

THAÍSA GIORNO DANTAS RABANEDA LOPES

REVISÃO DO PROCESSO DE PREVISÃO DE VENDAS E DO CONTROLE
DE ESTOQUES DE JOIAS

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

São Paulo
2013

THAÍSA GIORNO DANTAS RABANEDA LOPES

REVISÃO DO PROCESSO DE PREVISÃO DE VENDAS E DO CONTROLE
DE ESTOQUES DE JOIAS

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

Orientador:

Prof. Dr. Marco Aurélio de Mesquita

São Paulo

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Lopes, Thaísa Giorno Dantas Rabaneda

**Revisão do processo de previsão de vendas e do controle de estoques de joias / T.G.D.R. Lopes. -- São Paulo, 2013.
88 p.**

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

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

A todos que me ajudaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente meu chefe, Mathieu Delcroix, que sempre esteve disponível para responder às minhas perguntas, ajudar-me quando eu tinha alguma dificuldade e explicar-me todos os procedimentos da *Supply Chain* Joias. Eu lhe agradeço também por ele ter me dado a responsabilidade completa sobre os projetos e as tarefas que eu realizava.

Minha gratidão vai também a todos com quem trabalhei durante o meu estágio, e aos meus colegas de *open space*, principalmente a Mathilde Curnillon e a Felicie Maupin, que estiveram ao meu lado por me ajudar quando precisei.

Sou imensamente grata a Marco Aurélio de Mesquita, meu professor orientador da Escola Politécnica da USP, que me ensinou os assuntos de previsão de vendas e de planejamento da produção, e que me apoiou e ajudou muito o desenvolvimento do meu trabalho através de diversas discussões, correções, sugestões, e respostas às minhas dúvidas.

Sou grata também a Michel Fender, meu professor orientador da *École des Ponts ParisTech*, que despertou em mim o interesse por *Supply Chain* e que me apoiou nos procedimentos referentes ao meu trabalho.

Quando a gente acha que tem todas as repostas,
vem a vida e muda todas as perguntas...

(Luís Fernando Veríssimo)

RESUMO

O projeto foi desenvolvido em uma empresa de artigos de luxo, na repartição *Supply Chain* Central Joias, a qual é composta por duas pessoas: um gestor e sua estagiária. O gestor é responsável por todas as atividades dessa repartição.

Os desvios das previsões de demanda utilizadas atualmente nessa área precisam diminuir, pois as previsões servem de base para o planejamento da produção e para a gestão do estoque. Uma previsão muito mais alta que a realidade pode causar um sobre estoque mundial. E uma previsão muito baixa pode causar rupturas de estoque e perdas de vendas. Além disso, um controle eficiente dos estoques também é essencial para que esses problemas não ocorram.

O objetivo desse projeto é rever e melhorar o processo de previsão de demanda das joias da empresa, os modelos utilizados para a reposição de estoques e a repartição dos estoques para os diferentes tamanhos de um modelo de joia.

Os resultados são: a criação e implantação de um novo processo de previsão de demanda, principalmente através da introdução de modelos quantitativos de previsão, com a diminuição dos erros de previsão; e a melhoria do controle de estoques, através da introdução de estoques de segurança, de novos cálculos para os níveis máximos de estoque e uma nova forma de repartição desses níveis entre os diferentes tamanhos dos produtos, reduzindo assim as coberturas de estoque e as probabilidades de ruptura e perda de vendas.

Palavras-chave: Previsão de demanda. Controle de estoques. Joias.

ABSTRACT

This work was developed in the Jewelry Supply Chain area of a company of luxury goods, which is made by two people: the Category Manager and his internship. The manager is responsible for all the activities of this area.

The current sales forecast process needs to be more reliable. Indeed, sales forecasts are used to establish the production plan and to better manage the inventory. A forecast which is too higher than reality can cause overstocks on the network. And a too lower forecast can lead to under stocks and lost of sales. Moreover, an efficient inventory control is also essential to avoid those problems to occur.

The objective of this project is to create a new and more accurate sales forecasts process, to revise the models used for inventory replenishment and the allocation of inventory for the different sizes of a jewelry model.

The results are: the creation and implementation of a new process of sales forecasting, mainly through the introduction of quantitative forecasting methods, reducing the forecast errors; and the improvement of the inventory control, through the introduction of safety stocks, new ways to calculate the maximum levels of inventory and to distribute these levels among the different product sizes, thereby reducing the stock coverage and the probability of shortages and losses of sales.

Keywords: Sales forecast. Inventory Management. Jewelry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Distribuição de todas as lojas da empresa no mundo	16
Figura 2 – Fotos de alguns produtos	16
Figura 3 – Diamantes com a lapidação específica da empresa	17
Figura 4 – Interações entre o gestor da <i>Supply Chain</i> e outros departamentos da empresa	18
Figura 5 – Ilustração dos códigos com 9 (modelo de produto) e com 6 dígitos (SKU)	19
Figura 6 – Representação dos fluxos de produção e reposição de estoques	22
Figura 7 – Classificação dos modelos reativo de reposição de estoques	33
Figura 8 – Representação gráfica do modelo do ponto de pedido	34
Figura 9 - Representação gráfica do modelo de reposição do máximo	35
Figura 10 – Representação do antigo processo de previsão de demanda agregada	39
Figura 11 – Exemplo do funcionamento da reposição do estoque de uma região	43
Figura 12 – Cópia da tela da guia dos dados de entrada	55
Figura 13 – Cópia da tela da guia dos resultados	56
Figura 14 – Representação do novo processo proposto para as previsões de vendas (modificações em relação ao antigo processo em verde)	57
Figura 15 – Síntese das modificações realizadas nesse trabalho	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ciclo de vida de 4 modelos de produtos de uma mesma coleção, lançados em janeiro de 2011	20
Gráfico 2 - Série histórica das vendas mensais (em azul), as médias móveis (em vermelho) e a tendência (em verde) para uma coleção tomada como exemplo	50
Gráfico 3 - A sazonalidade para uma coleção exemplo, calculada pelo método explicado	51
Gráfico 4 - Variação em % das vendas de um mês em relação ao mês anterior de um Pingente	54
Gráfico 5 - Diferença de repartição por tamanho de anel	72
Gráfico 6 - Repartição por tamanho por região do anel 3	73
Gráfico 7 - Mudança da repartição dos estoques após o cálculo do modelo	75
Gráfico 8 - Mudança da repartição dos estoques do anel 3 para a Europa	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo ilustrativo da distribuição dos “max” para alguns modelos de produtos	45
Tabela 2 – Síntese dos resultados das previsões realizadas em abril.....	59
Tabela 3 – Síntese dos resultados das previsões realizadas em maio	59
Tabela 4 - Síntese dos resultados das previsões realizadas em junho.....	60
Tabela 5 – Síntese dos resultados das previsões feitas antes da implantação dos métodos.....	61
Tabela 6 – Comparação entre o novo e o antigo processo (média dos indicadores das previsões de abril)	61
Tabela 7 - Comparação dos erros médios nos 3 meses avaliados para o antigo e o novo processo.....	62
Tabela 8 – Estoques de segurança para os modelos de produtos analisados no processo de previsão	65
Tabela 9 – <i>Lead time</i> de reposição das regiões	67
Tabela 10 – Comparação entre os níveis máximos para um CD regional	69
Tabela 11 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho grande	69
Tabela 12 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho médio	70
Tabela 13 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho pequeno.....	70
Tabela 14 – Tabela com exemplo do resultado do modelo.....	74
Tabela 15 – Desvios das previsões de abril por modelo de produto	83
Tabela 16 - Desvios das previsões de maio e de junho por modelo de produto	85
Tabela 17 - Desvios das previsões de abril por modelo de produto no processo antigo	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Informações contidas na planilha utilizada na reunião de validação.....	40
Quadro 2 - Restrições e pontos positivos da parametrização atual do software de previsão de vendas da empresa	42
Quadro 3 - Classificação dos métodos de previsões de vendas	53
Quadro 4 - Métodos a utilizar para cada categoria de produtos.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CD	Centro de Distribuição
MS	“Modelo do Estoque” (conjunto dos níveis máximos de estoque para cada SKU em cada loja e em cada centro de distribuição)
PV	Previsão de Vendas
SCCJ	<i>Supply Chain</i> Central Joias
YTG	<i>Year to Go</i> (a partir da data até o final do ano corrente)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Descrição da empresa.....	15
1.2. As Joias	16
1.3. A <i>Supply Chain</i> Central das Joias (SCCJ) e seu funcionamento	17
1.3.1. O gestor.....	17
1.3.2. Os códigos dos produtos e seus ciclos de vida.....	18
1.3.3. Gestão da cadeia de suprimentos	20
1.4. Formulação do problema	22
1.5. Objetivo.....	23
1.6. Relevância.....	23
1.7. Estrutura do trabalho.....	24
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1. Introdução à previsão de vendas	25
2.2. Métodos para o cálculo das previsões de vendas	25
2.2.1. Tendência Linear	26
2.2.2. Decomposição.....	26
2.2.3. Média Móvel.....	26
2.2.4. Média móvel ponderada.....	27
2.2.5. Suavização Exponencial	27
2.2.6. Exponencial com tendência	27
2.2.7. Exponencial com tendência e sazonalidade	28
2.3. Cálculo do erro das previsões	28
2.4. Custos associados ao estoque.....	30
2.4.1. Custos de manutenção do estoque	31
2.4.2. Custos de pedido	31
2.5. Modelos de reposição de estoques	32
2.5.1. Modelos reativos.....	32
2.5.2. Modelos baseados em previsão de demanda.....	35
2.5.3. Vantagens e desvantagens de cada modelo.....	36
3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ANTES DO PROJETO	39
3.1. Descrição do processo central de previsão de vendas antes do projeto	39
3.1.1. Reunião de validação das previsões centrais para o próximo ano	39
3.1.2. Inserção das previsões centrais no software	40
3.1.3. Revisões mensais das previsões centrais	41

3.1.4. Uso ou não do software da empresa para o cálculo das previsões.....	41
3.2. Descrição da gestão dos estoques regionais antes do projeto	42
3.2.1. Como a reposição de estoques é realizada	42
3.2.2. Como a decisão sobre a gestão dos estoques regionais é tomada	44
3.3. Diagnóstico dos processos anteriores ao projeto.....	46
3.4. Plano de ação.....	47
4. REVISÃO DO PROCESSO CENTRAL DE PREVISÃO DE VENDAS.....	49
4.1. Coleta de dados	49
4.2. Estudo da sazonalidade	49
4.3. Escolha dos modelos de produtos a serem analisados	51
4.4. Escolha dos métodos a serem utilizados	52
4.5. Implantação dos métodos.....	55
4.5.1. Criação das planilhas	55
4.5.2. Parametrização dos modelos.....	56
4.6. O novo processo proposto.....	57
4.7. Resultados do novo processo	58
4.7.1. Resultados das previsões quantitativas	59
4.7.2. Comparação com os resultados do antigo processo.....	60
4.8. Repartição das previsões entre os diferentes tamanhos	63
5. REVISÃO DOS MODELOS DE CONTROLE DE ESTOQUES.....	65
5.1. Melhoria do modelo de reposição dos estoques centrais	65
5.2. Melhoria dos modelos de reposição dos estoques regionais	66
5.2.1. Cálculo no nível máximo	67
5.2.2. Resultados encontrados.....	68
5.3. Melhoria das coberturas dos estoques regionais dos modelos de produtos com tamanhos diferentes	71
5.3.1. Hipóteses do modelo de repartição entre os tamanhos	71
5.3.2. Modelo de repartição entre os tamanhos.....	73
5.3.3. Análise e resultados do modelo.....	74
6. CONCLUSÃO	77
6.1. Síntese	77
6.2. Análise dos resultados.....	78
6.3. Desdobramentos	78
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
APÊNDICE A – Resultados detalhados das previsões feitas em abril.....	83
APÊNDICE B – Resultados detalhados das previsões feitas em maio e junho.....	85
APÊNDICE C – Resultados detalhados das previsões feitas em abril no processo antigo....	87

1. INTRODUÇÃO

1.1. Descrição da empresa

A empresa desse trabalho é uma companhia de artigos de luxo francesa fundada em 1854, quando seu negócio principal eram artigos de viagens e, mais particularmente, malas.

Seu fundador procurava sempre a qualidade e a inovação nas características de seus produtos. Seus produtos foram fazendo sucesso e um atelier foi aberto na região parisiense em 1859.

Muito rapidamente, a empresa enxerga o interesse da expansão internacional. Em 1885, seu fundador abre seu primeiro ponto de venda internacional, na cidade de Londres. Menos de cem anos mais tarde, a companhia também possui pontos de vendas no Japão e em Hong Kong.

Em 1901, a primeira bolsa flexível foi lançada. E, pouco a pouco, a empresa volta-se para o seu novo negócio principal: artigos de couro. Esse novo negócio se desenvolveu graças a criação de novas linhas estéticas com variações dos símbolos da marca e de diferentes tipos de couro.

Após ser altamente reconhecida no domínio dos artigos de couro, na década de 1990, a empresa começa a se diversificar, através do lançamento de canetas, gravatas, cintos, lenços e óculos de sol. Esses produtos foram todos chamados de acessórios (em contraposição aos artigos de couro). Em 1998 e em 2002, a companhia se lança nas áreas de calçados e moda, e relógios, respectivamente.

No final de junho de 2013, a empresa contava com 464 lojas, distribuídas através do mundo como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Distribuição de todas as lojas da empresa no mundo



(Fonte: comunicado interno)

Desde 1987, a empresa faz parte do grupo líder mundial (quanto à receita) da indústria do luxo. Este grupo possui mais de sessenta marcas prestigiosas, separadas em cinco grandes categorias: vinhos e destilados, moda e artigos de couro, perfumes e cosméticos, relógios e joalheria, distribuição seletiva.

1.2. As Joias

Esta seção descreverá a atividade da empresa que será o foco deste trabalho.

A atividade joalheira da empresa começou em 2004. Os produtos são divididos em diferentes coleções, as quais retomam os símbolos da marca, tais como a flor de monograma, os pregos, os cadeados. Alguns exemplos de produtos encontram-se na Figura 2.

Figura 2 – Fotos de alguns produtos



(Fonte: site da empresa)

Mesmo dentro da área de joalheria, a empresa inovou, pois desenvolveu um novo tipo de lapidação de diamantes. O diamante é lapidado em forma de flor de monograma redonda ou pontiaguda, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Diamantes com a lapidação específica da empresa



(Fonte: documento interno)

Também é interessante saber que somente as lojas mais importantes da empresa possuem mostruário e estoque de joias. Essas lojas mais importantes possuem, além das joias, todos os outros produtos da empresa. Existe somente uma loja, localizada em Paris, que é específica para a venda das joias e relógios da empresa.

1.3. A *Supply Chain* Central das Joias (SCCJ) e seu funcionamento

As atividades da *Supply Chain* são muito importantes para a empresa, pois ela tem a responsabilidade de assegurar que cada peça esteja no lugar certo na hora certa para poder satisfazer a demanda do cliente, aumentar as oportunidades de venda e manter a imagem de excelência da marca, além de reduzir custos de estoques, por exemplo.

A seguir, o funcionamento da unidade de negócios *Supply Chain* Central das Joias (SCCJ) será explicado.

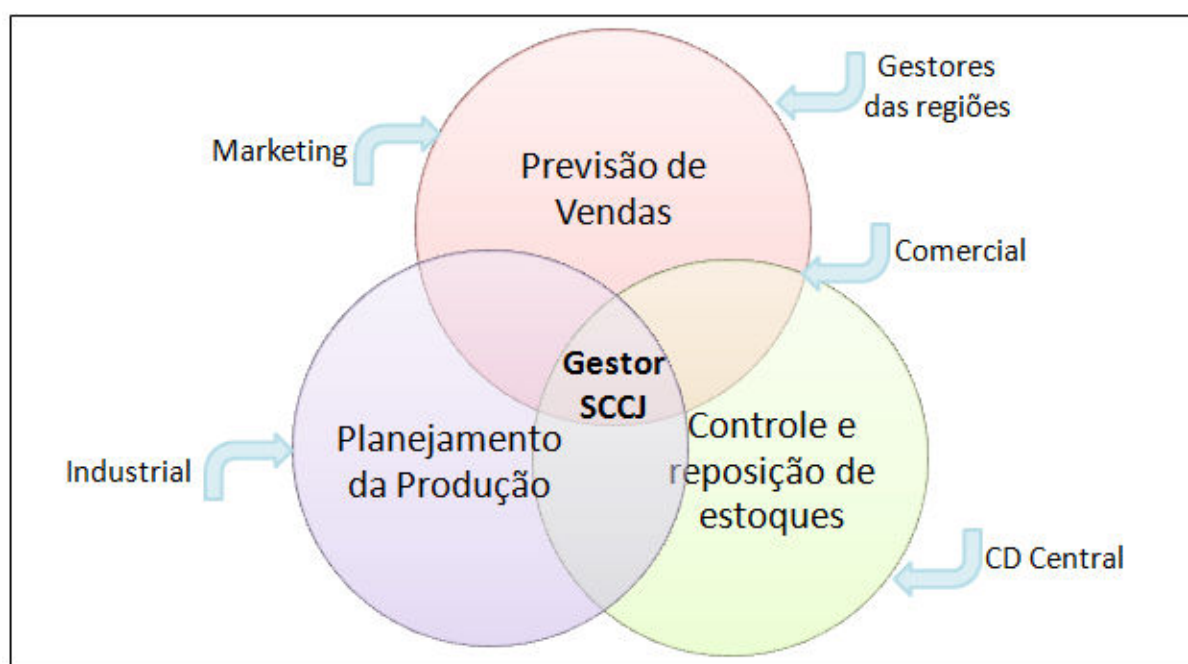
1.3.1. O gestor

As atividades da SCCJ são realizadas por duas pessoas: o gestor e um estagiário. O gestor é responsável pelo controle, gestão e reposição de estoques, pelas previsões de vendas, e pelo planejamento da produção.

O gestor está sempre em contato com os seguintes departamentos da empresa: industrial, a quem ele envia a planificação da produção e quem lhe envia as informações sobre a gestão dos pedidos (visto que a produção é terceirizada na sua grande parte); marketing, que o envia as informações sobre o lançamento de novos produtos e sobre os produtos que serão retirados do mercado; comercial, que comunica as informações sobre a abertura de novas lojas e com o qual ele entra em acordo sobre os estoques que devem existir em cada loja; centro de distribuição central, que ordena e prepara as ordens de reposição de estoque, e recepciona a chegada de novas peças ao estoque central; os gestores das regiões logísticas, para onde as peças são distribuídas e as quais dão retorno sobre as suas necessidades específicas.

A Figura 4 mostra essas interações entre o gestor e os outros departamentos.

