandas médias semanais prev.:	1,47
Período de revisão (semanas):	8
Tempo de resposta (tre) [dias]:	60
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	9

Resultados	
Média de compras	1,38
Média de vendas	1,47
Períodos com atraso	9
Quantidade atrasada	45
Atraso máximo	10
Estoque máximo	17
Estoque médio	5
Giro (semanas)	3,0
Nível de serviço	86%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
8	20	0	0	0	20	-	-	100%
9	17	3	0	0	17	4	-	100%
10	16	1	4	0	20	-	-	100%
11	14	2	4	0	18	-	-	100%
12	13	1	4	0	17	-	-	100%
13	11	2	4	0	15	-	-	100%
14	10	1	4	0	14	-	-	100%
15	9	1	4	0	13	-	-	100%
16	8	1	4	0	12	-	-	100%
17	11	1	0	4	11	7	-	100%
18	10	1	7	0	17	-	-	100%
19	9	1	7	0	16	-	-	100%
20	8	1	7	0	15	-	-	100%
21	6	2	7	0	13	-	-	100%
22	5	1	7	0	12	-	-	100%
23	4	1	7	0	11	-	-	100%
24	3	1	7	0	10	-	-	100%
25	9	1	0	7	9	8	-	100%
26	8	1	8	0	16	-	-	100%
27	7	1	8	0	15	-	-	100%
28	6	1	8	0	14	-	-	100%
29	5	1	8	0	13	-	-	100%
30	4	1	8	0	12	-	-	100%
31	3	1	8	0	11	-	-	100%
32	2	1	8	0	10	-	-	100%
33	9	1	0	8	9	11	-	100%
34	8	1	11	0	19	-	-	100%
35	7	1	11	0	18	-	-	100%
36	6	1	11	0	17	-	-	100%
37	5	1	11	0	16	-	-	100%
38	3	2	11	0	14	-	-	100%
39	2	2	11	0	12	-	1	50%
40	-1	2	11	0	10	-	3	0%
41	9	1	0	11	9	11	-	100%
42	8	1	11	0	19	-	-	100%
43	7	1	11	0	18	-	-	100%
44	6	1	11	0	17	-	-	100%
45	4	2	11	0	15	-	-	100%
46	3	1	11	0	14	-	-	100%
47	1	2	11	0	12	-	1	50%
48	-1	2	11	0	10	-	3	0%
49	8	2	0	11	8	20	-	100%
50	6	2	20	0	26	-	-	100%
51	3	3	20	0	23	-	-	100%
52	1	2	20	0	21	-	1	50%
1	-6	3	20	0	14	-	9	0%
2	-8	2	20	0	12	-	10	0%
3	-9	1	20	0	11	-	10	0%
4	9	2	0	20	9	12	-	100%
5	8	1	12	0	20	-	-	100%
6	7	1	12	0	19	-	-	100%
7	6	1	12	0	18	-	-	100%
8	3	3	12	0	15	-	-	100%

MODELO DE ESTOQUE ATIVOVendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ **Cálculo de necessidades**

Produto: Peça C	
Parâmetros	
Demandas médias semanais prev.:	3,64
Período de revisão [semanas]:	8
Tempo de resposta (tre) [dias]:	60
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	16

Resultados	
Média de compras	3,60
Média de vendas	3,64
Períodos com atraso	17
Quantidade atrasada	262
Atraso máximo	42
Estoque máximo	32
Estoque médio	14
Giro (semanas)	4,0
Nível de serviço	72%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
8	36	0	0	0	36	-	-	
9	32	4	0	0	32	13	-	100%
10	30	2	13	0	43	-	-	100%
11	26	4	13	0	39	-	-	100%
12	22	4	13	0	35	-	-	100%
13	18	4	13	0	31	-	-	100%
14	14	4	13	0	27	-	-	100%
15	9	5	13	0	22	-	-	100%
16	7	2	13	0	20	-	-	100%
17	19	1	0	13	19	14	-	100%
18	18	1	14	0	32	-	-	100%
19	16	2	14	0	30	-	-	100%
20	10	6	14	0	24	-	-	100%
21	9	1	14	0	23	-	-	100%
22	8	1	14	0	22	-	-	100%
23	6	2	14	0	20	-	-	100%
24	3	3	14	0	17	-	-	100%
25	11	6	0	14	11	26	-	100%
26	10	1	26	0	36	-	-	100%
27	7	3	26	0	33	-	-	100%
28	5	2	26	0	31	-	-	100%
29	3	2	26	0	29	-	-	100%
30	0	3	26	0	26	-	3	0%
31	-2	2	26	0	24	-	4	0%
32	-4	2	26	0	22	-	6	0%
33	19	3	0	26	19	23	-	100%
34	18	1	23	0	41	-	-	100%
35	13	5	23	0	36	-	-	100%
36	9	4	23	0	32	-	-	100%
37	6	3	23	0	29	-	-	100%
38	1	5	23	0	24	-	4	20%
39	-2	3	23	0	21	-	5	0%
40	-4	2	23	0	19	-	6	0%
41	16	3	0	23	16	29	-	100%
42	14	2	29	0	43	-	-	100%
43	12	2	29	0	41	-	-	100%
44	7	5	29	0	36	-	-	100%
45	3	4	29	0	32	-	1	75%
46	1	2	29	0	30	-	1	50%
47	-5	6	29	0	24	-	11	0%
48	-10	5	29	0	19	-	15	0%
49	13	6	0	29	13	60	-	100%
50	6	7	60	0	66	-	1	86%
51	-2	8	60	0	58	-	10	0%
52	-22	20	60	0	38	-	42	0%
1	-32	10	60	0	28	-	42	0%
2	-33	1	60	0	27	-	34	0%
3	-34	1	60	0	26	-	35	0%
4	-38	4	60	0	22	-	42	0%
5	19	3	0	60	19	26	-	100%
6	18	1	26	0	44	-	-	100%
7	17	1	26	0	43	-	-	100%
8	14	3	26	0	40	-	-	100%
9	8	6	26	0	34	0	-	100%

MODELO DE ESTOQUE ATIVOVendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ **Cálculo de necessidades**

Produto: Peça F	
Parâmetros	
Demandas médias semanais prev.: 5,68	
Período de revisão [semanas]: 8	
Tempo de resposta (tre) [dias]: 60	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	21

Resultados	
Média de compras	5,96
Média de vendas	5,68
Períodos com atraso	29
Quantidade atrasada	510
Atraso máximo	49
Estoque máximo	27
Estoque médio	24
Giro (semanas)	4,0
Nível de serviço	50%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
8	30	0	0	0	30	-	-	
9	27	3	0	0	27	32	-	100%
10	22	5	32	0	54	-	-	100%
11	17	5	32	0	49	-	-	100%
12	9	8	32	0	41	-	-	100%
13	2	7	32	0	34	-	5	29%
14	0	2	32	0	32	-	2	0%
15	-6	6	32	0	26	-	12	0%
16	-8	2	32	0	24	-	10	0%
17	19	5	0	32	19	46	-	100%
18	11	8	46	0	57	-	-	100%
19	7	4	46	0	53	-	-	100%
20	0	7	46	0	46	-	7	0%
21	-8	8	46	0	38	-	16	0%
22	-13	5	46	0	33	-	18	0%
23	-15	2	46	0	31	-	17	0%
24	-20	5	46	0	26	-	25	0%
25	-21	5	0	46	21	37	-	100%
26	-18	3	37	0	55	-	-	100%
27	-12	6	37	0	49	-	-	100%
28	8	4	37	0	45	-	-	100%
29	3	5	37	0	40	-	2	60%
30	0	3	37	0	37	-	3	0%
31	-6	6	37	0	31	-	12	0%
32	-11	5	37	0	26	-	16	0%
33	23	3	0	37	23	51	-	100%
34	16	7	51	0	67	-	-	100%
35	9	7	51	0	60	-	-	100%
36	2	7	51	0	53	-	5	29%
37	-2	4	51	0	49	-	6	0%
38	-8	6	51	0	43	-	14	0%
39	-16	8	51	0	35	-	24	0%
40	-27	11	51	0	24	-	38	0%
41	19	5	0	51	19	44	-	100%
42	16	3	44	0	60	-	-	100%
43	13	3	44	0	57	-	-	100%
44	6	7	44	0	50	-	1	86%
45	2	4	44	0	46	-	2	50%
46	-5	7	44	0	39	-	12	0%
47	-10	5	44	0	34	-	15	0%
48	-18	8	44	0	26	-	26	0%
49	19	7	0	44	19	72	-	100%
50	10	9	72	0	82	-	-	100%
51	-3	13	72	0	69	-	16	0%
52	-19	16	72	0	53	-	35	0%
1	-30	11	72	0	42	-	41	0%
2	-33	3	72	0	39	-	36	0%
3	-39	6	72	0	33	-	45	0%
4	-44	5	72	0	28	-	49	0%
5	25	3	0	72	25	34	-	100%
6	20	5	34	0	54	-	-	100%
7	17	3	34	0	51	-	-	100%
8	14	3	34	0	48	-	-	100%
9	11	3	34	0	45	0	-	100%

