

PATRICIA LORON GUIMARÃES

**Processo de previsão de demanda para empresa têxtil**

São Paulo

2008

PATRICIA LORON GUIMARÃES

**Processo de previsão de demanda para empresa têxtil**

Trabalho de formatura apresentado  
À Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do  
Diploma de Engenheiro de Produção

São Paulo

2008

PATRICIA LORON GUIMARÃES

**Processo de previsão de demanda para empresa têxtil**

Trabalho de formatura apresentado  
À Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do  
Diploma de Engenheiro de Produção

Orientador: Prof. Dr. Miguel Cezar Santoro

São Paulo

2008

Aos meus pais, Ivan e Monica, pelo apoio e dedicação.

À minha avó Maria, *in memorium*, pelo exemplo de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Professor Miguel Santoro sem o qual esse trabalho não seria possível. Agradeço às horas dedicadas à minha orientação, aos preciosos conselhos e críticas e à confiança depositada.

Agradeço aos meus pais pela dedicação incondicional. A minha mãe, Monica Loron, por ser mais que uma mãe, ser uma amiga em todos os momentos. Ao meu pai, Ivan Guimarães, pelo esforço e preocupação em oferecer as melhores possibilidades de estudo para mim.

Sou grata a todos da empresa onde esse trabalho foi desenvolvido, pelos conhecimentos transmitidos e por tornar minha primeira experiência profissional tão agradável. Em especial quero agradecer aos colegas que se tornaram meus amigos e foram fundamentais na elaboração desse trabalho. Ao Gustavo Figueiredo, pelas discussões intermináveis sobre planejamento da produção, que agregaram muito a essa tese. Ao Ronaldo Villela, pela ajuda e tempo dedicado. À Ana Federici e ao Livio Kuze, pelas orientações para o meu crescimento profissional e pessoal.

Também agradeço aos meus amigos que sempre compreenderam a minha ausência nesses cinco anos. Em especial, à Bruna Azevedo e à Silvia Song que sempre estiveram do meu lado nos momentos mais difíceis. E ao João Paulo que tornou esse desafio em um momento agradável, especial e único.

Por fim, registro meu agradecimento às pessoas que com pequenos gestos fizeram toda diferença. Ao Marcelo Sembongi, pelas horas de trabalho concedidas. Ao Jorge Carneiro, por recuperar meu trabalho. À Mariana Marangoni e ao Fábio Vernalha, pelos inúmeros favores. Ao Osni e à Cris, pela dedicação em garantir que tudo saísse perfeito. E a cada um dos meus professores, por terem sido fundamentais no meu desenvolvimento.

## RESUMO

Este trabalho visa desenvolver um processo de previsão de demanda apoiado em técnicas quantitativas e qualitativas de previsão para uma empresa do setor têxtil. O objetivo do projeto é melhorar a qualidade da previsão de demanda para o plano de produção. O processo atual de previsão se mostra inadequado, porque gera altos índices de erro, que impactam no não atendimento dos pedidos e no acúmulo de estoques. Para agravar o problema, o não atendimento pode gerar perdas irreversíveis de clientes e os estoques excedentes perdem seu valor de venda rapidamente com a alteração da moda. Propõe-se então um novo processo para a previsão de demanda, que contempla as particularidades do setor têxtil e da empresa analisada. O processo envolve as áreas de Planejamento, Marketing e Comercial com a perspectiva de compartilhar o conhecimento específico de cada área e formar uma visão mais completa do mercado. Para suportar o processo desenvolve-se um modelo quantitativo de previsão e metodologias para suportar as previsões qualitativas.

Palavras chave: Processo de Previsão de Demanda. Gestão da Demanda. Indústria Têxtil. Modelos Quantitativos de Previsão. Modelos Qualitativos de Previsão. Previsão de Vendas. Planejamento da Produção.

## **ABSTRACT**

This work aims to develop a forecast process for a textile company based on quantitative and qualitative approaches. The objective of this project is improving the forecast quality to production plan. The actual forecast process is inadequate, because produce high levels of deviation, what impact on back order and stock accumulation. The back order can cause permanent customer losses, and the exceeding stock loose its sales value quickly because of changes in fashion. Therefore, a new forecast process that ponders the peculiarities of textile industry and the company analyzed is proposed. The process involves multiples departments, Production Planning, Marketing Planning, and Commercial. The objective is sharing specific knowledge of each department and developing a wide view of market. A quantitative model and qualitative methodologies are developed to supporting the process.

**Keywords:** Demand Forecast Process. Demand Management. Textile Industry. Quantitative Forecast Models. Qualitative Forecast Models. Sales Forecast. Production Planning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 2.1 – ESTRUTURA DO PLANEJAMENTO HIERÁRQUICO DE PRODUÇÃO (ADAPTADO DE SANTORO, 2007) .....	20
FIGURA 2.2 – HIERARQUIA DO PLANEJAMENTO (CORRÊA ET AL., 2000) .....	22
FIGURA 2.3 – PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE OPERAÇÕES E VENDAS (CORRÊA ET AL., 2000).....	23
FIGURA 2.4 – FLUXO DE INFORMAÇÃO NA PREVISÃO DE DEMANDA E PLANEJAMENTO DO NEGÓCIO (ADAPTADO DE MAKRIDAKIS, 1983) .....	24
FIGURA 2.5 – DINÂMICA DA PREVISÃO (ADAPTADO DE SANTORO, 2007) .....	25
FIGURA 2.6 – SAZONALIDADE MULTIPLICATIVA X SAZONALIDADE ADITIVA .....	32
FIGURA 2.7 – RELAÇÃO ENTRE O CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS E AS TÉCNICAS DE PREVISÃO (ADAPTADO DE CHAMBERS, 1971).....	38
FIGURA 2.8 – PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA (ADAPTADO CORRÊA, 2005).....	42
FIGURA 3.1 – ILUSTRAÇÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO .....	43
FIGURA 3.2 – LEAD TIME DAS MACRO ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO .....	45
FIGURA 3.3 – ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO LINEAR – VOLUMES DENIM BRASIL.....	47
FIGURA 3.4 – ORGANOGRAMA FUNCIONAL DA ÁREA DE PLANEJAMENTO.....	48
FIGURA 3.5 – ESCOPO DO PLANO ANUAL .....	48
FIGURA 3.6 – COMPARAÇÃO ENTRE PREVISÃO E DEMANDA DA FAMÍLIA MAIS REPRESENTATIVA.....	50
FIGURA 3.7 – COMPARAÇÃO ENTRE PREVISÃO E DEMANDA TOTAL .....	50
FIGURA 3.8 – DEMANDA DE PRODUTOS DA MESMA FAMÍLIA .....	51
FIGURA 3.9 – PROBLEMA DE INTEGRAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS HIERÁRQUICOS DE PLANEJAMENTO.....	52
FIGURA 3.10 – VISÃO DE FUTURO DO PLANEJAMENTO INTEGRADO .....	53
FIGURA 3.11 – MACRO FLUXO DE PREVISÃO DE DEMANDA E FORMAÇÃO DO DPV .....	56
FIGURA 3.12 – PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO PROPOSTO .....	58
FIGURA 3.13 – ORGANOGRAMA DA ÁREA COMERCIAL.....	60
FIGURA 3.14 – INDICADOR DE ERRO DA PREVISÃO ATUAL .....	61
FIGURA 3.15 – PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA ATUAL .....	62
FIGURA 3.16 – COMPONENTE DE SAZONALIDADE NA DEMANDA TOTAL.....	66
FIGURA 3.17 – COMPONENTE DA SAZONALIDADE MULTIPLICATIVA NA DEMANDA DE UM PRODUTO FINAL	66
FIGURA 3.18 – COMPONENTE DE TENDÊNCIA E SAZONALIDADE NA DEMANDA DE UM PRODUTO FINAL .....	67
FIGURA 3.19 – PROCESSO TÁTICO DE PLANEJAMENTO ATUAL.....	68
FIGURA 4.1 – REQUISITOS PARA O HORIZONTE DE PREVISÃO .....	69
FIGURA 4.2 – NOVO PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA.....	72
FIGURA 4.3 – COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL E DECOMPOSIÇÃO PARA A FAMÍLIA MAIS REPRESENTATIVA .....	80
FIGURA 4.4 – DIVISÃO DA SÉRIE HISTÓRICA EM FASES – SÉRIE COM MAIS DE 27 PERÍODOS .....	83
FIGURA 4.5 – RUPTURA DE PADRÃO NA DEMANDA DA FAM6 – GRUPO A .....	84

FIGURA 4.6 – PREVISÃO PELO MODELO DE DECOMPOSIÇÃO LOG. PARA FAM1 - GRUPO A .....	85
FIGURA 4.7 – PREVISÃO PELO MODELO DE HOLT WINTER'S PARA FAM20 - GRUPO B .....	85
FIGURA 4.8 – PREVISÃO PELO MODELO DE DECOMPOSIÇÃO LOG. PARA TOTAL - GRUPO C .....	86
FIGURA 4.9 – RELATÓRIO DA PREVISÃO QUANTITATIVA QUE DEVE SER DIVULGADA .....	87
FIGURA 4.10 – PROCESSO DE PREVISÃO QUANTITATIVA .....	87
FIGURA 4.11 – PROCESSO DE PREVISÃO QUALITATIVA COMERCIAL .....	89
FIGURA 4.12 – DEFASAGEM TEMPORAL DAS VENDAS ENTRE OS DIFERENTES ELOS DA CADEIA TÊXTIL .....	91
FIGURA 4.13 – VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO ENTRE OS PRODUTOS DA FAMÍLIA 1 .....	95
FIGURA 4.14 – PREVISÃO COMERCIAL DA VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO ENTRE OS PRODUTOS DA FAMÍLIA 1 .....	95
FIGURA 4.15 – REGRA DE DESAGREGAÇÃO INSERIDA NA NOVA ESTRUTURA DE PLANEJAMENTO .....	97
FIGURA 4.16 – REGRA DE DESAGREGAÇÃO INSERIDA NO PROCESSO ATUAL DE PLANEJAMENTO .....	97
FIGURA 4.17 – PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO.....	98
FIGURA 4.18 – TELA DE MODELO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA E SAZONALIDADE .....	99
FIGURA 4.19 – TELA DO MODELO DE DECOMPOSIÇÃO .....	100
FIGURA 4.20 – TELA DE COMPARAÇÃO DOS MODELOS .....	100
FIGURA 6.1 – COMPARAÇÃO ENTRE MODELO DE DECOMPOSIÇÃO E SUAVIZAÇÃO PARA FAM1 .....	106
FIGURA 6.2 – COMPARAÇÃO ENTRE MODELO DE DECOMPOSIÇÃO E SUAVIZAÇÃO PARA FAM2 .....	107
FIGURA 6.3 – COMPARAÇÃO ENTRE MODELO DE DECOMPOSIÇÃO E SUAVIZAÇÃO PARA FAM3 .....	107

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS DE PREVISÃO DE DEMANDA (ADAPTADO DAVIS, 2001) ....	40
TABELA 3.1 - CALENDÁRIO DE LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUCTOS .....	64
TABELA 4.1 – CRONOGRAMA DO PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA.....	74
TABELA 4.2 – DIVISÃO DAS FAMÍLIAS EM GRUPOS DE PREVISÃO .....	78
TABELA 4.3 – RESULTADO DA DIVISÃO GRUPOS DE PRODUTOS EM JUL/2008 .....	78
TABELA 4.4 – TRATAMENTO DE DADOS PARA PREVISÃO (ADAPTADO DE SANTORO, 2007) .....	79
TABELA 4.5 – PLANEJAMENTO DE FAMÍLIAS A SEREM TESTADAS .....	81
TABELA 4.6 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM1 – GRUPO A .....	83
TABELA 4.7 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM20 – GRUPO B .....	84
TABELA 4.8 – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA O TOTAL - GRUPO C.....	84
TABELA 4.9 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO DA REGRA DE DESAGRUPAMENTO DA DEMANDA PARA FAM1.....	96
TABELA 4.10 – ERROS DA PREVISÃO FINAL PARA FAM1.....	96
TABELA 4.11 – PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DOS USUÁRIOS NO DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO .....	99
TABELA 6.1 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM1 – GRUPO A.....	109
TABELA 6.2 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM2 – GRUPO A.....	109
TABELA 6.3 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM3 – GRUPO A.....	110
TABELA 6.4 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM4 – GRUPO A.....	110
TABELA 6.5 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM5 – GRUPO A.....	110
TABELA 6.6 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM6 – GRUPO A.....	111
TABELA 6.7 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM7 – GRUPO A.....	111
TABELA 6.8 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM20 – GRUPO B .....	111
TABELA 6.9 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM21 – GRUPO B .....	112
TABELA 6.10 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA A FAM22 – GRUPO B .....	112
TABELA 6.11 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES PARA TOTAL – GRUPO C .....	112

## LISTA DE ABREVIATURAS

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i>
WMAPE	<i>Weighted Mean Absolute Percentage Error</i>
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MPE	<i>Mean Percentage Error</i>
MAD	<i>Mean Absolute Deviation</i>
PA	Plano Annual
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PO	Plano Orçamentário
S&OP	<i>Sales and Operations Planning</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	13
1.2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.4. OBJETIVO DO TRABALHO.....	18
1.5. ROTEIRO DO TRABALHO.....	18
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
2.1. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO.....	20
2.2. PREVISÃO DE DEMANDA.....	24
2.3. TIPOS DE PROBLEMAS DE PREVISÃO.....	26
2.4. MODELOS QUALITATIVOS.....	28
2.5. SÉRIES TEMPORAIS.....	29
2.6. MÉTODOS CAUSAIS.....	33
2.7. AVALIAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO.....	34
2.8. SELEÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO.....	36
2.9. PROCESSO DE PREVISÃO.....	40
2.10. GESTÃO DE DEMANDA.....	41
<b>3. ANÁLISE DA PREVISÃO DE DEMANDA.....</b>	<b>43</b>
3.1. PROCESSO PRODUTIVO.....	43
3.2. ESTRUTURA DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO.....	46
3.3. PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO.....	54
3.4. PREVISÃO DE DEMANDA.....	59
3.5. CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA.....	63
3.6. DIAGNÓSTICO.....	67
<b>4. PROPOSTA DE PROCESSO DE PREVISÃO DA DEMANDA.....</b>	<b>69</b>
4.1. CONCEPÇÃO DA SOLUÇÃO.....	69
4.2. PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA PROPOSTO.....	71
4.3. GRUPOS DE PREVISÃO.....	75
4.4. MODELO QUANTITATIVO.....	79
4.4.1. <i>Levantamento de dados</i> .....	79
4.4.2. <i>Escolha do modelo</i> .....	80
4.4.3. <i>Aplicação do modelo quantitativo</i> .....	81
4.4.4. <i>Análise dos Resultados</i> .....	83
4.4.5. <i>Informações para a divulgação</i> .....	86
4.4.6. <i>Processo de Previsão Quantitativa</i> .....	87
4.5. MODELO QUALITATIVO.....	88
4.5.1. <i>Previsão Comercial</i> .....	88
4.5.2. <i>Previsão de Marketing</i> .....	90
4.6. REUNIÃO DE CONSENSO.....	92
4.7. REGRA DE DESAGREGAÇÃO.....	94
4.8. VALIDAÇÃO DOS USUÁRIOS.....	98
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>101</b>
5.1. SÍNTESE.....	101
5.2. ANÁLISE CRÍTICA.....	102
5.3. DESDOBRAMENTOS.....	103
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>106</b>
I. COMPARAÇÃO ENTRE MODELO DE DECOMPOSIÇÃO E SUAVIZAÇÃO.....	106
II. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO QUANTITATIVO.....	109

## **1. Introdução**

Esse é um trabalho que tem por objetivo melhorar o sistema de previsão de demanda de uma multinacional têxtil. A demanda no setor têxtil é fortemente influenciada por variações nas tendências de moda. Assim, esse trabalho busca elaborar um processo que contemple as particularidades do setor têxtil e que aproveite as informações disponíveis para formação da previsão.

Esse capítulo se propõe a apresentar a proposta desse trabalho de formatura, sua relevância e o contexto em que está inserido. Com essa finalidade, inicia-se com uma apresentação da empresa e contextualização do setor em que atua. Em seguida define-se o problema abordado e sua relevância para a empresa. Delimita-se então o escopo desse trabalho e a metodologia utilizada para elaboração da solução. Por fim, é apresentado um breve resumo do conteúdo de cada capítulo para orientar a leitura.

### **1.1. Apresentação da Empresa**

A empresa analisada é uma multinacional do setor têxtil, resultado de uma recente fusão entre duas corporações de grande porte originárias da Europa e da América do Sul. Essa empresa têxtil é atualmente gerida por um grande grupo empreendedor brasileiro e possui faturamento anual de aproximadamente EUR 400 milhões.

A empresa atua na indústria de tecelagem, fabricando principalmente tecidos de algodão voltados para o mercado da moda. Também atua no mercado de uniformização oferecendo para esse mercado tanto tecidos de algodão como sintéticos. A produção dos tecidos ocorre em 12 centros produtivos, sendo 6 localizados na América do Sul.

Apesar da relevância global da empresa, esse trabalho será focado apenas na unidade do Brasil, devido aos seguintes motivos: a falta de uniformidade dos processos de planejamento e previsão da demanda na corporação, a maior maturidade dos processos de planejamento de demanda se encontra no Brasil e a facilidade da obtenção de dados do autor devido ao vínculo de estágio no Brasil.

O setor têxtil como um todo sofreu com a entrada maciça de produtos asiáticos de baixíssimo custo, originada pelo fim das cotas internacionais, que regulavam os fluxos de exportação dos países em desenvolvimento para os desenvolvidos desde 1974 e teve fim em janeiro de 2005. Esse contexto gerou uma pressão para diferenciação dos produtos da

indústria têxtil, em particular gerou uma mudança de estratégia de atuação da empresa analisada.

Com a fusão, a estratégia da empresa voltou-se para os produtos diferenciados do mercado denim. O objetivo da empresa é ser conhecida como líder global em inovação de denim. Antes da fusão a divisão América do Sul atuava no segmento de tecidos básicos enquanto que a divisão Europa já tinha experiência no segmento diferenciado, detendo uma marca reconhecida e valorizada nesse mercado.

Para garantir o posicionamento no mercado de luxo a empresa necessita manter uma alta frequência de inovação, realizar parcerias com as principais marcas da moda de luxo, manter plataformas de produção próximas aos grandes mercados para agilidade na entrega e oferecer serviços diferenciados de consultoria para fidelizar seus clientes.

## **Produtos**

A empresa é produtora de tecidos planos e é segmentada em dois principais negócios: *Jeanswear* (mercado de roupas da moda) e *Workwear* (mercado de roupas profissionais, ou seja, uniformes de trabalho). O produto final são rolos de tecido para confecções com tamanho médio de 100 m. A matéria-prima básica para todos os negócios é o algodão, porém na linha *Workwear* também se usa, em menor escala, fibras sintéticas puras ou misturadas com algodão.

O segmento de *Jeanswear* desenvolve tecidos para atender à moda internacional, com duas coleções principais durante o ano e mais dois complementos de demanda. Essa dinâmica garante a característica inovadora da empresa, porém exige uma série de processos para garantir o rápido desenvolvimento de produtos e a minimização das perdas de valor dos produtos que saem de coleção. São clientes deste mercado grandes e pequenos confeccionistas de roupas nacionais e internacionais. O negócio está dividido em duas linhas de produto: Denim e *Sportswear*.

Denim é o tecido popularmente conhecido como jeans, fabricado 100% de algodão e sua principal característica é ter os fios tios transversais tintos (chamados de trama) e fios horizontais crus (chamados de urdume). O produto é direcionado para um mercado de luxo, no qual o consumidor final paga cerca de 300 a 1.200 reais por uma calça de denim. Atender esse mercado exige grandes esforços de desenvolvimento de produtos, de marketing e de qualidade, porém é responsável pela maior parte do faturamento da empresa (cerca de 60%), sendo o principal foco da estratégia da empresa.

*Sportswear* é o tecido conhecido como sarja ou brim, que é oferecido em diversas cores. Também é composto 100% de algodão, porém o que o difere do denim é que todos os seus fios são tintos. O produto atende em geral a marcas médias que não exigem tanta diferenciação quanto o mercado de luxo, atualmente é responsável por aproximadamente 10% do faturamento da empresa. Esse é um mercado menos rentável que está diminuindo e perdendo importância para a empresa.

O negócio *Workwear* refere-se a uma linha de produtos para atender o mercado de uniformização e roupas profissionais. São consumidores da empresa os mais diversos tipos de indústrias, empresas de serviços e organizações do Brasil, que adotam uniformes para seus funcionários, sejam para simples padronização de vestimenta ou para proteção no trabalho. A empresa é líder nesse mercado na América do Sul. A demanda para esses produtos tem um comportamento mais estável e seus produtos não estão tão sujeitos a alterações da moda quanto o negócio *Jeanswear*. É um produto que não exige grandes esforços por parte da empresa (investimentos, desenvolvimento de produtos, marketing, etc.) e que lhe garante uma estabilidade de caixa (responde por 30% do faturamento).

A empresa também oferece aos seus clientes um serviço gratuito de consultoria que abrange a definição de layout adequado para a planta, dos métodos de acabamento dos tecidos, de orientação de processos de lavagem e de moda e mercado. Esses serviços buscam ser um diferencial para a escolha da empresa por parte de seus clientes, além de tentar fidelizá-los.