Figura 4 – Interações entre o gestor da *Supply Chain* e outros departamentos da empresa



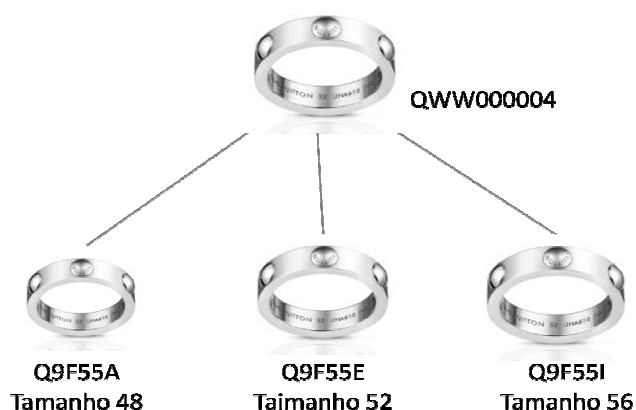
(Fonte: documento interno)

1.3.2. Os códigos dos produtos e seus ciclos de vida

As joias são codificadas de duas maneiras: através de um código com 6 caracteres (SKU), o qual considera os tamanhos dos produtos; e um código com 9 caracteres, o qual

caracteriza o modelo do produto (e não considera as diferenças de tamanho). Por exemplo, para produtos como brincos (que não possuem tamanhos diferentes), cada modelo de brinco terá um SKU e um código 9 únicos. No entanto, um anel de tamanho 58, por exemplo, terá um código 6 único e todos os tamanhos deste mesmo modelo de anel possuirão o mesmo código 9, como ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Ilustração dos códigos com 9 (modelo de produto) e com 6 dígitos (SKU)



Também se deve conhecer, para um modelo de produto, seu *status* no seu ciclo de vida. Os *status* utilizados para as joias são:

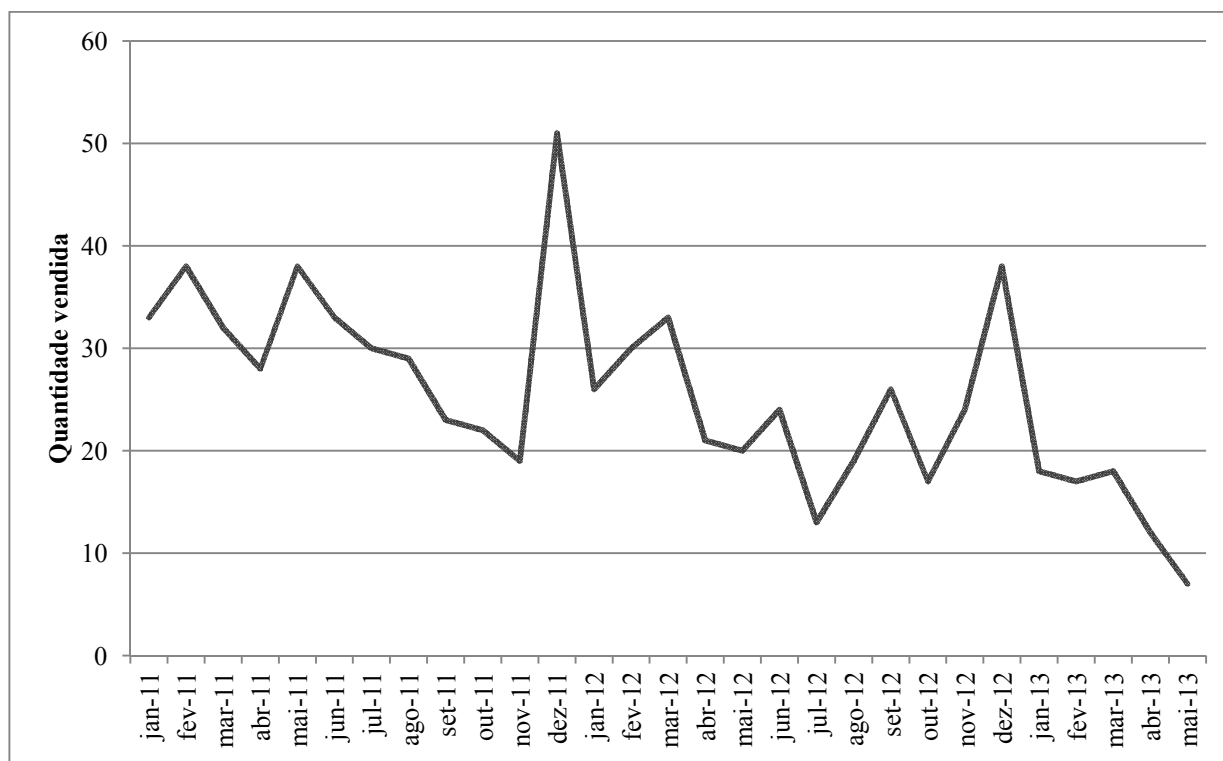
- 1: produto em desenvolvimento;
- 40: produto ativo, que pode ser produzido;
- 50: produto no final de sua vida, o qual ainda pode ser vendido, mas não pode mais ser produzido;
- 99: produto obsoleto, o qual deve ser retornado ao centro de distribuição central para destruição.

As joias mais vendidas da empresa têm uma vida ativa média de dois anos (possuem um *status* 40 durante dois anos, em média) e suas vendas tendem a diminuir ao longo dos anos, com um volume de vendas bem baixo ao fim da vida.

Para ilustrar esse ciclo de vida, toma-se como exemplo as vendas agregadas de 4 produtos de uma mesma coleção, os quais foram lançados em janeiro de 2011 e passarão a ter um *status* 50 a partir de julho de 2013. Suas vendas agregadas são mostradas no Gráfico 1, onde se pode ver o pico de vendas no período do Natal, a tendência de diminuição de vendas ao longo do ano, e o baixo volume de vendas durante o mês de maio de 2013 (mesmo sendo a

soma das vendas de 4 modelos de produtos diferentes). Esses produtos terão, no total, dois anos e meio de vida ativa.

Gráfico 1 - Ciclo de vida de 4 modelos de produtos de uma mesma coleção, lançados em janeiro de 2011



1.3.3. Gestão da cadeia de suprimentos

Os planos de fabricação de novas joias são gerenciados pelo gestor central e a quantidade a produzir de cada joia é calculada de maneira agregada, com base, principalmente, no estoque total no mundo e nas previsões de vendas agregadas. Após a fabricação das novas peças (tempo de fabricação de 3 meses), elas são enviadas ao CD central. A equipe do CD central é responsável por avaliar a qualidade das novas joias, armazenar as de boa qualidade e devolver aos fabricantes as peças que não passam pelo controle de qualidade. Ou seja, o fluxo de produção é empurrado, seguindo a lógica de um MPR-MPS escalonado no tempo.

Quanto às lojas e aos centros de distribuição mundiais, eles são divididos em oito regiões logísticas: América do Norte, América Latina, Ásia do Norte, Ásia do Sul, China, Europa, Japão e Oriente Médio. Algumas regiões englobam somente um país, como a China e o Japão, e outras agregam diversos países, como as regiões Europa e Ásia do Sul.

Cada região possui um centro de distribuição, menos a América Latina (região com somente 3 lojas que vendem as joias da empresa e as quais recebem seus produtos diretamente do CD central). O envio das peças do CD central para as regiões logísticas é realizado através de um fluxo puxado pelas vendas. O envio das peças dos centros de distribuição regionais para as lojas também é puxado pelas vendas.

O modelo de reposição de estoque utilizado é o de reposição periódica do máximo. Cada loja e cada centro de distribuição regional possui um estoque alvo para cada SKU, chamado de “max” no jargão da empresa. Na verdade, ele é o máximo possível de estoque de um SKU que a loja ou o centro de distribuição podem ter. O conjunto de pares SKU / local forma o que se chama de “Modelo do Estoque”.

Para resumir, os fluxos de produção e de reposição de estoques estão representados na Figura 6. Como se pode ver, existem três principais fluxos físicos:

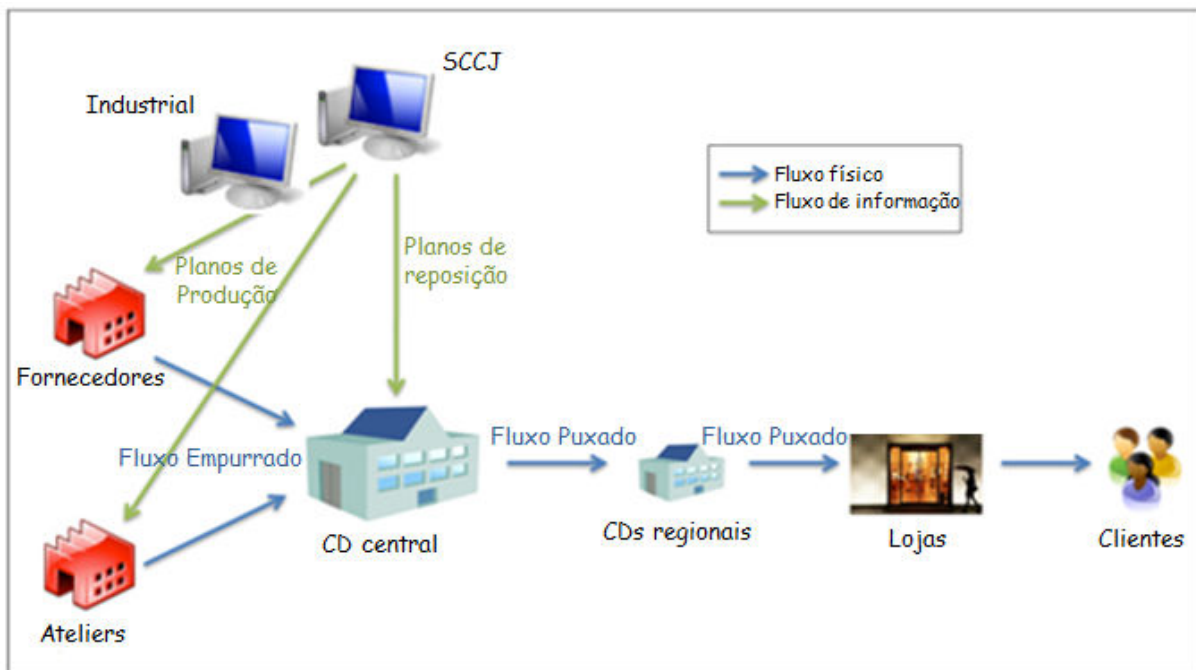
1. Dos locais de produção para o CD central;
2. Do centro de distribuição central para os centros de distribuição regionais;
3. E dos centros de distribuição regionais para as lojas.

E dois principais fluxos de informação:

1. Comunicação dos planos de produção (com os lotes de produção por produto) para os locais de fabricação das peças (a equipe da SCCJ os transmite à equipe industrial, que, por sua vez, os comunica aos fornecedores);
2. Comunicação dos planos de reposição de estoques (quantidade de cada produto a ser enviada a cada região) da SCCJ para o centro de distribuição central (toda segunda-feira).

Os fluxos físicos (1) e (2) são da responsabilidade do gestor da SCCJ e o fluxo físico (3) é de responsabilidade do gestor da *Supply Chain* da região.

Figura 6 – Representação dos fluxos de produção e reposição de estoques



(Fonte: documento interno)

O orçamento para as atividades da joalheria é definido no começo do ano e revisto no meio do ano pelos departamentos financeiro, SCCJ e marketing. A soma das previsões de venda do ano deve ser igual ao valor do orçamento das joias.

1.4. Formulação do problema

Atualmente, é recorrente ocorrer ruptura de estoque para alguns itens e, ao mesmo tempo, haver outros produtos com cobertura do estoque muito grande (chegando a mais de 2 anos de cobertura). Esse problema é ainda mais grave para os modelos com tamanhos diferentes, pois, para o mesmo modelo, alguns tamanhos encontram-se com zero estoque, enquanto outros, devido a baixa demanda, apresentam muitos meses de cobertura, sendo que o modelo só pode ser produzido novamente quando a média das coberturas de cada tamanho baixar.

As hipóteses das causas para esse problema são duas: a baixa precisão das previsões de vendas centrais e a baixa adequação dos níveis de estoque regionais em relação às vendas. Abaixo será discutido o porquê dessas hipóteses.

As previsões de vendas das joias em nível mundial são realizadas, atualmente, somente de maneira qualitativa e, por consequência, a precisão dessas previsões não atinge um nível adequado. O cálculo da necessidade de produção de cada mês é baseado, principalmente, nas previsões mensais de vendas agregadas, no nível de estoques, e no *lead time* de produção (que é de 3 meses). O longo *lead time* de produção pede uma previsão de demanda mais precisa não só para o mês seguinte, mas também para os próximos três meses, o que é extremamente difícil de obter somente com uma previsão qualitativa.

Também se usa, atualmente, somente um modelo de reposição dos estoques regionais para todos os modelos de produtos, independente da sua demanda ser mais ou menos importante. E o nível de estoque (chamado de “max”) de cada loja para determinado modelo de produto é determinado de maneira empírica, sem a utilização das previsões de venda para os próximos meses. Além disso, a repartição do nível de estoque do modelo do produto entre seus diversos tamanhos (quando o modelo tem mais de um tamanho) também é determinado empiricamente.

1.5. Objetivo

Pretende-se, com esse trabalho, fazer um diagnóstico e modificar o processo de previsão agregada da demanda das joias da empresa, principalmente através da introdução de métodos quantitativos de previsão de vendas.

Além disso, planeja-se rever os modelos de reposição de estoques atuais e verificar a alternativa de incluir modelos baseados em previsão para alguns produtos. Para os modelos de produtos que possuem diversos tamanhos, pretende-se também alinhar a distribuição dos estoques por tamanho com suas vendas por tamanho.

Essas ações objetivam aumentar a eficácia dos planos centrais de produção e melhorar a gestão dos estoques dos centros de distribuições regionais e das joias.

1.6. Relevância

Primeiro, deve-se lembrar de que a SCCJ é uma unidade de negócios relativamente nova na empresa, a qual cuida de produtos com alto valor agregado. Foi um pedido próprio da SCCJ a melhoria dos processos de previsão de demanda e controle dos estoques de modelos de produtos com tamanhos diferentes. Essas duas solicitações visam, sobretudo, uma melhor

gestão dos estoques em geral, com menos rupturas e diminuição das coberturas. Para conseguir diminuir ainda mais o nível de estoques, este trabalho também propõe a avaliação do modelo de reposição dos estoques regionais utilizado atualmente.

Além disso, tanto o cálculo das previsões, quanto o dos níveis de estoques regionais dos modelos de produtos, e a distribuição dos estoques por tamanhos, serão feitos através de modelos quantitativos automatizados, o que fará com que o gestor da repartição *Supply Chain* Central das joias ganhe tempo e obtenha resultados mais precisos.

Do ponto de vista acadêmico, o problema é interessante, pois os volumes de vendas são baixos, os históricos de vendas disponíveis são curtos e a empresa visa uma alta disponibilidade dos produtos nas lojas, mesmo os produtos tendo um alto valor.

1.7. Estrutura do trabalho

Este capítulo descreveu a empresa e o funcionamento geral da repartição *Supply Chain* Central das joias, além de explicar os problemas tratados neste trabalho, seus objetivos e sua relevância.

O capítulo 2 contém as bases teóricas que serão utilizadas neste trabalho para a melhoria dos processos de suprimento da empresa.

Já o capítulo 3 faz um diagnóstico da situação atual, descrevendo em detalhes o processo atual de previsão de vendas central e da gestão dos estoques regionais, e traz propostas de melhoria desses processos. Na sequência, os capítulos 4 e 5, mostram as análises feitas para cada um desses temas, a aplicação das melhorias propostas e os resultados obtidos.

Por fim, o último capítulo faz uma síntese e uma análise crítica do trabalho, incluindo seus possíveis desdobramentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo introduz o leitor aos conceitos e modelos teóricos que serão utilizados como base para o desenvolvimento desse trabalho. Primeiro, explicações serão dadas sobre previsões de vendas, sobre os métodos quantitativos para realizá-las, e sobre como medir os seus desvios. Após, os temas relacionados a estoque, mais especificamente os custos a ele relacionados e os modelos para a sua reposição, serão abordados.

2.1. Introdução à previsão de vendas

Baseada em Courtois *et al.* (2009), esta seção introduz o tema de previsão de vendas.

O principal objetivo de realizar previsões de venda de médio prazo (entre seis meses e um ano) é o de poder elaborar um plano de produção e de verificar a adequação entre a demanda e a capacidade. Os objetivos de curto prazo das previsões de venda são de não ter nem perda de vendas, nem excesso de estoque.

Os dados utilizados para a realização das previsões de demanda podem ser ou dados históricos, ou dados preditivos (estudos de mercado, opinião de especialistas, pesquisas com clientes).

A demanda pode ser estável, com tendência, sazonal, sazonal com tendência ou errática (onde não se pode identificar um padrão temporal).

Os métodos de cálculo das previsões podem ser quantitativos ou qualitativos. Os qualitativos são utilizados a médio ou longo prazo e são complementos a outras informações. Um exemplo de método qualitativo é a opinião de um especialista de mercado. Os métodos quantitativos podem considerar dados intrínsecos ao item ou dados que afetam indiretamente uma família de produtos. Os métodos intrínsecos são análises estatísticas ou matemáticas de dados históricos de itens e serão descritos na seção 2.2.

Os fatores para a escolha do método são: a disponibilidade de dados históricos, a precisão desejada, o orçamento, o tempo de cálculo.

2.2. Métodos para o cálculo das previsões de vendas

Baseada em Courtois *et al.* (2009), esta seção explica os principais métodos quantitativos para as previsões de vendas.

2.2.1. Tendência Linear

Segundo esse método, a previsão de demanda com tendência é calculada como uma equação do primeiro grau:

$$y = a \cdot x + b$$

Os coeficientes são calculados através do método dos mínimos quadrados.

Para utilizar esse método, deve-se considerar que a tendência seja reprodutível.

2.2.2. Decomposição

Para utilizar esse método, é necessário, primeiramente, retirar a sazonalidade dos dados. Depois, calcula-se os parâmetros da reta de tendência. E, por último, a sazonalidade é reinjetada à tendência de maneira aditiva:

$$D_i = T_i + S_i$$

Ou multiplicativa (usada com muito mais frequência):

$$D_i = T_i \cdot S_i$$

Sendo D_i a previsão de demanda do período i , T_i o coeficiente da tendência, e S_i o coeficiente da sazonalidade.

2.2.3. Média Móvel

Esse método considera que a previsão para o próximo mês é a média entre as demandas dos p meses anteriores.

$$P_n = \frac{D_{n-1} + D_{n-2} + \dots + D_{n-p}}{p}$$

A média móvel também é utilizada para nivelar os dados. Mas ela não é capaz de identificar variações na demanda devido a uma tendência ou uma sazonalidade.

Quanto maior o p , menor a variação das previsões. Se o p é muito pequeno, as previsões variam muito de um mês a outro.

2.2.4. Média móvel ponderada

Esse método é como o anterior, mas ele atribui pesos diferentes aos dados dos meses anteriores, como exemplificado abaixo (com pesos de 2, 3 e 4, por exemplo, para os três meses anteriores):

$$P_n = \frac{4 \cdot D_{n-1} + 3 \cdot D_{n-2} + 2 \cdot D_{n-3}}{(2 + 3 + 4)}$$

2.2.5. Suavização Exponencial

Esse método nivela os dados históricos via um coeficiente alfa. Os pesos dos dados diminuem exponencialmente com o tempo (os dados mais antigos têm menos peso que os mais recentes). Segundo esse método, a demanda varia ao redor de uma constante, pois a previsão para o próximo mês é a previsão calculada anteriormente mais a diferença entre a demanda real e essa previsão, multiplicada por alfa, como mostrado da fórmula a seguir:

$$P_n = P_{n-1} + \alpha \cdot (D_{n-1} - P_{n-1})$$

Ou de maneira mais geral e para mostrar que os pesos das dados históricos das demandas caem geometricamente:

$$P_n = \alpha \cdot D_{n-1} + \alpha \cdot (1 - \alpha) \cdot D_{n-2} + \alpha \cdot (1 - \alpha)^2 \cdot D_{n-3} \dots$$

Sendo n o período, P a previsão, e alfa um coeficiente entre 0 e 1. Se o alfa é próximo de 1, o peso dos últimos meses é muito mais importante e as previsões tendem a variar mais.