Período de revisão de quatro semanas

MODELO DE ESTOQUE ATIVO

Vendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ

Cálculo de necessidades

Produto: Peça A	
Demandas médias semanais prev.:	1,54
Período de revisão (semanas):	4
Tempo de resposta (tre) [dias]:	30
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg):	5
(nível de serviço = 90%)	

Resultados	
Média de compras	1,26
Média de vendas	1,55
Períodos com atraso	9
Quantidade atrasada	23
Atraso máximo	7
Estoque máximo	18
Estoque médio	3
Giro (semanas)	2,0
Nível de serviço	86%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
4	20		0	0	20			
5	18	2	0	0	18	0	-	100%
6	17	1	0	0	17	-	-	100%
7	16	1	0	0	16	-	-	100%
8	15	1	0	0	15	-	-	100%
9	12	3	0	0	12	0	-	100%
10	11	1	0	0	11	-	-	100%
11	9	2	0	0	9	-	-	100%
12	8	1	0	0	8	-	-	100%
13	6	2	0	0	6	3	-	100%
14	5	1	3	0	8	-	-	100%
15	4	1	3	0	7	-	-	100%
16	3	1	3	0	6	-	-	100%
17	5	1	0	3	5	5	-	100%
18	4	1	5	0	9	-	-	100%
19	3	1	5	0	8	-	-	100%
20	2	1	5	0	7	-	-	100%
21	5	2	0	5	5	4	-	100%
22	4	1	4	0	8	-	-	100%
23	3	1	4	0	7	-	-	100%
24	2	1	4	0	6	-	-	100%
25	5	1	0	4	5	4	-	100%
26	4	1	4	0	8	-	-	100%
27	3	1	4	0	7	-	-	100%
28	5	1	0	4	5	4	-	100%
29	4	1	4	0	8	-	-	100%
30	3	1	4	0	7	-	-	100%
31	2	1	4	0	6	-	-	100%
32	5	1	0	4	5	4	-	100%
33	4	1	4	0	8	-	-	100%
34	3	1	4	0	7	-	-	100%
35	2	1	4	0	6	-	-	100%
36	5	1	0	4	5	7	-	100%
37	3	2	7	0	10	-	-	100%
38	1	2	7	0	8	-	1	50%
39	-1	2	7	0	6	-	3	0%
40	5	1	0	7	5	6	-	100%
41	4	1	6	0	10	-	-	100%
42	2	2	6	0	8	-	-	100%
43	1	1	6	0	7	-	-	100%
44	5	2	0	6	5	8	-	100%
45	4	1	8	0	12	-	-	100%
46	2	2	8	0	10	-	-	100%
47	0	2	8	0	8	-	2	0%
48	5	3	0	8	5	14	-	100%
49	2	3	14	0	16	-	1	67%
50	-1	3	14	0	13	-	4	0%
51	-4	3	14	0	10	-	7	0%
52	5	5	0	14	5	8	-	100%
1	2	3	8	0	10	-	1	67%
2	0	2	8	0	8	-	2	0%
3	-1	1	8	0	7	-	2	0%
4	5	2	0	8	5	0	-	100%

MODELO DE ESTOQUE ATIVOVendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ **Cálculo de necessidades**

Produto: Peça C		Resultados	
Demandas médias semanais prev.: 3,48		Média de compras 2,94	
Período de revisão [semanas]: 4		Média de vendas 3,47	
Tempo de resposta (tre) [dias]: 30		Períodos com atraso 17	
Parâmetros		Quantidade atrasada 108	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%) 8		Atraso máximo 30	
		Estoque máximo 34	
		Estoque médio 7	
		Giro (semanas) 2,0	
		Nível de serviço 74%	

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
4	36	2	0	0	36	0	-	100%
5	34	1	0	0	34	-	-	100%
6	33	1	0	0	33	-	-	100%
7	32	2	0	0	32	-	-	100%
8	30	5	0	0	30	-	-	100%
9	25	5	0	0	25	0	-	100%
10	23	2	0	0	23	-	-	100%
11	18	5	0	0	18	-	-	100%
12	13	5	0	0	13	-	-	100%
13	8	5	0	0	8	12	-	100%
14	4	4	12	0	16	-	-	100%
15	-1	5	12	0	11	-	6	0%
16	-3	2	12	0	9	-	5	0%
17	8	1	0	12	8	10	-	100%
18	7	1	10	0	17	-	-	100%
19	5	2	10	0	15	-	-	100%
20	-1	6	10	0	9	-	7	0%
21	8	1	0	10	8	13	-	100%
22	7	1	13	0	20	-	-	100%
23	5	2	13	0	18	-	-	100%
24	2	3	13	0	15	-	1	67%
25	8	7	0	13	8	8	-	100%
26	7	1	8	0	15	-	-	100%
27	4	3	8	0	12	-	-	100%
28	4	2	8	0	10	-	-	100%
29	8	2	0	8	8	9	-	100%
30	5	3	9	0	14	-	-	100%
31	3	2	9	0	12	-	-	100%
32	2	1	9	0	11	-	-	100%
33	8	3	0	9	8	13	-	100%
34	7	1	13	0	20	-	-	100%
35	5	6	13	0	14	-	5	17%
36	-3	4	13	0	10	-	7	0%
37	8	2	0	13	8	16	-	100%
38	3	5	16	0	19	-	2	60%
39	0	3	16	0	16	-	3	0%
40	-2	2	16	0	14	-	4	0%
41	8	6	0	16	8	15	-	100%
42	6	2	15	0	21	-	-	100%
43	4	2	15	0	19	-	-	100%
44	-3	7	15	0	12	-	10	0%
45	8	4	0	15	8	18	-	100%
46	3	2	18	0	24	-	-	100%
47	0	6	18	0	18	-	6	0%
48	-5	5	18	0	13	-	10	0%
49	8	5	0	18	8	33	-	100%
50	3	5	33	0	36	-	2	60%
51	-2	5	33	0	31	-	7	0%
52	14	33	0	17	-	30	-	0%
1	8	9	0	33	8	9	1	89%
2	7	1	9	0	16	-	-	100%
3	6	1	9	0	15	-	-	100%
4	2	4	9	0	11	-	2	50%
5	8	3	0	9	8	0	-	100%

MODELO DE ESTOQUE ATIVOVendas previstas pelo modelo de suavização exponencial com α , β e γ **Cálculo de necessidades**