Na linha *Workwear* o serviço de consultoria é a principal canal de venda dos produtos. Nele os consultores da empresa prestam uma assistência técnica completa abrangendo apoio em desenvolvimento de modelagem, design do uniforme, escolha de cores, decisão do tecido mais apropriado, etc.

Essa breve análise dos produtos da empresa demonstra que o principal produto da empresa é o denim. Assim esse trabalho foca na linha denim que também é a mais afetada pelas tendências de moda, além de possui maior variação na demanda e mix de produto e maiores dificuldades na previsão de demanda.

## **Mercados Denim**

Dentro da linha denim os tecidos são classificados como *premium*, *authentic* e *standard*, de acordo com sua tecnologia, inovação e valor percebido pelo cliente.

*Premium* é o produto que possui um processo de fabricação mais complexo,

---

tecnologia diferenciada e são inovadores no mercado. São vendidos ao mercado de luxo, e possuem preço médio de R\$ 15 por metro de tecido e margem bruta de cerca de 22%.

*Authentic* é o produto de processo de fabricação complexo, mas que já não é mais inovador no mercado. Seu público alvo também é o mercado de luxo e marcas médias, possuem preço médio de R\$ 11 por metro de tecido e sua margem bruta de cerca de 15%.

*Standard* é o produto de tecnologia comum, vendidos para o mercado popular, cujo preço médio é de R\$ 6 e sua margem bruta cerca de 10% ou inferior.

Como mencionado anteriormente, até 2006 a maior parte dos produtos da divisão América do Sul eram *standard* e a empresa ganhava em volume de produção. Porém com o aumento da oferta do mercado Asiático no setor têxtil, os produtos *standard* perderam sua rentabilidade dada à queda do preço médio, o que levou a empresa a perder mercado. Assim a partir de 2006, devido ao contexto mencionado a empresa como um todo se orientou ao atendimento do mercado de luxo, de denim diferenciado. Assim o mix de produção vem aumentando nas categorias *premium* e *authentic* e foi reduzido drasticamente a produção dos *standard*.

## 1.2. Definição do Problema

A baixa aderência da previsão de demanda tem se mostrado o principal empecilho para melhorar o planejamento da produção. O contexto de alta concorrência no qual a empresa se insere exige que se tenha uma alta preocupação com o atendimento da demanda e com a minimização de custos de estocagem.

O problema de não atendimento das vendas, além de gerar perda de receita e conseqüentemente margem de contribuição, pode ainda ser agravado com a perda de clientes para concorrentes que possuam capacidade de atendimento, podendo ser uma perda irreversível. Devido a esse problema a empresa opta por manter altos índices de estoque para manter o nível de atendimento regular. Apesar disso, por possuir métodos ineficientes de previsão, a empresa não consegue manter o mix correto de famílias em estoque, gerando tanto perda de vendas quanto estoque excedente.

O custo de estocagem também se mostra um problema preocupante para uma empresa que atua em um setor tão competitivo. Além do custo de oportunidade que os estoques representam, o que torna o problema mais agravante é a rápida deterioração que o produto analisado apresenta. Isso ocorre por ser um produto do mercado da moda. Assim, quando as

---

tendências de moda mudam, o produto tem que sofrer redução de preços para obter alguma venda. As reduções chegam a mais de 40% do preço do e o produto acaba sendo vendido abaixo do seu custo de produção. Por essas variações da moda, os produtos de maneira geral possuem um ciclo de vida bastante reduzido, agravando o problema.

Atualmente a empresa não possui um processo de previsão de demanda que atenda de maneira eficiente ao planejamento da produção do negócio *Jeanswear*. Em oposição, o negócio *Workwear* possui um modelo bastante eficaz. Porém a grande diferença da dinâmica desses mercados inviabiliza que o modelo seja reproduzido na linha denim. O mercado *Workwear* é estável, pois os uniformes tendem a seguir um padrão clássico e por isso não exigem uma alta frequência de inovação. Já o mercado *Jeanswear* é altamente influenciado pelas tendências de moda.

Assim, a demanda dos produtos *Jeanswear* varia bruscamente com a alteração das exigências da moda. Esse fator é a principal dificuldade para as previsões de demanda. Outro fator que dificulta o problema de previsão desses produtos é o curto ciclo de vida do produto. Assim tem-se acesso a uma base de dados histórica pequena, o que prejudica a implantação de técnicas quantitativas de previsão.

Hoje a previsão de vendas *Jeanswear* é realizada somente através da percepção dos gerentes da área comercial. O uso de apenas de técnicas qualitativas gera uma série de problemas, como o viés do julgamento (tende-se a fazer previsões maiores do que o necessário, para que a área comercial possa trabalhar com maior tranquilidade), a grande influência dos eventos mais recentes (apenas são consultados dois meses de vendas para elaborar a previsão), entre outros problemas como correlações ilusórias, preconceitos, crenças não fundamentadas, etc.

Apesar de a empresa ter acesso a fontes de informação como pesquisa de tendência, relação com o cliente, histórico de vendas entre outras, ela não as utiliza. Isso ocorre, pois não existem processos que auxiliem o tratamento e a transformação dessas informações em previsão de demanda.

Todos esses fatores levam a altos índices de erro na previsão, MAPE (erro percentual absoluto médio) = 48%<sup>1</sup>. Essa baixa acuracidade da previsão implica em geração de estoques desnecessários e um não atendimento médio de 24% da demanda. Atualmente 504 km do estoque de denim Brasil são obsoletos, o que representa 28% dos ativos de estoque dessa

---

<sup>1</sup>Valor relativo ao período de jan/07 a jun/08

categoria<sup>2</sup>. Além disso, existem mais 219 km de tecidos que não têm venda a mais de um mês e por isso correm o risco de se tornarem obsoletos em um curto período. Nos últimos tempos, a empresa tem investido um grande esforço para escoar esses estoques, porém nenhuma ação é tomada para evitar sua geração. Por esse motivo, mesmo com esforços de redução de estoques não operacionais, seus volumes continuam altos.

Assim, devido às conseqüências apresentadas, compreende-se que o problema de previsão de vendas é de extrema importância para a competitividade da empresa. Observa-se então uma grande oportunidade de melhoria no processo de previsão de demanda através da inclusão de métodos quantitativos e da criação de procedimentos que suportem a previsão qualitativa.

#### **1.4. Objetivo do Trabalho**

Esse trabalho se propõe a desenvolver um processo de previsão de demanda para o nível tático, tendo como principal objetivo melhorar a qualidade da previsão de demanda que é feita hoje para o plano de produção. Dessa forma, o foco do projeto será o desenvolvimento de um processo de previsão que envolva métodos quantitativos e qualitativos adequados as necessidades da empresa.

O projeto também tem como objetivo garantir que as particularidades do setor têxtil, como a influência da moda e o curto ciclo de vida dos produtos, sejam analisadas de forma sistemática dentro do processo de previsão de demanda.

Devido à grande quantidade de produtos que cada linha oferece e da grande diferença de processos de venda e fatores que afetam a previsão, fez-se necessária uma restrição no escopo desse projeto. O trabalho se restringirá aos produtos da linha denim demandados para consumo no mercado Brasil, uma vez que estes compõem a maior parte do faturamento da empresa no país e é a linha de produtos na qual a empresa, atualmente, investe seus esforços de crescimento. Além disso, essa é a linha de produtos que representa a maior dificuldade na previsão. Isso ocorre devido à alta freqüência de inovação e ao comportamento instável da demanda, sujeito às variações da moda.

#### **1.5. Roteiro do Trabalho**

O primeiro capítulo tem o objetivo de apresentar a empresa e o problema a ser abordado. Assim caracterizou-se a empresa através de informações relevantes como o setor de

---

<sup>2</sup> Valor referente à mai/08, mas que representa cenário típico para o ano de 2008

atuação, porte, produto fornecido, estratégia de atuação e uma visão geral das mudanças que o setor têxtil está sofrendo. Para proteger informações confidenciais, o nome da empresa não será divulgado. Descreveu-se a área de atuação que esse trabalho pretende focar, mapeando os principais problemas da área, para então chegar à causa raiz dos problemas: a previsão de demanda. Assim introduziu-se o problema e sua relevância para a empresa. Finalmente, definiu-se o escopo do trabalho em função da relevância para a empresa.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica dos principais pontos abordados no trabalho. Seu objetivo é fundamentar a análise do problema e orientar a escolha da solução. O capítulo abrange os temas: planejamento da produção, previsão da demanda e processos de gestão da demanda.

O capítulo 3 tem o objetivo de analisar o problema de previsão de demanda e os requisitos que a solução deve atender. Com esse objetivo, serão analisados o processo produtivo, o planejamento da produção, o planejamento da demanda e as particularidades da demanda no setor têxtil.

O capítulo 4 apresenta a solução proposta para o problema de previsão de demanda. Primeiramente, sintetizam-se os requisitos que o processo deve atender, levantados na análise da empresa. Em seguida, apresenta-se o processo de previsão de demanda proposto e algumas considerações para o seu sucesso. Por fim, detalha-se cada etapa do processo proposto.

Por fim, o capítulo 5 apresenta uma análise crítica da solução, assim como uma proposta para desdobramentos futuros desse trabalho.

## 2. Revisão Bibliográfica

Esse estudo bibliográfico tem o objetivo de fundamentar as análises realizadas nesse trabalho. Primeiramente, o planejamento da produção é estudado para permitir uma melhor compreensão do contexto no qual a previsão de demanda será utilizada. Em seguida, são exploradas as técnicas de previsão de demanda. Por fim, serão abordados processos de gestão de demanda.

### 2.1. Planejamento da Produção

De acordo com Arnold (1999) um bom sistema de planejamento deve definir o que fabricar, quais as necessidades de recursos, quais recursos a empresa possui e quais deve adquirir. Brito (2000) acrescenta no escopo questões referentes às responsabilidades, a quantidades e a localização da produção.

Pode-se perceber que o planejamento da produção possui um escopo muito amplo e complexo, por esse motivo muitos autores propõem uma segmentação do problema. O modelo de planejamento da produção proposto por Anthony (1965) apud Hax e Candea (1984), já recomendava que as decisões referentes ao planejamento da produção fossem divididas em três níveis: o Planejamento Estratégico, o Planejamento Tático e Controle Operacional.

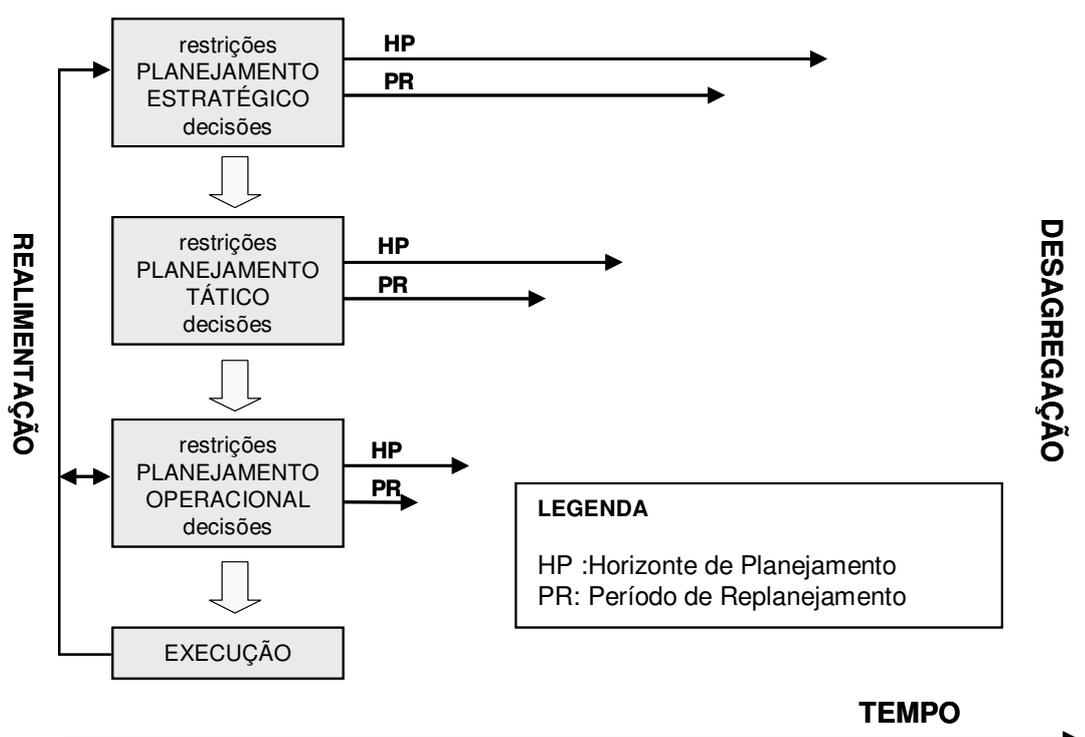


Figura 2.1 – Estrutura do Planejamento Hierárquico de Produção (Adaptado de Santoro, 2007)

---

Mais tarde, o Modelo de Planejamento Hierárquico da Produção (PHP) proposto por Hax e Meal (1975) segregava o problema de planejamento em “subproblemas” para serem abordados por diferentes níveis hierárquicos da organização. A integração desses subproblemas ocorre, pois as soluções de nível superior na hierarquia constituem restrições para as decisões dos níveis abaixo, enquanto os resultados dos níveis inferiores realimentam os níveis superiores de decisão (HAX; CANDEA, 1984). A Figura 2.1 ilustra de maneira clara essa relação entre os elos hierárquicos.

O escopo de cada etapa do PHP é a definida a seguir.

**Planejamento Estratégico** – decide os objetivos estratégicos e financeiros da organização e quais recursos serão disponibilizados. Exemplo: tecnologia escolhida, objetivo de mercado, possíveis aquisições, aumento de capacidade de produção, etc. O escopo das decisões é bastante amplo e o horizonte de planejamento deve ser longo, assim as informações devem ser trabalhadas de maneira altamente agregadas.

**Planejamento Tático** – decide como utilizar os recursos disponibilizados no Planejamento Estratégico. Exemplo: plano de produção por famílias, acúmulo de estoques, canais de distribuição, etc. O escopo das decisões é mais limitado e o horizonte de planejamento é médio, tornando viável que as informações tenham um médio nível de agregação.

**Planejamento Operacional** – garante a execução do Plano Tático, detalhando as informações para a operacionalização. Exemplo: programação da produção por itens, definição de estoque por itens, distribuição por pedido, etc. O escopo das decisões é bastante limitado e o horizonte de planejamento é curto. Assim, as informações manipuladas devem estar totalmente desagregadas.

Essas decisões não devem ser tomadas simultaneamente principalmente devido às diferentes necessidades de cada nível gerencial da organização, além da inviabilidade técnica de trabalhar todas as decisões em um único sistema (HAX; CANDEA, 1984). Um modelo matemático que envolvesse todas as variáveis em questão seria extremamente complexo e exigiria uma capacidade de processamento de dados muito superior da capacidade média dos computadores das empresas.

Outros autores mais recentes também concordam com a divisão das decisões referentes ao planejamento (CORRÊA et al., 2000; SLACK et al., 2002; WALLACE, 2002). Por exemplo, Slack et al. (2002) defende a divisão das atividades de planejamento três

horizontes de tempo.

- Longo Prazo: previsões de demanda agregada, determinação de recursos de forma agregada e objetivos estabelecidos em termos financeiros.
- Médio Prazo: Previsões parcialmente desagregadas, determinação de recursos e contingências, além de objetivos estabelecidos financeira e operacionalmente.
- Curto Prazo: Demanda totalmente detalhada, intervenções nos recursos e objetivos operacionais específicos.

Corrêa et al. (2000) propõe um estrutura hierárquica para o planejamento que é mostrada na Figura 2.2.

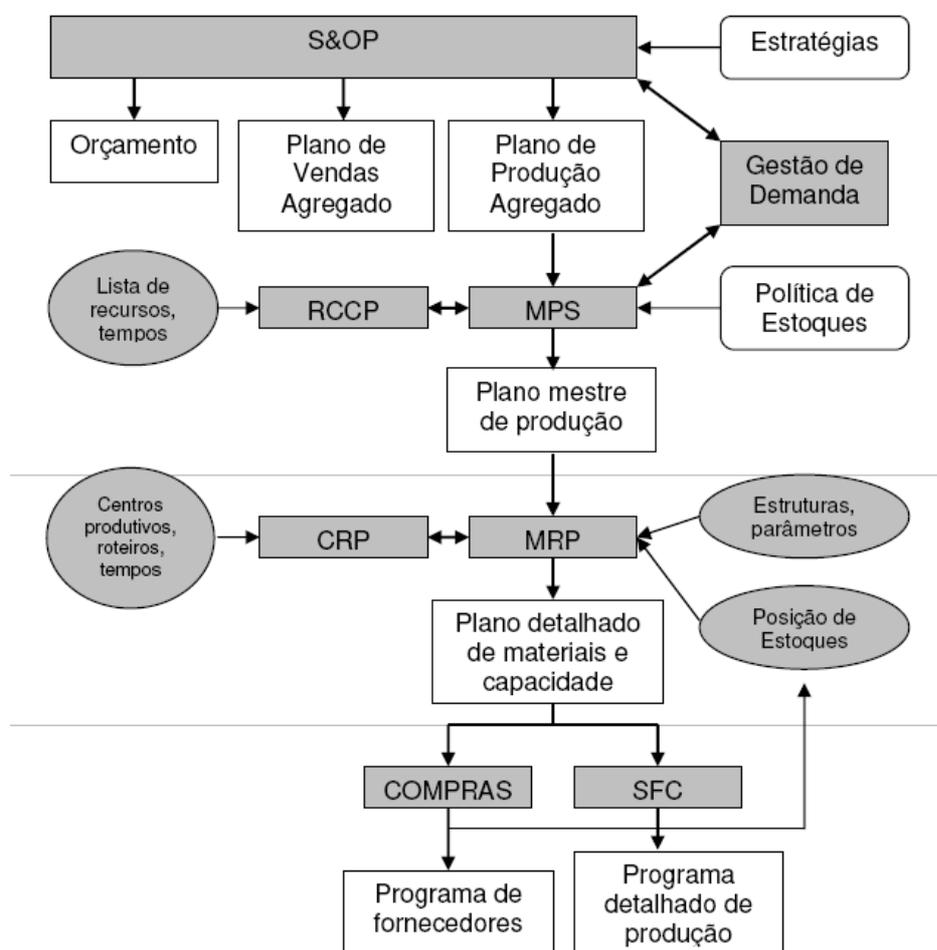


Figura 2.2 – Hierarquia do Planejamento (CORRÊA et al., 2000)

Esse trabalho atuará no elo de Planejamento da Demanda. A Figura 2.3 mostra como o Planejamento da Demanda deve se inserir dentro das etapas principais para o *Sales & Operation Planning (S&OP)*.



**Figura 2.3 – Processo de Planejamento de Operações e Vendas (CORRÊA et al., 2000)**

Para Lapide (2004) os fatores de sucesso para o processo de S&OP são:

1. Reuniões periódicas de S&OP;
2. Agenda estruturada de reuniões;
3. Preparação anterior às reuniões;
4. Participação inter-funcional;
5. Participantes com poder de decisão;
6. Empresa responsável para gerenciar um processo disciplinado;
7. Processo colaborativo interno deve levar ao consenso das decisões, devendo existir conhecimento e capacidade de assumir responsabilidade pelas ações;
8. Uma previsão não viesada para começar o processo;
9. Unir plano de demanda e abastecimento para assegurar alinhamento;
10. Mensurar os resultados do processo;
11. Tecnologia que suporte o processo;
12. Entradas externas ao processo.

Decisões com horizonte de tempo longo exigem que os produtos sejam agregados em famílias para viabilizar o processo. Para Corrêa (2005) a agregação da previsão reduz o nível

de incerteza das previsões e compensa até certo ponto, o aumento de incerteza causado pelo necessário aumento de horizonte de previsão, o que ele nomeia de “lei dos números grandes” ou “*risk pooling*”. Apesar de haver um consenso na literatura sobre a necessidade de agregação de produtos, existe uma escassez de técnicas para orientar esse agrupamento.

## 2.2. Previsão de demanda

A principal razão da necessidade de previsão e planejamento é o lead time, ou seja, o tempo entre a consciência de um evento e a ocorrência desse evento (MAKRIDAKIS, 1998). Por esse motivo, quanto maior o lead-time, maior a importância do planejamento. Assim, tendo que o motivo da previsão é a antecipação da ação, Makridakis (1998) considera que uma previsão bem sucedida só tem valor para a organização, se transformada em ações.

Já para Montgomery, Johnson (1976), o propósito da previsão é a redução do risco na tomada de decisão. Para Martins (2000) previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida.

Corrêa (2005) adverte que é comum as empresas confundirem os conceitos de previsões e metas. Previsões são especulações do comportamento do mercado demandante no futuro, enquanto que metas é a parcela dessa demanda que a empresa deseja atender, seja qual for o motivo, produtividade, capacidade, estratégia, entre outros (CORRÊA, 2005).



**Figura 2.4 – Fluxo de informação na previsão de demanda e planejamento do negócio (Adaptado de Makridakis, 1983)**

Para previsão é importante a distinção de eventos externos incontroláveis (originadas pela economia, governo e concorrentes) e eventos internos controláveis (marketing, decisões de fabricação, internas a empresa), porque apesar do sucesso da empresa ser originado pela combinação dos dois eventos, a previsão se aplica somente aos fatores incontroláveis

(MAKRIDAKIS, 1998). A Figura 2.4 ilustra a dinâmica do fenômeno explicado, enquanto a Figura 2.5 evidencia a influência das decisões internas na alteração da demanda.