2.2.6. Exponencial com tendência

Esse método é uma variante do método anterior. Ele utiliza dois coeficientes (alfa e beta, entre 0 e 1) e considera uma tendência na demanda. O nivelamento exponencial é acentuado por um componente de tendência. Este componente também é calculado de maneira exponencial. As fórmulas são as seguintes:

$$N_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (N_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta \cdot (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1}$$

$$P_{t+m} = N_t + b_t \cdot m$$

Sendo N_t a estimativa do nível da demanda no período t , b_t a estimativa da tendência, e P_{t+m} a previsão para os m períodos à frente.

Para o dado inicial de N_0 , pode-se considerar a primeira demanda do histórico, e para o b inicial, pode-se considerar a média das três primeiras demandas do histórico.

2.2.7. Exponencial com tendência e sazonalidade

Esse método utiliza três coeficientes (alfa, beta e gama, entre 0 e 1) e considera uma demanda que possui uma tendência e uma sazonalidade.

$$N_t = \alpha \cdot \frac{D_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha) \cdot (N_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta \cdot (N_t - N_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \cdot \frac{D_t}{N_t} + (1 - \gamma) \cdot S_{t-s}$$

$$P_{t+m} = (N_t + b_t \cdot m) \cdot S_{t-s+m}$$

Sendo N_t a estimativa do nível da demanda no período t , b_t a estimativa da tendência, S_t a componente de sazonalidade, s o total de períodos de um ciclo de sazonalidade, e P_{t+m} a previsão para os m próximos meses.

Esse método é como o anterior, mas ele também considera o coeficiente gama, o qual nivela a sazonalidade, e S_t o componente de sazonalidade. Este componente é uma média ponderada entre a demanda real em relação ao componente de nível, e ao componente de sazonalidade calculada anteriormente.

Os dados iniciais para o S podem ser o coeficiente gama multiplicado pela fração entre a demanda e o nível do período considerado.

2.3. Cálculo do erro das previsões

Para poder medir a precisão dos métodos de previsão de vendas, deve-se calcular os desvios entre as previsões e as demandas reais. Além disso, o cálculo desses erros também podem servir para a definição dos estoques de segurança (tópico que será abordado na

próxima seção). As diferentes maneiras de calcular esses erros estão explicitadas a seguir e foram baseadas em Courtois et al. (2009).

Erro

O indicador mais básico do erro de previsão é a diferença entre a demanda real e a estimada:

$$E_t = D_t - P_t$$

Sendo E_t o erro, D_t a demanda real, e P_t a previsão, do período t .

Erro médio

Para vários períodos, o erro médio é calculado como na fórmula abaixo e mostra a presença de um viés de previsão, para mais ou para menos.

$$EM = \sum_{i=t+1-N}^t \frac{E_i}{N}$$

Sendo N o número de períodos analisados, i o período e t a demanda deste período.

Ao olhar o resultado do erro médio, deve-se lembrar de que os erros negativos podem anular os erros positivos.

Erro absoluto médio

Para evitar este cancelamento, pode-se calcular o erro absoluto médio:

$$EAM = \sum_{i=t+1-N}^t \frac{|E_i|}{N}$$

Erro quadrático médio

Outro jeito de evitar o cancelamento dos erros negativos e positivos é elevar o erro ao quadrado, como a seguir:

$$EQM = \sum_{i=t+1-N}^t \frac{E_i^2}{N}$$

Entretanto, o valor final do erro quadrático médio é ainda maior do que os dos outros erros.

Erro percentual

O erro percentual é uma medida muito eficaz, pois ele considera o peso relativo do erro em relação à demanda:

$$EP = 100 \cdot \frac{E_t}{D_t}$$

Erro percentual absoluto médio

Para que se possam somar os erros percentuais (considerando o peso relativo da demanda) sem que um erro positivo cancele outro negativo, pode-se calcular o erro percentual médio absoluto:

$$EPAM = \sum_{i=t+1-N}^t \frac{|EP_i|}{N}$$

Erro percentual absoluto médio ponderado

O erro percentual absoluto médio ponderado é como o erro anterior, mas ele considera o peso relativo da demanda total do período analisado:

$$EPAMP = \sum_{i=t+1-N}^t \frac{(|EP_i| \cdot D_i)}{\sum_{i=t+1-N}^t D_i}$$

2.4. Custos associados ao estoque

Os custos associados ao estoque normalmente dividem-se em custos de manutenção e de pedido e serão descritos nesta seção, que é baseada em Chopra e Meindl (2004).

2.4.1. Custos de manutenção do estoque

Os principais custos de manutenção do estoque encontram-se descritos abaixo.

Custo do capital

É o custo de oportunidade do capital que poderia ter sido investido pela empresa de outra maneira. Esse custo difere para cada companhia, pois depende do custo da sua dívida e do retorno esperado sobre suas atividades.

Custo de obsolescência

Acontece quando o preço do produto diminui com o tempo, pois sua qualidade se reduz ou porque o mercado não avalia o produto da mesma maneira. Esse custo varia com o tipo de produto estocado.

Custo de armazenagem

São os custos dependentes da modificação do volume de estoque dos produtos. Acontece quando o volume de estoque aumenta de tal maneira que o custo marginal de recebimento e estocagem do próximo item aumenta drasticamente.

Custo de ocupação

Custo do espaço físico, principalmente quando o crescimento do volume de estoques exige um espaço físico maior que o anteriormente utilizado pela empresa.

2.4.2. Custos de pedido

Os principais custos de pedido encontram-se descritos abaixo.

Custo do comprador

Custo adicional com pessoal para a realização de pedidos extras.

Custo de transporte

É a componente dos custos com transporte quando independe da quantidade de produtos no pedido. Ou seja, é o custo fixo do transporte.

Custos de recebimento

Custos ligados ao momento do recebimento do pedido e que não dependem da quantidade de produtos do pedido.

2.5. Modelos de reposição de estoques

Escolher um modelo de reposição de estoques significa escolher uma sistemática para decidir quando as ordens de reposição de um produto devem ser colocadas e de quanto será essa reposição.

Para os itens que possuem demandas independentes, existem duas classes de modelos de reposição: os modelos de reposição clássicos, também chamados de reativos, pois reagem ao comportamento da demanda; e os modelos de reposição baseados em previsão de vendas, também chamados de ativos.

Esses modelos serão explicados a seguir e foram baseados em Lustosa et al. (2008).

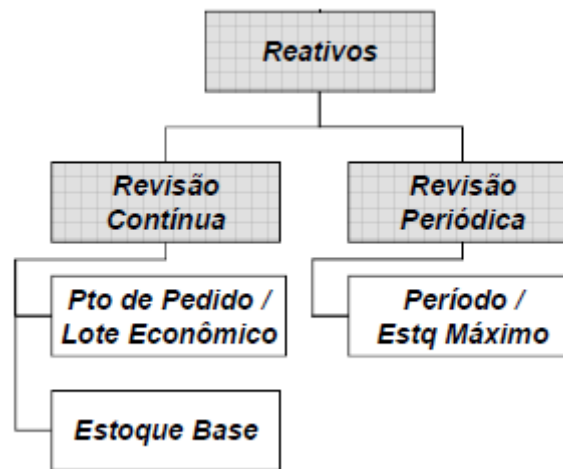
2.5.1. Modelos reativos

Os modelos reativos não são baseados diretamente em previsão de vendas. Eles se baseiam, principalmente, no nível de estoque do produto no momento do pedido de reposição, e pressupõem demanda estável. A análise desse nível de estoque pode ser feita de maneira contínua ou periódica.

Dentro dos modelos de revisão contínua, tem-se o modelo chamado de ponto de pedido e o do estoque base. O modelo de revisão periódica também é chamado de reposição do máximo.

A Figura 7 mostra divisão dos modelos reativos, os quais serão detalhados a seguir.

Figura 7 – Classificação dos modelos reativo de reposição de estoques



(Fonte: adaptado das notas de aulas do Professor Doutor Marco Aurélio de Mesquita)

Ponto de pedido

No modelo contínuo do ponto de pedido, o nível de estoque do produto é analisado continuamente. Quando esse nível atinge um mínimo chamado de ponto de pedido, o estoque será resposto através de um pedido com uma quantidade fixa. Esse nível deve ser o suficiente para que não haja ruptura de estoque até a chegada do pedido de reposição.

A quantidade fixa do pedido, ou lote econômico, é aquela que minimiza o custo total do estoque e pode ser calculada através da fórmula:

$$Q_{lote} = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_p}{C_a}}$$

Onde D é a demanda, C_p é o custo do pedido e C_a é o custo de manutenção do estoque.

As hipóteses para a utilização dessa fórmula são: demanda constante, custos lineares, *lead time* de reposição constante e capacidade de suprimento ilimitada.

Quanto ao nível correspondente ao ponto de pedido, ele é calculado da seguinte maneira (considerando uma demanda normalmente distribuída e um *lead time* constante):

$$S = L \times \bar{d} + E_s$$

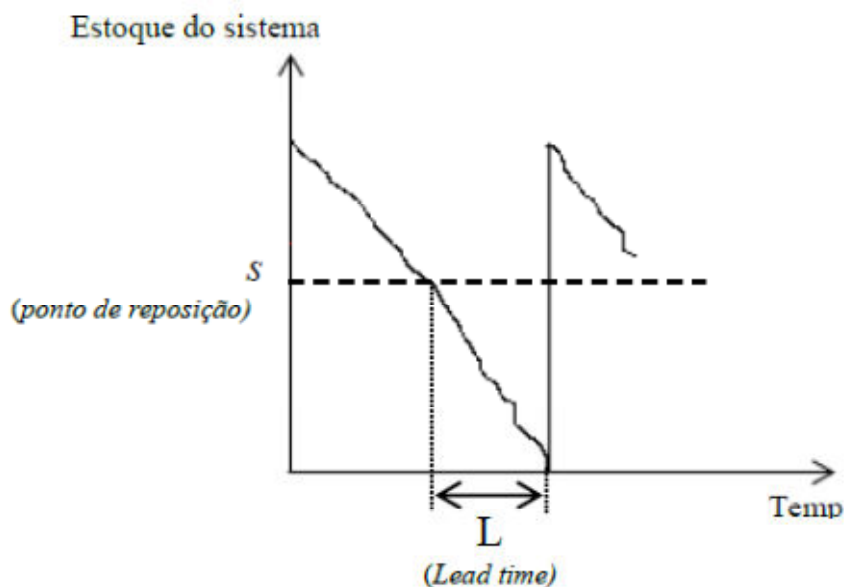
$$E_s = z \times \sigma_d \times \sqrt{L}$$

Onde S é o ponto de pedido, L é o *lead time* de reposição, \bar{d} a média da demanda, E_s o estoque de segurança, z a constante da distribuição normal associada ao nível de serviço

desejado, e σ_d o desvio-padrão da demanda. Se o *lead time* for em semanas, a demanda e o desvio também devem ser semanais.

A Figura 8 representa graficamente esse modelo.

Figura 8 – Representação gráfica do modelo do ponto de pedido



(Fonte: adaptado de Lustosa et al., 2008)

Reposição da base

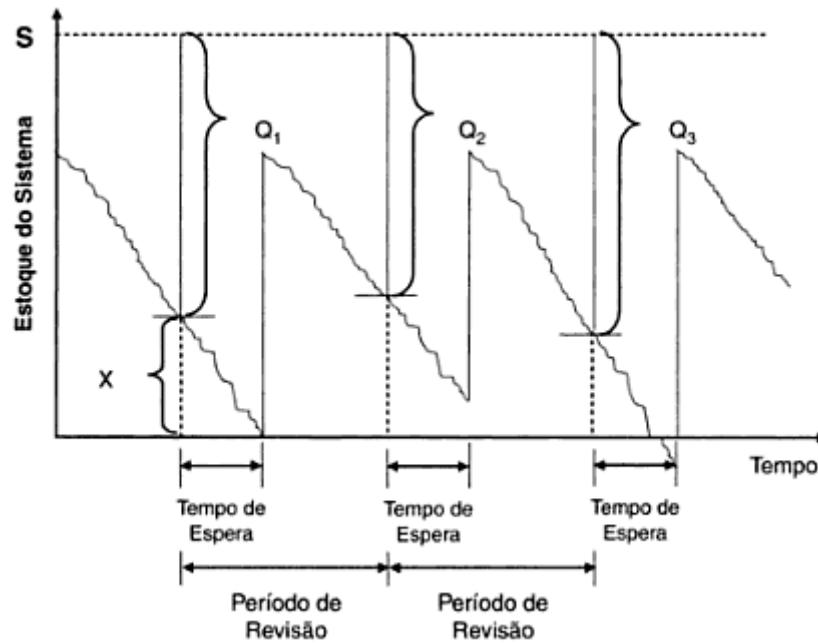
Nesse caso, o ponto de pedido é igual ao estoque máximo do produto menos um. Logo, assim que ocorre uma venda do produto, gera-se um novo pedido para repor esse estoque ao nível máximo.

A posição do estoque total (estoque no local mais estoque em trânsito) é constante nesse modelo de reposição. E a quantidade de pedidos é normalmente mais elevada.

Reposição do máximo

Nesse modelo, a análise do nível do estoque do produto é realizada entre intervalos de tempo constantes. A quantidade Q a ser reposta é a diferença entre o nível máximo de estoque do produto (parâmetro S do modelo) e o seu nível X de estoque no momento do pedido de reposição, como mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Representação gráfica do modelo de reposição do máximo



(Fonte: Lustosa et al., 2008)

Esse nível máximo é calculado para se poder atender à demanda durante o intervalo entre duas reposições mais o intervalo correspondente ao prazo de entrega. Como a demanda é variável, deve-se adicionar um estoque de segurança a esse nível. A fórmula do nível máximo S é:

$$S = (L + R) \times \bar{d} + E_s$$

$$E_s = z \times \sigma_d \times \sqrt{L + R}$$

Onde S é o nível máximo, L é o *lead time* de reposição, R é o intervalo de revisão, \bar{d} a média da demanda (considerando a demanda como uma variável normal independente), E_s o estoque de segurança, z a constante da distribuição normal associada ao nível de serviço desejado, e σ_d o desvio-padrão da demanda. Se o *lead time* e o intervalo de reposição forem em semanas, a demanda e o desvio também devem ser semanais.

2.5.2. Modelos baseados em previsão de demanda

Os modelos baseados em previsão, ou ativos, reagem às variações da demanda. Por isso, eles são indicados para demandas com sazonalidade e/ou tendência. A condição para que esse modelo de reposição possa ser implementado é a de que as previsões de vendas tenham um bom nível de precisão.

Nesse modelo, os pedidos são feitos normalmente de maneira periódica.

A quantidade do produto a ser reposta também é chamada de necessidade líquida (N_{liq}). Ela é igual à quantidade prevista para o intervalo entre duas reposições mais o intervalo correspondente ao prazo de entrega (previsão em $R+L$), diminuída do estoque no momento do pedido (E_{atual}), e acrescida do estoque de segurança (E_s), como mostrado na fórmula a seguir:

$$N_{liq} = \text{Previsão}(R + L) - E_{atual} + E_s$$

O estoque de segurança é utilizado para cobrir os erros de previsão do período e pode ser calculado da seguinte maneira:

$$E_s = k \times \sigma_{R+L}$$

Onde k é o fator de segurança (se a demanda tem uma distribuição normal, esse fator é o próprio z anteriormente citado) e σ_{R+L} é o desvio de previsão durante o período de revisão (R) mais o *lead time* de entrega (L).

Esse desvio pode ser calculado através do erro quadrático médio (EQM) da previsão de uma unidade de período (i):

$$\sigma_{R+L} = \sigma_i \times \sqrt{R + L}$$

$$\sigma_i = \sqrt{EQM}$$

Esse desvio deve ser ajustado conforme os períodos vão passando.

2.5.3. Vantagens e desvantagens de cada modelo

A vantagem dos modelos contínuos é a diminuição do estoque de segurança necessário a ser mantido para assegurar o nível de serviço desejado. E a desvantagem é o aumento do número de pedidos de reposição.

O ponto bom dos modelos periódicos é a diminuição do número total de pedidos. Esses modelos também permitem o agrupamento da reposição de vários produtos num mesmo pedido, reduzindo assim os custos com os pedidos. No entanto, por haver uma propensão maior à ruptura de estoque, os modelos periódicos exigem um estoque de segurança maior.

Os modelos baseados em previsão, por conseguirem antecipar as variações de volume das vendas, evitam, de uma melhor maneira, as rupturas de estoque e o acúmulo desnecessário de estoque. Todavia, se o erro de previsão de um produto for muito alto, isso irá aumentar o estoque de segurança necessário para esse produto nesse modelo.

Deve-se ter em mente que a escolha do modelo de reposição depende da adaptação entre as características da demanda do produto (entre elas, seu volume e sua variação), as características do modelo e os custos de estoque.

Os parâmetros dos modelos devem ser ajustados periodicamente conforme a demanda do produto for variando com o tempo (por exemplo, a cada seis meses).

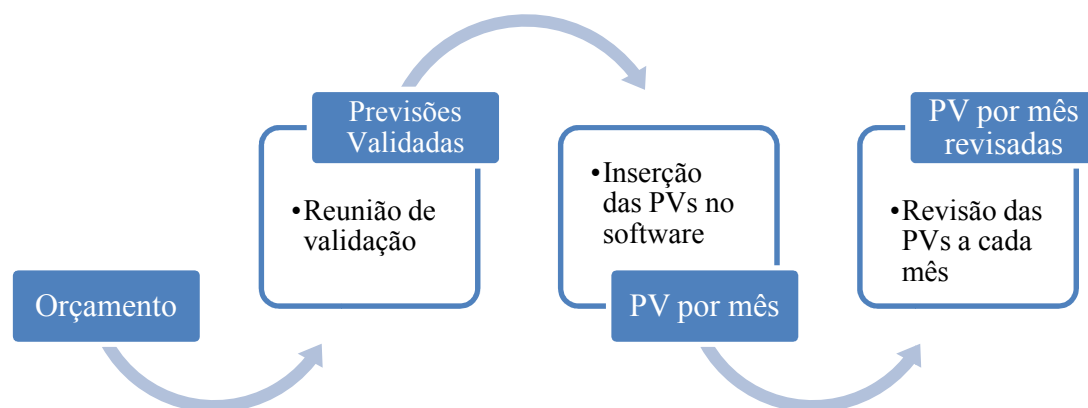
3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ANTES DO PROJETO

O objetivo desse capítulo é o de descrever como os processos de previsão de vendas central (que serve de base, principalmente, para o cálculo central da produção) e de gestão dos estoques centrais e regionais (que incluem o CD central, os CD regionais e as lojas) eram realizados antes desse trabalho, fazendo um diagnóstico dos pontos que podem ser modificados e/ou melhorados e como isso deve ser feito nesse projeto.