Produto: Peça F				Resultados																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Demanda média semanal prev.:	5,62			Média de compras	5,21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Período de revisão [semanas]:	4			Média de vendas	5,57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Tempo de resposta (tre) [dias]:	30			Períodos com atraso	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Parâmetros				Quantidade atrasada	243																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	11			Atraso máximo	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				Estoque máximo	27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				Estoque médio	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				Giro (semanas)	2,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				Nível de serviço	59%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (semanas)</th><th>Estoque</th><th>Venda</th><th>Pedido aberto</th><th>Recebimento</th><th>Estoque Pend.</th><th>Pedido</th><th>Falta</th><th>Nível de serviço</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>30</td><td>30</td><td>0</td><td>0</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>27</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>27</td><td>1</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>5</td><td>22</td><td>5</td><td>1</td><td>0</td><td>23</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>6</td><td>18</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>19</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>7</td><td>14</td><td>4</td><td>1</td><td>0</td><td>15</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>8</td><td>11</td><td>4</td><td>0</td><td>1</td><td>11</td><td>28</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>9</td><td>5</td><td>6</td><td>28</td><td>0</td><td>33</td><td>-</td><td>1</td><td>83%</td></tr> <tr><td>10</td><td>-1</td><td>6</td><td>28</td><td>0</td><td>27</td><td>-</td><td>7</td><td>0%</td></tr> <tr><td>11</td><td>-10</td><td>9</td><td>28</td><td>0</td><td>18</td><td>-</td><td>19</td><td>0%</td></tr> <tr><td>12</td><td>11</td><td>7</td><td>0</td><td>28</td><td>11</td><td>15</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>13</td><td>9</td><td>2</td><td>15</td><td>0</td><td>24</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>14</td><td>3</td><td>6</td><td>15</td><td>0</td><td>18</td><td>-</td><td>3</td><td>50%</td></tr> <tr><td>15</td><td>1</td><td>2</td><td>15</td><td>0</td><td>16</td><td>-</td><td>1</td><td>50%</td></tr> <tr><td>16</td><td>11</td><td>5</td><td>0</td><td>15</td><td>11</td><td>27</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>17</td><td>3</td><td>8</td><td>27</td><td>0</td><td>30</td><td>-</td><td>5</td><td>38%</td></tr> <tr><td>18</td><td>-1</td><td>4</td><td>27</td><td>0</td><td>26</td><td>-</td><td>5</td><td>0%</td></tr> <tr><td>19</td><td>-8</td><td>7</td><td>27</td><td>0</td><td>19</td><td>-</td><td>15</td><td>0%</td></tr> <tr><td>20</td><td>11</td><td>8</td><td>0</td><td>27</td><td>11</td><td>17</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>21</td><td>6</td><td>5</td><td>17</td><td>0</td><td>23</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>22</td><td>4</td><td>2</td><td>17</td><td>0</td><td>21</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>23</td><td>-1</td><td>5</td><td>17</td><td>0</td><td>16</td><td>-</td><td>6</td><td>0%</td></tr> <tr><td>24</td><td>11</td><td>5</td><td>0</td><td>17</td><td>11</td><td>18</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>25</td><td>8</td><td>3</td><td>18</td><td>0</td><td>26</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>26</td><td>2</td><td>6</td><td>18</td><td>0</td><td>20</td><td>-</td><td>4</td><td>33%</td></tr> <tr><td>27</td><td>-2</td><td>4</td><td>18</td><td>0</td><td>16</td><td>-</td><td>6</td><td>0%</td></tr> <tr><td>28</td><td>11</td><td>5</td><td>0</td><td>18</td><td>11</td><td>17</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>29</td><td>8</td><td>3</td><td>17</td><td>0</td><td>25</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>30</td><td>2</td><td>6</td><td>17</td><td>0</td><td>19</td><td>-</td><td>4</td><td>33%</td></tr> <tr><td>31</td><td>-3</td><td>5</td><td>17</td><td>0</td><td>14</td><td>-</td><td>8</td><td>0%</td></tr> <tr><td>32</td><td>11</td><td>3</td><td>0</td><td>17</td><td>11</td><td>23</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>33</td><td>5</td><td>6</td><td>23</td><td>0</td><td>28</td><td>-</td><td>1</td><td>83%</td></tr> <tr><td>34</td><td>-1</td><td>6</td><td>23</td><td>0</td><td>22</td><td>-</td><td>7</td><td>0%</td></tr> <tr><td>35</td><td>-8</td><td>7</td><td>23</td><td>0</td><td>15</td><td>-</td><td>15</td><td>0%</td></tr> <tr><td>36</td><td>11</td><td>4</td><td>0</td><td>23</td><td>11</td><td>27</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>37</td><td>5</td><td>6</td><td>27</td><td>0</td><td>32</td><td>-</td><td>1</td><td>83%</td></tr> <tr><td>38</td><td>-3</td><td>8</td><td>27</td><td>0</td><td>24</td><td>-</td><td>11</td><td>0%</td></tr> <tr><td>39</td><td>-12</td><td>9</td><td>27</td><td>0</td><td>15</td><td>-</td><td>21</td><td>0%</td></tr> <tr><td>40</td><td>11</td><td>4</td><td>0</td><td>27</td><td>11</td><td>20</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>41</td><td>8</td><td>3</td><td>20</td><td>0</td><td>28</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>42</td><td>5</td><td>3</td><td>20</td><td>0</td><td>25</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>43</td><td>-4</td><td>9</td><td>20</td><td>0</td><td>16</td><td>-</td><td>13</td><td>0%</td></tr> <tr><td>44</td><td>11</td><td>5</td><td>0</td><td>20</td><td>11</td><td>26</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>45</td><td>3</td><td>8</td><td>26</td><td>0</td><td>29</td><td>-</td><td>5</td><td>38%</td></tr> <tr><td>46</td><td>-2</td><td>5</td><td>26</td><td>0</td><td>24</td><td>-</td><td>7</td><td>0%</td></tr> <tr><td>47</td><td>-8</td><td>6</td><td>26</td><td>0</td><td>18</td><td>-</td><td>14</td><td>0%</td></tr> <tr><td>48</td><td>11</td><td>7</td><td>0</td><td>26</td><td>11</td><td>41</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>49</td><td>4</td><td>7</td><td>41</td><td>0</td><td>45</td><td>-</td><td>3</td><td>57%</td></tr> <tr><td>50</td><td>-6</td><td>10</td><td>41</td><td>0</td><td>35</td><td>-</td><td>16</td><td>0%</td></tr> <tr><td>51</td><td>-21</td><td>15</td><td>41</td><td>0</td><td>20</td><td>-</td><td>36</td><td>0%</td></tr> <tr><td>52</td><td>11</td><td>9</td><td>0</td><td>41</td><td>11</td><td>16</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>1</td><td>8</td><td>3</td><td>16</td><td>0</td><td>24</td><td>-</td><td>-</td><td>100%</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>16</td><td>0</td><td>19</td><td>-</td><td>2</td><td>60%</td></tr> <tr><td>3</td><td>-2</td><td>5</td><td>16</td><td>0</td><td>14</td><td>-</td><td>7</td><td>0%</td></tr> <tr><td>4</td><td>11</td><td>3</td><td>0</td><td>16</td><td>11</td><td>0</td><td>-</td><td>100%</td></tr> </tbody> </table>	t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço	30	30	0	0	30					4	27	3	0	0	27	1	-	100%	5	22	5	1	0	23	-	-	100%	6	18	4	1	0	19	-	-	100%	7	14	4	1	0	15	-	-	100%	8	11	4	0	1	11	28	-	100%	9	5	6	28	0	33	-	1	83%	10	-1	6	28	0	27	-	7	0%	11	-10	9	28	0	18	-	19	0%	12	11	7	0	28	11	15	-	100%	13	9	2	15	0	24	-	-	100%	14	3	6	15	0	18	-	3	50%	15	1	2	15	0	16	-	1	50%	16	11	5	0	15	11	27	-	100%	17	3	8	27	0	30	-	5	38%	18	-1	4	27	0	26	-	5	0%	19	-8	7	27	0	19	-	15	0%	20	11	8	0	27	11	17	-	100%	21	6	5	17	0	23	-	-	100%	22	4	2	17	0	21	-	-	100%	23	-1	5	17	0	16	-	6	0%	24	11	5	0	17	11	18	-	100%	25	8	3	18	0	26	-	-	100%	26	2	6	18	0	20	-	4	33%	27	-2	4	18	0	16	-	6	0%	28	11	5	0	18	11	17	-	100%	29	8	3	17	0	25	-	-	100%	30	2	6	17	0	19	-	4	33%	31	-3	5	17	0	14	-	8	0%	32	11	3	0	17	11	23	-	100%	33	5	6	23	0	28	-	1	83%	34	-1	6	23	0	22	-	7	0%	35	-8	7	23	0	15	-	15	0%	36	11	4	0	23	11	27	-	100%	37	5	6	27	0	32	-	1	83%	38	-3	8	27	0	24	-	11	0%	39	-12	9	27	0	15	-	21	0%	40	11	4	0	27	11	20	-	100%	41	8	3	20	0	28	-	-	100%	42	5	3	20	0	25	-	-	100%	43	-4	9	20	0	16	-	13	0%	44	11	5	0	20	11	26	-	100%	45	3	8	26	0	29	-	5	38%	46	-2	5	26	0	24	-	7	0%	47	-8	6	26	0	18	-	14	0%	48	11	7	0	26	11	41	-	100%	49	4	7	41	0	45	-	3	57%	50	-6	10	41	0	35	-	16	0%	51	-21	15	41	0	20	-	36	0%	52	11	9	0	41	11	16	-	100%	1	8	3	16	0	24	-	-	100%	2	3	5	16	0	19	-	2	60%	3	-2	5	16	0	14	-	7	0%	4	11	3	0	16	11	0	-	100%
t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
30	30	0	0	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
4	27	3	0	0	27	1	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	22	5	1	0	23	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6	18	4	1	0	19	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7	14	4	1	0	15	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	11	4	0	1	11	28	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9	5	6	28	0	33	-	1	83%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10	-1	6	28	0	27	-	7	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11	-10	9	28	0	18	-	19	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	11	7	0	28	11	15	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13	9	2	15	0	24	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
14	3	6	15	0	18	-	3	50%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15	1	2	15	0	16	-	1	50%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	11	5	0	15	11	27	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
17	3	8	27	0	30	-	5	38%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
18	-1	4	27	0	26	-	5	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
19	-8	7	27	0	19	-	15	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	11	8	0	27	11	17	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
21	6	5	17	0	23	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
22	4	2	17	0	21	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
23	-1	5	17	0	16	-	6	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
24	11	5	0	17	11	18	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
25	8	3	18	0	26	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
26	2	6	18	0	20	-	4	33%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
27	-2	4	18	0	16	-	6	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
28	11	5	0	18	11	17	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
29	8	3	17	0	25	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
30	2	6	17	0	19	-	4	33%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
31	-3	5	17	0	14	-	8	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
32	11	3	0	17	11	23	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
33	5	6	23	0	28	-	1	83%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
34	-1	6	23	0	22	-	7	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
35	-8	7	23	0	15	-	15	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
36	11	4	0	23	11	27	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
37	5	6	27	0	32	-	1	83%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
38	-3	8	27	0	24	-	11	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
39	-12	9	27	0	15	-	21	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
40	11	4	0	27	11	20	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
41	8	3	20	0	28	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
42	5	3	20	0	25	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
43	-4	9	20	0	16	-	13	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
44	11	5	0	20	11	26	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
45	3	8	26	0	29	-	5	38%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
46	-2	5	26	0	24	-	7	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
47	-8	6	26	0	18	-	14	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
48	11	7	0	26	11	41	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
49	4	7	41	0	45	-	3	57%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
50	-6	10	41	0	35	-	16	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
51	-21	15	41	0	20	-	36	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
52	11	9	0	41	11	16	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	8	3	16	0	24	-	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	3	5	16	0	19	-	2	60%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	-2	5	16	0	14	-	7	0%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	11	3	0	16	11	0	-	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