Figura 2.5 – Dinâmica da Previsão (Adaptado de Santoro, 2007)

Os métodos de previsão de demanda podem ser classificados em três grandes grupos: modelos qualitativos, séries históricas e modelos causais. Chase (2005) inclui ainda um quarto grupo: os modelos de simulação. Esses grupos apresentam diferenças em termos de precisão e acurácia de acordo com o horizonte de previsão, nível de sofisticação do modelo e base de dados necessária. (BALLOU, 2001).

Os métodos qualitativos de previsão são baseados no julgamento e na experiência das pessoas, suportados por opiniões, estimativas ou informações subjetivas. Exemplos: opiniões de executivos, percepção da força de venda, pesquisas de marketing, etc.

Os métodos de séries temporais assumem que o padrão de demanda no passado se reproduzirá no futuro, assim analisam dados passados para extrapolar as tendências para o futuro através de técnicas estatísticas. Exemplo: média móvel, suavização exponencial, decomposição clássica, etc.

Os métodos de previsão causal buscam encontrar as variáveis que ocasionam a demanda, e assim através da descrição do cenário dessas variáveis pode-se prever a demanda. Exemplo: regressão, modelos econométricos, previsão do padrão de compra de determinado grupo de consumidores, etc.

Os modelos de simulação são modelos dinâmicos, geralmente computacionais, que simulam diversos cenários para a previsão de acordo com as variáveis que o modelo assume. Um exemplo é o “*Focus Forecasting*”.

Decisões diferentes têm inércias decisórias diferentes (períodos de tempo para tomar efeito), por isso são necessários horizontes de previsões diferentes para um adequado suporte à decisão (CORRÊA, 2005). Makridakis (1998) divide a finalidade das previsões com base no horizonte de previsão:

- Curto Prazo: Programação dos recursos existentes – o uso eficiente dos recursos requer a programação da produção, do transporte, do caixa e da mão-de-obra. A previsão no nível detalhado (demanda por produto, por material, por trabalho, por

serviço) é essencial para fazer a programação.

- Médio Prazo: Aquisição de recursos adicionais – o lead time para adquirir matérias-primas, contratar pessoas ou comprar máquinas e equipamentos varia de poucos dias a muitos anos. Por esse motivo, é necessária uma previsão para determinar as necessidades futuras.
- Longo Prazo: Determinar quais recursos são desejados – as organizações precisam determinar quais mercados irão atender no futuro, com quais produtos no longo prazo. Essas decisões dependem de oportunidades de mercado, fatores ambientais e das características e dos recursos da organização. Essas determinações necessitam boas previsões e ações apropriadas.

Segundo Makridakis (1998), o sucesso de uma previsão requer quatro etapas:

1. Identificação e definição do problema de previsão
2. Aplicação de vários modelos de previsão
3. Procedimentos para selecionar o método apropriado para cada situação
4. Suporte organizacional para aplicação e uso dos métodos de previsão especificados

### **2.3. Tipos de problemas de previsão**

Ballou (2001) oferece algumas classificações para melhorar a compreensão da dimensão do problema de previsão de demanda e por consequência resolução da questão. As distinções propostas são entre demanda espacial e temporal; demanda regular e irregular; e demanda dependente e independente.

A definição entre demanda espacial e temporal deve ser feita para entender qual o resultado esperado da previsão, pois cada empresa ou área funcional têm suas necessidades particulares para a previsão de demanda. Por exemplo, para uma empresa que possui um único centro produtivo, o planejamento da produção se limitará a entender as necessidades de consumo no horizonte de tempo, ou seja, prever a demanda temporal. Já na área logística dessa mesma empresa, pode existir a necessidade de saber com antecedência qual será o consumo em cada centro de distribuição, assim é preciso uma previsão espacial e temporal da demanda. Para o cálculo da previsão espacial, duas técnicas podem ser usadas: previsão de cima pra baixo (*top-down*) ou previsão de baixo para cima (*bottom-up*), devem ser usadas de acordo com a facilidade de prever os dados de maneira agregada ou desagregada.

A distinção entre demanda regular e irregular deve ser feita para definir quais métodos de previsão são viáveis. Segundo Ballou (2001) as demandas regulares têm suas variáveis definidas por quatro componentes: horizontal, tendência, sazonalidade e aleatoriedade. Makridakis (1998) complementa a decomposição com o componente da ciclicidade, apesar de na prática ser muito difícil separá-lo da sazonalidade. Chase (2005) considera ainda uma sexta componente: a auto correlação. É importante ressaltar que apesar da demanda padrão também ser influenciada pela aleatoriedade, essa não pode ser predominante na explicação da curva de demanda. Os seis componentes da demanda são explicados abaixo:

1. Horizontal: a demanda não se altera significativamente ao longo do tempo.
2. Tendência: existe um padrão de crescimento ou queda ao longo do tempo.
3. Sazonalidade: a demanda é influenciada por fatores sazonais, como estações do ano, datas comemorativas, dias da semana, etc.
4. Ciclicidade: a demanda é influenciada pelas flutuações da economia, são ciclos muito maiores que os ciclos de sazonais.
5. Aleatoriedade: variação randômica da demanda.
6. Auto-correlação: a demanda é influenciada pelos seus próprios valores passados, quando existe uma alta auto-correlação a demanda não varia bruscamente entre os períodos.

A demanda padrão pode apresentar esses componentes na forma pura ou na combinação desses componentes. Em geral, as técnicas de séries temporais oferecem boa precisão para esse tipo de demanda (BALLOU, 2001).

Já na demanda irregular o fator aleatório é predominante. Esse tipo de demanda pode encontrado em produtos com baixo volume de demanda; produtos incluídos ou tirados de linha, produtos demandados por poucos clientes de consumo não-freqüente; produtos de demanda derivada. Esse tipo de demanda é particularmente difícil de prever e exige técnicas mais complexas de previsão, como modelos causais. Ballou (2001) alerta que métodos para prever adequadamente esse tipo de previsão podem ser extremamente complexos e custosos, assim no caso de produtos de baixa demanda uma alternativa é compensar a baixa acurácia da previsão com estoques mais altos.

A classificação entre demanda derivada e independente pode ser útil para melhorar as técnicas de previsão. Quando a demanda é derivada ela é causada pela demanda de outro

produto, que pode ser de mais fácil previsão. Por exemplo, no caso de transistores é mais fácil estimar o número de computadores que serão fabricados, para chegar à demanda de transistores pela indústria de informática. Já no caso da demanda independente, ela é gerada por muitos clientes e não depende de outro produto. Nesses casos as técnicas estatísticas são as mais adequadas.

## **2.4. Modelos Qualitativos**

Os métodos qualitativos se baseiam em informações subjetivas. São usados principalmente em previsões de longo prazo, devido à deficiência de dados e complexidade que um modelo quantitativo exigiria. Por não serem métodos científicos são difíceis de padronização e validação de acurácia (BALLOU, 2001).

Muitas técnicas podem ser citadas como modelos qualitativos, são elas o método Delphi, pesquisa de mercado, painel de consenso, estimativa da força de vendas, previsão visionária, analogia histórica, pesquisas de intenção de compra, modelo de entrada e saída, entre outros. Devido à abrangência de técnicas serão explicadas apenas as mais significativas para o problema analisado.

### **Senso Comum**

Essa técnica assume que as pessoas mais próximas ao cliente ou usuário final do produto conhecem melhor suas necessidades futuras. Assim consiste numa previsão de baixo para cima “*bottom-up*”, ou seja, é formada através da agregação de pequenas previsões de maneira sucessiva.

### **Painel de Consenso**

A premissa dessa técnica é que um grupo de pessoas consegue desenvolver uma previsão melhor do que um único indivíduo. A técnica recomenda que pessoas de diversas áreas e hierarquias da empresa participem de uma reunião aberta para chegar a um consenso. A grande crítica a essa técnica é que fatores como hierarquia, poder dentro da organização, influência, política, entre outros podem ser os principais direcionadores do consenso.

### **Método Delphi**

É técnica na qual um painel de especialistas de diversas áreas é reunido e interrogado por uma seqüência de questionários, na qual as respostas são usadas para produzir o questionário seguinte. O princípio do método é o fluxo da informação, pois toda a informação disponível por algum especialista deve ser apresentada a todos. Dessa maneira todo o

conhecimento é reunido, produzindo melhores decisões. Essa técnica elimina o efeito da influência da maioria (HARPER; PIKE, 1969) e foi desenvolvida justamente para corrigir esse problema intrínseco ao Painel de Consenso.

O método Delphi é composto das seguintes etapas:

1. Seleção dos especialistas, recomenda-se uma equipe multidisciplinar;
2. Previsões de todos os participantes através de questionários ou e-mails;
3. Resumo dos resultados e divulgação aos participantes juntamente com novas questões apropriadas;
4. Novo resumo de resultados, com refinamento das previsões e condições e novas perguntas;
5. Distribuição do resultado final a todos os participantes, se necessário repetição da etapa 4.

De acordo com Chase (2005) resultados satisfatórios são alcançados em três meses, mas esse tempo varia do número de participantes, do trabalho envolvido para desenvolvimento das previsões e da velocidade de resposta.

### **Analogia Histórica**

A analogia histórica consiste em uma análise comparativa da introdução e do crescimento de produtos novos com produtos de padrões similares. Assim essa técnica se baseia em padrões de similaridade e são muito usadas para o lançamento de produtos. Um exemplo bem sucedido da aplicação dessa técnica é relatado por Chambers (1974), no lançamento da televisão colorida, na qual foi usada a analogia que a televisão colorida teria um impacto similar da transição do rádio para o televisor branco e preto.

### **2.5. Séries Temporais**

Os métodos temporais têm como principal premissa a de que o padrão do passado se repetirá no futuro, assim funcionam a partir da busca de um padrão na curva de demanda e posterior extrapolação dos resultados.

Existe um consenso na literatura de que as séries temporais são mais adequadas para previsão no curto prazo, baseado na estabilidade da série de dados inerente ao curto prazo (CHAMBERS et al., 1974; MOREIRA, 1996; BALLOU, 2001; DAVIS, 2001). Assim o uso desse tipo de previsão é adequado no curto prazo ou quando os padrões de demanda são

bastante estáveis.

Devido à natureza quantitativa das séries temporais, elas exigem uma grande quantidade de dados. Assim esse é um dos problemas que limitam sua viabilidade. Também podem ser citados muitos métodos de séries temporais como média móvel, suavização exponencial, decomposição de série de tempo, projeção de tendências, análise espectral, entre outros. Aqui serão tratados os métodos mais comumente aplicados: média móvel e suavização exponencial e decomposição.

### **Média Móvel (MM)**

É um método muito simples que baseia a previsão na média dos últimos valores. A condição necessária para que a média móvel seja aplicada adequadamente é que o padrão da demanda seja estacionário. A maior dificuldade do método é encontrar o número de valores adequado para se calcular a média, a previsão responderá mais rápido as mudanças quanto menor for o número de valores coletados.

$$MM_t = \frac{y_{t-1} + y_{t-2} + \dots + y_{t-n}}{n} \quad (2.1)$$

Onde:

t: é o índice do período de tempo

n: é o número de valores que deve ser coletado no cálculo da média móvel

yt: é o valor de demanda observado no período t

### **Suavização Exponencial Simples (SES)**

É um método popularmente utilizado devido a sua simplicidade e eficiência dos resultados. É similar ao método da média móvel, com as diferenças básicas de que na suavização exponencial todos os dados históricos são utilizados e que os valores passados são ponderados exponencialmente de acordo com seu período, ou seja, os dados mais recentes têm um peso maior na previsão. O valor utilizado para a ponderação dos dados históricos ( $\alpha$ ) determinará se a previsão será mais sensível as variações ou mais estável. A literatura recomenda o uso dessa constante de ponderação exponencial entre 0,01 a 0,3.

O modelo assume que a demanda é função de um valor médio mais uma componente de aleatoriedade, ou seja, que a curva da demanda possui o padrão estacionário. Porém na prática esse método é utilizado com bons resultados para outros tipos de curva, pois a possibilidade da escolha da constante de ponderação exponencial garante que o modelo de adapte rapidamente a diferentes comportamentos da curva da demanda. As equações (2.2) e

(2.3) são equivalentes para o cálculo da previsão, sendo que a equação (2.3) é usada na prática, devido a simplificação matemática.

$$SES_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)^2 y_{t-1} + (1 - \alpha)^3 y_{t-2} + \dots + (1 - \alpha)^t y_1 \quad (2.2)$$

$$SES_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) SES_t \quad (2.3)$$

Onde:

t = período de tempo atual

$\alpha$  = constante de ponderação exponencial (varia de 0 a 1)

$y_t$  = demanda no período t

$SES_t$  = previsão para o período t

$SES_{t+1}$  = previsão para o período atual (t+1)

### Suavização Exponencial com Tendência (SET)

Caso exista uma componente de tendência o modelo de suavização exponencial simples não responderá mais com tanta eficiência, pois responderá com atraso ao crescimento ou declínio de vendas. Para solucionar esse problema foi adicionada no modelo a componente de tendência.

$$N_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) (N_t + T_t) \quad (2.4)$$

$$T_{t+1} = \beta (N_{t+1} - N_t) + (1 - \beta) T_t \quad (2.5)$$

$$SET_{t+1} = N_{t+1} + T_{t+1} \quad (2.6)$$

Onde:

t = período de tempo atual

$\alpha$  = constante de ponderação exponencial horizontal

$\beta$  = constante ponderada da tendência

$y_t$  = demanda no período t

$N_t$  = nível para o período t

$T_t$  = tendência para o período t

$SET_t$  = previsão final para o período t

### Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade (SETS) – Holt Winter's

No método de Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade a demanda é descrita como a composição da componente estacionária, da tendência, da sazonalidade e do erro. Ballou (2001) alerta que algumas condições devem ser satisfeitas antes da aplicação dessa técnica:

1. Conhecer as razões para a sazonalidade da demanda;

2. As sazonalidades devem ocorrer nos mesmos períodos todos os anos;
3. A variação sazonal deve ser maior do que as variações aleatórias.

Atendidas as condições mencionadas acima, pode-se calcular a previsão, no caso multiplicativo, através das equações (2.7) (2.8) (2.9) e (2.10).

$$N_{t+1} = \alpha(y_t / S_{t-L}) + (1 - \alpha)(N_t + T_t) \quad (2.7)$$

$$T_{t+1} = \beta(N_{t+1} - N_t) + (1 - \beta)T_t \quad (2.8)$$

$$S_t = \gamma(y_t / N_t) + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (2.9)$$

$$SETS_{t+1} = (S_{t+1} + T_{t+1})S_{t-L+1} \quad (2.10)$$

Onde:

t = período de tempo atual

L = período de tempo para uma estação completa

$\alpha$  = constante de ponderação exponencial horizontal

$\beta$  = constante de ponderação da tendência

$\gamma$  = constante de ponderação da sazonalidade

$y_t$  = demanda no período t

$N_t$  = nível para o período t

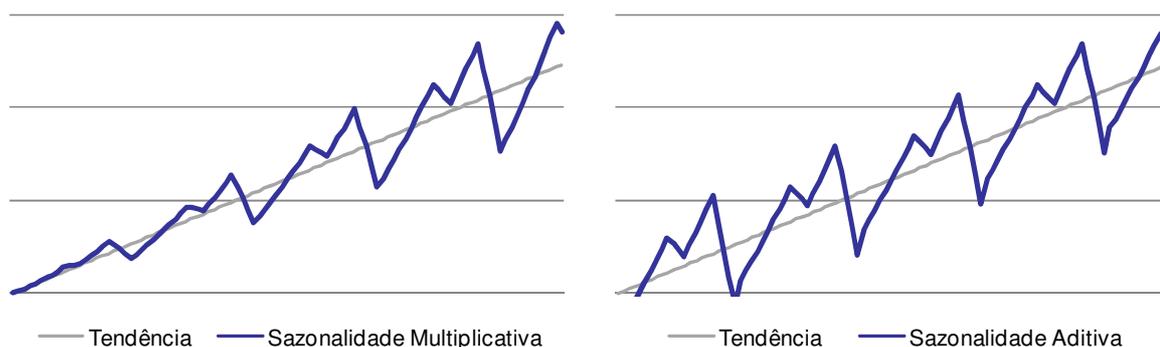
$T_t$  = tendência para o período t

$S_t$  = sazonalidade para o período t

$SETS_t$  = previsão final para o período t

## Decomposição

Existem técnicas matemáticas que tornam possível a decomposição da demanda nos seus componentes. Para decomposição seja possível, primeiramente é necessário compreender como seus componentes interagem entre si, a decomposição entre sazonalidade e tendência pode ser aditiva ou multiplicativa. A Figura 2.6 ilustra a diferença entre sazonalidade aditiva e multiplicativa



**Figura 2.6 – Sazonalidade Multiplicativa X Sazonalidade Aditiva**

---

A sazonalidade aditiva assume que a variação sazonal é constante para cada período, isso pode representado pela Equação (2.10).

$$y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

Onde:

$T_t$  = componente de tendência linear

$S_t$  = fator sazonal

$\varepsilon_t$  = componente de erro aleatório

Já a sazonalidade multiplicativa a sazonalidade tem um efeito relativo à demanda, ou seja, a tendência é multiplicada pela sazonalidade. Assume-se então que a Demanda é composta da maneira descrita na Equação (2.12).

$$y_t = T_t \times S_t \times \varepsilon_t \quad (2.12)$$

Os passos para decomposição multiplicativa usando o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ) são:

1. Decomposição
  - a. Encontrar a componente da tendência;
  - b. Eliminar a tendência;
  - c. Encontrar a componente sazonal
2. Previsão
  - a. Projetar o componente da tendência no futuro
  - b. Multiplicar o componente da tendência pelo sazonal

## 2.6. Métodos Causais

Os métodos causais descrevem a demanda como função de outras variáveis, assim é possível prever a demanda através da previsão do cenário. A dificuldade desse método está em encontrar às principais variáveis que causam a demanda. Em geral os modelos causais são as ferramentas mais sofisticadas de previsão. São métodos adequados para previsão no longo prazo (MOREIRA, 1996; BALLOU, 2001). Muitos dados devem ser coletados para poder desenvolver esse tipo de modelo.

Muitas técnicas já foram desenvolvidas para esse tipo de previsão, podemos citar os modelos de regressão, os modelos econométricos, modelos de entrada e saída ciclo de vida, simulação por computador, entre outros.

## Regressão Linear Múltipla

O método de regressão múltipla descreve a demanda como função linear de múltiplas variáveis, como ilustra a Equação (2.13). Os coeficientes lineares são determinados pelo método dos mínimos quadrados. Como é uma técnica estatística, muitos testes estatísticos estão disponíveis para a determinação da acurácia do modelo. Uma maneira de determinar quais variáveis impactam na demanda é calcular o coeficiente de correlação linear. Como é uma técnica estatística, muitos testes estatísticos estão disponíveis para a determinação da acurácia do modelo. Uma maneira de determinar quais variáveis impactam na demanda é calcular o coeficiente de correlação linear.

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^n (\beta_i \times x_i) + \varepsilon_t \quad (2.13)$$

Onde:

t = período de tempo

i = índice da variável

$\beta_i$  = coeficiente linear da variável  $x_i$

$x_i$  = variável que determina o comportamento da demanda

$\varepsilon_t$  = componente aleatória

## Regressão com Variáveis Binárias (*Dummy*)

Em geral as variáveis consideradas em regressões assumem valores contínuos (DRAPER, 1966), no entanto pode-se utilizar de variáveis binárias para identificar a ocorrência de um evento que afeta o comportamento da demanda (MAKRIDAKIS, 1998). As variáveis binárias também podem ser utilizadas para incluir dados qualitativos e subjetivos no modelo como os clientes terem aprovado um produto no seu lançamento.

### 2.7. Avaliação do modelo de previsão

Para avaliação da validade do modelo é importante utilizar-se de alguns indicadores de desempenho, que também são muito úteis na comparação entre modelos. Além da utilidade do erro para a avaliação do método de previsão, ele também é uma informação importante para os gerentes de operação, Isso ocorre, pois além da demanda esperada, também precisam saber qual o erro esperado para essa previsão, para avaliação e mitigação do risco.

Os principais indicadores envolvem o erro da previsão. O erro da previsão é definido pela diferença entre o valor observado e o valor previsto no período determinado, equação (2.14).

$$\mathcal{E}_t = y_t - \hat{y}_t \quad (2.14)$$

Onde:

t = período de tempo

$y_t$  = valor da demanda real no período t

$\hat{y}_t$  = valor da previsão no período t

Segundo Corrêa (2005) é importante acompanhar dois tipos de erros de previsão: a amplitude e o viés dos erros. A amplitude serve para avaliar a faixa de erro estimada para as previsões e assim os riscos que elas incorrem. Já a análise do viés dos erros tem a finalidade de melhorar o modelo de previsão, através da identificação de erros sistemáticos na previsão, possibilitando a correção dos mesmos.

Assim, são definidos alguns indicadores para se avaliar a precisão de um método: erro absoluto percentual médio, erro absoluto médio, erro quadrático médio e erro percentual médio. Sendo que apenas o indicador erro percentual médio é um indicador de viés, todos os outros medem de alguma forma a amplitude do erro. Para todas essas medidas quanto menor for o indicador, melhor é a previsão.