3.1. Descrição do processo central de previsão de vendas antes do projeto

Para poder melhorar o processo central de previsão de vendas, primeiro estudou-se o que era feito na empresa antes do projeto. O processo, como ele era realizado antes do projeto, está representado na Figura 10.

Figura 10 – Representação do antigo processo de previsão de demanda agregada



3.1.1. Reunião de validação das previsões centrais para o próximo ano

Após a definição ou a revisão do orçamento (cujo funcionamento foi explicado no item 1.3.3), uma reunião é realizada entre os representantes da *Supply Chain*, do Marketing e do Comercial. Ao longo dessa reunião, a previsão de venda de todas as lojas do mundo (ou seja, a previsão agregada) para o próximo ano como um todo de cada modelo de produto (código com 9 caracteres, sem considerar os diferentes tamanhos) é decidida.

A ferramenta de suporte para essa reunião é uma planilha *Excel* desenvolvida pelo *Category Manager*. Este arquivo contém, como dados congelados, a lista de todos os modelos

de produtos ativos por código de 9 caracteres, o estoque, as vendas do ano que passou, a cobertura de estoque em meses de cada modelo, etc. Nessa planilha, há uma célula a ser preenchida com a previsão de vendas do modelo para o próximo ano e, ao lado, outra célula que, a partir da previsão inserida, calcula o crescimento ou redução esperado do modelo de produto em relação ao ano que passou. Depois, o arquivo agrega as previsões por modelo em suas respectivas coleções e calcula o crescimento ou redução esperado de cada coleção. Por último, a planilha calcula a soma das previsões de todos os modelos.

Quadro 1 - Informações contidas na planilha utilizada na reunião de validação

Código 9	Estoque	Cobertura do Estoque	2012 Qtd	2013 Qtd	2013 Qtd Validada	YTG 2013 Valor	2013/ 2012 Qtd
----------	---------	-------------------------	-------------	-------------	-------------------------	----------------------	----------------------

A reunião acontece da seguinte maneira: para cada modelo de produto em código de 9 caracteres, o representante da *Supply Chain* propõe um valor que ele julga que será representativo das vendas do próximo ano, o qual é comparado com o valor proposto do representante do Marketing e com o proposto pelo representante do Comercial. Ou seja, cada um estabelece a sua previsão qualitativa. Depois disso, os três entram em acordo sobre um valor, preenchendo a planilha e verificando o crescimento ou a redução na demanda que esse valor representa.

Após a realização dessa etapa para todos os modelos de produto, eles analisam o total das previsões e as previsões por coleção. Se o total por coleção não parece ser correto ou se o total geral é maior que o orçamento determinado pelo departamento financeiro, eles ajustam algumas previsões para baixo ou para cima.

Como a lista dos modelos ativos é bastante longa (da ordem de 360 produtos), essa reunião pode durar um dia inteiro.

3.1.2. Inserção das previsões centrais no software

Depois da reunião de validação, o *Category Manager* tem que inserir todas as previsões validadas no software da empresa responsável por agregar as previsões de todos os tipos de produtos da empresa.

No software (o qual possui uma interface parecida com o *Excel*), existe uma tabela com a lista de todos os modelos de joias ativos por código de 9 caracteres (nas linhas) e as

previsões por mês, a serem inseridas manualmente (nas colunas) para cada modelo. As previsões devem ser calculadas por mês, pois a produção também é calculada mensalmente.

Como o software considera as previsões por mês, uma sazonalidade é aplicada às previsões anuais pelo gestor para poder calcular as previsões mensais. O gestor utiliza duas sazonalidades diferentes: uma para a coleção das alianças (a qual se chama *Bridal*), e uma para todos os outros tipos de produtos. A representação dessa etapa em forma de fórmula se encontra a seguir:

$$\max (PV_{mês\ i, produto\ p}) = PV\ validada_{produto\ p} \times Sazonalidade_{mês\ i}$$

3.1.3. Revisões mensais das previsões centrais

Passados dois terços de cada mês, com as vendas médias dos últimos três meses do ano corrente (se isso já existe, se não, normalmente, são analisados menos de três meses), as previsões de vendas do mês corrente e dos meses seguintes do ano corrente de cada modelo de produto são revistas para cima ou para baixo pelo gestor. Isso quer dizer que, normalmente, as previsões mensais de cada modelo de produto são reajustadas entre – 20 % e + 20 %. Todavia, o total de todas as previsões do ano não pode ser maior que o valor do invólucro determinado pelo departamento financeiro. Se este for o caso, mais uma vez, as previsões mensais são revisadas.

3.1.4. Uso ou não do software da empresa para o cálculo das previsões

O software (onde as previsões por mês são inseridas) possui um módulo de cálculo estatístico das previsões de vendas. Nesse item, as vantagens e desvantagens desse módulo serão analisadas, bem como a razão pela qual esse módulo não é utilizado pela empresa no processo existente.

Para poder estudar o funcionamento dessa parte estatística do software, documentos e apresentações guias foram lidos e discussões foram conduzidas com colegas da empresa que utilizam esse módulo, e com o gestor (o qual já tentou utilizar esse módulo para os dados da Joalheria).

O Quadro 2 contém as restrições e os pontos positivos do uso desse módulo com a parametrização atual.

Quadro 2 - Restrições e pontos positivos da parametrização atual do software de previsão de vendas da empresa

Restrições	Pontos positivos
Deve ser utilizado somente para produtos lançados há pelo menos 27 meses	Componentes alfa e beta do método exponencial com tendência otimizados automaticamente
Um único método utilizado: exponencial com tendência + multiplicação do resultado pela sazonalidade	Existência de um máximo e um mínimo para a tendência, calculados a partir do nível de vendas, ou determinados pelo usuário
Os resultados não são confiáveis para volumes baixos	

Como explicado no item 1.3.2., não existem muitos produtos ativos na Joalheria que foram lançados há pelo menos 27 meses e que ainda possuem um volume de vendas representativo. Por causa disso, o módulo automático de cálculo estatístico do software não dá resultados aproveitáveis para as joias (as previsões dadas por esse módulo variam muito de um mês para o outro e não são muito confiáveis).

Para fazer o módulo funcionar, uma análise do histórico de vendas dos produtos lançados há pelo menos 27 meses deveria ser realizada para que se possam encontrar os produtos que ainda possuem um volume de vendas representativo. Após essa análise, os produtos deveriam ser escolhidos no software e o cálculo estatístico deveria ser inicializado manualmente.

3.2. Descrição da gestão dos estoques regionais antes do projeto

Uma explicação introdutória à gestão dos fluxos e dos estoques em toda a cadeia de suprimentos da empresa foi realizada na seção 1.3.3. Nesta seção, uma explicação mais detalhada do controle dos estoques regionais será efetuada. Será explicitado quem são os tomadores de decisão dos modelos de gestão e reposição de estoques atualmente, como eles tomam essas decisões e o próprio modelo de reposição de estoque atual.

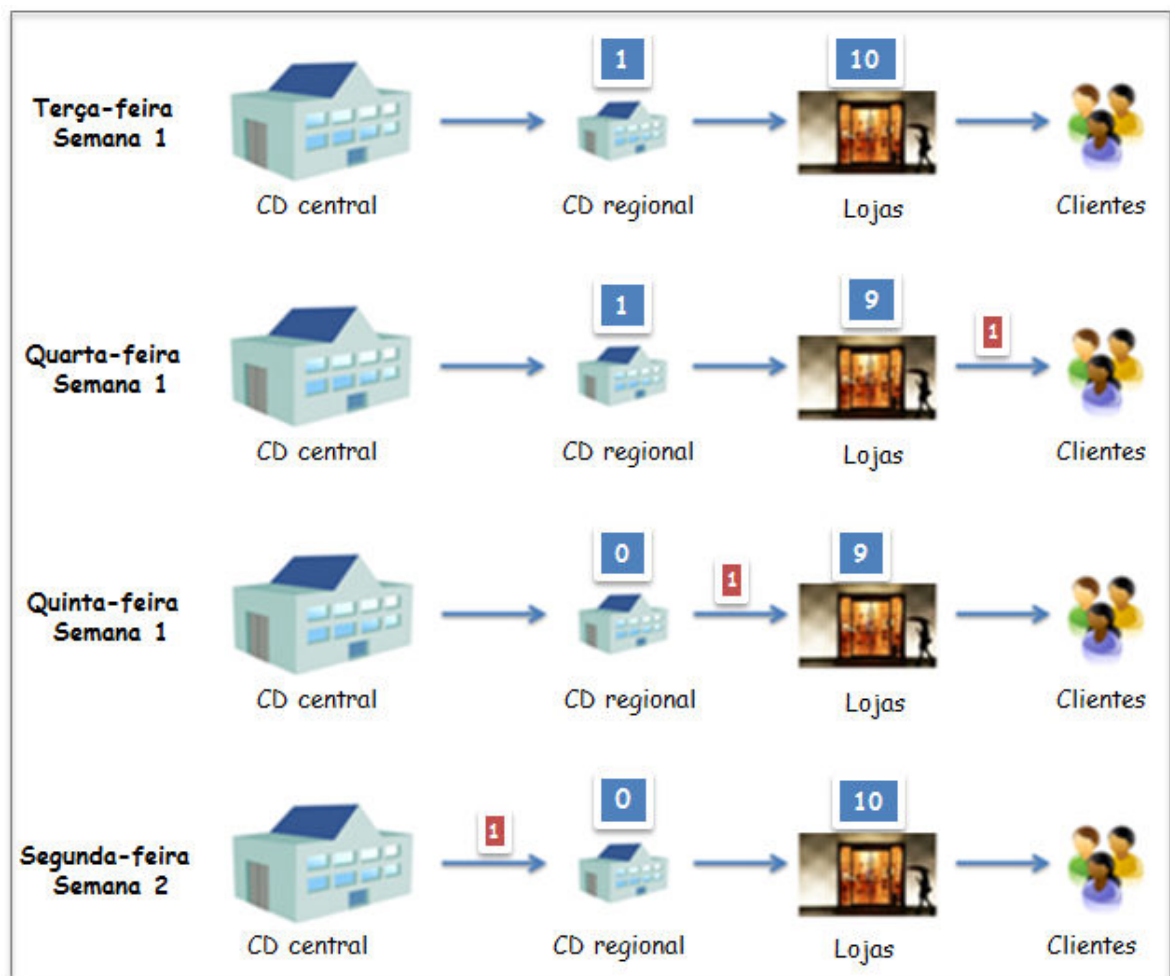
3.2.1. Como a reposição de estoques é realizada

O modelo de reposição de estoques utilizado atualmente é o de reposição periódica do máximo. Toda segunda-feira, os lotes de reposição de estoques são calculados. Distribui-se a

partir do CD central (que se encontra em Cergy, cidade da região parisiense), para cada uma das oito regiões, a diferença, em número de peças, entre a soma dos “max” da região por SKU e o estoque desse SKU na região, desde que exista estoque disponível desse SKU no centro de distribuição central. Quando não há estoque suficiente desse item para suprir as necessidades de todas as regiões, priorizam-se as regiões que mais vendem este produto.

Por exemplo, se uma região possui 10 lojas e 1 centro de distribuição regional, e cada um desses locais possui o “max” de um dado SKU igual a 1, tem-se um total de 11 para o “max” da região. Se a região tinha, no começo da semana, 11 peças desse SKU no estoque. E, durante a semana, ela efetuou a venda de uma peça, então, na segunda-feira, 1 peça será enviada para a região (desde que exista 1 peça desse SKU no centro de distribuição central). Esse exemplo está ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Exemplo do funcionamento da reposição do estoque de uma região



3.2.2. Como a decisão sobre a gestão dos estoques regionais é tomada

Quem decide qual é o nível de estoque teórico de cada região (CDs regionais e lojas) para cada modelo de produto são os gestores da SCCJ, da área comercial e do marketing das joias. Eles tomam essa decisão de modo qualitativo (sem a utilização de um modelo matemático), baseados no nível, no valor e na cobertura do estoque global (soma de todos os estoques de todos os produtos) e nas coberturas dos estoques mundiais de cada modelo de produto individualmente. Os níveis máximos de estoque de cada modelo de produto (chamados de “max” e que constituem o chamado “Modelo do Estoque”) são revistos por essas três áreas, normalmente, a cada início de semestre. E, para alguns casos pontuais (como grandes rupturas de estoque para um modelo de produto lançado há pouco tempo), o nível máximo do estoque para um modelo de produto pode ser revisto no decorrer do semestre pela SCCJ e pela área comercial das joias.

As lojas da Joalheria são divididas em três tipos: pequena, média e grande (nomenclatura utilizada nesse trabalho para facilitar o entendimento do leitor). Um modelo de produto possui um nível máximo de estoque (“max”) para a loja pequena, um para a média e um para a grande, independente da região à qual pertence a loja. Esse mesmo modelo de produto possui um nível máximo de estoque (“max”) diferente para cada centro de distribuição regional. O cálculo do “max” para os centros de distribuição é efetuado tendo como base as vendas daquela região, nos últimos doze meses, para aquele modelo de produto e o *lead time* de reposição dos estoques (entre o CD central e o regional).

Se o modelo de produto em questão possui tamanhos diferentes, esse “max” por loja é dividido entre os seus diferentes tamanhos (dividido pelos SKUs) de forma qualitativa (não existe um modelo matemático utilizado para se fazer a distribuição do “max” do modelo de produto pelos seus tamanhos).

A Tabela 1 mostra um exemplo do que foi explicado anteriormente sobre a distribuição dos “max” por loja e por modelo de produto. Nesse exemplo, o “max” para o Anel 1 (incluindo todos os tamanhos) é de 5, 6 e 8 para as lojas pequenas, médias e grandes, respectivamente. Esse exemplo é ilustrativo e contempla apenas alguns produtos, algumas lojas e algumas regiões.

Tabela 1 – Exemplo ilustrativo da distribuição dos “max” para alguns modelos de produtos

Modelo	Tamanho	Região 1			Região 2		
		Grande	Média	Pequena	Grande	Média	Pequena
Anel 1	47	1	-	-	-	1	-
	48	-	1	-	1	-	-
	49	1	-	1	-	-	1
	50	-	1	-	1	1	-
	51	1	-	1	-	-	-
	52	-	1	-	1	-	1
	53	1	-	-	-	1	-
	54	1	1	-	1	-	-
	55	1	-	-	-	-	1
	56	-	1	1	1	1	-
	57	1	-	1	-	-	1
	58	-	1	-	1	-	-
	59	1	-	1	-	1	-
	60	-	-	-	1	-	1
	61	-	-	-	-	-	-
	62	-	-	-	1	1	-
	63	-	-	-	-	-	-
	64	-	-	-	-	-	-
Anel 2	47	1	-	-	-	1	-
	48	-	1	-	1	-	-
	49	1	-	1	-	-	1
	50	-	1	-	1	1	-
	51	1	-	1	-	-	-
	52	-	1	-	1	-	1
	53	1	-	-	-	1	-
	54	1	1	-	1	-	-
	55	1	-	-	-	-	1
	56	-	1	1	1	1	-
	57	1	-	1	-	-	1
	58	-	1	-	1	-	-
	59	1	-	1	-	1	-
	60	-	-	-	1	-	1
	61	-	-	-	-	-	-
	62	-	-	-	1	1	-
	63	-	-	-	-	-	-
	64	-	-	-	-	-	-
Colar 1	-	4	3	2	4	3	2
Pulseira 1	-	3	2	2	3	2	2

A gestão central indica às regiões quais são todos os “max” de todos os SKUs (conjunto ao qual se chama de “Modelo do Estoque”) em cada uma das lojas da região e no seu CD. Porém, o controle central dos estoques é feito por SKU e por região em geral (e não por SKU e por cada loja e CD de cada região). Então, na prática, cada região controla os seus estoques, ou seja, existe uma diretriz da SCCJ, mas cada região tem a liberdade de gerir os estoques das suas lojas e do seu CD.

Por exemplo, se o cliente de uma loja diz que está interessado na compra de um dado SKU para o qual essa loja possui “max” igual à zero, o CD regional poderá enviar uma peça desse SKU para essa loja.

Igualmente, as regiões possuem a liberdade de transferir os estoques de uma loja à outra dentro da mesma região. Isso também costuma acontecer devido a pedidos especiais de clientes ou falta de estoque do SKU no centro de distribuição regional.

3.3. Diagnóstico dos processos anteriores ao projeto

O primeiro e principal ponto fraco do processo utilizado antes do projeto de melhoria é o de não realizar previsões quantitativas das vendas dos modelos de produtos. Somente previsões qualitativas dos modelos de produtos são feitas, sem ter como base valores calculados por métodos matemáticos de previsão de demanda. Com a introdução desses tipos de modelos matemáticos, as previsões poderão ser menos subjetivas que as realizadas antes do projeto.

Outra etapa que pode ser otimizada é a sazonalidade (associada à previsão de vendas) aplicada aos modelos de produtos. No processo analisado, dois perfis de sazonalidade são aplicados e, no futuro, vários perfis poderão ser aplicados para se poder aumentar a precisão das previsões mensais (por exemplo, um perfil de sazonalidade por coleção).

O terceiro ponto de melhoria é que, para certos modelos de produtos, as revisões mensais são feitas analisando-se somente os três últimos meses, quando um horizonte mais largo do histórico de vendas poderia ser considerado na análise.

A realização de uma previsão por tamanho de produto (código de 6 dígitos) é inviável, pois a demanda por tamanho é muito baixa e esporádica, o que geraria uma previsão com uma incerteza muito alta. No entanto, um rateio da previsão por modelo de produto (código de 9 dígitos) entre os seus diferentes tamanhos poderia ser proposto. Essa forma de rateio corresponderia à expectativa da evolução das vendas do modelo de produto.

Modelos quantitativos para o cálculo dos estoques regionais de cada modelo de produto e de cada tamanho do modelo (quando o modelo possui diversos tamanhos) também poderiam ser adotados pela empresa, posto que hoje somente uma análise qualitativa dos estoques regionais é realizada. A utilização desses modelos quantitativos, que utilizam, por exemplo, a média e a variância das vendas do modelo de produto, contribuiria para uma melhor gestão dos estoques regionais, com menos rupturas de estoque para os itens mais vendidos e redução da cobertura do estoque para os itens com menor volume de vendas.

3.4. Plano de ação

A partir da análise do processo e do módulo de cálculo das previsões de vendas no nível mundial disponível na empresa, decidiu-se formular um novo processo de previsão central, introduzindo métodos de cálculo de previsões quantitativas adaptados às características de cada produto da Joalheria (histórico e volume de vendas mundiais, por exemplo), com um cálculo de perfis de sazonalidade bem mais apurados, e com ferramentas flexíveis, de fácil utilização e já conhecidas do responsável pelas previsões de vendas das joias, o gestor da *Supply Chain* Central das joias. Esses pontos serão explicados no capítulo 4.

Após a análise da gestão dos estoques regionais, decidiu-se propor modelos de reposição de estoques que considerem a média e variância das vendas dos modelos de produtos e um modelo de cálculo para a repartição desses estoques para cada tamanho do modelo de produto (caso o produto possua mais de um tamanho). Esses pontos serão explicados no capítulo 5.