*Anexo F – Avaliação: modelo de
estoques reativo*

Período de revisão de oito semanas

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça A	
Demanda média semanal:	1,50
Período de revisão [semanas]:	8
Tempo de resposta (tre) [dias]:	60
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	9
Ponto de Pedido (PtoPed):	22
Estoque máximo (EstMax): (% arbitrada = 40%)	31

Resultados	
Média de compras	1,61
Média de vendas	1,50
Períodos com atraso	13
Quantidade atrasada	56
Atraso máximo	20
Estoque máximo	26
Estoque médio	9
Giro (semanas)	6,0
Nível de serviço	89%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
1	20	0	0	0	20	-	-	100%
2	20	0	0	0	20	-	-	100%
3	20	0	0	0	20	-	-	100%
4	19	1	0	0	19	-	-	100%
5	19	0	0	0	19	-	-	100%
6	19	0	0	0	19	-	-	100%
7	19	0	0	0	19	-	-	100%
8	18	1	0	0	18	13	-	100%
9	17	1	13	0	30	-	-	100%
10	15	2	13	0	28	-	-	100%
11	15	0	13	0	28	-	-	100%
12	13	2	13	0	26	-	-	100%
13	12	1	13	0	25	-	-	100%
14	12	0	13	0	25	-	-	100%
15	11	1	13	0	24	-	-	100%
16	24	0	0	13	24	0	-	100%
17	22	2	0	0	22	-	-	100%
18	19	3	0	0	19	-	-	100%
19	17	2	0	0	17	-	-	100%
20	13	4	0	0	13	-	-	100%
21	12	1	0	0	12	-	-	100%
22	11	1	0	0	11	-	-	100%
23	11	0	0	0	11	-	-	100%
24	6	5	0	0	6	25	-	100%
25	4	2	25	0	29	-	-	100%
26	2	2	25	0	27	-	-	100%
27	2	0	25	0	27	-	-	100%
28	1	1	25	0	26	-	-	100%
29	0	1	25	0	25	-	1	0%
30	-1	1	25	0	24	-	2	0%
31	-2	1	25	0	23	-	3	0%
32	22	1	0	25	22	0	-	100%
33	20	2	0	0	20	-	-	100%
34	19	1	0	0	19	-	-	100%
35	17	2	0	0	17	-	-	100%
36	13	4	0	0	13	-	-	100%
37	13	0	0	0	13	-	-	100%
38	12	1	0	0	12	-	-	100%
39	12	0	0	0	12	-	-	100%
40	12	0	0	0	12	19	-	100%
41	11	1	19	0	30	-	-	100%
42	10	1	19	0	29	-	-	100%
43	10	0	19	0	29	-	-	100%
44	9	1	19	0	28	-	-	100%
45	9	0	19	0	28	-	-	100%
46	7	2	19	0	26	-	-	100%
47	5	2	19	0	24	-	-	100%
48	21	3	0	19	21	10	-	100%
49	15	6	10	0	25	-	-	100%
50	10	5	10	0	20	-	-	100%
51	10	0	10	0	20	-	-	100%
52	6	4	10	0	16	-	-	100%