### **Erro Absoluto Percentual Médio - MAPE**

O MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem. É útil, pois permite a comparação entre previsões independente dos dados.

$$MAPE = \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n |(y_t - \hat{y}_t) / y_t| \right) \times 100 \quad (2.15)$$

Onde:

t = período de tempo

$y_t$  = valor da demanda real no período t

$\hat{y}_t$  = valor da previsão no período t

n = número de valores coletados

### **Erro Absoluto Percentual Médio Ponderado -WMAPE**

O WMAPE (*Weighted Mean Absolute Percentage Error*) também expressa a acurácia da previsão como uma porcentagem. O WMAPE busca solucionar as limitações do MAPE com itens de demanda pequena ou nula. Já que não se pode calcular o indicador MAPE para produtos que possuem demanda zero e para itens de demanda pequena os valores de erro perdem o sentido.

$$WMAPE = \left( \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \right) / \left( \sum_{t=1}^n y_t \right) \times 100 \quad (2.16)$$

### Erro Absoluto Médio - MAD

O MAD (*Mean Absolute Deviation*) expressa a acurácia da previsão na mesma unidade da informação, o que facilita a compreensão gerencial do impacto do erro de previsão.

$$MAD = \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \right) \quad (2.17)$$

### Erro Quadrático Médio - MSD

O MSD (*Mean Squared Deviation*) expressa a acurácia da previsão pela soma do quadrado do erro. Por isso é um indicador muito mais sensível ao erro. Pode ser usado para a comparação de valores entre modelos.

$$MSD = \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \right) \quad (2.18)$$

### Erro Percentual Médio - MPE

O MPE (*Mean Percentage Error*) é um indicador de cálculo similar ao MAPE. Porém a finalidade do MPE é analisar o viés da previsão. É útil na identificação de erros sistemáticos de previsão e deve ser usado no seu processo de melhoria.

$$MPE = \frac{1}{n} \left( \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t) / y_t \right) \times 100 \quad (2.19)$$

Onde:

t = período de tempo

$y_t$  = valor da demanda real no período t

$\hat{y}_t$  = valor da previsão no período t

n = número de valores coletados

## 2.8. Seleção do modelo de previsão

Na literatura inicialmente foram propostos dois métodos distintos para selecionar o tipo de método de previsão mais adequado para cada situação: o método baseado no ciclo de vida do produto (CHAMBERS et al., 1971; 1974) e o método baseado em múltiplos critérios

---

(WHEELWRIGHT; MAKRIDAKIS, 1980).

O método do ciclo de vida assume que em cada estágio do ciclo de vida do produto as informações disponíveis para alimentar o modelo de previsão e as necessidades de previsão têm características comuns. Em outras palavras, cada fase do ciclo de vida do produto determina o tipo de dados que entra no sistema de previsão e especifica quais respostas devem sair do sistema. Como as especificações do modelo (entradas e saídas) são determinadas pelo ciclo de vida do produto e o modelo deve atender essas especificações, o modelo também é determinado pelo ciclo de vida do produto, pois para cada conjunto de especificação existe uma técnica de previsão mais adequada.

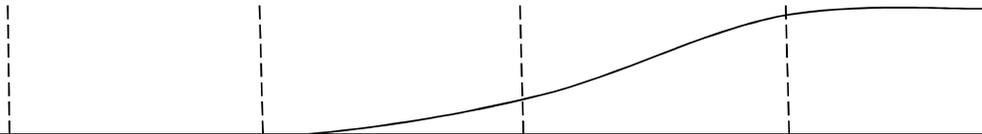
Na fase de desenvolvimento do produto existe a necessidade de saber quais as chances de sucesso do produto, se a empresa deve entrar nesse novo negócio, quais segmentos deve atender, como alocar os esforços de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e como o produto se comportará no mercado em cinco ou dez anos. São decisões de caráter estratégico, que exigem previsões de longo prazo. Nesse estágio a previsão e sua precisão têm o caráter de orientar e avaliar o risco das decisões. Para esse tipo de problema apenas os métodos qualitativos podem oferecer algum tipo de resposta. As pesquisas de mercado são as principais ferramentas nesse caso. Para mercados já definidos, a comparação com produtos similares é uma boa técnica. Outros métodos disponíveis são método Delphi, tabelas input-output e painel de consenso.

No estágio de testes e introdução do produto a necessidade é definir os volumes de produção inicial, a capacidade de produção das instalações, a estratégia de marketing, a previsão de quando o produto entrará na fase de rápido crescimento, a taxa de venda nos estágios de rápido crescimento e maturidade. Essas são decisões de curto, médio e longo prazo que influenciarão a lucratividade do produto. Nesse estágio pouca ou nenhuma informação está disponível, assim novamente deve-se recorrer aos métodos qualitativos. As técnicas disponíveis para esse problema são estudos de marketing, painéis de opinião, método Delphi, identificação de produtos similares com padrões de penetração semelhante, tabelas de input-output e tendência histórica.

Na fase de rápido crescimento é necessário saber a taxa de crescimento de vendas, o momento em que as vendas atingirão a maturidade e a demanda no período próximo. Nessa etapa é necessário decidir sobre a expansão das instalações, que envolvem grandes quantidades de capital e por isso altos custos de previsão são justificáveis para suportar essa decisão. A previsão da taxa de crescimento no médio e longo prazo e a data que o produto

atingirá a maturidade exigem as mesmas técnicas de previsão do estágio de introdução do produto como estudos de marketing e comparação de produtos. Já para a previsão de demanda pode-se utilizar métodos estatísticos de séries temporais.

No estágio de maturidade as principais necessidades são planejar a produção, definir um plano de marketing e identificar algum declínio significativo da produção. Assim, o principal problema é prever a demanda no curto e médio prazo. Para previsão de curto prazo, um modelo de série temporal atende aos requisitos do problema, pois os padrões de demanda em geral não sofrem mudanças bruscas. Já para o médio prazo fatores como mudanças nas condições econômicas, novos produtos substitutos, novos concorrentes e outros podem afetar a demanda. Como nessa fase existe um histórico de informação suficientemente grande um modelo causal seria o método de previsão mais adequado.



	DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	TESTE E INTRODUÇÃO	RÁPIDO CRESCIMENTO	MATURIDADE
Decisões Típicas	Quantidade de esforço de desenvolvimento Design do produto Estratégia de negócio	Tamanho ótimo de instalações Estratégias de marketing, incluindo distribuição e preço	Expansão de instalações Estratégias de marketing Planejamento da Produção	Promoções; Preços especiais; Planejamento da Produção Estoques
Tipo de Método de Previsão	Técnicas Qualitativas	Técnicas Qualitativas	Análises de Séries Temporais	Modelos Causais
Exemplos de Técnicas	Método Delphi; Análises históricas de produtos comparáveis; Análises por padrão prioritário; Análises de input-output; Painel de consenso.	Pesquisa com clientes; Sistemas de monitoramento e alerta; Testes de mercado; Designs experimentais.	Técnicas estatísticas para identificar pontos de mudança; Sistemas de monitoramento e alerta; Pesquisas de marketing; Pesquisas de intenção de compra.	Análise e Projeção de séries temporais; Modelos causais e econométricos; Pesquisas de marketing para monitoramento e alerta Análises do ciclo de vida

**Figura 2.7 – Relação entre o ciclo de vida dos produtos e as técnicas de previsão (Adaptado de Chambers, 1971)**

A Figura 2.7 reúne as principais recomendações de uso de modelos de previsão para cada estágio do ciclo de vida do produto e de uma maneira simplificada resume as recomendações do modelo de seleção de técnicas de previsão de Chambers et. al. (1971; 1974). Deve-se considerar que o método proposto foi elaborado a partir das experiências bem sucedidas da previsão de televisores coloridos no mercado, ou seja, o modelo considera que o ciclo de vida de um produto é longo (mais de cinco anos). Assim o modelo deve ser utilizado

---

com bom senso para casos distintos.

Já o modelo proposto por Wheelwright e Makridakis (1980) afirma que seis critérios devem ser analisados para a escolha do método de previsão.

1. O horizonte de planejamento – quais as necessidades de horizonte de previsão;
2. O padrão da demanda – identificar se a demanda tem padrão típico (horizontal, tendência, sazonal ou cíclica), se é a combinação de mais de um padrão ou se é irregular;
3. As propriedades do método escolhido – facilitadores e dificultadores do método;
4. O custo associado ao método – o custo de desenvolvimento, de armazenamento e operação;
5. A acurácia do método – a precisão que o método oferece em comparação com as necessidades de previsão;
6. A aplicabilidade do modelo – facilidade de aplicação (necessidade do tempo de resposta da previsão e compreensão dos usuários da previsão).

Tubino (2000) recomenda que sejam levados em consideração para a escolha do método os seguintes fatores:

- Curva custo-acuracidade;
- Disponibilidade de dados históricos;
- Disponibilidade de recursos computacionais;
- Experiência passada com determinada técnica;
- Disponibilidade de tempo para previsão (coleta, análise e preparo dos dados);
- Período de planejamento para o qual necessitamos da previsão.

Gaither (2001) alerta que é comum métodos de previsão mais simples e baratos terem precisão equivalente a métodos mais complexos e custosos. Por esse motivo, deve-se sempre iniciar a escolha da metodologia pelos métodos mais simples, evitando assim desperdícios de tempo e dinheiro.

Para Davis (2001) na escolha de um modelo de previsão devem ser considerados fatores como horizonte de previsão, disponibilidade de dados, precisão necessária, tamanho do orçamento para previsões e disponibilidade de pessoal qualificado. O autor faz uma

indicação de quais situações os modelos são mais adequados, que é apresentada na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 – Comparação entre as Técnicas de Previsão de Demanda (Adaptado Davis, 2001)**

Tipo de Método	Técnicas	Horizonte de tempo	Complexidade do modelo	Precisão do modelo	Necessidade de Dados
<b>Qualitativo</b>	Método Delphi	Longo	Alta	Variável	Muitos
<b>Séries Temporais</b>	Média Móvel	Curto	Muito baixa	Média	Poucos
	Suavização Exponencial	Curto	Baixa	Adequada	Muito poucos
	Regressão Linear	Longo	Média – Alta	Média - Alta	Muitos
<b>Causal</b>	Análise de Regressão	Longo	Adequada	Alta	Muitos

Machado (2004) analisa as particularidades da indústria têxtil referentes à previsão de vendas e recomenda o uso métodos qualitativos, como pesquisas de mercado e opiniões de especialistas, no longo prazo e séries temporais, como média móvel e suavização exponencial, para o curto e médio prazo.

Mas nem sempre um único modelo fornece as melhores respostas sempre, por isso uma sugestão apresentada por Lawrence (1986) e Ballou (2001) é a combinação de diferentes modelos de previsão através da ponderação dos resultados de cada modelo pela acurácia histórica do método. Desse modo pode-se chegar a resultados mais precisos e estáveis ao longo do tempo. Chase (2005) recomenda utilizar de dois a três métodos e procurar neles um ponto de vista de bom senso.

## 2.9. Processo de previsão

Alguns autores mostram a necessidade da previsão ser tratada de uma maneira mais abrangente, como um processo que envolva métodos quantitativos e qualitativos. Serão estudados os trabalhos de Brander (1995) e Kress; Snyder (1994).

### Processo de Brander

1. Coleta e tratamento dos dados – enfatiza-se a importância do tratamento das distorções nessa etapa como falta, eventos esporádicos, variação de preço, promoções, etc;
2. Previsão quantitativa – através de séries temporais ou modelos causais;
3. Revisão da previsão – deve-se avaliar a validade das premissas do modelo; a factibilidade dos resultados da previsão, a existência de eventos internos e externos que podem alterar a demanda;

4. Monitoramento dos erros – define-se limites aceitáveis para o erro, caso esses limites sejam ultrapassados deve-se revisar o modelo.

### **Modelo de Kress e Snyder**

1. Definição do propósito da previsão – decisões que serão tomadas com base na previsão;
2. Identificação das características chaves da previsão – requisitos da previsão: horizonte de tempo, unidade de tempo, período de revisão, nível de agregação;
3. Identificação de forças internas e externas – são forças internas fatores que afetam a demanda e a empresa pode controlar como lançamento de produtos e promoções, enquanto as forças externas influenciam a demanda, mas não estão sob controle da empresa como ações de concorrentes e condições de mercado;
4. Seleção do modelo mais apropriado – escolha com base no horizonte de previsão, acurácia desejada, padrões de demanda, custo da técnica, disponibilidade de dados e complexidade dos modelos;
5. Previsão inicial – elaboração da previsão com base nos fatores externos e internos e modelo selecionado;
6. Revisão da previsão – correção da previsão com base em justificativas plausíveis dos usuários da previsão;
7. Previsão formal – validação e ajuste da previsão pela alta gerência;
8. Monitoramento dos erros – ações corretivas quando necessário.

### **2.10. Gestão de demanda**

Mais do que prevista, a demanda das organizações deve também ser gerenciada (CORRÊA, 2005). A gestão da demanda envolve atividades como previsão de demanda, comunicação com o mercado, influência sobre a demanda, promessa de prazos de entrega e priorização e alocação da demanda.

Corrêa (2005) sugere que o processo de previsão de vendas envolva métodos quantitativos, e qualitativos que devem ser combinados através de uma reunião de consenso. Nessas reuniões devem participar todos os representantes das principais áreas envolvidas no processo de planejamento, como comercial, planejamento, produção, financeira e desenvolvimento de produtos. Esse processo é ilustrado pela Figura 2.8.

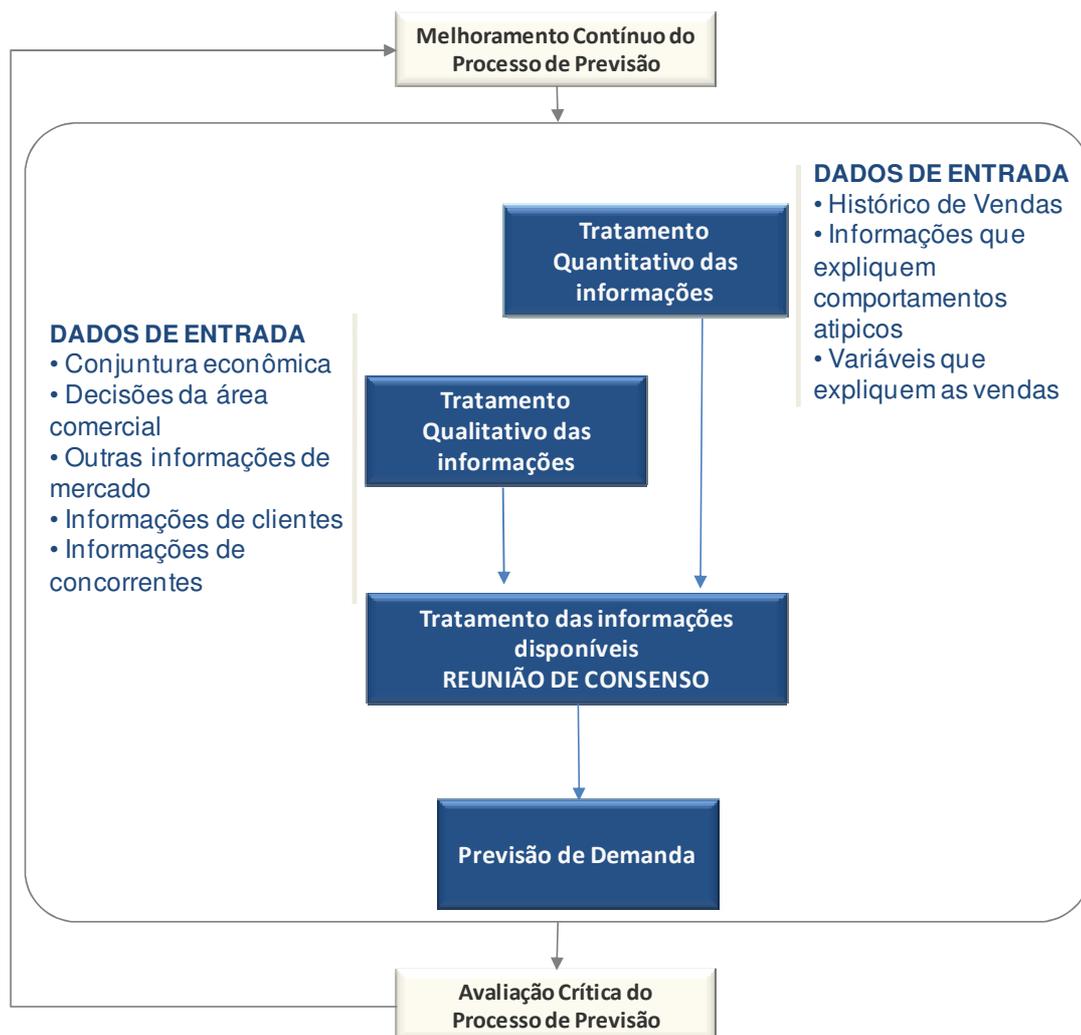


Figura 2.8 – Processo de Previsão de Demanda (adaptado Corrêa, 2005)

### 3. Análise da Previsão de Demanda

Reconhecer o papel da previsão no seu contexto organizacional e gerencial é geralmente tão importante quanto selecionar o método de previsão em si (MAKRIDAKIS, 1983). Devido a essa necessidade, esse capítulo visa analisar o contexto em que a previsão de demanda será inserida na organização, para permitir uma compreensão sistêmica do problema e conseqüentemente possibilitar a proposta de uma solução mais aderente à realidade e necessidade da empresa.

Assim, o capítulo 3 se propõe a analisar os principais fatores que influenciam no processo de planejamento da demanda e que devem ser considerados para a definição dos requisitos que o sistema de previsão de demanda deverá atender. Por esse motivo, serão tratados nesse capítulo o processo produtivo, o planejamento da produção e os aspectos particulares da demanda no setor têxtil. Por fim, será apresentado o diagnóstico do problema.

#### 3.1. Processo Produtivo

Nessa seção serão descritas, de maneira abrangente, as principais fases do processo produtivo do denim. Assim, deve-se compreender as dificuldades e necessidades que a previsão da demanda deve suprir, tanto quanto as vantagens que são possíveis ser exploradas. Ao final, são mapeados os pontos críticos do processo produtivo para o planejamento da demanda, como gargalos, lead times e lotes mínimos de produção.

A empresa analisada possui o elo de fiação e tecelagem da cadeia têxtil, ou seja, produz o tecido a partir do algodão comprado. De maneira simplificada, pode-se separar o processo produtivo em três etapas: fiação, tecelagem e acabamento. A Figura 3.1 ilustra as principais etapas do processo.



Figura 3.1 – Ilustração das principais etapas do processo produtivo

Na fiação o algodão é transformado em rolos de fios, na tecelagem os fios são tintos e trançados dando origem ao tecido, e no acabamento o tecido recebe tratamentos físicos e

---

químicos para adquirir características específicas como encolhimento, largura, brilho, etc.

### **Fiação**

A etapa da fiação tem por finalidade transformar o algodão em fio. Existem dois tipos de processos para fabricação do fio, o *ring* e o *open-end*, que se diferenciam por sua complexidade, custo e lead time.

No processo *ring* o fio é feito através do alinhamento e torção das fibras de algodão. Este é o processo tradicional de fiação e exige várias etapas de estiragem e torção dos fios para que atinjam a espessura e resistência adequada. Já no processo *open-end* o fio é produzido através do embaraçamento das fibras por um rotor, sendo uma técnica mais recente que tem como principais vantagens o ganho de produtividade, a redução de custo e redução de lead time. Porém as características dos fios *open-end* são ligeiramente inferiores as do fio *ring* em relação à resistência e maciez. A etapa de fiação tem o lead-time de aproximadamente 8 dias para os fios *ring* e 5 dias para fios *open-end*.

As principais características que diferem os fios são: o processo de fabricação (*ring* ou *open-end*), o título (grossura) do fio, a inclusão da *lycra*, a irregularidade programada do fio (para garantir efeitos especiais de desbotamento do tecido, chamado de fio flamê). Porém todos os tipos de fio passam pelo mesmo processo.

### **Tecelagem**

A principal característica do denim é possuir fios de urdume tintos e fios de trama crus, ou seja, desprovidos de coloração. Essa característica exige que os fios de urdume sejam tintos antes de serem tecidos, assim essa etapa engloba o tingimento e o cruzamento dos fios.

O tingimento dos fios é feito através da submersão dos fios em um banho onde o corante está solubilizado e reduzido. Com o contato com o ar, o corante se insolubiliza e se oxida. Assim se consegue o efeito do tingimento do fio apenas em sua superfície, mantendo seu núcleo branco, proporcionando assim a tradicional característica de desbotar na lavagem do tecido.

A tecelagem tem o objetivo de agrupar os fios para formação do tecido plano. Os fios são cruzados no tear, através de três movimentos básicos:

- Abertura da cala: separa os fios de urdume (fios longitudinais) em dois grupos;
- Inserção da trama: introduz o fio de trama (fios transversais) na cala, através de uma lançadeira, projétil, jato de ar ou água;

- Batida do pente: encosta a trama no tear.

Os tecidos se diferenciam pelo corante do fio tinto, pelo formato que os fios serão trançados e pela quantidade de batidas que determina a densidade do tecido. A tecelagem tem um lead time de aproximadamente 18 dias, e atualmente é o gargalo do processo. Assim é a fase referência para o planejamento.