4. REVISÃO DO PROCESSO CENTRAL DE PREVISÃO DE VENDAS

O objetivo desse capítulo é mostrar todas as etapas que foram realizadas para reformular um novo processo central de previsão de vendas para a Joalheria e também analisar os resultados desse novo processo, fazendo-se uma comparação com os resultados do antigo processo.

4.1. Coleta de dados

Os históricos de vendas dos produtos por mês foram extraídos da base de dados contida no software de previsão de vendas. Esse software permite a realização de tabelas dinâmicas e, com essa função, também é possível filtrar os produtos por data de lançamento, por exemplo.

Além disso, o software armazena as previsões feitas um, dois ou três meses antes do mês analisado.

Os dados extraídos do software são confiáveis.

4.2. Estudo da sazonalidade

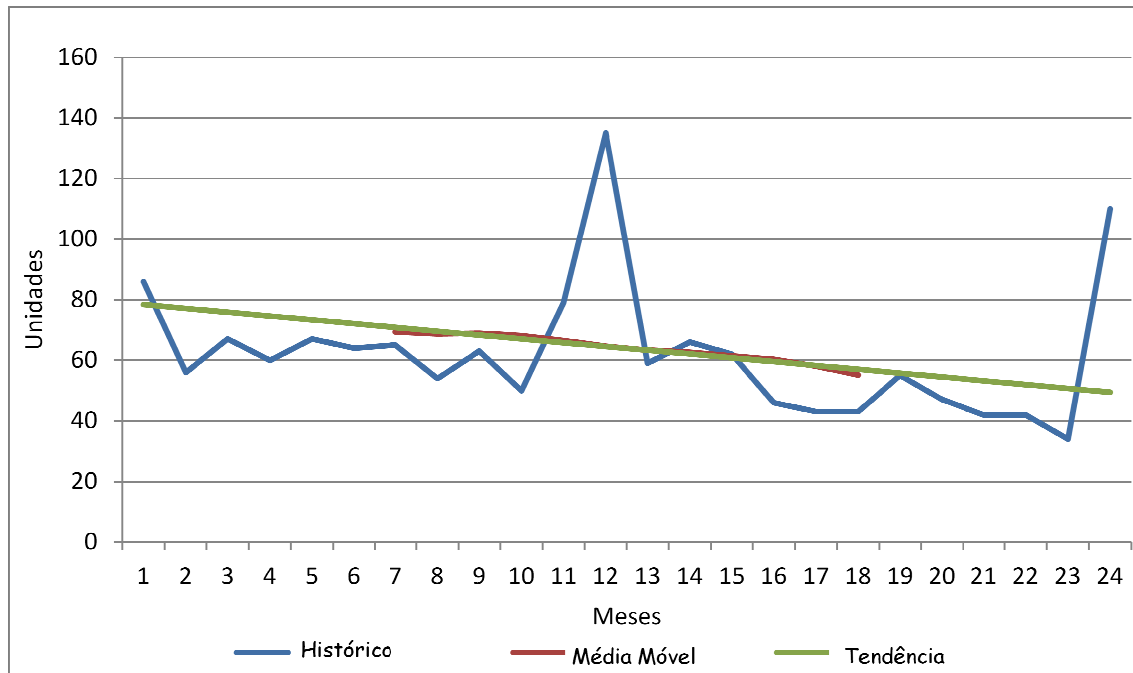
O primeiro passo do projeto de previsão de vendas foi o de reavaliar os perfis de sazonalidade utilizados nos cálculos das previsões de vendas mensais. Primeiro, o método utilizado no cálculo dos perfis de sazonalidade será explicado. E, posteriormente, a razão da decisão pelo cálculo dos perfis por coleção será explicada.

As etapas do método utilizado para o cálculo da sazonalidade serão explicadas a seguir.

Esse método já era utilizado na empresa, porém, para outras categorias de produtos, como os óculos de sol e as bijuterias.

1. Cálculo das médias móveis dos dados da série histórica;
2. Cálculo da tendência das médias móveis (isso quer dizer que se devem encontrar os coeficientes da equação linear do tipo $y = ax+b$), como mostrado no Gráfico 2;

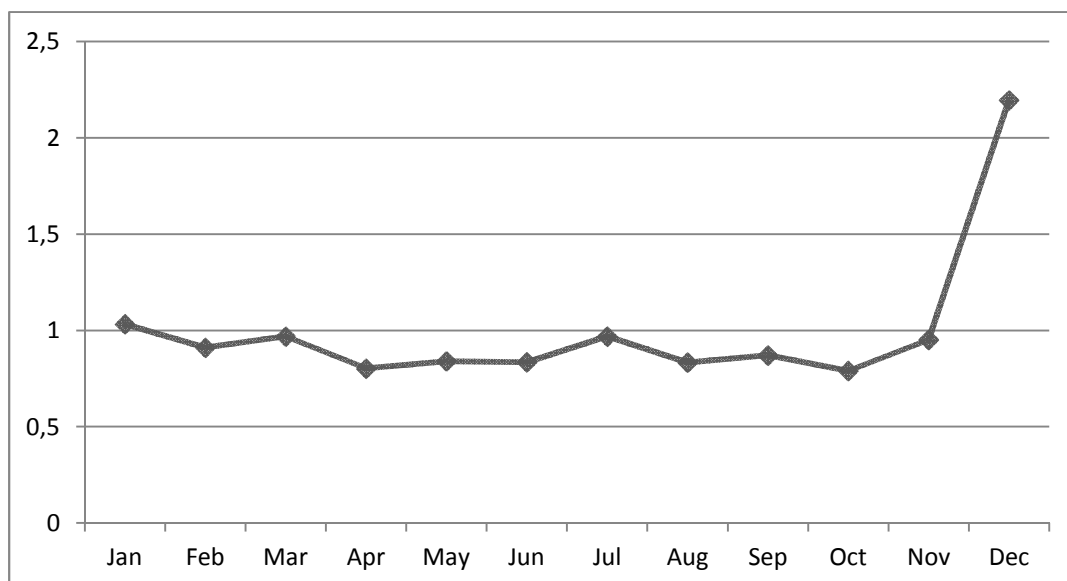
Gráfico 2 - Série histórica das vendas mensais (em azul), as médias móveis (em vermelho) e a tendência (em verde) para uma coleção tomada como exemplo



3. Cálculo das previsões para os próximos meses a partir da equação de tendência;
4. Divisão, para cada mês correspondente, do dado histórico pela previsão (o que será chamado de vendas sem tendência);
5. Cálculo da sazonalidade por mês através da seguinte fórmula (um exemplo dos resultados se encontra no Gráfico 3):

$$Sazonalidade_{mês\ i, coleção\ c} = 12 \times \frac{\sum Vendas\ sem\ tendência_{mês\ i, coleção\ c}}{\sum Vendas\ sem\ tendência_{todos\ os\ meses, coleção\ c}}$$

Gráfico 3 - A sazonalidade para uma coleção exemplo, calculada pelo método explicado



Para esse cálculo, a prioridade foi dada aos produtos que já foram lançados há mais de dois anos e dados dos produtos lançados há menos de um ano não foram levados em conta.

Duas abordagens foram testadas para se saber qual daria melhores resultados: calcular a sazonalidade com dados agregados por coleção (*Empreinte*, *Iddylle*, etc.) ou por funcionalidade do produto (anéis, pingentes, brincos, etc.).

Finalmente, o que deu melhores resultados foi a sazonalidade agregada por coleção e é essa sazonalidade que será utilizada para os cálculos das previsões de vendas.

A sazonalidade foi calculada para todas as coleções existentes. Algumas coleções não têm um nível de vendas representativo para as análises estatísticas poderem ser feitas. Essas coleções foram agregadas a outras com características similares.

4.3. Escolha dos modelos de produtos a serem analisados

Para os modelos de produtos com vendas muito baixas, não é possível fazer análises estatísticas, porque as vendas são irregulares e erráticas. A escolha dos produtos a serem analisados foi feita a partir das médias mensais de vendas. As vendas médias dos produtos escolhidos são de, no mínimo, 6 peças por mês.

Então, todos os modelos de produtos escolhidos foram classificados, segundo seus históricos de vendas, nas seguintes categorias:

- 1) Lançamentos: modelos de produtos lançados recentemente (há 3 meses no mínimo);

- 2) Novos produtos: modelos de produtos lançados entre seis meses e um ano atrás;
- 3) Produtos estáveis: modelos de produtos lançados há mais de um ano (a maioria desses produtos possuem dois anos de histórico de vendas).

Ainda que seja muito difícil prever as vendas dos produtos com um histórico restrito, os lançamentos fazem parte dos modelos escolhidos para o estudo, porque eles representam uma porcentagem significativa (mais de 15%) das vendas mensais. Entretanto, fora decidido que o mínimo de histórico para se poder prever a demanda dos lançamentos seria de três meses, porque a demanda do primeiro mês do histórico é muito influenciada pelos eventos de lançamentos e pelo efeito que a novidade surte sobre os clientes, e porque os métodos estatísticos exigem pelo menos dois meses de histórico (tal qual explicitado no Quadro 3).

Com esses critérios, tem-se, no total, 50 modelos de produtos escolhidos (de um total de 312 referências), os quais representam 80% da quantidade vendida por mês em média.

Mais exatamente, as primeiras previsões com os métodos que serão explicados adiante foram realizadas em abril de 2013 com 42 modelos de produtos e, a partir do mês de maio, 8 modelos de produtos puderam ser integrados à categoria 1 dos lançamentos, pois somente no início de maio completaram 3 meses inteiros de histórico de vendas.

4.4. Escolha dos métodos a serem utilizados

Inicialmente, refletiu-se sobre os critérios para escolher os métodos de cálculos das previsões de vendas (métodos esses estudados no capítulo 2 deste trabalho). Os critérios são os seguintes:

- Quantos meses de histórico são necessários para utilizar o método: esse critério é importante já que não se dispunha de um histórico suficientemente grande para todos os produtos estudados (alguns possuem apenas 3 meses de histórico, por exemplo);
- Se o método leva em conta explicitamente a tendência (ou seja, se há um componente de tendência nas equações do modelo): esse critério deve ser levado em conta, pois, normalmente, os produtos de joalheria possuem um ciclo de vida com um crescimento muito forte no início e um decréscimo também muito acentuado em fim de vida;
- Se o método leva em conta explicitamente a sazonalidade (ou seja, se há um componente de sazonalidade nas equações do modelo): os produtos de joalheria são

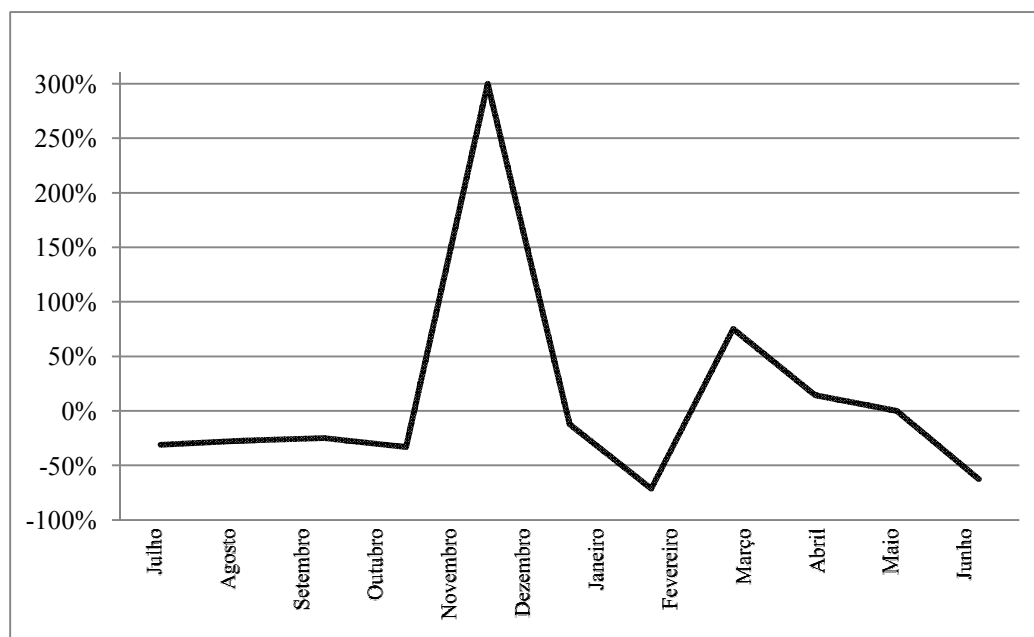
muito mais comprados durante os meses das férias de verão (julho e agosto, no hemisfério norte) e, principalmente, em dezembro, devido ao Natal.

Os métodos estudados no capítulo 2 (fundamentação teórica) foram, portanto, classificados segundo os critérios escolhidos, tal como aparecem no Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação dos métodos de previsões de vendas

Método/Critério	Mínimo ideal do histórico para joalheria	Tendência	Sazonalidade
Médias Móveis	2 meses	Não	Não
Médias Móveis Ponderadas	2 meses	Não	Não
Suavização Exponencial	2 meses	Não	Não
Suavização Exponencial com Tendência	6 meses	Sim	Não
Tendência Linear	6 meses	Sim	Não
Decomposição	6 meses	Sim	Sim
Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade	Um período de sazonalidade (12 meses)	Sim	Sim

Para a joalheria, é necessário um histórico de vendas bastante substancial para se poder calcular a tendência da demanda, pois as vendas variam muito de um mês a outro. Essa variação é mostrada no Gráfico 4, construído a partir do histórico de vendas do Pingente 14.

Gráfico 4 - Variação em % das vendas de um mês em relação ao mês anterior de um Pingente

Devido às características dos modelos de produtos analisados (explicadas no capítulo 1), os métodos mais convenientes são aqueles que consideram a tendência e a sazonalidade. Depois, segundo os históricos de vendas disponíveis para cada categoria dos produtos escolhidos, os métodos possíveis e/ou preferidos a utilizar são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Métodos a utilizar para cada categoria de produtos

Categoria de Produtos	Métodos
Lançamentos	Médias Móveis x Sazonalidade
Novos produtos	Decomposição
Produtos estáveis	Decomposição ou Suavização Exponencial com tendência e sazonalidade

Como, para os lançamentos, o histórico de vendas disponível não permite a utilização dos métodos com sazonalidade, a escolha foi fazer uma média móvel de todo o histórico disponível, considerar isso como a média das previsões dos próximos meses, e multiplicar essa média pelo coeficiente de sazonalidade do mês. A ideia utilizada para esse novo método

criado é a do método de decomposição, mas, na multiplicação tendência x sazonalidade, no lugar da tendência, utilizar somente um nível médio de venda.

4.5. Implantação dos métodos

4.5.1. Criação das planilhas

Para cada um dos métodos escolhidos, uma planilha *Excel* foi criada. As planilhas fazem automaticamente os cálculos das previsões de vendas de até 10 modelos de produtos por vez. A escolha dessa quantidade de produtos por planilha foi feita pelo gestor da SCCJ, que será o principal usuário dessas planilhas, pois o número máximo de modelos de produtos por coleção é de 10 modelos.

Na primeira aba de cada uma dessas planilhas, há um guia de utilização. Na segunda aba, o usuário deve inserir os dados de entrada, a saber:

- Os nomes dos modelos de produtos;
- O histórico de vendas de cada modelo de produto;
- A sazonalidade dos modelos de produtos;
- O número correspondente ao primeiro mês de previsão (por exemplo, se a primeira previsão for de janeiro, o usuário deve inserir o número 1).

Uma cópia da aba dos dados de entrada é mostrada na Figura 12.

Figura 12 – Cópia da tela da guia dos dados de entrada

Description Produit	Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Produit 1	Ventes	24	24	24	61	28	9	33	47	38	61	38	19
Produit 2	Ventes	19	14	24	52	24	19	42	38	24	38	61	24
Produit 3	Ventes	14	75	52	38	28	19	75	66	19	33	38	38
Produit 4	Ventes	38	52	61	33	33	28	33	71	28	38	56	28
Produit 5	Ventes												
Produit 6	Ventes												
Produit 7	Ventes												
Produit 8	Ventes												
Produit 9	Ventes												
Produit 10	Ventes												
	Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Saisonnalité (en %)	8%	7%	7%	8%	6%	10%	7%	8%	7%	6%	10%	18%
	Prochain mois	5											

As planilhas criadas efetuam automaticamente os cálculos das previsões de vendas a partir de dados de entrada na terceira guia. E os resultados são formatados na quarta aba, que

contém as previsões de vendas dos doze próximos meses por produto e a soma dessas doze previsões (total do ano se o primeiro mês de previsão for janeiro), tal qual mostrado na Figura 13.

Figura 13 – Cópia da tela da guia dos resultados

	Mois	5	6	7	8	1	2	3	4	Total
Produit 1	PV	37	61	40	47	47	43	40	47	609
Produit 2	PV	34	57	37	44	44	40	37	44	566
Produit 3	PV	28	45	30	35	35	32	30	35	453
Produit 4	PV	30	50	33	39	39	35	33	38	498

Uma vez que um dos dados de entrada é a sazonalidade dos modelos de produtos e que as sazonalidades foram calculadas por coleção (como fora visto no item 4.2), o cálculo deve ser lançado para cada coleção, isto é, os resultados serão dados para 10 modelos de produtos de uma mesma coleção.

4.5.2. Parametrização dos modelos

No que se refere aos dados iniciais do componente de sazonalidade, utilizou-se a sazonalidade da coleção, que é um dos dados de entrada.

No que se refere aos cálculos, eles são realizados exatamente como explicado no capítulo 2. E, com relação aos componentes do método de suavização exponencial com tendência e sazonalidade, os coeficientes alfa, beta e gama utilizados são respectivamente os seguintes: 0.08, 0.67 e 0.05.

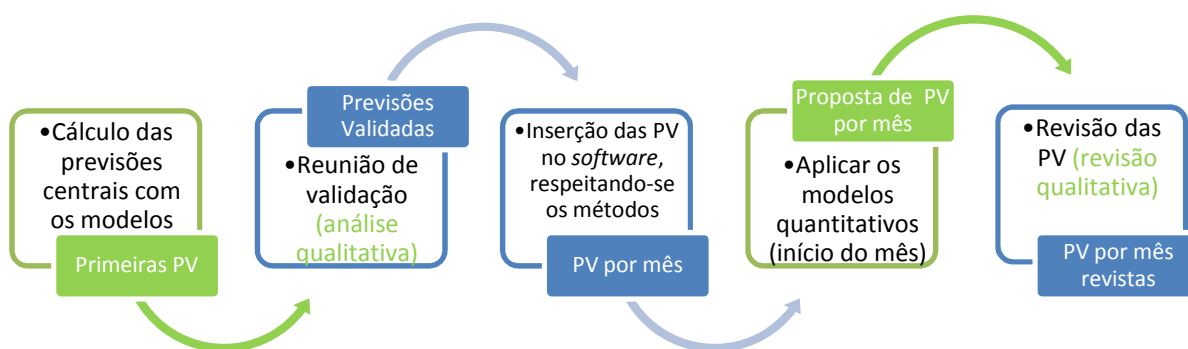
Para chegar a esses valores, tomaram-se os coeficientes de outros projetos de previsões de vendas como base e otimizaram-nos, levando em conta os dados de duas coleções bastante antigas e que ainda tem bom desempenho (as coleções *Empreinte* e *Chaines*). Utilizaram-se as vendas de 2010 e 2011 e tentou-se diminuir os erros das previsões para 2012 em relação aos dados reais, ou seja, as vendas de 2012.