53	4	2	10	0	14	-	-	100%
54	3	1	10	0	13	-	-	100%
55	1	2	10	0	11	-	1	50%
56	10	1	0	10	10	21	-	100%
57	10	0	21	0	31	-	-	100%
58	9	1	21	0	30	-	-	100%
59	5	4	21	0	26	-	-	100%
60	5	0	21	0	26	-	-	100%
61	3	2	21	0	24	-	-	100%
62	3	0	21	0	24	-	-	100%
63	1	2	21	0	22	-	1	50%
64	22	0	0	21	22	0	-	100%
65	20	2	0	0	20	-	-	100%
66	19	1	0	0	19	-	-	100%
67	19	0	0	0	19	-	-	100%
68	19	0	0	0	19	-	-	100%
69	19	0	0	0	19	-	-	100%
70	17	2	0	0	17	-	-	100%
71	14	3	0	0	14	-	-	100%
72	14	0	0	0	14	17	-	100%
73	14	0	17	0	31	-	-	100%
74	14	0	17	0	31	-	-	100%
75	12	2	17	0	29	-	-	100%
76	11	1	17	0	28	-	-	100%
77	10	1	17	0	27	-	-	100%
78	10	0	17	0	27	-	-	100%
79	10	0	17	0	27	-	-	100%
80	26	1	0	17	26	0	-	100%
81	26	0	0	0	26	-	-	100%
82	25	1	0	0	25	-	-	100%
83	25	0	0	0	25	-	-	100%
84	23	2	0	0	23	-	-	100%
85	21	2	0	0	21	-	-	100%
86	20	1	0	0	20	-	-	100%
87	18	2	0	0	18	-	-	100%
88	16	2	0	0	16	15	-	100%
89	12	4	15	0	27	-	-	100%
90	8	4	15	0	23	-	-	100%
91	7	1	15	0	22	-	-	100%
92	5	2	15	0	20	-	-	100%
93	2	3	15	0	17	-	1	67%
94	0	2	15	0	15	-	2	0%
95	-4	4	15	0	11	-	8	0%
96	10	1	0	15	10	21	-	100%
97	7	3	21	0	28	-	-	100%
98	5	2	21	0	26	-	-	100%
99	1	4	21	0	22	-	3	25%
100	-2	3	21	0	19	-	5	0%
101	-3	1	21	0	18	-	4	0%
102	-4	1	21	0	17	-	5	0%
103	-12	8	21	0	9	-	20	0%
104	5	4	0	21	5	26	-	100%

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça C	
Demandas médias semanais:	2,94
Período de revisão [semanas]:	8
Tempo de resposta (tre) [dias]:	60
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	16
Ponto de Pedido (PtoPed):	42
Estoque máximo (EstMax): (% arbitrada = 40%)	58

Resultados	
Média de compras	3,15
Média de vendas	2,94
Períodos com atraso	4
Quantidade atrasada	40
Atraso máximo	30
Estoque máximo	43
Estoque médio	14
Giro (semanas)	5,0
Nível de serviço	97%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
36								
1	36	0	0	0	36	-	-	100%
2	32	4	0	0	32	-	-	100%
3	32	0	0	0	32	-	-	100%
4	31	1	0	0	31	-	-	100%
5	27	4	0	0	27	-	-	100%
6	26	1	0	0	26	-	-	100%
7	22	4	0	0	22	-	-	100%
8	19	3	0	0	19	39	-	100%
9	17	2	39	0	56	-	-	100%
10	15	2	39	0	54	-	-	100%
11	14	1	39	0	53	-	-	100%
12	13	1	39	0	52	-	-	100%
13	10	3	39	0	49	-	-	100%
14	6	4	39	0	45	-	-	100%
15	6	0	39	0	45	-	-	100%
16	43	2	0	39	43	0	-	100%
17	42	1	0	0	42	-	-	100%
18	39	3	0	0	39	-	-	100%
19	34	5	0	0	34	-	-	100%
20	24	10	0	0	24	-	-	100%
21	22	2	0	0	22	-	-	100%
22	21	1	0	0	21	-	-	100%
23	21	0	0	0	21	-	-	100%
24	15	6	0	0	15	43	-	100%
25	14	1	43	0	57	-	-	100%
26	11	3	43	0	54	-	-	100%
27	8	3	43	0	51	-	-	100%
28	7	1	43	0	50	-	-	100%
29	5	2	43	0	48	-	-	100%
30	4	1	43	0	47	-	-	100%
31	1	3	43	0	44	-	2	33%
32	40	4	0	43	40	18	-	100%
33	40	0	18	0	58	-	-	100%
34	38	2	18	0	56	-	-	100%
35	33	5	18	0	51	-	-	100%
36	32	1	18	0	50	-	-	100%
37	29	3	18	0	47	-	-	100%
38	28	1	18	0	46	-	-	100%
39	28	0	18	0	46	-	-	100%
40	42	4	0	18	42	0	-	100%
41	41	1	0	0	41	-	-	100%
42	41	0	0	0	41	-	-	100%
43	40	1	0	0	40	-	-	100%
44	37	3	0	0	37	-	-	100%
45	35	2	0	0	35	-	-	100%
46	31	4	0	0	31	-	-	100%
47	30	1	0	0	30	-	-	100%
48	27	3	0	0	27	31	-	100%
49	25	2	31	0	56	-	-	100%
50	22	3	31	0	53	-	-	100%
51	18	4	31	0	49	-	-	100%
52	12	6	31	0	43	-	-	100%

53	11	1	31	0	42	-	-	100%
54	10	1	31	0	41	-	-	100%
55	7	3	31	0	38	-	-	100%
56	35	3	0	31	35	23	-	100%
57	34	1	23	0	57	-	-	100%
58	33	1	23	0	56	-	-	100%
59	31	2	23	0	54	-	-	100%
60	26	5	23	0	49	-	-	100%
61	24	2	23	0	47	-	-	100%
62	19	5	23	0	42	-	-	100%
63	14	5	23	0	37	-	-	100%
64	32	5	0	23	32	26	-	100%
65	28	4	26	0	54	-	-	100%
66	22	6	26	0	48	-	-	100%
67	20	2	26	0	46	-	-	100%
68	19	1	26	0	45	-	-	100%
69	18	1	26	0	44	-	-	100%
70	16	2	26	0	42	-	-	100%
71	9	7	26	0	35	-	-	100%
72	34	1	0	26	34	24	-	100%
73	33	1	24	0	57	-	-	100%
74	31	2	24	0	55	-	-	100%
75	28	3	24	0	52	-	-	100%
76	21	7	24	0	45	-	-	100%
77	20	1	24	0	44	-	-	100%
78	17	3	24	0	41	-	-	100%
79	17	0	24	0	41	-	-	100%
80	38	3	0	24	38	20	-	100%
81	35	3	20	0	55	-	-	100%
82	32	3	20	0	52	-	-	100%
83	32	0	20	0	52	-	-	100%
84	31	1	20	0	51	-	-	100%
85	29	2	20	0	49	-	-	100%
86	21	8	20	0	41	-	-	100%
87	17	4	20	0	37	-	-	100%
88	33	4	0	20	33	25	-	100%
89	28	5	25	0	53	-	-	100%
90	24	4	25	0	49	-	-	100%
91	20	4	25	0	45	-	-	100%
92	15	5	25	0	40	-	-	100%
93	13	2	25	0	38	-	-	100%
94	10	3	25	0	35	-	-	100%
95	3	7	25	0	28	-	4	43%
96	26	2	0	25	26	32	-	100%
97	25	1	32	0	57	-	-	100%
98	22	3	32	0	54	-	-	100%
99	18	4	32	0	50	-	-	100%
100	14	4	32	0	46	-	-	100%
101	8	6	32	0	40	-	-	100%
102	2	6	32	0	34	-	4	33%
103	-14	16	32	0	18	-	30	0%
104	11	7	0	32	11	47	-	100%

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça F	
Demandas médias semanais:	4,76
Período de revisão [semanas]:	8
Tempo de resposta (tre) [dias]:	60
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg): (nível de serviço = 90%)	21
Ponto de Pedido (PtoPed):	62
Estoque máximo (EstMax): (% arbitrada = 40%)	87