### Acabamento

No acabamento o tecido é finalizado e recebe tratamentos químicos para ganhar características específicas, como brilho, maciez, impermeabilidade, entre outros. É uma etapa importante na diferenciação dos produtos, pois muitas vezes pequenas mudanças nesse processo garantem características diferentes e inovadoras aos produtos. É comum que os produtos de sucesso sejam relançados apenas com pequenas modificações nessa etapa.

No acabamento o tecido se diferencia pelo tratamento químico que recebe. O lead time do acabamento é cerca de 3 dias.

### Pontos Relevantes

Aqui serão destacados os pontos mais importantes do processo produtivo em relação à previsão de demanda.

**Lead time de produção** - o processo *ring* possui um *lead time* de aproximadamente 29 dias enquanto o processo *open-end* um *lead time* de cerca de 26 dias. Esse dado é determinante para a definição do planejamento da previsão, uma vez que o horizonte de planejamento deve ser superior a soma de todos os *lead-times*. A Figura 3.2 sintetiza as informações referentes a lead times do processo produtivo.

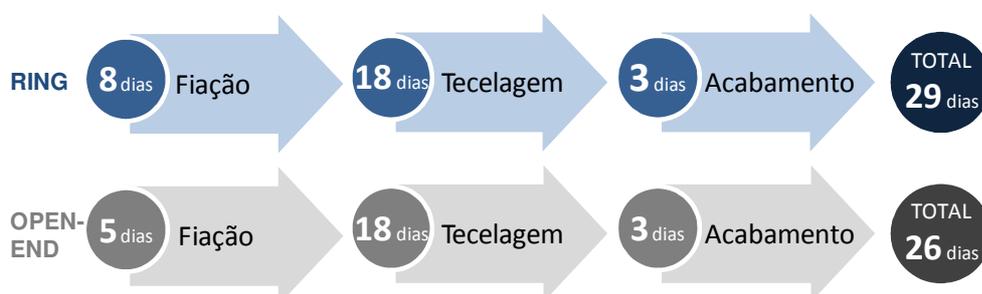


Figura 3.2 – Lead time das macro etapas do processo produtivo

**Lead time de compra** - o lead-time de compra dos suprimentos também é importante para a análise. Porém, o tempo para as compras é variável devido à dependência de alguns corantes importados com fornecedores únicos. Assim, por uma questão de segurança optou-se escolher o maior lead time de compra, 30 dias.

**Gargalo da produção** - a tecelagem é o gargalo do processo, por isso deve-se otimizar o uso desse recurso. É adequado que a escolha do nível de agregação dos produtos vendidos considere que produtos da mesma família devem consumir recursos de tecelagem similares. Essa medida proporciona uma melhor comunicação entre a previsão e o planejamento da produção, evitando-se assim a necessidade de dois agrupamentos distintos.

**Lotes de produção** – os lotes mínimos de produção são classificados em lotes técnicos e lotes econômicos. Os lotes técnicos indicam as limitações industriais de produção dentro dos parâmetros de qualidade, uma vez que, etapas como o tingimento exigem um comprimento mínimo do tecido para que haja uniformidade na coloração. Enquanto que o lote econômico representa o tamanho mínimo que deve ser produzido para que a empresa trabalhe dentro do custo de produção planejado. O lote mínimo de produção, tecnicamente viável, é de 7 km, porém o lote economicamente viável é de 20 km. A política da empresa é sempre trabalhar com lotes economicamente viáveis. Portanto, deve-se escolher um horizonte de planejamento que permita o Plano de Produção ter flexibilidade para poder trabalhar sempre dentro dos lotes economicamente viáveis de produção.

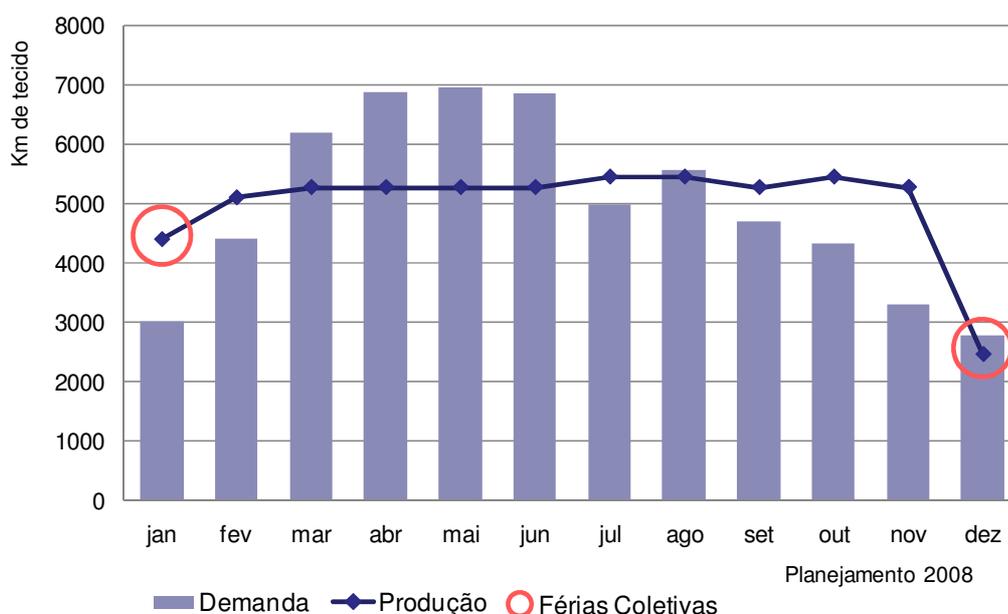
**Previsão Espacial** - é importante ressaltar que cada tipo de produto é produzido em apenas uma planta no Brasil. Essa é uma decisão estratégica que foi tomada para garantir a uniformidade dos tecidos, assim foge ao escopo desse trabalho questionar essa política. A implicação dessa decisão nesse projeto é que não existe a necessidade de previsão espacial, apenas da previsão temporal, pois após a definição do mix de produção no tempo, a escolha do local de produção é determinística.

**Sistema Logístico** - Devido às características particulares do produto vendido (rolos de tecido de 100m) a empresa limita seus clientes a grandes empresas. Assim, o sistema logístico é bastante simplificado, sendo composto apenas pelos centros produtivos e pelos clientes, não havendo centros de distribuição. Não é questionada a eficiência desse sistema logístico, pois foge ao propósito desse trabalho. O impacto desse sistema é que a entrega só é efetuada quando a compra do produto é realizada. Dessa forma, o lead time logístico não deve ser considerado para a elaboração do sistema de previsão de demanda, apesar de ter impacto no atendimento do cliente.

### **3.2. Estrutura de Planejamento da Produção**

A estratégia de produção da empresa é a produção constante, na qual acumula estoque nos períodos de baixa demanda e consome esses estoques nos picos de demanda. A Figura 3.3

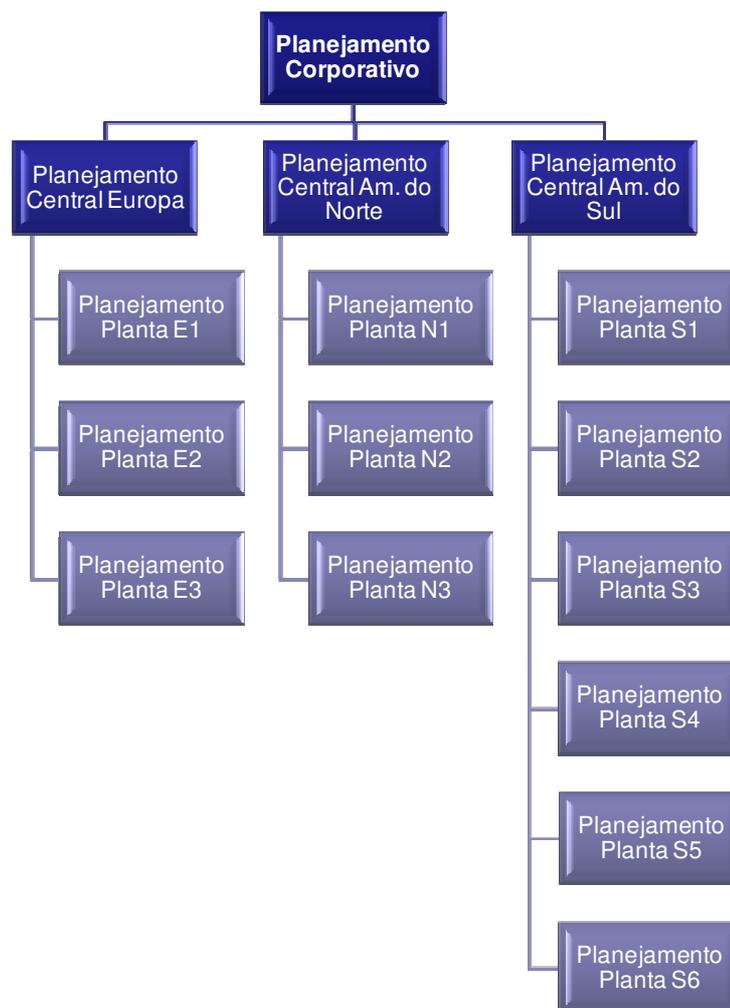
apresenta os volumes de produção e demanda de denim Brasil planejados para o ano de 2008. Ela ilustra como o volume de produção se mantém constante, a exceção das férias coletivas (janeiro e fevereiro) que reduzem a capacidade produtiva da fábrica. Essa estratégia é justificada pelos altos custos fixos da indústria têxtil, que não permite uma estratégia que comporte a ociosidade.



**Figura 3.3 – Estratégia de Produção Linear – Volumes Denim Brasil**

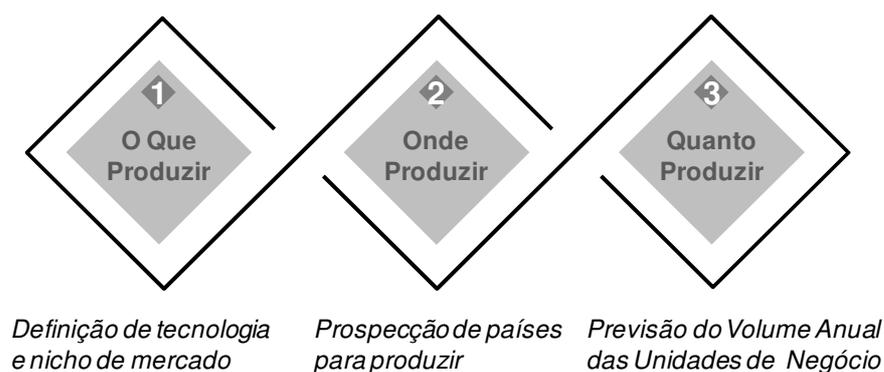
As atividades do planejamento da produção serão analisadas pelo modelo de Planejamento Hierárquico da Produção. Mas primeiramente é necessário entender como se organiza a estrutura organizacional do Planejamento, para posteriormente estudar as atividades e responsabilidades dentro de cada elo do Planejamento Hierárquico da Produção. A Figura 3.4 apresenta um organograma do Planejamento, é importante notar que a estrutura se segmenta geograficamente de acordo com o maior nível de detalhamento exigido. O Planejamento Corporativo é subordinado diretamente ao CEO da organização.

O Planejamento Estratégico é realizado pela gerência de Planejamento Corporativo e é responsável pelo planejamento de todas as Unidades de Negócio. É responsabilidade dessa área a definição de recursos no longo prazo e da estratégia de planejamento, porém não existe autonomia dessa área em relação a esse tipo de decisão, pois estas devem estar alinhadas com a estratégia da organização. Outra função que demanda grande esforço dessa área é o controle do Planejamento Tático, ou seja, controle do desempenho das três unidades de Planejamento Central.



**Figura 3.4 – Organograma Funcional da área de Planejamento**

Anualmente, o Planejamento Corporativo elabora o Plano Anual (PA). Esse plano tem um horizonte de cinco anos, período de revisão de um ano, unidade de período de um ano e alto nível de agregação. É o PA que orienta como serão distribuídos os recursos produtivos da empresa no longo prazo, ou seja, responde a perguntas do tipo: o que produzir, onde produzir e quanto produzir. Porém esse plano é altamente agregado, a Figura 3.5 mostra o nível de agregação dessas decisões.



**Figura 3.5 – Escopo do Plano Anual**

Anualmente, também é elaborado o Plano Orçamentário (PO), que contém um plano de produção em um nível mais detalhado. É o PO que determina as metas de produção e venda da empresa para o próximo ano, além de orientar a necessidade de aumento de capacidade através de compras de equipamentos. O PO é realizado pelo Planejamento Corporativo em conjunto com o Planejamento Central e tem um horizonte de planejamento de 15 meses, com unidade de período de um mês. Esse plano é determinado no nível de famílias (produtos com similaridade de processo industrial), segmenta os períodos em meses e contempla a capacidade de produção das plantas e a demanda por fábrica. Toda organização é cobrada com base nesse plano, ou seja, ele é a principal referência dos níveis adequados de produção e venda. Esse plano é revisado trimestralmente e não é utilizada nenhuma técnica de otimização para gerar o plano.

O Planejamento Operacional é realizado pelo Planejamento Central e pelo Planejamento das próprias fábricas. É tarefa do Planejamento Central planejar quais produtos finais serão produzidos em quais volumes, em cada semana, em cada fábrica, enquanto que cabe ao Planejamento local das plantas programar a produção diária. A definição do que será produzido é feita através de uma reunião de consenso com diversas áreas da empresa, que será mais bem descrita na próxima seção. Mas em linhas gerais, esse processo ocorre independente do Plano Orçamentário, pois leva em conta apenas a demanda imediata, ignorando a estratégia do planejamento de acúmulo de estoque para consumo nos picos de demanda.

Com base na reunião de consenso, o Planejamento Central elabora o Plano de Produção que é enviado ao Planejamento Local das Plantas. Esse plano tem um horizonte de planejamento de um mês, divide os períodos em semanas e trata os produtos sem nenhum tipo de agregação e é elaborado com frequência mensal. Não é utilizado nenhum sistema de otimização para desenvolver esse plano, assim como nenhum dos outros planos de produção, mas esse ponto de melhoria não será explorado nesse trabalho. O Plano de Produção é dado entrada para a elaboração da Programação da Produção realizada pelo Planejamento das Fábricas que detalha a produção por máquina e dia.

### **Análise crítica da Estrutura de Planejamento**

Baseada na descrição acima e nos conceitos da Revisão Bibliográfica será feita uma análise crítica da atual estrutura da área de Planejamento. Em seguida são levantados os requisitos da Previsão de Demanda exigidos pelo Planejamento da Produção.

Pode-se observar um descolamento grande entre as atividades de Planejamento dessa

organização e a teoria. O Plano Anual é claramente um plano estratégico da organização e possui nível de agregação e horizonte de planejamento adequado. Porém o Plano Orçamentário possui características mistas entre um Plano Estratégico e um Plano Tático. O PO possui um horizonte de planejamento muito longo para um plano agregado de produção e um nível de detalhe exagerado para um plano Estratégico. Um problema gerado pela combinação entre o baixo nível de agregação e o longo horizonte de planejamento é um índice alto de erro na previsão (MAPE = 151%), porém se os dados forem agregados, o nível de erro se torna aceitável (MAPE = 18%). Esse fenômeno, Corrêa (2005) denomina como “*risk pooling*” ou “lei dos números grandes”, no qual os erros são reduzidos devido à agregação dos dados.

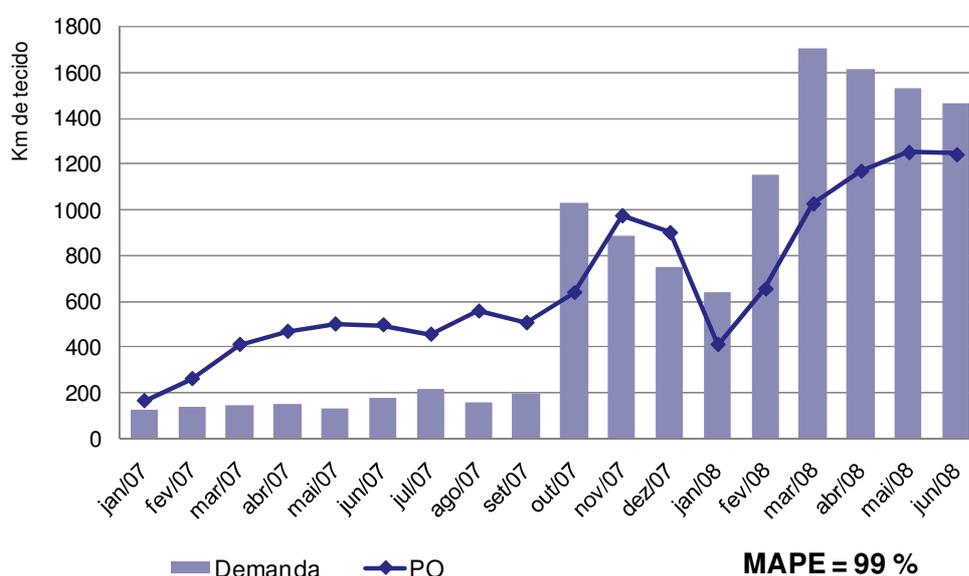


Figura 3.6 – Comparação entre previsão e demanda da família mais representativa

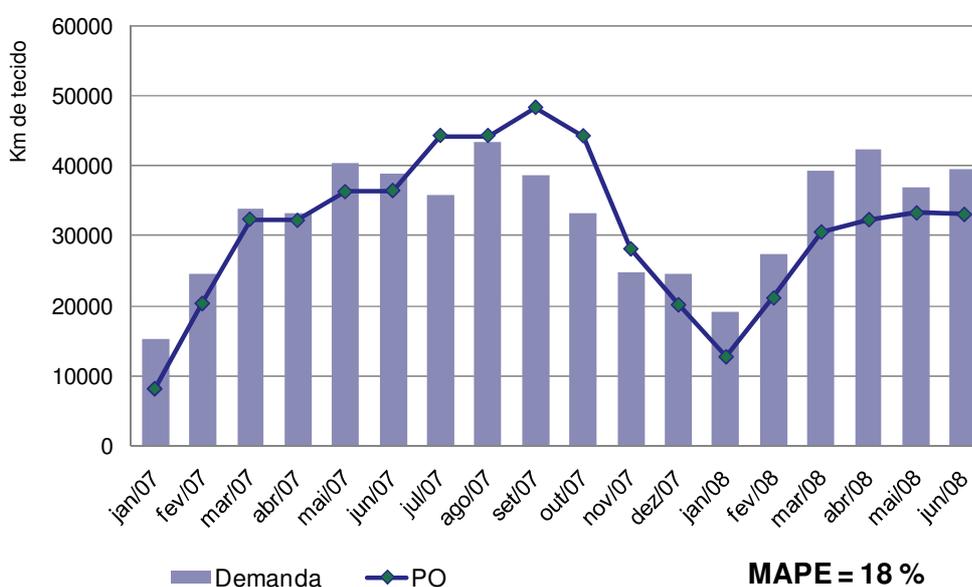
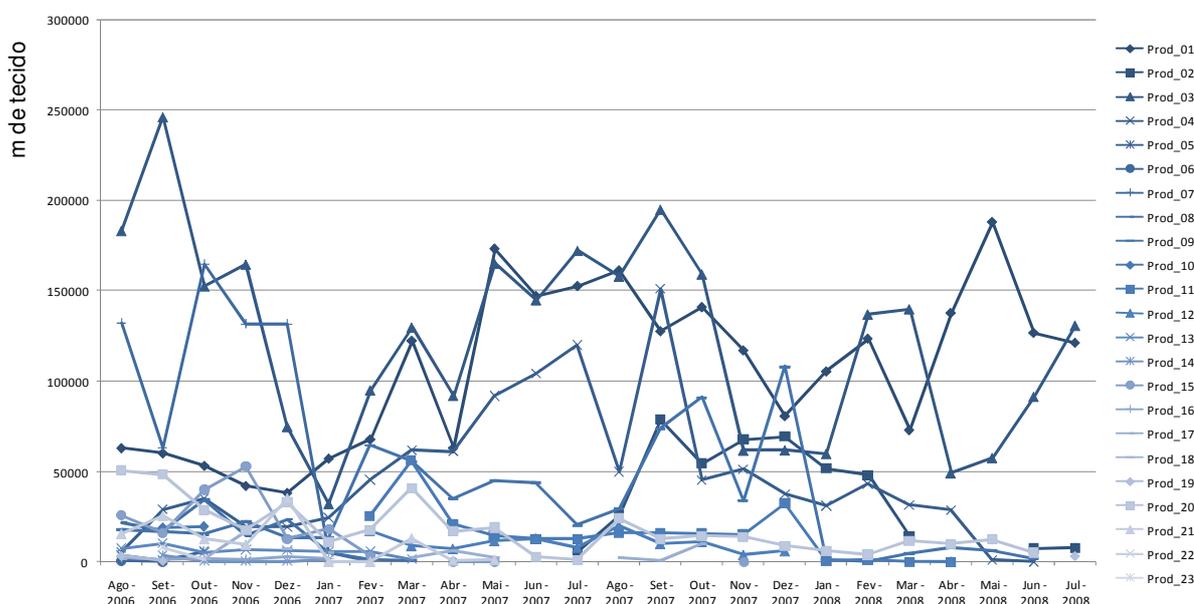


Figura 3.7 – Comparação entre previsão e demanda total

A Figura 3.6 e a 3.7 fazem um comparativo entre a previsão de uma família<sup>3</sup> e a agregada, mostrando a importância de se escolher um nível correto de detalhe.