Os coeficientes alfa, beta e gama foram otimizados baseando-se somente nos dados dessas coleções, pois elas são representativas das joias da empresa e eram as únicas coleções com um histórico de dados suficiente para a análise.

4.6. O novo processo proposto

Depois da criação das planilhas, um novo processo para as previsões de vendas foi proposto, considerando-se todos os pontos que devem ser melhorados em relação à análise empreendida no item 3.2. O esquema desse novo processo pode ser visto na Figura 14 e as modificações propostas estão em verde. Essas modificações serão explicitadas em seguida.

Figura 14 – Representação do novo processo proposto para as previsões de vendas (modificações em relação ao antigo processo em verde)



Primeiro cálculo das previsões centrais

Antes da reunião de validação das previsões de vendas, propõe-se a aplicação dos modelos de previsão a todos os modelos de produtos que tenham volume suficiente para as análises estatísticas (pelo menos seis peças por mês, como utilizado anteriormente). Os resultados devem ser colocados na ferramenta de suporte dessa reunião (arquivo explicitado no item 3.1.1.) e servirão de base para as discussões sobre a demanda futura de cada modelo de produto.

Reunião como análise qualitativa

Como os cálculos dos modelos foram configurados para se adaptar especificamente à atividade Joalheria, agora a reunião de validação de previsão deve ser mais uma análise qualitativa dos cálculos realizados. Por exemplo, a equipe de marketing pode dizer que um

lançamento de um novo modelo de produto durante o ano pode fazer diminuir a venda de um outro. Ou a equipe comercial pode dizer que uma nova loja será aberta numa região específica, onde um determinado modelo de produto tem boas chances de aceitação. Ou o *Category Manager* pode dizer que as recepções de um modelo de produto estão atrasadas e, portanto, haverá provavelmente uma ruptura de estoque e um declínio nas vendas.

Inserção das previsões no *software*, respeitando-se os métodos

Respeitar os métodos significa que, mesmo para os modelos de produtos cujos volumes de vendas são demasiado baixos, a sazonalidade, calculada para a coleção à qual pertence o modelo de produto, deve ser utilizada.

Os métodos calculam previsões por mês e, mesmo se o total dos doze próximos meses foi modificado, a proporcionalidade entre os meses deve geralmente ser mantida, salvo casos específicos, como rupturas de estoques num determinado mês do ano.

Aplicar os modelos no início do mês

No início de cada mês, com as vendas do mês anterior adicionadas ao histórico de cada produto estudado, é aconselhável aplicar os modelos para se obterem resultados mais coerentes com as últimas tendências de vendas de cada modelo de produto. Tem-se assim as previsões quantitativas por mês.

Revisão qualitativa dos resultados

O gestor analisará as previsões centrais por mês de modo qualitativo e pode, mas não é obrigado a fazê-lo, alterar essas previsões. A análise qualitativa vem de informações como aquelas citadas no item 4.7.2.

4.7. Resultados do novo processo

4.7.1. Resultados das previsões quantitativas

As previsões centrais para os meses de abril, maio e junho foram realizadas para os modelos de produtos selecionados, com os métodos escolhidos e com a ajuda das planilhas criadas. Os resultados detalhados das previsões por modelos de produtos são mostrados nas tabelas dos Apêndices 1 e 2, por meio do erro percentual e do erro percentual absoluto médio.

Uma síntese dos resultados é mostrada nas Tabelas 2, 3 e 4, por meio da média ponderada dos erros percentuais absolutos das previsões por modelo de produto e do número de modelos de produtos que tiveram um erro percentual absoluto (EPA) superior ou igual a 35%.

As equipes *Supply Chain* dos produtos tipo acessórios da empresa consideram aceitável quando a média ponderada dos desvios percentuais absolutos não passa dos 25% para os dois meses seguintes. Decidiu-se, portanto, controlar a média ponderada dos desvios percentuais absolutos, que considera o peso da demanda total por mês, para se poder fazer a comparação entre diferentes meses e a comparação com as previsões dos acessórios. Escolheu-se o número de modelos de produtos que tiveram um erro percentual absoluto superior ou igual a 35% para se poder controlar se não há muitos modelos de produtos com desvios bastante significativos, isto é, 10% a mais que a meta dos acessórios.

Os resultados foram analisados até o mês de junho, pois o estágio da autora deste trabalho terminou antes do final deste mesmo mês.

Tabela 2 – Síntese dos resultados das previsões realizadas em abril

	Abril	Maio	Junho
Média ponderada dos erros percentuais absolutos	20%	24%	28%
Produtos com EPA >= 35 % (em 42)	10	17	14

Tabela 3 – Síntese dos resultados das previsões realizadas em maio

	Maio	Junho
Média ponderada dos erros percentuais absolutos	11%	24%
Produtos com EPA >= 35 % (em 50)	7	16

Tabela 4 - Síntese dos resultados das previsões realizadas em junho

	Junho
Média ponderada dos erros percentuais absolutos	11%
Produtos com EPA \geq 35 % (em 50)	4

Pode-se verificar que a média ponderada dos desvios percentuais absolutos das previsões de vendas centrais não passa de 20% para os meses correntes, de 24% para os dois meses seguintes e de 28% para os três meses seguintes. O número de produtos com desvio superior a 34% não passa de 10 para as previsões de mês corrente e de 17 para os três meses seguintes.

Pode-se afirmar igualmente que os desvios desses modelos são aceitáveis em relação à meta de 25% utilizada para os acessórios (outra categoria de produtos da empresa). Além disso, o volume da joalheria é muito inferior aos volumes dos acessórios, o que permite considerar um desvio significativo como ainda aceitável (pois, como o volume de vendas de cada produto é menor, a porcentagem do desvio torna-se maior que aquela sobre produtos de maior volume).

Pode-se ver igualmente que os resultados melhoram entre as primeiras e as últimas previsões feitas. Por exemplo, a média ponderada dos desvios percentuais absolutos da previsão de abril para o mês de abril é de 20% e tanto essa mesma média dos erros das previsões de maio para o mês de maio, quanto a de junho para o mês de junho são de 11%. Do mesmo modo, os produtos com mais de 34% de EPA diminuíram de 10 a 7 e a 4 para as previsões de início de mês para o mês corrente. Isso se deve à otimização dos parâmetros utilizados para os métodos de cálculo.

4.7.2. Comparação com os resultados do antigo processo

Finalmente, para mostrar que o objetivo para o novo processo foi atingido, estabeleceu-se uma comparação entre os desvios das previsões antes e depois da implantação dos novos métodos. A síntese dos desvios das previsões centrais feitas em abril (antes da implantação dos novos métodos) para os três meses seguintes e para os mesmos modelos de

produtos estudados encontram-se na Tabela 5 (os detalhes por modelo de produto encontram-se no Apêndice 3).

Tabela 5 – Síntese dos resultados das previsões feitas antes da implantação dos métodos

	Abril	Mai	Junho
Média ponderada dos erros percentuais absolutos	30%	31%	26%
Produtos com EPA \geq 35 % (em 42)	16	21	14

Para melhor comparar, calculou-se a média dos 3 meses de previsões (horizonte do plano de produção central) para o novo e o antigo processo, tal qual mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparação entre o novo e o antigo processo (média dos indicadores das previsões de abril)

Média dos 3 meses	Processo Antigo	Novo Processo	Diferença
Média ponderada dos erros percentuais absolutos	29%	24%	-17%
Produtos com EPA \geq 35 %	17,0	13,7	-19%

Primeiramente, vê-se que a média dos desvios tornou-se aceitável com o novo processo (inferior ou igual a 25 %).

Em segundo lugar, foi calculada a diferença percentual em relação ao processo antigo. Pode-se ver que tanto a média ponderada dos desvios percentuais absolutos, quanto o número de produtos com grande desvio diminuíram em 17% e 19%, respectivamente. Portanto, verifica-se que o novo processo deu bons resultados.

Além da comparação por mês, também se fez uma comparação pelos erros médios dos três meses avaliados por modelo de produto no novo processo e no processo antigo, como mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação dos erros médios nos 3 meses avaliados para o antigo e o novo processo

Modelo de Produto	Novo Processo		Processo Antigo		Processo com melhor resultado	
	EPAM	EPAMP	EPAM	EPAMP	EPAM	EPAMP
1	13%	12%	56%	56%	Novo	Novo
2	24%	22%	48%	43%	Novo	Novo
3	19%	20%	50%	48%	Novo	Novo
4	20%	20%	34%	31%	Novo	Novo
5	7%	6%	23%	25%	Novo	Novo
6	9%	10%	12%	13%	Novo	Novo
7	8%	9%	15%	14%	Novo	Novo
8	10%	9%	20%	19%	Novo	Novo
9	17%	13%	17%	16%	Novo	Novo
10	5%	5%	9%	9%	Novo	Novo
11	8%	8%	21%	22%	Novo	Novo
12	36%	23%	39%	32%	Novo	Novo
13	13%	12%	19%	18%	Novo	Novo
14	8%	8%	20%	21%	Novo	Novo
15	14%	14%	72%	68%	Novo	Novo
16	6%	6%	64%	63%	Novo	Novo
17	14%	13%	62%	57%	Novo	Novo
18	13%	13%	22%	21%	Novo	Novo
19	32%	20%	71%	51%	Novo	Novo
20	49%	42%	60%	50%	Novo	Novo
21	9%	8%	13%	13%	Novo	Novo
22	10%	11%	42%	44%	Novo	Novo
23	27%	23%	76%	62%	Novo	Novo
24	64%	60%	64%	60%	Novo	Novo
25	71%	55%	117%	70%	Novo	Novo
26	21%	25%	48%	43%	Novo	Novo
27	8%	9%	24%	27%	Novo	Novo
28	22%	20%	43%	40%	Novo	Novo
29	28%	27%	78%	62%	Novo	Novo
30	36%	31%	22%	19%	Antigo	Antigo
31	16%	16%	46%	48%	Novo	Novo
32	16%	16%	27%	29%	Novo	Novo
33	10%	10%	9%	9%	Antigo	Antigo
34	9%	9%	11%	11%	Novo	Novo
35	22%	22%	75%	73%	Novo	Novo
36	46%	40%	73%	67%	Novo	Novo
37	13%	12%	38%	35%	Novo	Novo
38	32%	24%	19%	24%	Antigo	Novo
39	4%	4%	44%	48%	Novo	Novo
40	27%	28%	17%	15%	Antigo	Antigo
41	11%	10%	18%	18%	Novo	Novo
42	15%	19%	35%	37%	Novo	Novo

Com os dados da Tabela 7, pode-se ver que o processo antigo dá melhores resultados somente para 3 modelos de produtos, 1 modelo de produto tem bons resultados tanto no processo antigo quanto no novo, e o processo novo dá melhores resultados para 38 modelos de produtos (o que representa 91% dos modelos analisados). Portanto, também por essa comparação, conclui-se que o novo processo deu bons resultados.

É preciso lembrar também que o novo processo prevê um retoque qualitativo após os resultados dos cálculos. E esse retoque tende a diminuir ainda mais o desvio.

Outro ganho muito importante do novo processo diz respeito às previsões serem calculadas de forma automática. Dessa maneira, o gestor gastará muito menos tempo fazendo as previsões de vendas e poderá dedicar-se a outros projetos ou processos.

4.8. Repartição das previsões entre os diferentes tamanhos

Como as previsões de vendas são feitas por código de 9 dígitos (modelo de produto), elas não consideram os diversos tamanhos dos produtos com tamanhos diferentes. Entretanto, o plano de produção é realizado por código de 6 dígitos (SKU), o que significa que, para os produtos com tamanhos diferentes, deve-se saber exatamente qual quantidade de cada tamanho deve ser produzida. Deve-se, portanto, fazer a repartição das previsões por modelo de produto entre os seus diferentes tamanhos (quando o modelo de produto possui mais de um tamanho).

O objetivo desta seção é rever o cálculo da repartição das previsões entre os tamanhos, para aumentar a precisão do plano de produção.

Para passar das previsões por modelo de produto à quantidade por SKU de um modelo de produto com tamanhos diferentes, no processo antigo, utilizava-se a seguinte fórmula:

$$PV \text{ por tamanho}_{\text{tamanho } j, \text{ modelo } m, \text{ mês } i} = \text{média vendida do tamanho } j \text{ do modelo } m \text{ nos últimos 12 meses}$$

No entanto, se as vendas de um produto estão em baixa ou em alta, as quantidades produzidas por tamanho não corresponderão exatamente às vendas dos próximos meses, o que pode criar estoques excessivos ou rupturas de estoque por tamanho, respectivamente. Com esse problema em mente, uma nova fórmula para o cálculo da repartição das previsões entre os tamanhos de um modelo de produto é proposta:

$$PV_{\text{tamanho } j, \text{modelo } m, \text{mês } i} = \text{Repartição}_{\text{tamanho } j} \times PV_{\text{modelo } m, \text{mês } i}$$

Lembrando que o resultado da fórmula deve ser arredondado, pois quantidade por tamanho deve ser um número inteiro.

E a repartição por tamanho é calculada da seguinte maneira:

$$\text{Repartição}_{\text{tamanho } j} = \frac{\text{Vendas do tamanho } j \text{ nos últimos 12 meses}}{\text{Vendas de todos os tamanhos do modelo } m \text{ nos últimos 12 meses}}$$

A nova fórmula foi incluída na planilha do plano de produção (em que são feitas as previsões por tamanho) e o resultado esperado é que a produção seja mais coerente com as vendas, o que geraria um melhor desempenho dos estoques.

5. REVISÃO DOS MODELOS DE CONTROLE DE ESTOQUES

O objetivo desse capítulo é rever os controles de estoque central e regionais dos produtos (com ou sem tamanhos diferentes), para que seus estoques sejam mais coerentes com suas demandas.

5.1. Melhoria do modelo de reposição dos estoques centrais

Como introduzido pela seção 1.3.3, os planos de produção para a reposição dos estoques centrais são como um MRP escalonado no tempo e consideram as previsões de vendas, os níveis de estoques mundiais, os lotes de produção, o *lead time* de produção (3 meses) e os recebimentos programados. Porém, eles não consideram um estoque de segurança para o CD central.

Agora que o processo de previsão da demanda agregada foi melhorado (e os desvios de produção diminuíram), pode-se utilizar o modelo de reposição baseado em previsão de demanda para a reposição de estoques do CD central. O cálculo para o estoque de segurança nesse modelo de reposição foi explicado na seção 2.5.2.

Utilizando essa forma de calcular para os mesmos modelos de produtos analisados na seção 4 para a previsão do mês de abril, encontram-se os estoques de segurança explicitados na Tabela 8.

Tabela 8 – Estoques de segurança para os modelos de produtos analisados no processo de previsão

Modelo de Produto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Estoque de Segurança	4	4	5	3	2	3	3	5	9	3	2	8	3	8
Modelo de Produto	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Estoque de Segurança	2	1	2	2	3	3	3	1	1	3	3	3	2	2
Modelo de Produto	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Estoque de Segurança	4	2	1	4	4	1	3	2	1	1	0	4	2	2

A inclusão dos estoques de segurança para esses modelos de produtos analisados totaliza 124 unidades. Pode-se alegar que isso vai aumentar o nível dos estoques e, conseqüentemente, seus custos. Porém, a função dos estoques de segurança é evitar rupturas nos estoques centrais. E, antes desse trabalho, essas rupturas eram frequentes na Joalheria, tanto a total (estoque central zero do modelo de produto), quanto ruptura parcial (quando o

estoque central do modelo de produto é inferior a soma da quantidade necessária para a reposição dos níveis máximos de todas as regiões logísticas). Além disso, a próxima seção visa a melhoria e a diminuição dos níveis de estoques das regiões, as quais possuem uma quantidade bem maior de produtos em estoque do que o CD central.

5.2. Melhoria dos modelos de reposição dos estoques regionais

Baseando-se nas definições dos custos de estoque explicitadas no item 2.5, pode-se avaliar qualitativamente os custos dos estoques das joias. Dentro dos custos de manutenção do estoque:

- Custo do capital: médio, pois a taxa de retorno esperada é alta, porém o custo de dívidas para a empresa não é alto;
- Custo de obsolescência: nulo, pois o preço do produto nunca é reduzido, uma jóia sempre terá valor no mercado e, mesmo se o produto não for vendido, as pedras e o metal nele contido podem ser reaproveitados para a produção de um novo produto;
- Custo de ocupação: nulo, pois a empresa possui espaço físico suficiente, mesmo se o volume de estoque aumentar muito.

No que se refere aos custos de pedido:

- Custo do comprador: é alto, pois um aumento do número de pedidos gera uma dedicação maior do(s) colocadore(s) de pedidos, os quais não possuem tempo ocioso;
- Custo de transporte: é muito alto, pois as jóias utilizam transporte seguro e blindado (como para o transporte de cédulas de dinheiro) através de transporte viário (dentro da mesma cidade, por exemplo) ou transporte aéreo (quando enviadas de uma região à outra);
- Custo de recebimento: é médio, pois não aumentam de maneira tão significativa com o aumento da quantidade de pedidos.

Pode-se concluir que, de maneira qualitativa, os custos de pedido são maiores que os custos de manutenção para o caso analisado. Como os modelos de reposição periódica possibilitam a inclusão de vários itens no mesmo pedido e, por decorrência, reduzem os custos de pedido, privilegiar-se-á a utilização de modelos periódicos (e não contínuos) para a reposição dos estoques regionais.

Como não se fazem previsões regionais dos modelos de produtos (devido a grande variação da demanda em cada região, o que tornaria o erro de previsão muito alto), continuar-se-á a utilizar modelos de reposição do máximo para os estoques regionais. Entretanto, a melhoria do modelo de reposição será feita através do cálculo do nível máximo com o seu estoque de segurança. Esse cálculo, que seguirá as fórmulas mostradas na seção 2.5.1, não era feito pela empresa antes. Isso será mostrado nesta seção.

5.2.1. Cálculo no nível máximo

Para os CD regionais, o modelo de reposição do máximo a ser aplicado utiliza um nível de serviço de 90% (z igual a 1,28), um intervalo de revisão de 1 semana (igual para todas as regiões) e um lead time de reposição que depende da região, como mostrado na Tabela 9.

Tabela 9 – Lead time de reposição das regiões

Regiões	Lead Time (semanas)
Europa	0,5
Japão	1
América do Norte	1
Ásia	2
Oriente Médio	4
América Latina	4
China	6

Para os CD regionais, utilizou-se a demanda média e o desvio-padrão das vendas agregadas de todas as lojas da região e o nível máximo do estoque do CD regional para cada modelo de produto foi considerado como o estoque de segurança da região para esse modelo. Portanto tem-se:

$$S_{CD\ regional\ r} = E_{s,região\ r}$$

Para cada uma das lojas da Joalheria, o modelo de reposição do máximo a ser aplicado utiliza um nível de serviço de 95% (z igual a 1,65), um intervalo de revisão de 3 dias e um *lead time* de reposição de 2 semanas.