Resultados	
Média de compras	5,31
Média de vendas	4,76
Períodos com atraso	12
Quantidade atrasada	103
Atraso máximo	33
Estoque máximo	64
Estoque médio	23
Giro (semanas)	5,0
Nível de serviço	91%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
1	30	0	0	0	30	-	-	100%
2	24	6	0	0	24	-	-	100%
3	24	0	0	0	24	-	-	100%
4	23	1	0	0	23	-	-	100%
5	22	1	0	0	22	-	-	100%
6	21	1	0	0	21	-	-	100%
7	19	2	0	0	19	-	-	100%
8	19	0	0	0	19	68	-	100%
9	18	1	68	0	86	-	-	100%
10	16	2	68	0	84	-	-	100%
11	11	5	68	0	79	-	-	100%
12	8	3	68	0	76	-	-	100%
13	2	6	68	0	70	-	4	33%
14	-3	5	68	0	65	-	8	0%
15	-8	5	68	0	60	-	13	0%
16	56	4	0	68	56	31	-	100%
17	52	4	31	0	83	-	-	100%
18	48	4	31	0	79	-	-	100%
19	45	3	31	0	76	-	-	100%
20	37	8	31	0	68	-	-	100%
21	31	6	31	0	62	-	-	100%
22	28	3	31	0	59	-	-	100%
23	24	4	31	0	55	-	-	100%
24	49	6	0	31	49	38	-	100%
25	42	7	38	0	80	-	-	100%
26	42	0	38	0	80	-	-	100%
27	39	3	38	0	77	-	-	100%
28	39	0	38	0	77	-	-	100%
29	36	3	38	0	74	-	-	100%
30	32	4	38	0	70	-	-	100%
31	29	3	38	0	67	-	-	100%
32	64	3	0	38	64	0	-	100%
33	58	6	0	0	58	-	-	100%
34	53	5	0	0	53	-	-	100%
35	45	8	0	0	45	-	-	100%
36	41	4	0	0	41	-	-	100%
37	41	0	0	0	41	-	-	100%
38	35	6	0	0	35	-	-	100%
39	32	3	0	0	32	-	-	100%
40	28	4	0	0	28	59	-	100%
41	26	2	59	0	85	-	-	100%
42	23	3	59	0	82	-	-	100%
43	17	6	59	0	76	-	-	100%
44	14	3	59	0	73	-	-	100%
45	7	7	59	0	66	-	-	100%
46	2	5	59	0	61	-	3	40%
47	-1	3	59	0	58	-	4	0%
48	52	6	0	59	52	35	-	100%
49	46	6	35	0	81	-	-	100%
50	33	13	35	0	68	-	-	100%
51	28	5	35	0	63	-	-	100%
52	16	12	35	0	51	-	-	100%

53	13	3	35	0	48	-	-	100%
54	6	7	35	0	41	-	1	86%
55	0	6	35	0	35	-	6	0%
56	31	4	0	35	31	56	-	100%
57	25	6	56	0	81	-	-	100%
58	21	4	56	0	77	-	-	100%
59	17	4	56	0	73	-	-	100%
60	13	4	56	0	69	-	-	100%
61	7	6	56	0	63	-	-	100%
62	1	6	56	0	57	-	5	17%
63	-8	9	56	0	48	-	17	0%
64	41	7	0	56	41	46	-	100%
65	39	2	46	0	85	-	-	100%
66	33	6	46	0	79	-	-	100%
67	31	2	46	0	77	-	-	100%
68	26	5	46	0	72	-	-	100%
69	18	8	46	0	64	-	-	100%
70	14	4	46	0	60	-	-	100%
71	7	7	46	0	53	-	-	100%
72	45	8	0	46	45	42	-	100%
73	40	5	42	0	82	-	-	100%
74	38	2	42	0	80	-	-	100%
75	33	5	42	0	75	-	-	100%
76	28	5	42	0	70	-	-	100%
77	25	3	42	0	67	-	-	100%
78	19	6	42	0	61	-	-	100%
79	15	4	42	0	57	-	-	100%
80	53	4	0	42	53	34	-	100%
81	51	2	34	0	85	-	-	100%
82	45	6	34	0	79	-	-	100%
83	40	5	34	0	74	-	-	100%
84	38	2	34	0	72	-	-	100%
85	32	6	34	0	66	-	-	100%
86	26	6	34	0	60	-	-	100%
87	22	4	34	0	56	-	-	100%
88	53	3	0	34	53	34	-	100%
89	46	7	34	0	80	-	-	100%
90	38	8	34	0	72	-	-	100%
91	23	15	34	0	57	-	-	100%
92	18	5	34	0	52	-	-	100%
93	14	4	34	0	48	-	-	100%
94	12	2	34	0	46	-	-	100%
95	5	7	34	0	39	-	2	71%
96	35	4	0	34	35	52	-	100%
97	30	5	52	0	82	-	-	100%
98	27	3	52	0	79	-	-	100%
99	20	7	52	0	72	-	-	100%
100	15	5	52	0	67	-	-	100%
101	9	6	52	0	61	-	-	100%
102	1	8	52	0	53	-	7	13%
103	-16	17	52	0	36	-	33	0%
104	30	6	0	52	30	57	-	100%

Período de revisão de quatro semanas

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça A	
Demandas médias semanais:	1,50
Período de revisão [semanas]:	4
Tempo de resposta (tre) [dias]:	30
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg):	5
(nível de serviço = 90%)	
Ponto de Pedido (PtoPed):	12
Estoque máximo (EstMax):	17
(% arbitrada = 40%)	

Resultados	
Média de compras	1,47
Média de vendas	1,50
Períodos com atraso	13
Quantidade atrasada	62
Atraso máximo	13
Estoque máximo	20
Estoque médio	5
Giro (semanas)	3,0
Nível de serviço	90%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
	20							
1	20	0	0	0	20	-	-	100%
2	20	0	0	0	20	-	-	100%
3	20	0	0	0	20	-	-	100%
4	19	1	0	0	19	0	-	100%
5	19	0	0	0	19	-	-	100%
6	19	0	0	0	19	-	-	100%
7	19	0	0	0	19	-	-	100%
8	18	1	0	0	18	0	-	100%
9	17	1	0	0	17	-	-	100%
10	15	2	0	0	15	-	-	100%
11	15	0	0	0	15	-	-	100%
12	13	2	0	0	13	0	-	100%
13	12	1	0	0	12	-	-	100%
14	12	0	0	0	12	-	-	100%
15	11	1	0	0	11	-	-	100%
16	11	0	0	0	11	6	-	100%
17	9	2	6	0	15	-	-	100%
18	6	3	6	0	12	-	-	100%
19	4	2	6	0	10	-	-	100%
20	6	4	0	6	6	11	-	100%
21	5	1	11	0	16	-	-	100%
22	4	1	11	0	15	-	-	100%
23	4	0	11	0	15	-	-	100%
24	10	5	0	11	10	7	-	100%
25	8	2	7	0	15	-	-	100%
26	6	2	7	0	13	-	-	100%
27	6	0	7	0	13	-	-	100%
28	12	1	0	7	12	0	-	100%
29	11	1	0	0	11	-	-	100%
30	10	1	0	0	10	-	-	100%
31	9	1	0	0	9	-	-	100%
32	8	1	0	0	8	9	-	100%
33	6	2	9	0	15	-	-	100%
34	5	1	9	0	14	-	-	100%
35	3	2	9	0	12	-	-	100%
36	8	4	0	9	8	9	-	100%
37	8	0	9	0	17	-	-	100%
38	7	1	9	0	16	-	-	100%
39	7	0	9	0	16	-	-	100%
40	16	0	0	9	16	0	-	100%
41	15	1	0	0	15	-	-	100%
42	14	1	0	0	14	-	-	100%
43	14	0	0	0	14	-	-	100%
44	13	1	0	0	13	0	-	100%
45	13	0	0	0	13	-	-	100%
46	11	2	0	0	11	-	-	100%
47	9	2	0	0	9	-	-	100%
48	6	3	0	0	6	11	-	100%
49	0	6	11	0	11	-	6	0%
50	-5	5	11	0	6	-	10	0%
51	-5	0	11	0	6	-	5	0%
52	2	4	0	11	2	15	2	50%