Outro problema do PO é a maneira pela qual os produtos foram agregados. A lógica utilizada é a similaridade de processo de fabricação. Esse agrupamento não contempla os princípios de agregação, pois agrupa produtos com sazonalidade diferentes e agrupa produtos pouco significativos com produtos muito relevantes. Assim, esse agrupamento tem pouca utilidade para previsão, pois soma curvas de demanda muito diferentes resultando em um número pouco significativo. A Figura 3.8 mostra a curva de demanda de cada produto final dentro de uma mesma família para um horizonte de 24 meses. Pode-se notar pela figura, que existe um agrupamento de produtos de sazonalidade diferente e volumes de demanda muito distintos.



**Figura 3.8 – Demanda de Produtos da mesma família**

Assim, a baixa aderência da previsão de demanda do Plano Orçamentário, somada à incompatibilidade do agrupamento dos produtos com a realidade comercial, faz com que esse plano não seja consultado para a elaboração do Plano de Produção gerando um descolamento entre os elos hierárquicos do Planejamento da Produção.

Desse modo, o Plano de Produção é feito a partir de novas previsões e novos níveis de produção são planejados. O horizonte de previsão desse plano é menor que o lead time de produção e compra, sendo totalmente inadequado, pois não permite que as compras sejam planejadas em função da produção. Assim, o não planejamento das compras de produção gera

<sup>3</sup> Selecionou-se a família mais representativa de denim 2008



Portanto, devido à existência de problemas tão sérios no planejamento da produção, acredita-se que seria de pouca utilidade elaborar um processo de previsão para atender aos limitados requisitos que o atual sistema de planejamento exige. Assim propõe-se desenhar o processo de previsão de venda para uma visão de futuro das atividades de planejamento da produção, com o objetivo de que o sistema de previsão de demanda seja útil no atual momento e quando o planejamento for reestruturado, sendo esse sistema o início dessa reestruturação.

Assim uma visão de futuro do planejamento da produção é elaborada de acordo com as recomendações da literatura e com as particularidades do processo produtivo em estudo. O modelo proposto contempla a integração entre os elos hierárquicos, a adequação dos horizontes de planejamento e a adequação da escolha do nível detalhe que cada elo do planejamento deve trabalhar. A Figura 3.10 ilustra a estrutura de planejamento da produção proposta que será a base para definir os requisitos do sistema de previsão da demanda como horizonte de previsão, agrupamento e frequência.

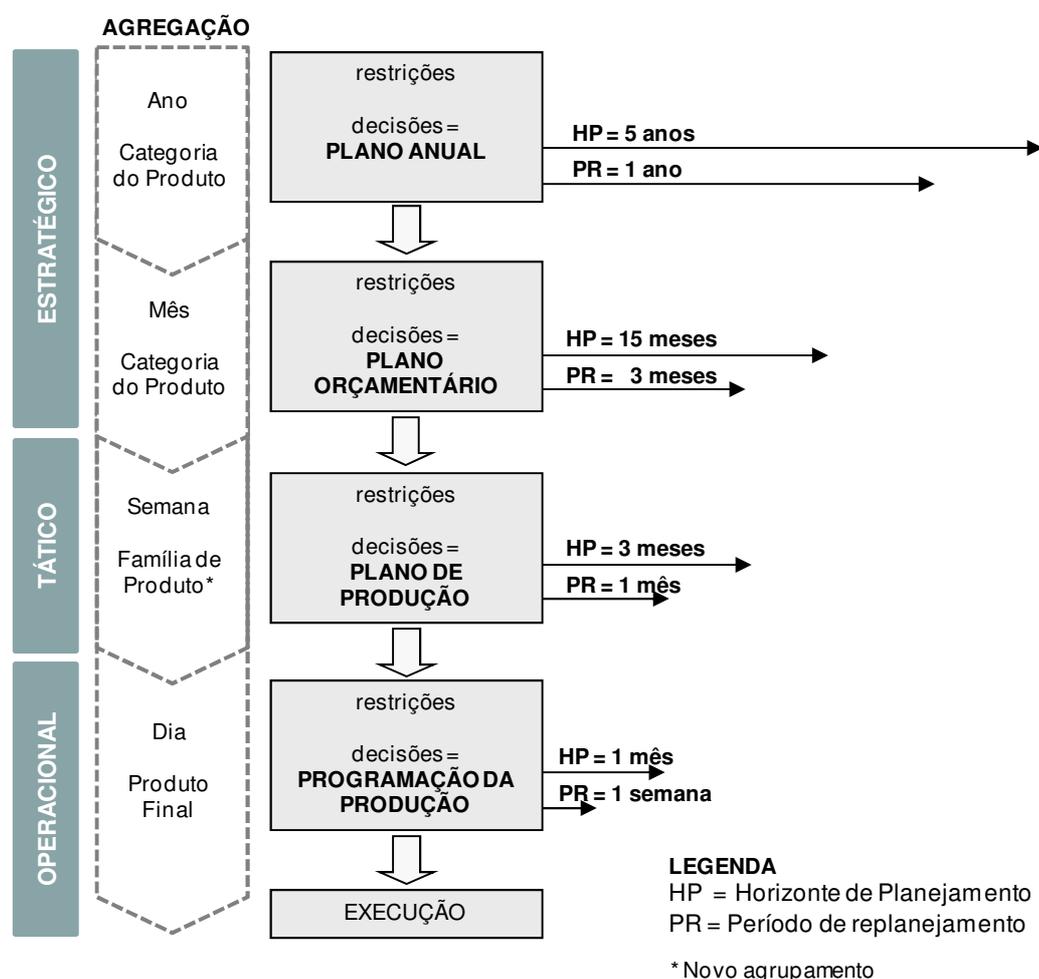


Figura 3.10 – Visão de Futuro do Planejamento Integrado

As principais mudanças no sistema foram:

- Alteração do nível de detalhe do plano orçamentário, para que esse contemple um aspecto puramente estratégico do planejamento;
- Alteração do horizonte de planejamento e replanejamento do plano de produção, para que esse possa planejar as compras de matéria-prima. Além disso, o horizonte de 3 meses possibilitará que haja uma integração entre os elos da hierarquia de planejamento, pois possibilitará que a estratégia de produção linear seja cumprida, através da antecipação da produção;
- Proposta de novo agrupamento para se adequar aos requisitos levantados na revisão bibliográfica: todos os artigos agrupados devem ser significativos; devem possuir a mesma sazonalidade; e devem consumir os mesmos recursos. Assim, agregaram-se os artigos por características antes do acabamento. Uma vez que o acabamento é uma fase que somente consome 3 dias de produção e não é gargalo do processo.

### **3.3. Planejamento da Produção**

Antes de descrever o processo de planejamento da produção dessa empresa têxtil é necessário explicar o conceito que a empresa adota de DPV (Disponível para a Venda) o qual orienta todo o planejamento da demanda e da produção. O DPV é uma cota disponível para a venda que independe do estoque de produtos acabados. As vendas são realizadas através de representantes, que devido a uma opção da empresa não podem ter acesso a informações referentes aos produtos em estoque. Essa decisão foi vista como necessária quando a empresa decidiu mudar de estratégia, focando seus produtos no mercado de luxo.

Essa necessidade surgiu da grande força de inércia que fazia a empresa continuar atuando nos mesmos mercados. Em um primeiro momento, os representantes de venda não se viram beneficiados com a mudança de mercados, porque eles já possuíam as habilidades para a venda do produto básico e uma rede de clientes consumidores de produtos *standard*. Assim os representantes de venda se tornaram um empecilho para a execução da mudança de estratégia na empresa, pois sem um esforço de venda para os novos produtos, era inútil produzi-los.

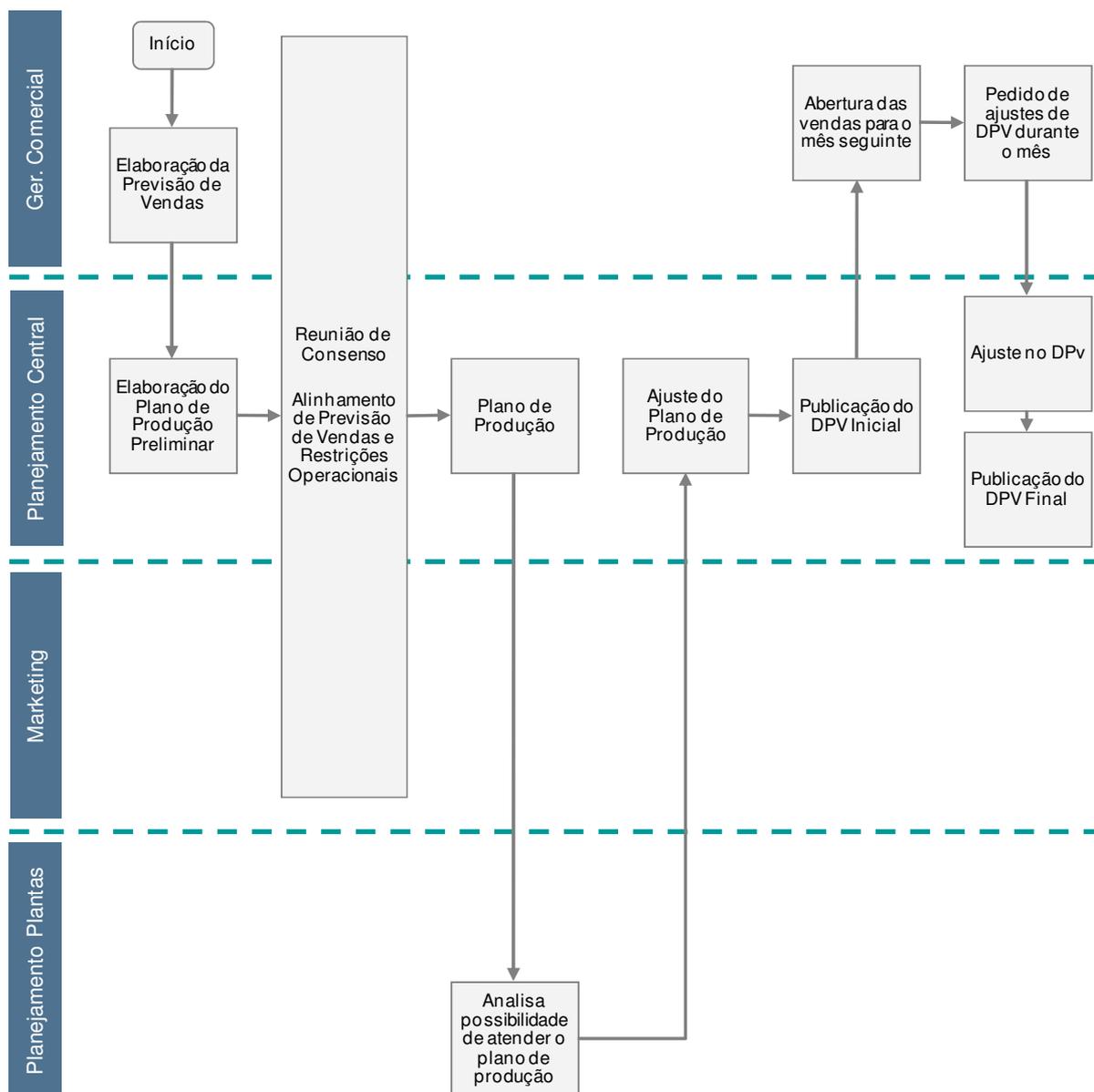
A solução encontrada foi à criação do conceito de DPV (Disponível para Venda), para direcionar os produtos vendidos. O DPV representa o volume de cada artigo (produto final) que é disponibilizado para a venda do mês, ou seja, é o plano de atendimento da empresa. Ele

é formado a partir da previsão de vendas da área comercial e da restrição da capacidade industrial. O DPV é a única informação que os representantes recebem sobre quais produtos podem ser vendidos, por isso também é compreendido como cota de vendas. O DPV é um número muito importante para a empresa e por isso seu processo de formação será explicado detalhadamente.

Esclarecido esse ponto, prosseguiremos descrevendo o processo de formação do DPV de maneira mais abrangente e depois analisaremos alguns pontos principais do processo de maneira mais detalhada como a reunião de consenso.

O processo de previsão da demanda e planejamento da produção tem início com a elaboração da previsão de vendas do próximo mês. Essa previsão é feita pela área comercial, que solicita os produtos finais (sem nenhum tipo de agregação) de acordo com a sua percepção de mercado. Essa previsão é enviada à área de Planejamento Central que elabora um plano preliminar de produção, para verificar a possibilidade operacional de atendimento da solicitação comercial. O resultado desse plano de produção preliminar juntamente com a previsão de vendas inicial é discutido com diversas áreas (Marketing, Comercial e Planejamento) em uma reunião de consenso. O resultado dessa reunião é um valor preliminar de DPV, ou seja, o volume de cada artigo que será disponibilizado para cada mercado, já considerando a restrição de capacidade industrial e estoque disponível. A área de Planejamento Central traça então o Plano de Produção a partir desse número e a possibilidade de execução desse plano é validada pelo Planejamento das Fábricas, que leva em conta possíveis problemas que podem ocorrer no nível operacional, como greves, quebra de máquina, entre outros. Após as considerações do Planejamento das Fábricas o plano é ajustado pelo Planejamento Central e é publicado o DPV inicial. Que permite a abertura das vendas do próximo mês.

Conforme as vendas ocorrem e surgem demandas não esperadas a área comercial faz solicitações ao Planejamento Central, que verifica a possibilidade de atendimento dessas solicitações através de estoques e mudanças no plano de produção. Porém na prática, é muito raro haver a possibilidade de mudança no plano de produção, assim grande parte das alterações do DPV ocorrem pela disponibilidade do produto em estoque, que como já foi explicado anteriormente não é visto pela área Comercial. Assim o DPV vai sendo ajustado ao longo do mês conforme a necessidade da área Comercial e as disponibilidades da área de Planejamento. A Figura 3.11 resume todo esse processo em um fluxograma.



**Figura 3.11 – Macro Fluxo de Previsão de Demanda e Formação do DPV**

Nesta reunião são determinados quais produtos a empresa deverá disponibilizar para as vendas do próximo mês. É um processo importante do planejamento, pois serve para alinhar a estratégia das diversas áreas da empresa e compartilhar as informações específicas disponíveis em cada área. Os principais assuntos abordados na reunião são:

- Validação da previsão de vendas feita pela área comercial - os membros da reunião podem questionar os valores solicitados pela área comercial com base em dados históricos e pelo seu conhecimento do produto. Por exemplo: a área de Marketing pode alertar que um produto é fortemente sazonal e provavelmente terá uma venda reduzida no mês. Porém essa verificação da previsão ocorre de maneira eventual e é levantado principalmente quando existe problema de falta de capacidade de produção;

- Definição do plano de atendimento – avalia-se qual volume de cada produto final será disponibilizado para o próximo mês considerando a previsão apresentada e a restrição de capacidade de produção;
- Plano de ação para produtos que sairão de linha – são apresentados os artigos que sairão da coleção e define-se um plano de ação para retirada gradativa desses produtos;
- Verificação de possíveis necessidades de ajuste nos preços – levantam-se necessidades de alteração de preços e estima-se o impacto dessas nas vendas;
- Avaliação dos níveis de estoque – levantam-se os artigos com nível de estoque excessivo e definem-se planos de ação comercial para os mesmos.

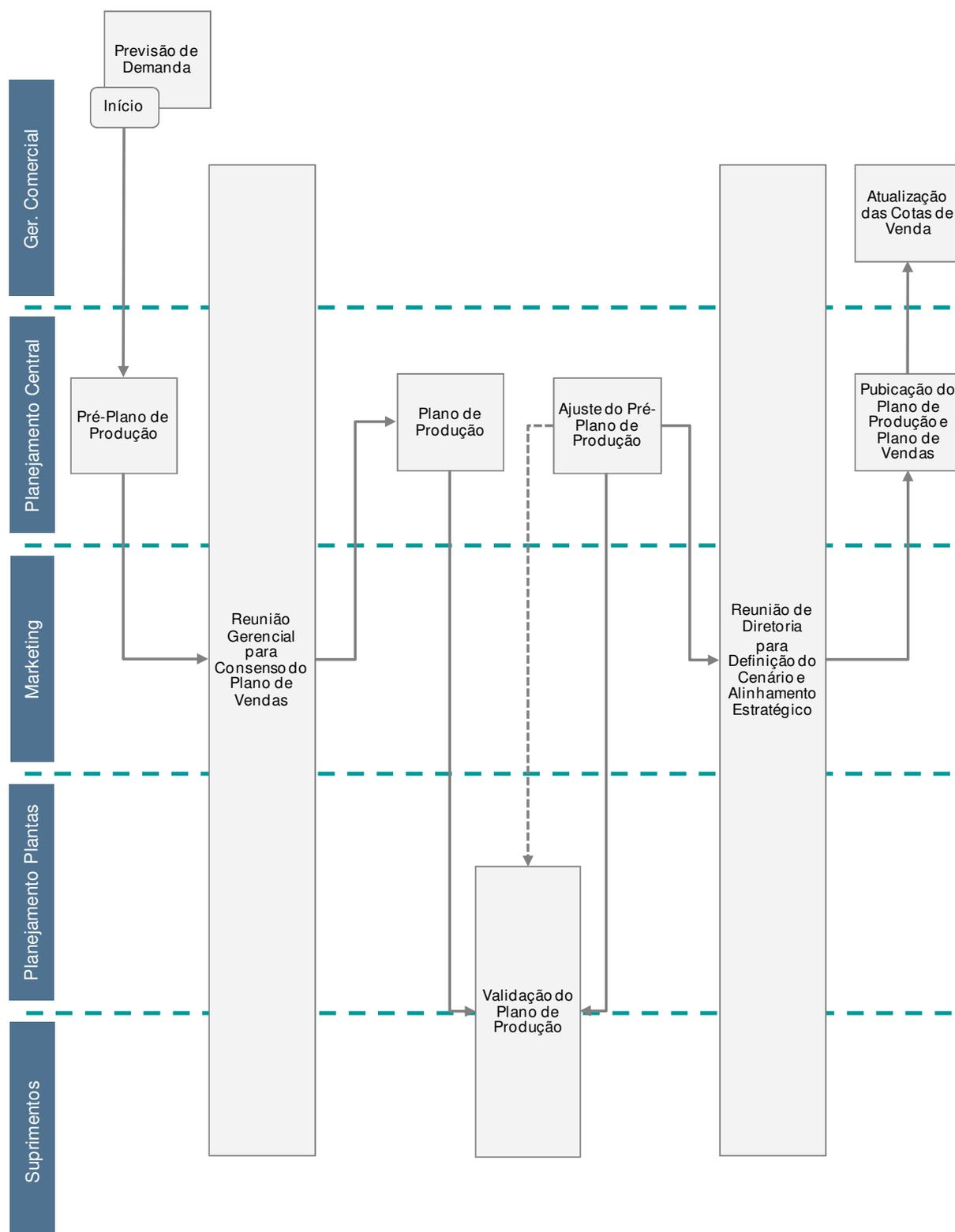
### **Análise crítica do Planejamento da Produção**

A reunião de DPV possui um escopo bastante amplo para ser abordado em 4 horas. Somado ao fato de que não existe uma estrutura que permita que os assuntos sejam abordados de forma lógica e seqüencial, o que ocorre na prática é que as discussões se limitam a definição do plano de atendimento, não sendo abordados os outros pontos de grande importância. Ninguém sabe dizer quais os assuntos principais da reunião e assim, percorre-se a longa lista de artigos sem que nenhuma prioridade seja dada a eles.

O fato de não existir uma preparação prévia dos participantes da reunião torna a reunião improdutiva. A única análise feita para a reunião é a elaboração do pré-plano de produção, porém ele se apresenta de forma estática, ou seja, uma única solução é apresentada, mesmo para casos polêmicos de não atendimento. Por exemplo, no caso de não haver capacidade para a produção de um determinado produto, não são levantados planos alternativos de atendimento, como substituição de outros produtos que utilizam os mesmos recursos produtivos, o que impossibilita a discussão de cenários alternativos. Assim o estudo dos cenários acaba sendo feito depois da reunião e as decisões são tomadas pelo Planejamento Central.

Outro problema que tem ocorrido com frequência é a unificação da previsão de demanda com o plano de atendimento da demanda. Isso acontece porque com o aquecimento do setor, o nível de não atendimento cresceu e a área comercial não enxerga a importância de fazer uma previsão de vendas irrestrita quando não será possível sua produção. A principal consequência da empresa não distinguir esses dois conceitos, previsão de demanda irrestrita e plano de atendimento da demanda, é que a empresa torna-se deixa de visualizar as possíveis

necessidades de expansão de capacidade produtiva e de distinguir as razões do não atendimento (erro na previsão ou falta de capacidade de produção).



**Figura 3.12 – Processo de Planejamento da Produção Proposto**

Dessa forma, é necessário separar o processo de previsão da demanda do processo de planejamento da produção. Criando ferramentas e métodos que auxiliem a elaboração de uma

previsão de demanda mais precisa, uma vez que hoje não existe nenhum método formal para apoiar a elaboração dessa previsão.