Para cada uma das lojas, utiliza-se a demanda média e o desvio-padrão das vendas daquela loja e o nível máximo do estoque da loja para cada modelo de produto corresponde à demanda média durante o intervalo entre duas reposições mais o intervalo correspondente ao prazo de entrega, adicionado do estoque de segurança da loja para esse modelo. Com a condição de que esse nível máximo seja de ao menos 1 para cada modelo de produto. E, para os modelos de produtos com tamanhos diferente, considera-se o dobro do nível máximo normalmente calculado, pois precisamos ter ao menos 2 tamanhos diferentes do mesmo modelo em cada loja, quando esse modelo é vendido nessa loja. Portanto tem-se:

$$S_{loja\ l} = MAX(1; L \times \bar{d}_l + E_{s,l}), \text{ se modelo de produto tem apenas 1 tamanho}$$

$$S_{loja\ l} = MAX(1; 2 * (L \times \bar{d}_l + E_{s,l})), \text{ se modelo de produto tem tamanhos diferentes}$$

Deve-se lembrar também que o valor do S calculado, tanto para os CD regionais quanto para as lojas, é arredondado para um número inteiro.

A frequência do cálculo do nível máximo para todos os CD regionais e todas as lojas é prevista a cada seis meses.

5.2.2. Resultados encontrados

O cálculo do nível máximo da maneira explicada na seção 5.1.1 foi testado para um CD regional e para três lojas dessa região (uma pequena, uma média e uma grande), considerando os modelos de produtos de duas coleções importantes, sendo que um dos modelos possui tamanhos diferentes. Foram utilizados os dados de vendas do ano de 2013 (desde o começo de janeiro até o final de outubro).

Não foi possível testar para todas as regiões e modelos, pois a empresa disponibilizou somente uma parte dos dados solicitados depois da conclusão do estágio em julho de 2013, devido a questões de confidencialidade.

Os valores para os níveis máximos encontrados com o novo método de cálculo proposto foram comparados com os níveis máximos existentes antes desse trabalho. Essas comparações encontram-se nas Tabelas 10, 11, 12 e 13, assim como o cálculo das reduções previstas para os níveis de estoque em porcentagem, para o CD regional e as lojas tomadas como exemplo, respectivamente.

Tabela 10 – Comparação entre os níveis máximos para um CD regional

Modelo de Produto	S antigo	Novo S	Redução
A	35	21	-40%
B	10	10	0%
C	10	5	-50%
D	11	5	-55%
E	11	6	-45%
F	5	5	0%
G	14	12	-14%
H	14	8	-43%
I	13	10	-23%
J	13	9	-31%
K	18	14	-22%
L	18	12	-33%
M	18	11	-39%
Total	190	128	-33%

Tabela 11 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho grande

Modelo de Produto	S antigo	Novo S	Redução
A	9	4	-56%
B	2	1	-50%
C	3	1	-67%
D	3	1	-67%
E	3	1	-67%
F	2	1	-50%
G	3	1	-67%
H	3	1	-67%
I	3	1	-67%
J	3	1	-67%
K	4	3	-25%
L	4	2	-50%
M	4	2	-50%
Total	46	20	-57%

Tabela 12 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho médio

Modelo de Produto	S antigo	Novo S	Redução
A	8	2	-75%
B	2	1	-50%
C	3	1	-67%
D	3	1	-67%
E	3	1	-67%
F	2	1	-50%
G	3	2	-33%
H	3	1	-67%
I	3	1	-67%
J	3	1	-67%
K	4	1	-75%
L	4	2	-50%
M	4	2	-50%
Total	45	17	-62%

Tabela 13 - Comparação entre os níveis máximos para uma loja de tamanho pequeno

Modelo de Produto	S antigo	Novo S	Redução
A	8	2	-75%
B	2	1	-50%
C	3	1	-67%
D	3	1	-67%
E	3	1	-67%
F	1	1	0%
G	2	1	-50%
H	3	1	-67%
I	3	1	-67%
J	3	1	-67%
K	4	2	-50%
L	4	1	-75%
M	4	1	-75%
Total	43	15	-65%

Pode-se concluir, a partir das Tabelas 10 a 13, que o novo cálculo para o nível máximo dos estoques dos modelos de produtos faz reduzir consideravelmente esses níveis e, por consequência, a quantidade de estoque e o custo do estoque total do estoque. Isso é muito importante no caso das joias, pois elas são produtos com alto valor.

Além disso, percebe-se que a redução dos níveis máximos de estoque é maior para as lojas do que para os CD regionais e que a redução em porcentagem (o nível novo em relação

ao que antes era utilizado) aumenta conforme o tamanho (e por consequência, as vendas) da loja diminuam.

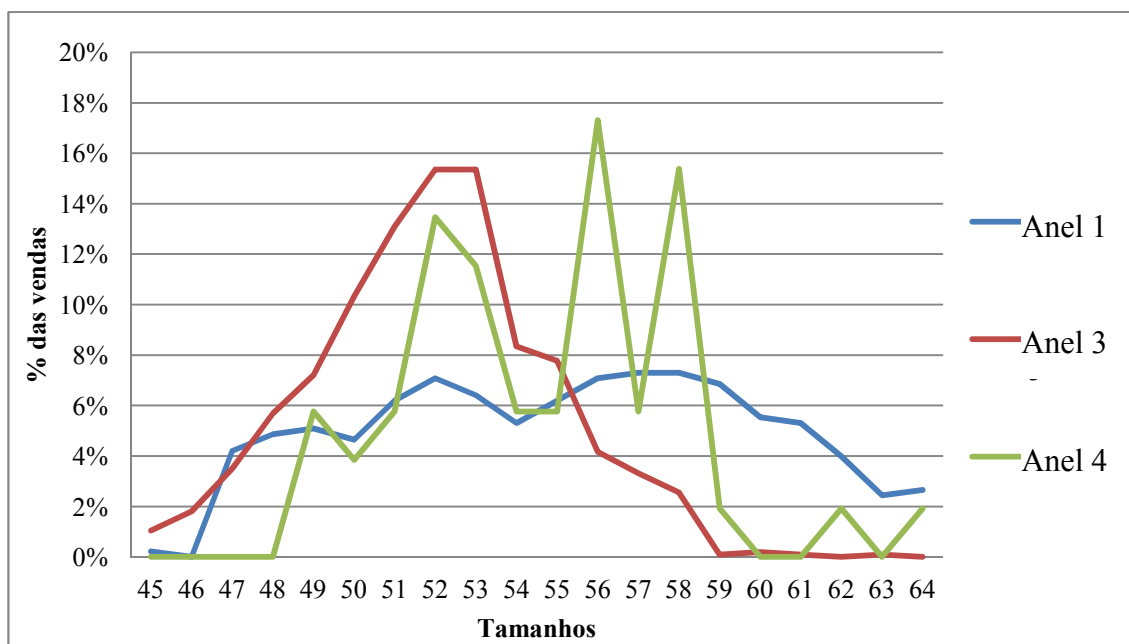
5.3. Melhoria das coberturas dos estoques regionais dos modelos de produtos com tamanhos diferentes

Não é útil ter a boa repartição das previsões de vendas entre os diferentes tamanhos de um modelo de produto se a repartição entre os tamanhos que compõe os “Modelo do Estoque” das lojas (ou seja, os tamanhos que são estocados nas lojas) não corresponde à repartição de vendas entre os tamanhos. O ideal é ter uma repartição dos tamanhos nos estoques regionais a mais próxima possível da repartição de vendas por tamanho. Senão, as coberturas de estoques para os tamanhos menos vendidos serão grandes e as coberturas de estoques para os tamanhos mais vendidos serão muito baixas, e esses tamanhos podem rapidamente se encontrar em ruptura de estoque.

Para otimizar as coberturas de estoque de produtos com tamanhos diferentes, um modelo foi criado para calcular o “Modelo do Estoque” por produto com tamanhos diferentes e por região ideal (esse modelo será descrito adiante). A frequência das mudanças da repartição dos estoques entre os tamanhos no “Modelo do Estoque” é prevista a cada seis meses.

5.3.1. Hipóteses do modelo de repartição entre os tamanhos

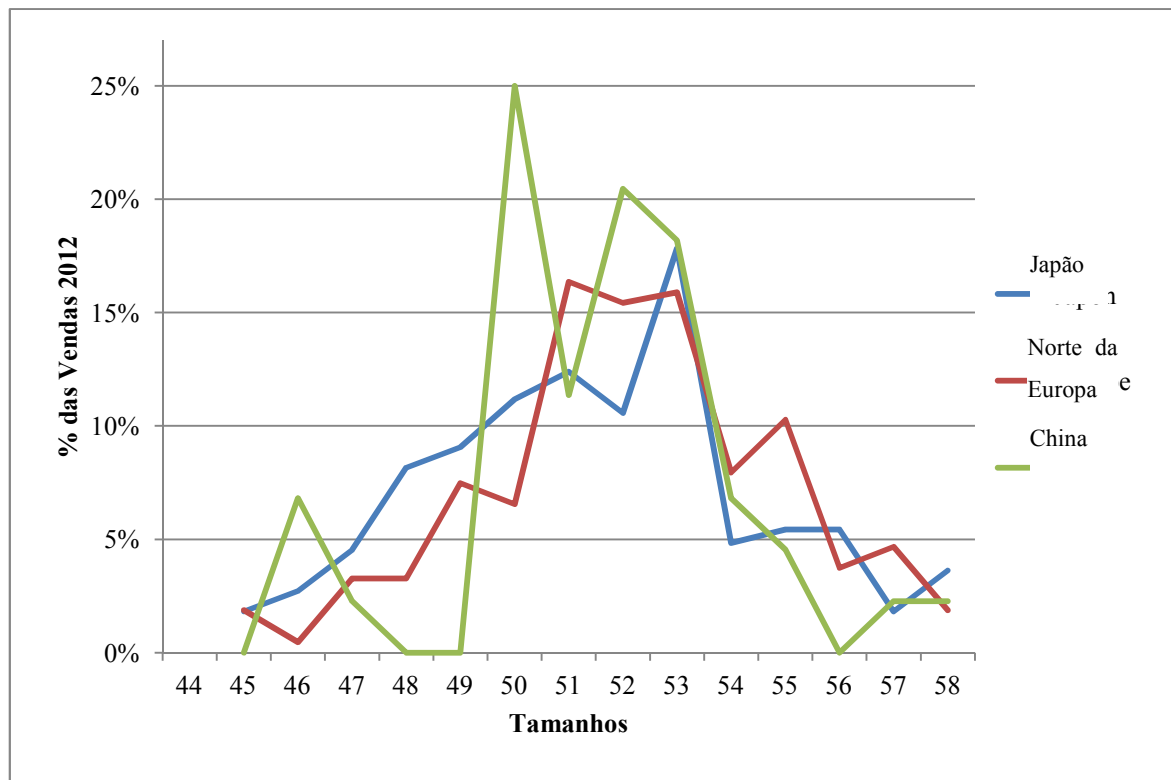
Inicialmente, um estudo foi feito para se descobrir se a repartição entre os tamanhos de todos os tipos de anéis, por exemplo, era aproximadamente a mesma ou se havia muita diferença entre a repartição de cada tipo de anel. O Gráfico 5 mostra a diferença de repartição para três tipos de anéis tomados como exemplos.

Gráfico 5 - Diferença de repartição por tamanho de anel

Como se pode ver no Gráfico 5, a repartição entre os tamanhos parece depender do modelo de produto. Assim, decidiu-se fazer o cálculo por modelo de produto.

O segundo estudo feito era uma comparação, entre as regiões logísticas, da repartição das vendas por tamanho do ano de 2012 para um mesmo produto. O Gráfico 6 ilustra essa repartição por região para um anel tomado como exemplo. Como se verifica no Gráfico 6, as repartições diferenciam-se entre as regiões. Assim, decidiu-se considerar as vendas por região logística no modelo de cálculo de estoques para obter resultados mais precisos.

Gráfico 6 - Repartição por tamanho por região do anel 3



Outra hipótese utilizada é que, ainda que nunca tenha havido vendas de certo tamanho numa região, esta deve ter, pelo menos, um artigo desse tamanho em estoque. Esse estoque serve para atender às demandas de clientes esporádicos e deve normalmente permanecer no centro de distribuição regional.

Enfim, a última hipótese é a de que o estoque alvo por região de cada tipo de produto tenha sido mantido, visto que a decisão de mudar o “Modelo do Estoque” não depende somente da *Supply Chain*, mas também do Comercial e do Marketing.

5.3.2. Modelo de repartição entre os tamanhos

Os dados de entrada do modelo são: as vendas por código de 6 dígitos por região dos doze últimos meses, o “Modelo do Estoque” (MS) por região por tamanho do modelo de produto e o código de 6 dígitos de cada tamanho do produto.

Inicialmente, o modelo busca as vendas por região de cada código de 6 dígitos em estudo. Depois, calcula a porcentagem de vendas de cada tamanho por região. Em seguida, multiplica essa porcentagem pela quantidade total (incluindo todos os tamanhos) do “Modelo

do Estoque” da região, arredondando para obter um número inteiro e colocando pelo menos 1 para cada tamanho. Assim, para cada região, o esquema do modelo é o seguinte:

1) *Recuperação das vendas dos últimos doze meses por tamanho*

$$2) \frac{\text{Vendas por tamanho}}{\text{Vendas incluindo todos os tamanhos}} = \% \text{ por tamanho}$$

3) *MS por tamanho = \% por tamanho x Quantidade total do MS*

4) *MS por tamanho é arredondado ou mínimo de 1*

Esse modelo foi feito numa planilha *Excel* e o resultado para um anel e para cada região é dado como na Tabela 14.

Tabela 14 – Tabela com exemplo do resultado do modelo

Tamanho	MS Proposto							
	MS Japão	MS Ásia	MS Europa Norte	MS Europa Sul	MS EUA	MS China	MS América Latina	MS Oriente Médio
45	2	1	4	1	1	2	1	1
46	5	2	2	2	1	1	1	1
47	10	10	6	1	3	2	1	2
...								

(Os números foram modificados para manter a confidencialidade dos dados)

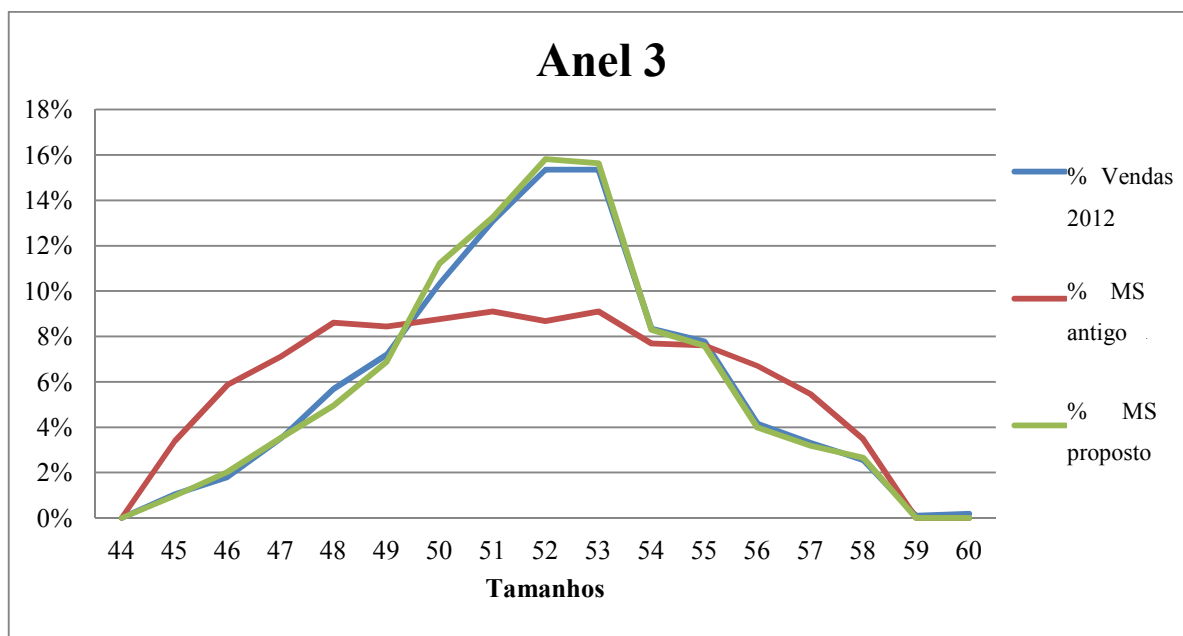
5.3.3. Análise e resultados do modelo

O modelo desenvolvido utiliza um cálculo bastante simples, mas deve-se ter em mente que esse cálculo não era realizado antes. A planilha criada efetua automaticamente o cálculo a partir dos dados de entrada. Ela contém também um guia de utilização. Uma pessoa que nunca tenha utilizado a planilha não terá dificuldade para fazê-lo.

O modelo dá resultados muito bons, uma vez que, antes, uma repartição “modelo” (standard) entre os tamanhos era utilizada para quase todos os produtos com tamanhos diferentes, o que não correspondia exatamente à repartição das vendas entre os tamanhos de

cada produto. O resultado do modelo, comparado com o que vigorava anteriormente, para um tipo de anel e incluindo todas as regiões, é mostrado no Gráfico 7.

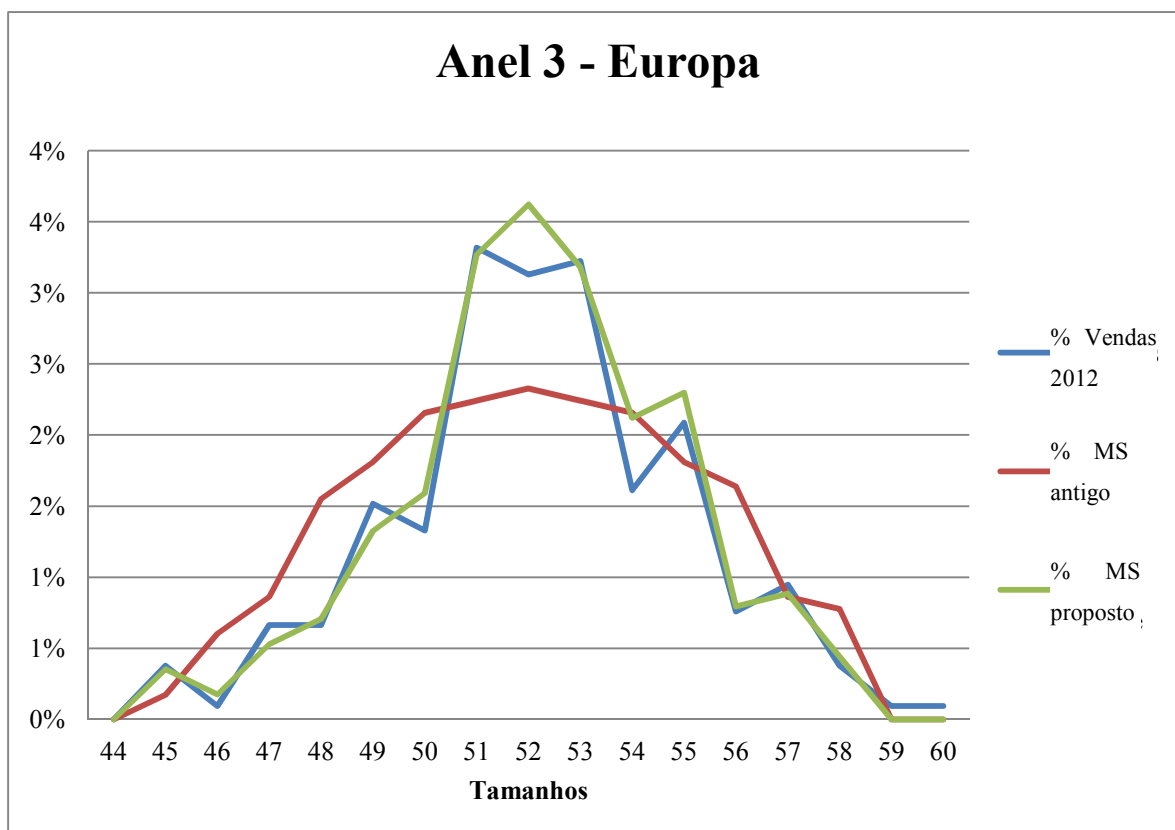
Gráfico 7 - Mudança da repartição dos estoques após o cálculo do modelo



No Gráfico 7, pode-se verificar que, agora, os estoques disponíveis nas regiões correspondem muito mais às vendas de cada tamanho desse anel (tomado como exemplo por ser um dos *best-sellers*). Isso é muito importante, pois, por exemplo, para os tamanhos entre 50 e 54 do anel 3, haverá uma diminuição do risco de ruptura de estoque. E, para os tamanhos entre 44 e 49 e entre 56 e 58, haverá uma diminuição do estoque restante nas diferentes regiões durante o fim de vida do produto.