53	0	2	15	0	15	-	2	0%
54	-1	1	15	0	14	-	2	0%
55	-3	2	15	0	12	-	5	0%
56	11	1	0	15	11	6	-	100%
57	11	0	6	0	17	-	-	100%
58	10	1	6	0	16	-	-	100%
59	6	4	6	0	12	-	-	100%
60	12	0	0	6	12	0	-	100%
61	10	2	0	0	10	-	-	100%
62	10	0	0	0	10	-	-	100%
63	8	2	0	0	8	-	-	100%
64	8	0	0	0	8	9	-	100%
65	6	2	9	0	15	-	-	100%
66	5	1	9	0	14	-	-	100%
67	5	0	9	0	14	-	-	100%
68	14	0	0	9	14	0	-	100%
69	14	0	0	0	14	-	-	100%
70	12	2	0	0	12	-	-	100%
71	9	3	0	0	9	-	-	100%
72	9	0	0	0	9	8	-	100%
73	9	0	8	0	17	-	-	100%
74	9	0	8	0	17	-	-	100%
75	7	2	8	0	15	-	-	100%
76	14	1	0	8	14	0	-	100%
77	13	1	0	0	13	-	-	100%
78	13	0	0	0	13	-	-	100%
79	13	0	0	0	13	-	-	100%
80	12	1	0	0	12	0	-	100%
81	12	0	0	0	12	-	-	100%
82	11	1	0	0	11	-	-	100%
83	11	0	0	0	11	-	-	100%
84	9	2	0	0	9	8	-	100%
85	7	2	8	0	15	-	-	100%
86	6	1	8	0	14	-	-	100%
87	4	2	8	0	12	-	-	100%
88	10	2	0	8	10	7	-	100%
89	6	4	7	0	13	-	-	100%
90	2	4	7	0	9	-	2	50%
91	1	1	7	0	8	-	-	100%
92	6	2	0	7	6	11	-	100%
93	3	3	11	0	14	-	-	100%
94	1	2	11	0	12	-	1	50%
95	-3	4	11	0	8	-	7	0%
96	7	1	0	11	7	10	-	100%
97	4	3	10	0	14	-	-	100%
98	2	2	10	0	12	-	-	100%
99	-2	4	10	0	8	-	6	0%
100	5	3	0	10	5	12	-	100%
101	4	1	12	0	16	-	-	100%
102	3	1	12	0	15	-	-	100%
103	-5	8	12	0	7	-	13	0%
104	3	4	0	12	3	14	1	75%

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça C	
Demanda média semanal:	2,94
Período de revisão [semanas]:	4
Tempo de resposta (tre) [dias]:	30
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg):	8
(nível de serviço = 90%)	
Ponto de Pedido (PtoPed):	21
Estoque máximo (EstMax):	29
(% arbitrada = 40%)	

Resultados	
Média de compras	2,88
Média de vendas	2,94
Períodos com atraso	13
Quantidade atrasada	76
Atraso máximo	27
Estoque máximo	36
Estoque médio	7
Giro (semanas)	2,0
Nível de serviço	92%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
1	36	0	0	0	36	-	-	100%
2	32	4	0	0	32	-	-	100%
3	32	0	0	0	32	-	-	100%
4	31	1	0	0	31	0	-	100%
5	27	4	0	0	27	-	-	100%
6	26	1	0	0	26	-	-	100%
7	22	4	0	0	22	-	-	100%
8	19	3	0	0	19	10	-	100%
9	17	2	10	0	27	-	-	100%
10	15	2	10	0	25	-	-	100%
11	14	1	10	0	24	-	-	100%
12	23	1	0	10	23	0	-	100%
13	20	3	0	0	20	-	-	100%
14	16	4	0	0	16	-	-	100%
15	16	0	0	0	16	-	-	100%
16	14	2	0	0	14	15	-	100%
17	13	1	15	0	28	-	-	100%
18	10	3	15	0	25	-	-	100%
19	5	5	15	0	20	-	-	100%
20	10	10	0	15	10	19	-	100%
21	8	2	19	0	27	-	-	100%
22	7	1	19	0	26	-	-	100%
23	7	0	19	0	26	-	-	100%
24	20	6	0	19	20	9	-	100%
25	19	1	9	0	28	-	-	100%
26	16	3	9	0	25	-	-	100%
27	13	3	9	0	22	-	-	100%
28	21	1	0	9	21	0	-	100%
29	19	2	0	0	19	-	-	100%
30	18	1	0	0	18	-	-	100%
31	15	3	0	0	15	-	-	100%
32	11	4	0	0	11	18	-	100%
33	11	0	18	0	29	-	-	100%
34	9	2	18	0	27	-	-	100%
35	4	5	18	0	22	-	1	80%
36	21	1	0	18	21	0	-	100%
37	18	3	0	0	18	-	-	100%
38	17	1	0	0	17	-	-	100%
39	17	0	0	0	17	-	-	100%
40	13	4	0	0	13	16	-	100%
41	12	1	16	0	28	-	-	100%
42	12	0	16	0	28	-	-	100%
43	11	1	16	0	27	-	-	100%
44	24	3	0	16	24	0	-	100%
45	22	2	0	0	22	-	-	100%
46	18	4	0	0	18	-	-	100%
47	17	1	0	0	17	-	-	100%
48	14	3	0	0	14	15	-	100%
49	12	2	15	0	27	-	-	100%
50	9	3	15	0	24	-	-	100%
51	5	4	15	0	20	-	-	100%
52	14	6	0	15	14	15	-	100%

53	13	1	15	0	28	-	-	100%
54	12	1	15	0	27	-	-	100%
55	9	3	15	0	24	-	-	100%
56	21	3	0	15	21	0	-	100%
57	20	1	0	0	20	-	-	100%
58	19	1	0	0	19	-	-	100%
59	17	2	0	0	17	-	-	100%
60	12	5	0	0	12	17	-	100%
61	10	2	17	0	27	-	-	100%
62	5	5	17	0	22	-	-	100%
63	0	5	17	0	17	-	5	0%
64	12	5	0	17	12	17	-	100%
65	8	4	17	0	25	-	-	100%
66	2	6	17	0	19	-	4	33%
67	0	2	17	0	17	-	2	0%
68	16	1	0	17	16	13	-	100%
69	15	1	13	0	28	-	-	100%
70	13	2	13	0	26	-	-	100%
71	6	7	13	0	19	-	1	86%
72	18	1	0	13	18	11	-	100%
73	17	1	11	0	28	-	-	100%
74	15	2	11	0	26	-	-	100%
75	12	3	11	0	23	-	-	100%
76	16	7	0	11	16	13	-	100%
77	15	1	13	0	28	-	-	100%
78	12	3	13	0	25	-	-	100%
79	12	0	13	0	25	-	-	100%
80	22	3	0	13	22	0	-	100%
81	19	3	0	0	19	-	-	100%
82	16	3	0	0	16	-	-	100%
83	16	0	0	0	16	-	-	100%
84	15	1	0	0	15	14	-	100%
85	13	2	14	0	27	-	-	100%
86	5	8	14	0	19	-	3	63%
87	1	4	14	0	15	-	3	25%
88	11	4	0	14	11	18	-	100%
89	6	5	18	0	24	-	-	100%
90	2	4	18	0	20	-	2	50%
91	-2	4	18	0	16	-	6	0%
92	11	5	0	18	11	18	-	100%
93	9	2	18	0	27	-	-	100%
94	6	3	18	0	24	-	-	100%
95	-1	7	18	0	17	-	8	0%
96	15	2	0	18	15	14	-	100%
97	14	1	14	0	28	-	-	100%
98	11	3	14	0	25	-	-	100%
99	7	4	14	0	21	-	-	100%
100	17	4	0	14	17	12	-	100%
101	11	6	12	0	23	-	-	100%
102	5	6	12	0	17	-	1	83%
103	-11	16	12	0	1	-	27	0%
104	-6	7	0	12	-6	35	13	0%