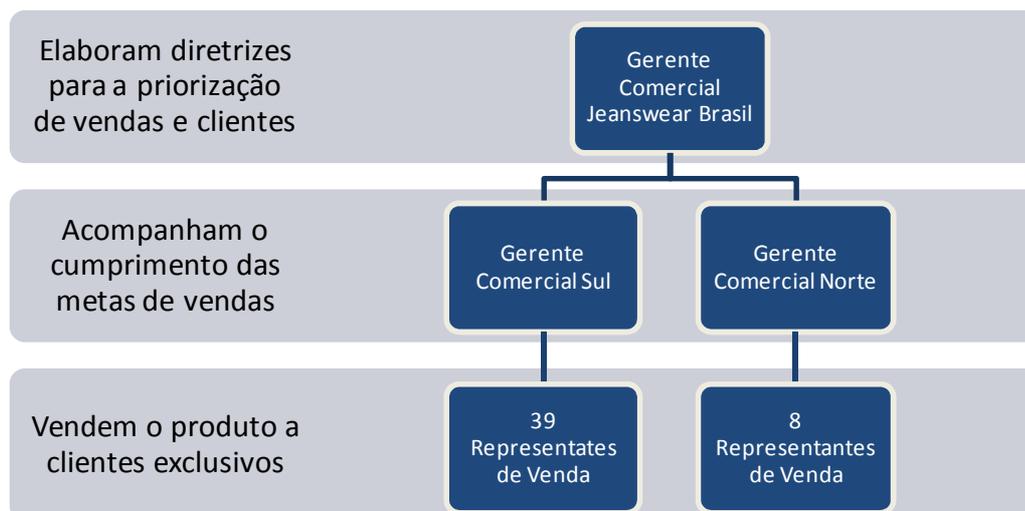
Com base nas críticas realizadas propõem-se algumas mudanças no processo do Planejamento da Produção. O processo proposto é apresentado na Figura 3.12. As principais mudanças em relação ao processo a atual são:

- Separação do processo de previsão de demanda do processo de planejamento. Dessa forma é dada maior atenção ao processo de previsão de demanda, além de manter os dois conceitos distintos. Dessa forma, garante-se que a empresa tenha uma visão clara do mercado a que atende e das suas restrições industriais;
- Envolvimento da área de suprimentos na reunião de consenso sobre o plano de produção, para obter vantagens econômicas na aquisição de matérias-primas;
- Restrição do escopo da reunião de consenso para unicamente se discutir atendimento da demanda. Devem-se traçar cenários alternativos ao plano e quantificá-los, para que na reunião de diretoria seja decidido qual o melhor cenário para empresa.
- Reunião de alinhamento estratégico de diretoria. Essa reunião garante que o planejamento operacional mantenha o alinhamento com a estratégia da empresa;
- Eliminação do conceito de DPV. Entende-se que não é mais necessário o uso desse artifício para manter a estratégia da empresa no mercado de luxo. Dessa forma, o DPV se apresenta unicamente restringindo possíveis vendas e até mesmo favorecendo o acúmulo de estoque desnecessário. Assim o vendedor deverá ter acesso às informações referentes ao estoque, e ao produto planejado.

### 3.4. Previsão de Demanda

Nessa seção é analisado o processo de formação da previsão de demanda para o planejamento da produção. Em seguida é feita uma análise crítica do atual processo e levantam-se oportunidades de melhoria no processo.

A previsão de demanda é atualmente realizada de forma qualitativa pela gerência comercial. A Figura 3.13 apresenta um organograma da estrutura da área comercial, para melhor compreensão dos envolvidos no processo de previsão. A formação da previsão ocorre em uma reunião na qual tem participação o gerente comercial *Jeanswear* e os gerentes regionais Norte e Sul. As previsões são baseadas na experiência e percepção de mercado desses gerentes.



**Figura 3.13 – Organograma da área comercial**

Para elaborar a previsão de demanda o gerente comercial Jeanswear se baseia nas seguintes variáveis:

- Venda dos últimos dois meses;
- DPV (cota de vendas) dos últimos dois meses;
- Opinião dos gerentes regionais;

A opinião dos gerentes regionais representa de forma indireta a percepção da força de vendas, uma vez que os gerentes regionais estão em contato direto com os representantes comerciais. Não se deve entender essa reunião como uma reunião de consenso, pois existe uma clara hierarquia entre os participantes e a decisão é sempre do gerente comercial Jeanswear, o qual possui uma visão completa do mercado. Os gerentes regionais funcionam como informantes sobre a percepção de seus representantes.

Durante a reunião de consenso para decisão sobre o plano de produção, eventualmente surgem críticas à previsão pelas áreas participantes: Comercial e Marketing. Porém não é usual que essa participação ocorra.

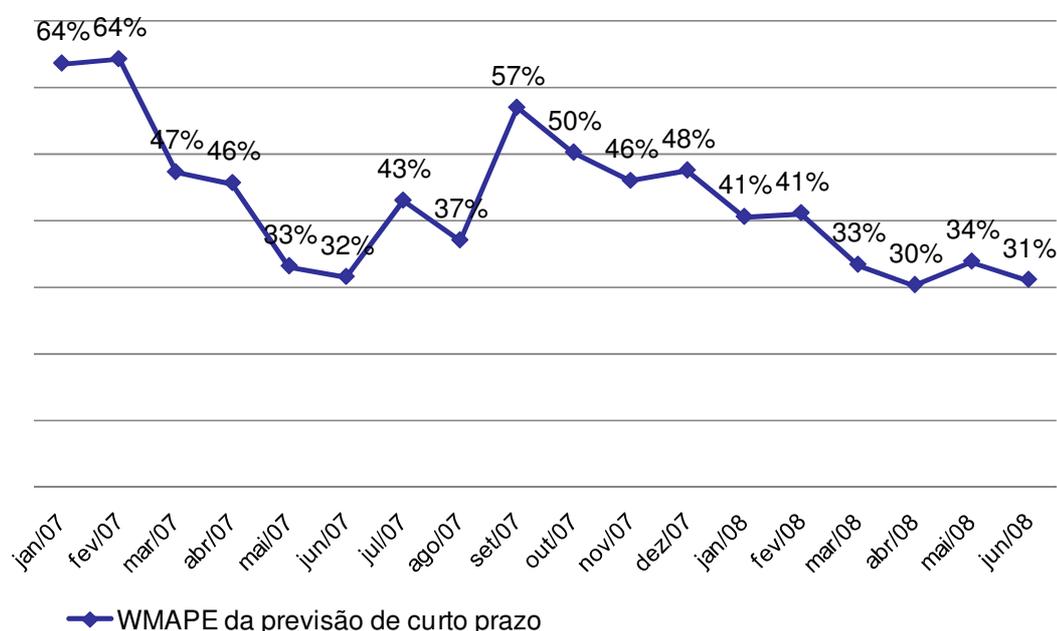
Deve-se considerar que essa previsão de curto prazo não tem impacto nas metas dos vendedores e gerentes. Suas metas são definidas no início do ano de acordo com o PO da empresa. Esses profissionais também não são cobrados ou punidos de qualquer forma pelo erro de sua previsão. Em nenhum momento é feita uma análise dos possíveis motivos de distorção da demanda.

A empresa calcula o erro de previsão de demanda pelo indicador WMAPE. Porém essa análise é feita com foco na alta gerência executiva da empresa. Assim, os representantes

comerciais não recebem um retorno sobre a qualidade de suas previsões.

### Análise Crítica da Previsão de Demanda

Pode-se dizer que o processo atual de previsão de demanda é inadequado, pois os erros do processo de previsão são extremamente altos ( $MAPE = 48\%$ )<sup>4</sup>. A Figura 4.4 apresenta os indicadores WMAPE calculados pela empresa. O indicador WMAPE é menos sensível a variações em produtos com pequeno volume de venda. Dessa forma o indicador utilizado se mostra adequado as necessidades da empresa. Os valores apresentados por esse indicador confirmam os altos erros indicados pelo MAPE.



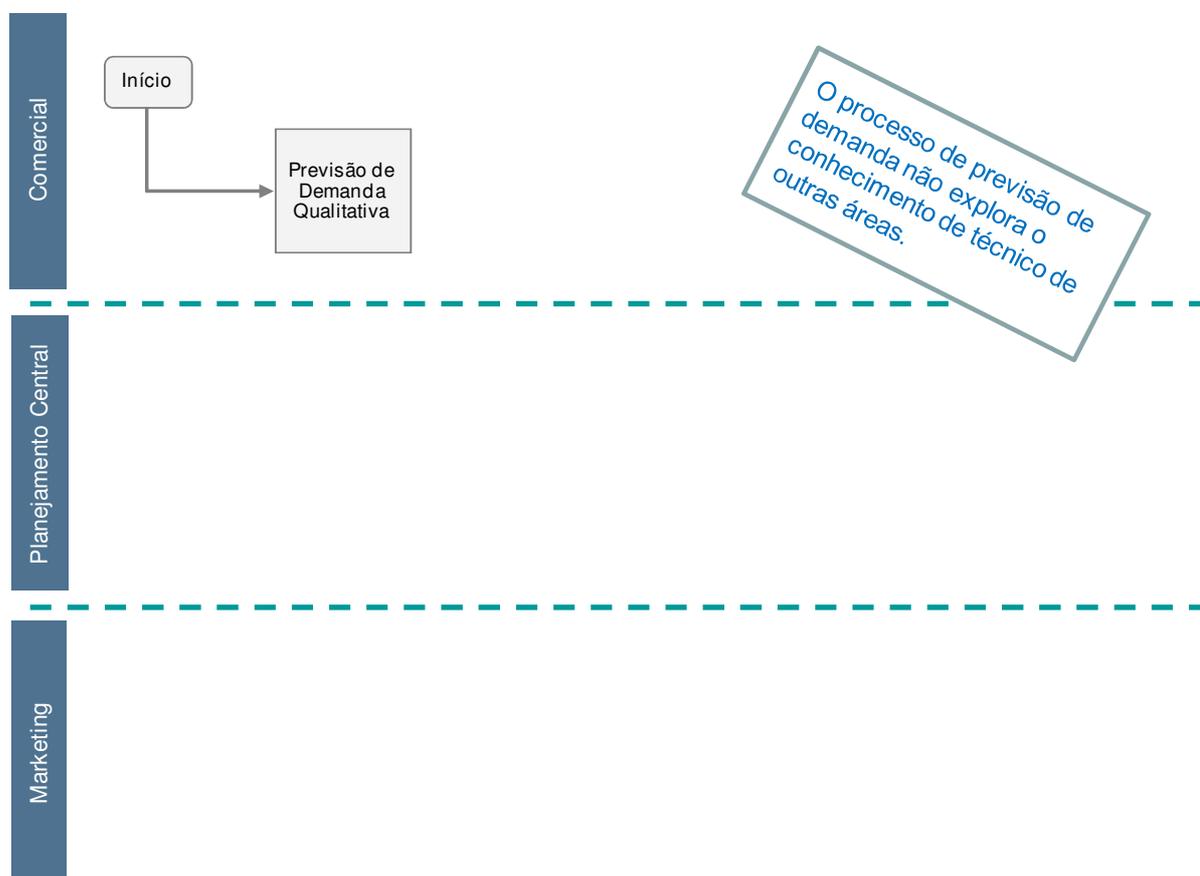
**Figura 3.14 – Indicador de erro da previsão atual**

É inadequado que a previsão seja formada por apenas uma área da organização. Pois apesar da área Comercial estar em contato com os clientes e assim possuir muitas informações relevantes para a previsão de demanda, esta não consegue enxergar a empresa como um todo. Existem outras áreas, como Marketing, que possuem uma melhor compreensão das peculiaridades do mercado, e podem prever melhor tendências e sazonalidades do produto.

No caso da área comercial pode-se notar pelos erros cometidos, que existe um forte viés de errar a previsão para o excesso ( $MPE = 14\%$ ). Isso pode ser explicado pelo medo da área em perder vendas por falta de produto, dessa forma é confortável para área trabalhar com estoques. Nesse caso, o melhor para uma área não se mostra o melhor para empresa como um todo. Por isso seria benéfica a inclusão de participantes de outras áreas no processo de

<sup>4</sup> Erro referente à média do período de jan/07 a jun/08

previsão. Isso favoreceria uma visão mais completa do mercado e a decisão tenderia a ser mais imparcial aos interesses próprios.



**Figura 3.15 – Processo de previsão de demanda atual**

Além disso, mesmo dentro da área comercial existe um potencial de informações não aproveitadas, pois apenas a gerência é envolvida no processo. Desse modo, muitas informações que chegam as representantes são perdidas. A informação de a demanda é concentrada em grandes clientes também não é utilizada na formação da previsão.

Não existe monitoramento dos erros de previsão. Dessa forma, não existe uma cobrança quanto à qualidade da previsão entregue, além de não existir a possibilidade de melhorias no processo através da melhor compreensão dos padrões que geram demanda.

Os dados de vendas que a área comercial se baseia não são corrigidos pelo não atendimento. Dessa forma pode-se ter uma visão equivocada dos volumes de demanda.

Outro problema é o não aproveitamento de todas as informações disponíveis na empresa, como pesquisa de tendência de moda, previsão da força de vendas, uso dos dados históricos de um período completo e informações sobre sazonalidade do produto.

As metas da força de venda são definidas pelo Plano Orçamentário e não são

influenciadas por essa previsão, o que garante que as distorções relativas à previsão dos representantes de vendas sejam minimizadas.

Assim, entende-se que é necessária uma nova metodologia para a elaboração da previsão pela área comercial. Essa metodologia deve visar o aproveitamento das informações contidas na força de vendas, de forma a complementar a visão dos gerentes comerciais.

### **3.5. Caracterização da Demanda**

Para compreender a complexidade do problema de previsão de demanda devem-se considerar as características particulares do mercado têxtil. Entender as características que influenciam na demanda é a primeira etapa para a seleção do modelo de previsão de demanda.

Quando se trabalha com previsão no setor têxtil não se pode ignorar a influência das tendências de moda na determinação da demanda. Assim, os produtos estão sujeitos a variação brusca no nível de procura por mudanças significativas das exigências da moda, que em geral ocorrem duas vezes por ano (coleção verão e inverno). Assim na elaboração da previsão de vendas é importante que se leve em conta a aderência dos produtos a essas tendências. A área de Marketing tem um papel fundamental nessa atividade de determinar quais produtos estão alinhados com as tendências, assim como de prever as tendências no futuro para o desenvolvimento de novos produtos.

A área de Marketing possui uma equipe especializada em pesquisas de prospecção de tendências da moda. Existe um processo bem estruturado para essas pesquisas de campo, que ocorrem nos principais pólos da moda de denim (França, Milão e Tóquio). A organização analisada possui *know how* nesse tipo de pesquisa e por isso obtém bons resultados. Essas pesquisas ocorrem de maneira sistemática e têm como principal finalidade o desenvolvimento de novos produtos, porém essas informações são ignoradas na elaboração da previsão de demanda, o que se mostra inadequado.

Uma das principais exigências do mercado têxtil no segmento de luxo é a necessidade de alta frequência de inovação. Desse modo, para concorrer de maneira competitiva nesse mercado a empresa analisada lança duas grandes coleções no ano (verão e inverno) e mais dois pequenos lançamentos que complementam a coleção vigente.

A Tabela 3.1 mostra o calendário de lançamento de produtos. Essa alta quantidade de novos produtos é um dificultador para a previsão de vendas, pois como visto no Capítulo 2 os métodos quantitativos de previsão de vendas requerem uma quantidade suficientemente

grande de dados históricos, assim os produtos novos não poderão ser tratados através de modelos quantitativos de previsão.

**Tabela 3.1 - Calendário de lançamento de novos productos**

Mês	Evento	Novos Productos
Janeiro	Lançamento da Coleção Verão	10 produtos
Fevereiro		
Março		
Abril	Complemento da Coleção Verão	4 produtos
Maiο		
Junho		
Julho	Lançamento da Coleção Inverno	10 produtos
Agosto		
Setembro		
Outubro	Complemento da Coleção Inverno	4 produtos
Novembro		
Dezembro		

A grande quantidade de lançamentos implica também em uma alta frequência de retirada de produtos de linha, para que se trabalhe com um número viável de SKU's. Quando um produto é retirado de linha seu preço é depreciado em cerca de 40%, assim é importante que não haja grandes estoques desse produto, pois a venda de produtos fora de linha acarreta em prejuízo para a empresa. Além disso, quando um produto sai de linha sua demanda cai bruscamente, pois os clientes retiram o produto de sua coleção, uma vez que a empresa não garante mais a continuidade da produção do mesmo.

Isso implica na necessidade de prever quando será feita a retirada de produtos de linha. Apesar da retirada de coleção ser uma decisão da empresa, ela ocorre em função de fatores externos e internos a empresa, como a redução do nível de demanda, a mudança de tendências de moda, o aumento dos custos de produção, o lançamento de produtos similares, entre outros. Assim é importante que o processo de previsão contemple os produtos que sairão de linha com antecedência suficiente para reduzir os estoques a níveis mínimos.

Assim a combinação de alto índice de inovação e alto índice de retirada de linha de produtos faz com que o ciclo de vida médio dos produtos finais seja curto, cerca de dois anos e meio. Acumulando-se poucas informações para o desenvolvimento de previsões de demanda acurada. Isso impede o uso de modelos causais, que como a literatura expõe

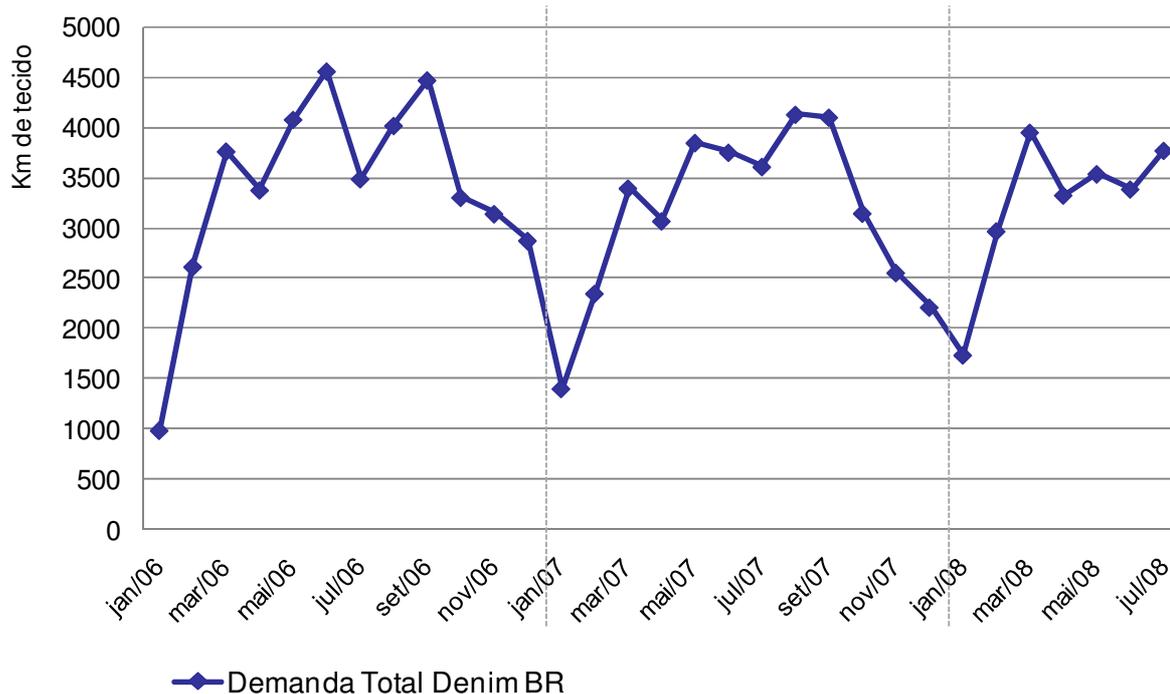
necessitam de uma longa série histórica para a compreensão das relações de causa e efeito.

Outro fato que deve ser considerado é que a organização analisada tem sua demanda concentrada em uma pequena parcela de clientes atrativos, 50% do volume de venda é concentrado em 8% dos clientes. Assim o estreitamento das relações com esses clientes estratégicos é uma maneira de melhorar o processo de previsão.

Apesar dos esforços crescentes da empresa para a redução de variedade de produtos, a indústria ainda trabalha com grandes mix de produtos, hoje na linha denim trabalha-se com cerca de 100 produtos. Essa grande diversidade gera produtos de baixa demanda de comportamento intermitente e irregular, constituindo-se assim mais um empecilho para a previsão. Além disso, se não houver um método de priorização, os produtos mais rentáveis podem não receber a atenção necessária, na previsão de demanda, já que os artigos menos lucrativos são mais difíceis de prever, por possuírem demanda irregular, muitas vezes intermitente. Assim deve-se desenvolver algum tipo de segmentação nos produtos que priorize os artigos mais rentáveis e de maiores volumes.