Antes também, uma diferença entre a repartição dos tamanhos entre as regiões era realizada, mas ela era às vezes exagerada, já que, na verdade, a influência da região é menos importante que a influência do produto (pode-se constatar esse fato nos Gráficos 5 e 6). O resultado do modelo para um tipo de anel e para a região da Europa é mostrado no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Mudança da repartição dos estoques do anel 3 para a Europa



As mudanças entre as repartições dos estoques por região foram realizadas para todos os anéis e foram empregadas efetivamente a partir de 31 de julho. Teve que se esperar essa data, pois outras modificações nos estoques foram igualmente feitas e, assim, decidiu-se que todas as mudanças seriam realizadas de uma só vez, no início do segundo semestre.

Com essas novas repartições, as coberturas dos estoques dos tamanhos menos vendidos diminuíram muito e as coberturas dos tamanhos mais vendidos aumentaram, o que evitará rupturas de estoque e perdas de vendas.

O novo “Modelo do Estoque” (com essas modificações) já foi utilizado para o cálculo do plano de produção do mês de maio (recepção de peças prevista para o mês de setembro). Veem-se já os resultados das mudanças realizadas no plano de produção, pois os tamanhos mais vendidos devem ser produzidos e não há produção para os tamanhos menos vendidos.

A ideia é aplicar o modelo e realizar as mudanças das repartições dos estoques, pelo menos para os anéis mais vendidos, a cada 6 meses.

6. CONCLUSÃO

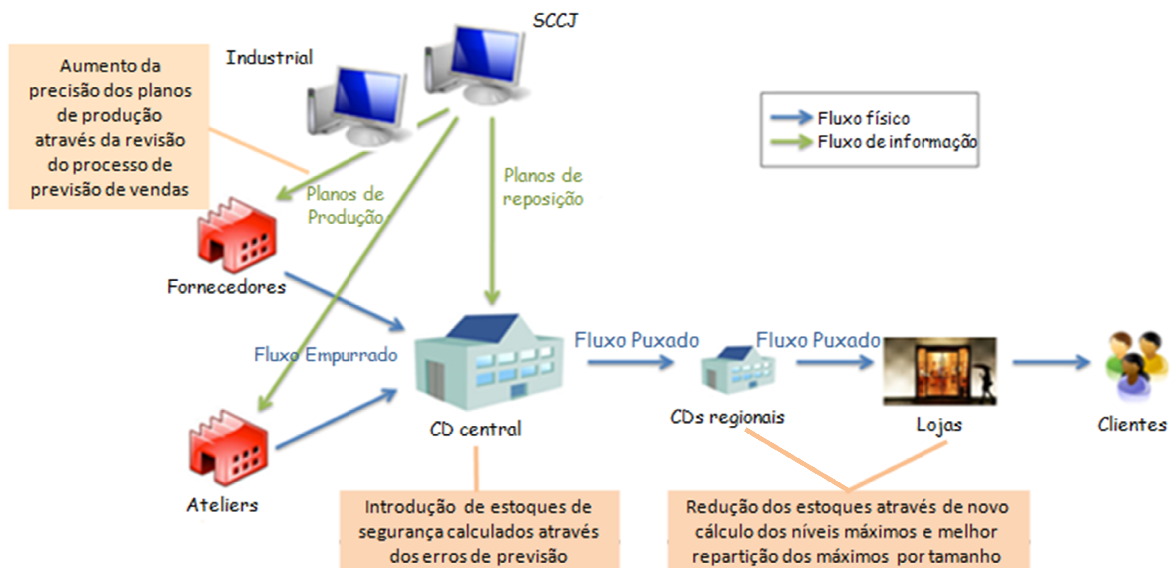
Para concluir, serão realizadas: a síntese deste projeto, a análise dos resultados obtidos e uma análise crítica do projeto, indicando os pontos que podem ainda ser melhorados.

6.1. Síntese

As previsões de vendas e o controle de estoques dos produtos possuindo diversos tamanhos da joalheria da empresa precisavam tornar-se mais confiáveis. Eis porque, com este projeto, a partir da análise dos processos atuais, criou-se um novo processo de previsões das vendas agregadas por modelo de produto (principalmente introduzindo métodos quantitativos adaptados aos produtos da joalheria), e novos modelos para a previsão por tamanho e para o cálculo dos estoques alvo para cada modelo de produto e para cada tamanho.

A Figura 15 sintetiza as modificações realizadas por esse trabalho na cadeia de suprimentos da empresa.

Figura 15 – Síntese das modificações realizadas nesse trabalho



6.2. Análise dos resultados

Mesmo sem uma análise qualitativa completa dos dados, as previsões de vendas realizadas com os novos métodos quantitativos já geraram menos desvios que aquelas realizadas anteriormente a esse trabalho. E, mesmo os produtos do ramo da joalheria tendo volumes mais baixos que outros produtos da empresa (sobretudo acessórios), os desvios dessas novas previsões são bem aceitáveis em relação à meta utilizada para os acessórios.

A probabilidade de ruptura dos estoques centrais diminuem devido à introdução dos estoques de segurança centrais.

O novo cálculo proposto para os níveis máximos do estoque de cada modelo de produto mostram-se bem adequados, gerando uma diminuição dos níveis máximos, da quantidade e do custo do estoque como um todo, tanto para os centros de distribuição regionais, quanto para as lojas.

Além disso, as previsões dos produtos com tamanhos diferentes são agora mais coerentes com as evoluções das vendas do produto. O estoque alvo por tamanho é, agora, muito mais adaptado à demanda de cada produto com tamanhos diferentes e a cada região. Essas duas melhorias permitem baixar as coberturas dos estoques dos tamanhos menos vendidos e reduzir o risco de ruptura de estoque para os tamanhos mais vendidos.

Os objetivos deste projeto foram atingidos, já que o novo processo de previsões de vendas e os novos modelos para o controle dos estoques dos produtos tornaram mais confiável o plano central de produção e melhorar a gestão dos estoques.

6.3. Desdobramentos

Quanto à futura melhoria do novo processo de previsões de vendas proposto, a escolha dos modelos de produtos a serem analisados poderia ser feita tendo como critério as vendas médias dos três últimos meses e não as vendas médias de todo o histórico do modelo de produto, uma vez que as vendas dos modelos de produtos em fim de vida tendem a ter volumes muito baixos e a variar fortemente, o que diminui a precisão da previsão. Além disso, a otimização dos parâmetros do método exponencial poderia ser melhorada no futuro, utilizando-se os novos dados disponíveis.

No cálculo do nível máximo do estoque das lojas, poder-se-ia, com a ajuda dos gestores de cada uma das regiões, refinar-se os parâmetros do modelo de reposição do

máximo: *lead times* de reposição entre cada CD regional e cada uma das lojas da região; e os intervalos de revisão para cada uma das regiões.

Quanto ao controle de estoque dos produtos com tamanhos diferentes, poder-se-ia posteriormente questionar a regra utilizada atualmente de que cada região deve ter, pelo menos, um artigo de cada tamanho em estoque. Poder-se-ia não ter um tamanho em uma região se a cobertura de estoque para esse tamanho na região for muito elevada e poder-se-ia guardar um artigo de cada tamanho como estoque de segurança para todas as regiões no CD central. Poder-se-ia igualmente expandir o modelo criado, fazendo o cálculo da meta de estoque por país (em vez de por região), para as regiões “multipaís”, pois se pensa que pode haver diferenças entre as repartições dos tamanhos entre países como Austrália e Singapura, os quais fazem parte da mesma região (Ásia do Sul), por exemplo.

Quanto à aplicação dos métodos desse trabalho para outros setores, pode-se, a partir dos modelos aqui utilizados e exemplificados, criar-se processos padrões para a previsões de vendas e a gestão de estoques de entidades que vendem itens de alto valor agregado e baixa demanda.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. M. B. de. **Estudo de modelos de previsão de demanda para reposição de produtos de consumo**. 2010. 130 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

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

COURTOIS, A.; PILLET, M.; MARTIN-BONNEFOUS, C. **Gestion de la Production**. 4^a edição. Paris: Editions d'Organisation Groupe Eyrolles, 2009.

LAO, L. **Assistant catégorie manager joaillerie – Louis Vuitton**. 2012. 28 p. Relatório de Estágio – École des Mines de Nantes, Nantes, 2012.

LUSTOSA, L. J.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O. L.; OLIVEIRA, R. J. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Elsevier, 2008.

MINGRONI, H. C. **Planejamento das necessidades de distribuição (DRP): um modelo para exportação de papel**. 2012. 98 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

OKUNO, D. R. F. **Reposição de estoques: um estudo de caso na distribuição de águas envasadas**. 2011. 114 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SHAPIRO, J. F. **Modeling the Supply Chain**. Pacific Grove: Brooks/Cole-Thomson Learning, 2001.

SILVER, E.A.; PYKE, D.; PETERSON, R. **Decision Systems for Inventory Management and Production Planning and Scheduling**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Designing and managing the supply chain**: concepts, strategies and case studies. Boston: McGraw-Hill, 2000.

SOARES, R. A. de A. **Aplicação de modelos de previsão de demanda em uma empresa de papel e celulose**. 2011. 91 p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ZANARDI-LANDI, C. **Magasins LV juin 2013**. Comunicado interno da empresa. Disponível em : <<http://lvnet.vuitton.lvmh/wps/portal/Maison-Louis-Vuitton/Distribution/Stores>>. Acesso em: 02 jul. 2013.

ZANGO. **Base de dados dos produtos da empresa**. 2013. Disponível em : <<http://zango.vuitton.lvmh/website/index.jsp>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

APÊNDICE A – Resultados detalhados das previsões feitas em abril

Tabela 15 – Desvios das previsões de abril por modelo de produto

PV de Abril Modelo de produto	Abril		Maio		Junho	
	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
1	24%	24%	39%	39%	97%	97%
2	-6%	6%	65%	65%	53%	53%
3	-11%	11%	28%	28%	32%	32%
4	-18%	18%	26%	26%	31%	31%
5	4%	4%	-28%	28%	28%	28%
6	-10%	10%	20%	20%	1%	1%
7	-2%	2%	-11%	11%	-11%	11%
8	13%	13%	17%	17%	88%	88%
9	48%	48%	7%	7%	18%	18%
10	15%	15%	4%	4%	24%	24%
11	-9%	9%	9%	9%	55%	55%
12	102%	102%	-1%	1%	56%	56%
13	22%	22%	-13%	13%	-9%	9%
14	13%	13%	30%	30%	15%	15%
15	12%	12%	45%	45%	75%	75%
16	3%	3%	32%	32%	12%	12%
17	32%	32%	-2%	2%	-5%	5%
18	-10%	10%	-26%	26%	2%	2%
19	-2%	2%	145%	145%	5%	5%
20	87%	87%	49%	49%	6%	6%
21	15%	15%	5%	5%	-4%	4%
22	-12%	12%	-44%	44%	-32%	32%
23	39%	39%	67%	67%	-17%	17%
24	100%	100%	67%	67%	-50%	50%
25	77%	77%	221%	221%	-18%	18%
26	-36%	36%	43%	43%	57%	57%
27	-8%	8%	-44%	44%	10%	10%
28	48%	48%	21%	21%	75%	75%
29	56%	56%	11%	11%	-11%	11%
30	33%	33%	125%	125%	67%	67%
31	-22%	22%	17%	17%	-40%	40%
32	-23%	23%	-23%	23%	18%	18%
33	-15%	15%	-14%	14%	-6%	6%
34	-9%	9%	-21%	21%	0%	0%
35	29%	29%	75%	75%	46%	46%
36	85%	85%	80%	80%	33%	33%
37	23%	23%	-14%	14%	55%	55%
38	-12%	12%	86%	86%	53%	53%

(continua)

(conclusão)

PV de Abril	Abril		Mai		Junho	
Modelo de produto	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
39	4%	4%	-45%	45%	-18%	18%
40	-8%	8%	22%	22%	-29%	29%
41	-15%	15%	-23%	23%	-29%	29%
42	-30%	30%	54%	54%	23%	23%
Soma	628%	1142%	1100%	1718%	757%	1313%
Média ponderada EPA	20%		24%		28%	
Produtos com EPA >= 35%	10		17		14	

APÊNDICE B – Resultados detalhados das previsões feitas em maio e junho

Tabela 16 - Desvios das previsões de maio e de junho por modelo de produto

Modelo de produto	PV de Maio				PV de Junho	
	Maio		Junho		Junho	
	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
1	15%	15%	64%	64%	0%	0%
2	37%	37%	27%	27%	-26%	26%
3	21%	21%	25%	25%	-27%	27%
4	19%	19%	24%	24%	-21%	21%
5	2%	2%	80%	80%	14%	14%
6	1%	1%	-15%	15%	-18%	18%
7	-6%	6%	-6%	6%	-16%	16%
8	0%	0%	61%	61%	15%	15%
9	-2%	2%	7%	7%	-2%	2%
10	1%	1%	20%	20%	2%	2%
11	-6%	6%	34%	34%	10%	10%
12	0%	0%	57%	57%	7%	7%
13	-8%	8%	-4%	4%	-10%	10%
14	11%	11%	-2%	2%	1%	1%
15	11%	11%	50%	50%	19%	19%
16	15%	15%	7%	7%	0%	0%
17	9%	9%	19%	19%	5%	5%
18	-5%	5%	38%	38%	-24%	24%
19	81%	81%	-13%	13%	-13%	13%
20	32%	32%	1%	1%	-25%	25%
21	-10%	10%	-18%	18%	-2%	2%
22	-26%	26%	-10%	10%	0%	0%
23	-33%	33%	-86%	86%	-14%	14%
24	33%	33%	-60%	60%	-60%	60%
25	102%	102%	-49%	49%	-33%	33%
26	14%	14%	14%	14%	14%	14%
27	-12%	12%	61%	61%	0%	0%
28	0%	0%	50%	50%	17%	17%
29	0%	0%	-29%	29%	-35%	35%
30	75%	75%	17%	17%	0%	0%
31	-17%	17%	-50%	50%	-10%	10%
32	-10%	10%	36%	36%	14%	14%
33	-13%	13%	-4%	4%	3%	3%
34	-15%	15%	8%	8%	-7%	7%
35	22%	22%	2%	2%	-10%	10%
36	58%	58%	49%	49%	14%	14%
37	5%	5%	142%	142%	20%	20%

(continua)

(conclusão)

Modelo de produto	PV de Maio				PV de Junho	
	Maio		Junho		Junho	
	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
38	56%	56%	29%	29%	17%	17%
39	-14%	14%	28%	28%	0%	0%
40	29%	29%	-24%	24%	-44%	44%
41	-1%	1%	-7%	7%	-29%	29%
42	19%	19%	-5%	5%	0%	0%
43	2%	2%	142%	142%	75%	75%
44	3%	3%	22%	22%	20%	20%
45	88%	88%	-10%	10%	-13%	13%
46	-2%	2%	-16%	16%	-4%	4%
47	18%	18%	28%	28%	5%	5%
48	-10%	10%	29%	29%	6%	6%
49	-16%	16%	-4%	4%	-10%	10%
50	-10%	10%	-7%	7%	-6%	6%
Soma	564%	998%	750%	1589%	-183%	735%
Média Ponderada EPA		11%		24%		11%
Produtos com EPA >= 35%		7		16		4

APÊNDICE C – Resultados detalhados das previsões feitas em abril no processo antigo

Tabela 17 - Desvios das previsões de abril por modelo de produto no processo antigo

PV de Abril	Abril		Maio		Junho	
Modelo de produto	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
1	52%	52%	58%	58%	58%	58%
2	36%	36%	87%	87%	22%	22%
3	34%	34%	83%	83%	33%	33%
4	17%	17%	64%	64%	21%	21%
5	-14%	14%	-40%	40%	14%	14%
6	-10%	10%	13%	13%	-15%	15%
7	27%	27%	8%	8%	10%	10%
8	-12%	12%	-15%	15%	35%	35%
9	28%	28%	-14%	14%	-11%	11%
10	8%	8%	-9%	9%	11%	11%
11	-28%	28%	-19%	19%	17%	17%
12	76%	76%	-19%	19%	21%	21%
13	29%	29%	-17%	17%	-20%	20%
14	24%	24%	14%	14%	-23%	23%
15	36%	36%	67%	67%	113%	113%
16	50%	50%	80%	80%	63%	63%
17	100%	100%	40%	40%	45%	45%
18	-24%	24%	-18%	18%	24%	24%
19	43%	43%	150%	150%	20%	20%
20	100%	100%	63%	63%	17%	17%
21	7%	7%	-14%	14%	-17%	17%
22	-25%	25%	-57%	57%	-43%	43%
23	100%	100%	100%	100%	-29%	29%
24	100%	100%	33%	33%	-60%	60%
25	100%	100%	233%	233%	-17%	17%
26	-29%	29%	43%	43%	71%	71%
27	16%	16%	-39%	39%	17%	17%
28	50%	50%	13%	13%	67%	67%
29	150%	150%	67%	67%	18%	18%
30	0%	0%	50%	50%	17%	17%
31	-56%	56%	-33%	33%	-50%	50%
32	-33%	33%	-35%	35%	-14%	14%
33	9%	9%	-8%	8%	-10%	10%
34	8%	8%	-13%	13%	-13%	13%
35	65%	65%	100%	100%	60%	60%
36	100%	100%	75%	75%	43%	43%
37	40%	40%	-14%	14%	60%	60%

(continua)

(conclusão)

PV de Abril	Abril		Mai		Junho	
Modelo de produto	EP	EPA	EP	EPA	EP	EPA
38	-25%	25%	0%	0%	-33%	33%
39	17%	17%	-56%	56%	-60%	60%
40	-7%	7%	30%	30%	-13%	13%
41	-13%	13%	-20%	20%	20%	20%
42	-43%	43%	33%	33%	29%	29%
Soma	1104%	1739%	1063%	1943%	496%	1349%
Média ponderada EPA		30%		31%		26%
Produtos com EPA >= 35%		16		21		14