MODELO DE ESTOQUE REATIVO

Vendas reais

Revisão Periódica

Produto: Peça F	
Demandas médias semanais:	4,76
Período de revisão [semanas]:	4
Tempo de resposta (tre) [dias]:	30
Parâmetros	
Estoque de segurança (EstSeg):	11
(nível de serviço = 90%)	
Ponto de Pedido (PtoPed):	32
Estoque máximo (EstMax):	44
(% arbitrada = 40%)	

Resultados	
Média de compras	4,89
Média de vendas	4,76
Períodos com atraso	10
Quantidade atrasada	107
Atraso máximo	24
Estoque máximo	40
Estoque médio	10
Giro (semanas)	2,0
Nível de serviço	92%

t (semanas)	Estoque	Venda	Pedido aberto	Recebimento	Estoque Pend.	Pedido	Falta	Nível de serviço
30								
1	30	0	0	0	30	-	-	100%
2	24	6	0	0	24	-	-	100%
3	24	0	0	0	24	-	-	100%
4	23	1	0	0	23	21	-	100%
5	22	1	21	0	43	-	-	100%
6	21	1	21	0	42	-	-	100%
7	19	2	21	0	40	-	-	100%
8	40	0	0	21	40	0	-	100%
9	39	1	0	0	39	-	-	100%
10	37	2	0	0	37	-	-	100%
11	32	5	0	0	32	-	-	100%
12	29	3	0	0	29	15	-	100%
13	23	6	15	0	38	-	-	100%
14	18	5	15	0	33	-	-	100%
15	13	5	15	0	28	-	-	100%
16	24	4	0	15	24	20	-	100%
17	20	4	20	0	40	-	-	100%
18	16	4	20	0	36	-	-	100%
19	13	3	20	0	33	-	-	100%
20	25	8	0	20	25	19	-	100%
21	19	6	19	0	38	-	-	100%
22	16	3	19	0	35	-	-	100%
23	12	4	19	0	31	-	-	100%
24	25	6	0	19	25	19	-	100%
25	18	7	19	0	37	-	-	100%
26	18	0	19	0	37	-	-	100%
27	15	3	19	0	34	-	-	100%
28	34	0	0	19	34	0	-	100%
29	31	3	0	0	31	-	-	100%
30	27	4	0	0	27	-	-	100%
31	24	3	0	0	24	-	-	100%
32	21	3	0	0	21	23	-	100%
33	15	6	23	0	38	-	-	100%
34	10	5	23	0	33	-	-	100%
35	2	8	23	0	25	-	6	25%
36	21	4	0	23	21	23	-	100%
37	21	0	23	0	44	-	-	100%
38	15	6	23	0	38	-	-	100%
39	12	3	23	0	35	-	-	100%
40	31	4	0	23	31	13	-	100%
41	29	2	13	0	42	-	-	100%
42	26	3	13	0	39	-	-	100%
43	20	6	13	0	33	-	-	100%
44	30	3	0	13	30	14	-	100%
45	23	7	14	0	37	-	-	100%
46	18	5	14	0	32	-	-	100%
47	15	3	14	0	29	-	-	100%
48	23	6	0	14	23	21	-	100%
49	17	6	21	0	38	-	-	100%
50	4	13	21	0	25	-	9	31%
51	-1	5	21	0	20	-	6	0%
52	8	12	0	21	8	36	4	67%

53	5	3	36	0	41	-	-	100%
54	-2	7	36	0	34	-	9	0%
55	-8	6	36	0	28	-	14	0%
56	24	4	0	36	24	20	-	100%
57	18	6	20	0	38	-	-	100%
58	14	4	20	0	34	-	-	100%
59	10	4	20	0	30	-	-	100%
60	26	4	0	20	26	18	-	100%
61	20	6	18	0	38	-	-	100%
62	14	6	18	0	32	-	-	100%
63	5	9	18	0	23	-	4	56%
64	16	7	0	18	16	28	-	100%
65	14	2	28	0	42	-	-	100%
66	8	6	28	0	36	-	-	100%
67	6	2	28	0	34	-	-	100%
68	29	5	0	28	29	15	-	100%
69	21	8	15	0	36	-	-	100%
70	17	4	15	0	32	-	-	100%
71	10	7	15	0	25	-	-	100%
72	17	8	0	15	17	27	-	100%
73	12	5	27	0	39	-	-	100%
74	10	2	27	0	37	-	-	100%
75	5	5	27	0	32	-	-	100%
76	27	5	0	27	27	17	-	100%
77	24	3	17	0	41	-	-	100%
78	18	6	17	0	35	-	-	100%
79	14	4	17	0	31	-	-	100%
80	27	4	0	17	27	17	-	100%
81	25	2	17	0	42	-	-	100%
82	19	6	17	0	36	-	-	100%
83	14	5	17	0	31	-	-	100%
84	29	2	0	17	29	15	-	100%
85	23	6	15	0	38	-	-	100%
86	17	6	15	0	32	-	-	100%
87	13	4	15	0	28	-	-	100%
88	25	3	0	15	25	19	-	100%
89	18	7	19	0	37	-	-	100%
90	10	8	19	0	29	-	-	100%
91	-5	15	19	0	14	-	20	0%
92	9	5	0	19	9	35	-	100%
93	5	4	35	0	40	-	-	100%
94	3	2	35	0	38	-	-	100%
95	-4	7	35	0	31	-	11	0%
96	27	4	0	35	27	17	-	100%
97	22	5	17	0	39	-	-	100%
98	19	3	17	0	36	-	-	100%
99	12	7	17	0	29	-	-	100%
100	24	5	0	17	24	20	-	100%
101	18	6	20	0	38	-	-	100%
102	10	8	20	0	30	-	-	100%
103	-7	17	20	0	13	-	24	0%
104	7	6	0	20	7	37	-	100%

Lista de referências

LISTA DE REFERÊNCIAS

- BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4^a edição, Porto Alegre, Bookman, 2001.
- COSTA NETO, Pedro Luiz de Oliveira. **Estatística.** São Paulo, Edgard Blücher, 1977.
- GONÇALVES, Paulo Sérgio; SCHWEMBER, Enrique. **Administração de Estoques: Teoria e Prática.** Rio de Janeiro, Interciência, 1979.
- PETERS, William S.; SUMMERS, George W. **Análise Estatística e Processo Decisório.** Rio de Janeiro, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.
- SANTANA, Sílvio Joaquim de. **Sistema de Estoque e Compras para uma Distribuidora de Rações.** São Paulo, Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.
- SANTORO, Miguel Cezar. **Planejamento, Programação e Controle da Produção.** São Paulo, Apostila do Curso de Graduação de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.
- SATO, Maristela. **Sistema Auxiliar ao Gerenciamento de Estoques de Uma Empresa Varejista de Materiais de Construção.** São Paulo, Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.
- SERVÍCIO DE BIBLIOTECAS DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses.** São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.poli.usp.br/bibliotecas/PublicacoesOnLine/Diretrizes_para_Elaboracao_de_Trabalhos.asp>. Acesso em: 10 jun. 2003.
- SHIMIZU, Tamio. **Simulação em Computador Digital.** São Paulo, Edgard Blucher Ltda, 1975.
- STEPHEN, F. Love. **Inventory Control.** São Paulo, McGraw-Hill Book Company, 1979.