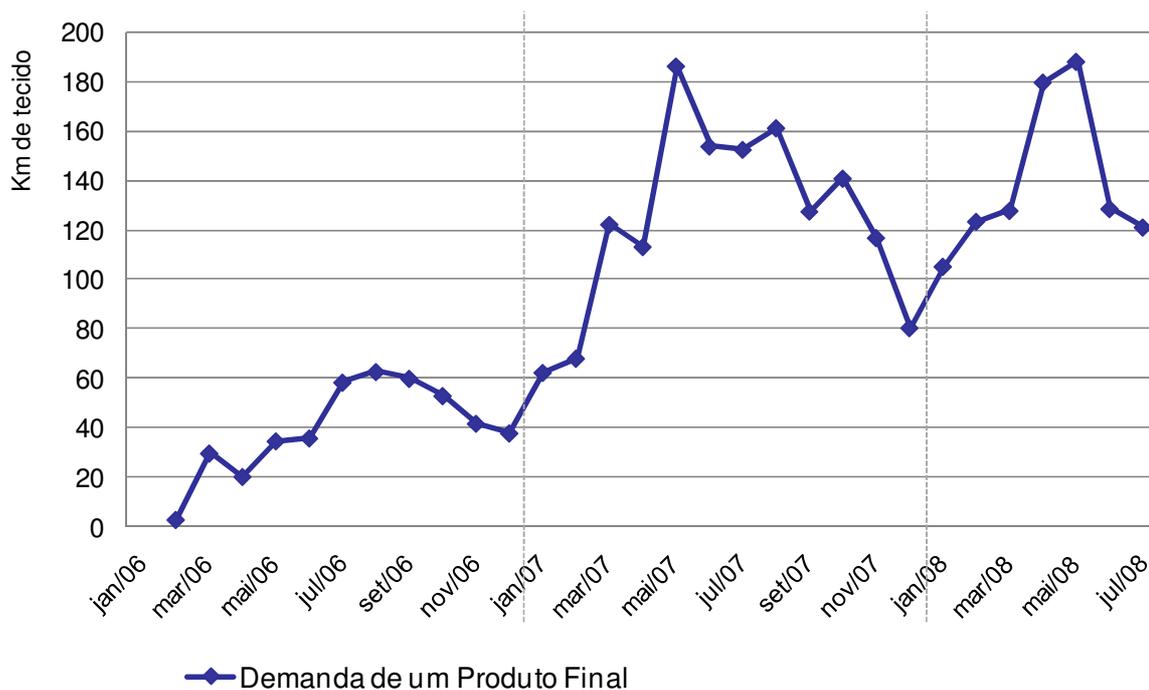
Os produtos possuem uma sazonalidade, alguns produtos são mais afetados que outros, devido essa sazonalidade. Isso se deve às características intrínsecas do produto, ou seja, existem produtos que possuem elementos que o consumidor identifica como sendo de uma determinada estação. Características que influenciam nessa percepção do cliente são a tonalidade de cor e o peso do tecido. Os representantes comerciais que realizam a previsão em geral desconhecem essas características dos produtos e por isso desconsideram essa importante informação para elaboração da previsão de vendas. A área de Marketing conhece as características desse produto e deve auxiliar com essa informação. A sazonalidade das vendas também é em grande parte afetada pelas datas comemorativas, como natal e dia das mães, que implicam em aumento de vendas no varejo. Assim o modelo de previsão deverá contemplar a sazonalidade dos produtos.

Realizou-se uma análise exploratória dos dados para identificar o comportamento da demanda e suas componentes. Para isso analisou-se o comportamento da demanda do produto final mais representativo e do volume total. A Figura 3.16 apresenta o agregado de denim e fica clara a sazonalidade do produto. A sazonalidade é caracterizada por baixa demanda em janeiro e dezembro, devido à “recessão” após o período do Natal. Também se observa pequenos picos locais de demanda nos meses de março, junho e setembro. A sazonalidade também pode ser observada nos produtos finais, como pode se notar na Figura 3.17 e 3.18.



**Figura 3.16 – Componente de sazonalidade na demanda total**

Inclusive a Figura 3.16 deixa claro que se trata de uma sazonalidade multiplicativa, pois no primeiro ciclo os volumes mais baixos sofrem menor impacto da sazonalidade, no segundo, há uma forte tendência de crescimento da demanda, que se estabelece em um nível superior, sendo muito mais afetada pela sazonalidade. Por fim, o ultimo ciclo estabiliza o volume de demanda e assim impacto da sazonalidade é muito similar ao segundo ciclo.



**Figura 3.17 – Componente da sazonalidade multiplicativa na demanda de um produto final**

Outra componente que fica clara no gráfico do produto final é a tendência. Essa componente é explicada pelo crescimento ou queda do produto de acordo com a aceitação do mercado.

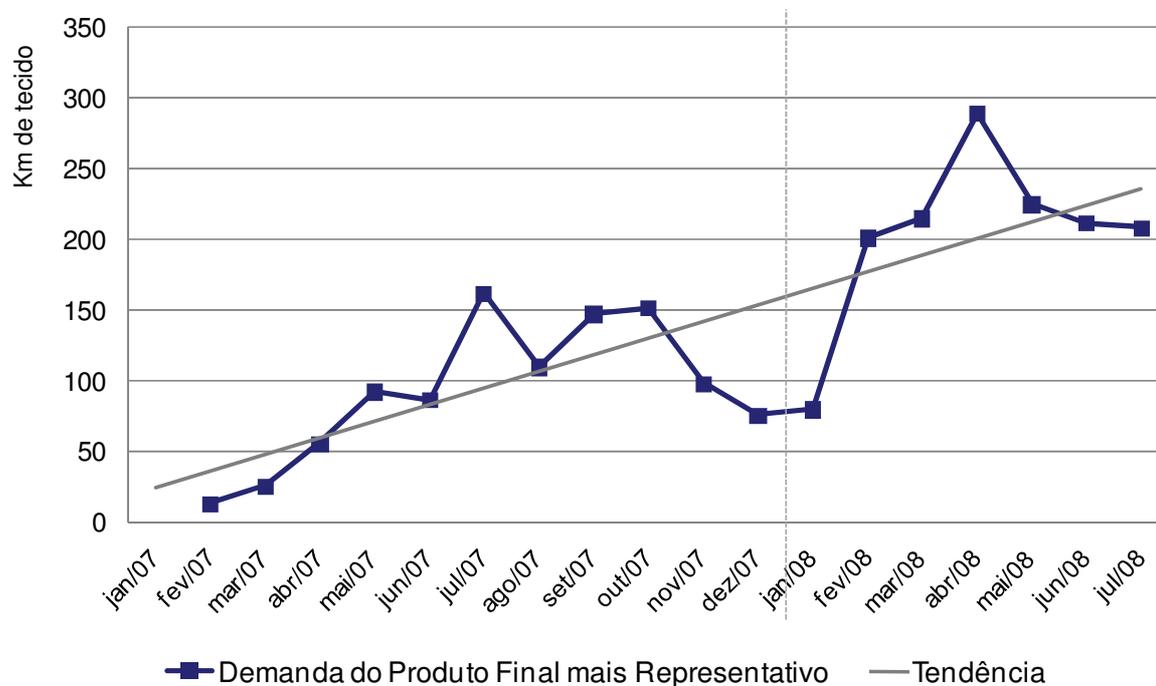
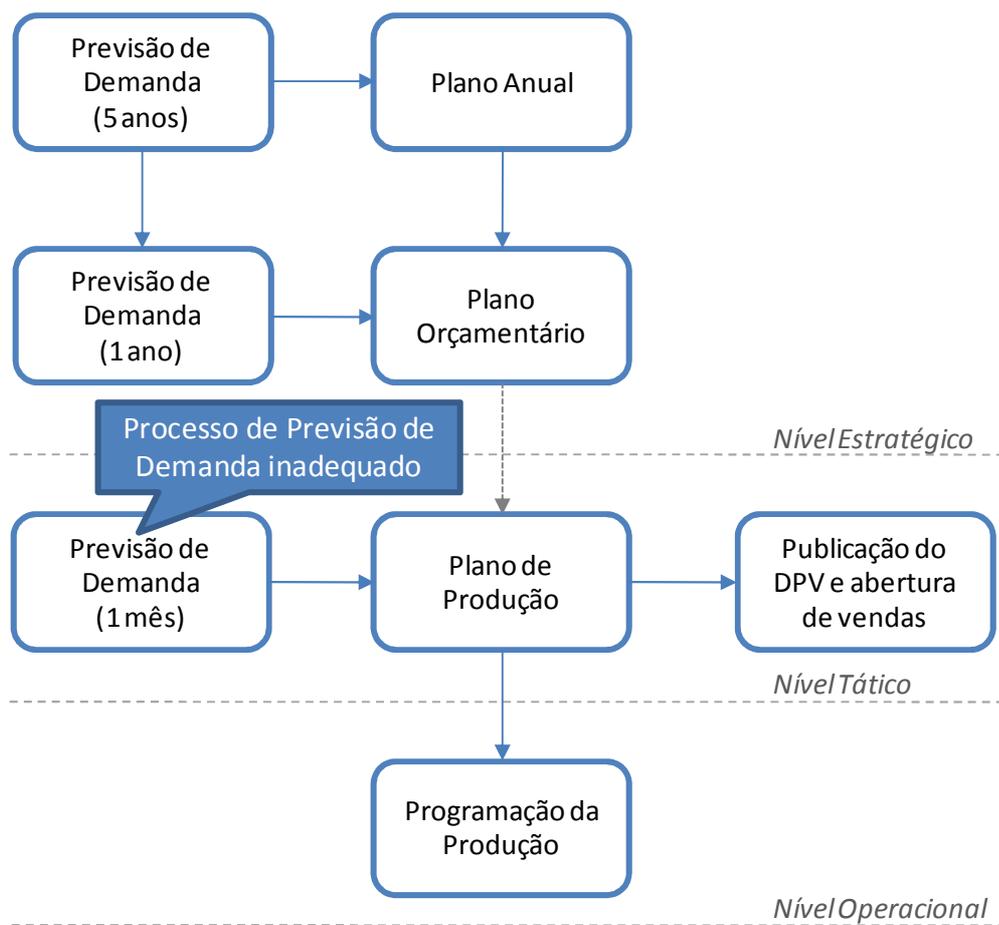


Figura 3.18 – Componente de tendência e sazonalidade na demanda de um produto final

### 3.6. Diagnóstico

De acordo com a análise elaborada nesse capítulo, conclui-se que o problema principal da empresa é o desalinhamento entre produção e vendas. A empresa produz o mix de produtos errado, que impacta em perda de clientes e geração de estoques excedentes. Como impacto do problema observado, destaca-se o não atendimento médio de 24% da demanda e o estoque de 504 km de tecidos obsoletos, que representa 28% do total de estoque de denim.

A causa raiz desse problema é a falta de um processo eficiente de previsão de demanda para suportar o plano de produção. A Figura 3.19 localiza o problema dentro da hierarquia atual de planejamento da produção.



**Figura 3.19 – Processo Tático de Planejamento atual**

## 4. Proposta de Processo de Previsão da Demanda

Nesse capítulo é desenvolvida a solução para o problema de previsão de demanda, com base na análise da empresa (Capítulo 3) e referências bibliográficas (Capítulo 2). Ressalta-se a preocupação de tornar essa solução aderente com as necessidades da empresa e com suas limitações organizacionais para que seja viável sua implementação.

### 4.1. Concepção da Solução

Essa seção consolida os requisitos do processo de previsão de demanda, que de maneira geral foram apresentados ao longo das análises do capítulo 3. O objetivo desse processo é permitir que Plano de Produção esteja alinhado com as necessidades do mercado. A seguir são apresentados os parâmetros que o modelo de previsão deve atender.

- Horizonte de previsão de 3 meses. Esse período foi escolhido, pois é ligeiramente maior que o lead time de compras e fabricação, aproximadamente 2 meses. Além disso, a previsão deve permitir que o plano de produção antecipe a produção nos períodos de baixa demanda, para atender à estratégia de produção constante, e até mesmo para se adequar às exigências de lote mínimo de produção. Para permitir essa flexibilidade no planejamento da produção é necessário pelo menos um mês a mais de previsão, totalizando assim um horizonte de 3 meses.

Mês corrente	Horizonte de Planejamento								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	-----	F	C	A					
P2		-----	F	C	A				
P3			-----	F	C	A			
P4				-----	F	C	A		
P5					-----	F	C	A	
P6						-----	F	C	A

**Legenda**

----- Período Congelado

F Fabricação

C Compra

A Antecipação

Figura 4.1 – Requisitos para o Horizonte de Previsão

A figura 4.1 ilustra o horizonte de previsão e as ações que devem ser tomadas em cada período com essas previsões. Por exemplo, no mês M1, deve-se planejar a demanda para os próximos três períodos: M2, M3 e M4. A previsão para M2 deve ser utilizada para a fabricação dos produtos, a previsão para M3 tem a utilidade de planejar as compras e a previsão de M4 tem a finalidade de preencher capacidades ociosas e lotes

mínimos de produção.

- Nível de agregação do produto: família. Identificou-se que o plano da produção era elaborado para o produto final sem nenhum tipo de agrupamento. Esse nível de detalhamento da previsão se mostra desnecessário para o tipo de decisão a ser tomada. Porém, o agrupamento em famílias não deve ser o atualmente utilizado pela empresa, pois como já discutido na seção 3.5 o agrupamento é inadequado. Dessa forma, propõe-se um novo agrupamento, que respeite as seguintes diretrizes: mesma sazonalidade, consumo similar de recursos produtivos e pequenas variações de volume dentro dos produtos de uma mesma família. Assim, propõe-se agrupar os produtos antes da etapa de acabamento. Esse agrupamento além de respeitar as diretrizes definidas ainda possibilita que se adie a tomada de decisão referente ao acabamento, minimizando dessa forma os erros.
- Divisão dos produtos em grupos de previsão. Para melhor organização, as famílias devem ser divididas em grupos para que sejam analisadas de maneira sistemática por um conjunto de técnicas de previsão adequado ao grupo. Por exemplo, o grupo de lançamento não pode ser analisado por um modelo quantitativo por insuficiência de dados históricos, deve então possuir um conjunto de técnicas que se adéque às suas características. Os grupos também têm a finalidade de dar prioridade às diferentes famílias, que deve orientar os esforços de previsão.
- Previsão da demanda temporal. O modelo se limitará a prever o volume de artigos no tempo, não desdobrando o volume no espaço, pois como foi analisado no capítulo 3 a demanda espacial é determinística devido à política de produzir cada artigo em uma única fábrica. É importante ressaltar que caso essa política seja alterada o sistema de previsão deve ser revisado para acompanhar essa mudança, exigindo assim um aumento de complexidade no sistema.
- Demanda com componente de tendência. A análise exploratória dos dados permitiu a identificação de tendência nas curvas de demanda, vide seção 3.5. Assim, o modelo de previsão deve considerar que a demanda é composta pela componente de tendência, sendo esse componente um reflexo das tendências de mercado e da moda.
- Demanda com componente de sazonalidade multiplicativa. A análise exploratória também identificou sazonalidade multiplicativa com ciclos anuais. Assim, o modelo também deve considerar que a demanda é composta pela componente de sazonalidade,

---

essa componente reflete a sazonalidade do produto com as estações do ano e com as características do varejo de cada mês, como proximidade com Natal ou dia das mães.

- Séries históricas. O processo deve-se utilizar de modelos quantitativos de previsão para que as informações disponíveis nos dados históricos de demanda sejam decodificadas para utilização na previsão. Assume-se que em parte o padrão de demanda no passado se reproduzirá no futuro, salvo alguma mudança de tendência. Assim deve-se utilizar algum modelo de série histórica para auxiliar a previsão de demanda, uma vez que, não existem dados disponíveis para criar um modelo quantitativo de explicação causal.
- Informações qualitativas devem ser analisadas de forma sistemática. O modelo deve incorporar as informações qualitativas como a percepção de uma mudança de tendência da moda, para enriquecer a previsão de demanda, e se antecipar as rupturas de padrão na formação de demanda que o modelo quantitativo não é capaz de identificar.
- Simplicidade do modelo. O processo proposto deve ser capaz de se adaptar a estrutura organizacional da empresa, ter baixo custo de mudança, e não deve exigir a contratação de funcionários especializados. Assim o modelo deve aproveitar os conhecimentos existentes na empresa para a melhoria da previsão. Além disso, o modelo quantitativo deve ser simples para que os usuários do modelo compreendam suas premissas e confiem e utilizem os valores previstos.

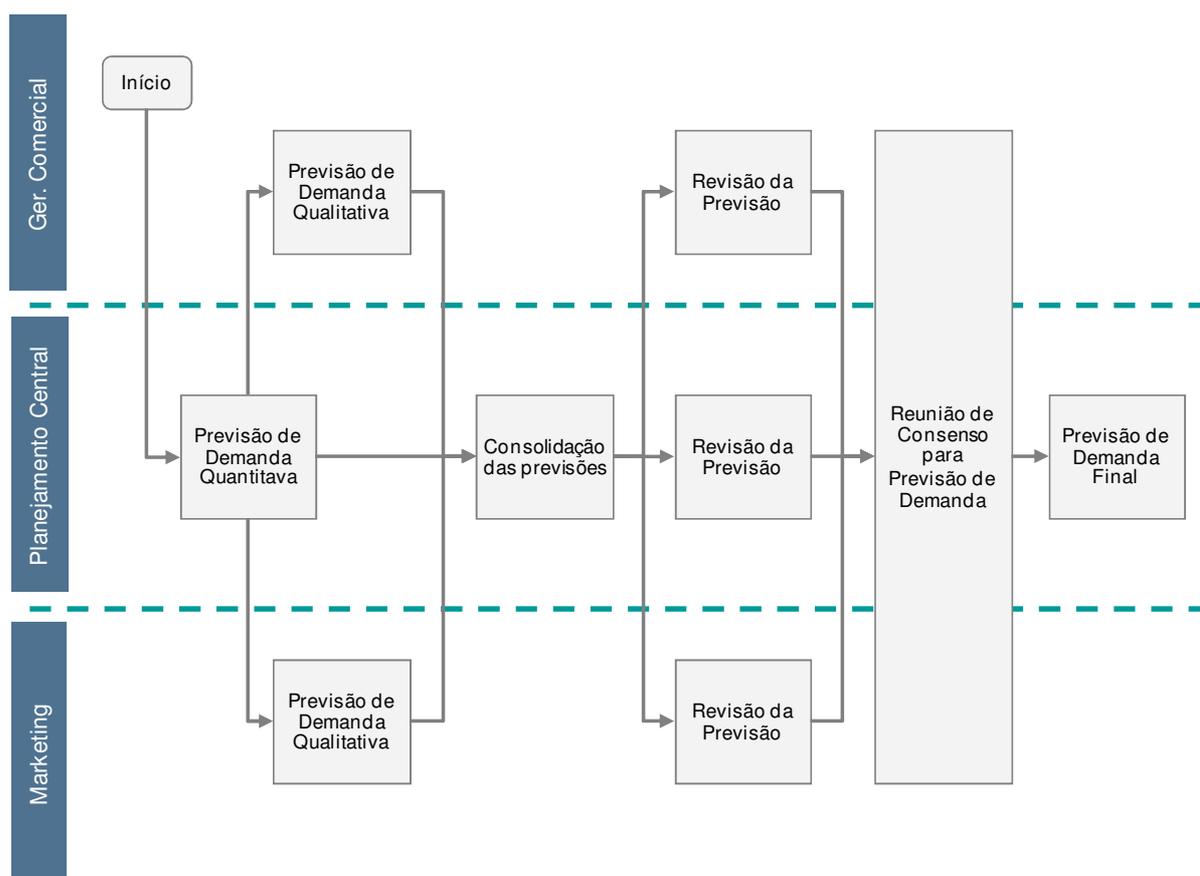
Esses requisitos podem ser aplicados na estrutura atual de Planejamento da Produção, porém recomenda-se que sejam aplicados na nova estrutura de Planejamento da Produção, proposta na seção 3.2. Isso porque a mudança estrutural do planejamento possibilitará que a previsão além de adequar os volumes de fabricação as necessidades do mercado, possibilite uma maior integração do planejamento, permitindo assim um alinhamento estratégico do planejamento e uma adequação das compras de suprimentos.

#### **4.2. Processo de Previsão de Demanda proposto**

Nessa seção é apresentado o fluxo do processo de previsão de demanda de modo abrangente. Para a elaboração do processo considerou-se especialmente os parâmetros levantados na seção anterior e os fatores críticos de sucesso do S&OP definidos por Lapede (2004). Nas próximas seções serão aprofundadas as atividades de cada uma das macro etapas do processo.

Uma mistura de técnicas quantitativas com senso comum é sempre necessária se a previsão deve ser precisa, compreensível, e usada pelos tomadores de decisão (HANKE; REITSCH, 1998). Assim, o processo de previsão de demanda elaborado utiliza-se de modelos quantitativos e qualitativos para formação da previsão de demanda final, que atuam de forma complementar. Com essa combinação, é possível utilizar as informações referentes aos padrões históricos, sem, porém, ignorar os eventos futuros que impactarão na demanda. O processo busca explorar as informações disponíveis na empresa para formar uma previsão mais consistente.

O objetivo desse processo é fornecer uma previsão de demanda mais precisa para que se possa realizar um melhor Plano de Produção. Por esse motivo o horizonte de previsão definido é de 3 meses e o ciclo de replanejamento de 1 mês, as previsões serão detalhadas em meses. O nível de agregação escolhido foi o de artigos antes do acabamento, aqui tratados como famílias.



**Figura 4.2 – Novo processo de previsão de demanda**

A Figura 4.2 ilustra o processo de previsão de demanda proposto. Fazendo um paralelo com o processo antigo, representado na Figura 3.15, nota-se que a grande mudança foi à inclusão de dois participantes do processo, Planejamento Central e Marketing. Assim a

---

previsão deixa de ter uma visão única e parcial e explora as diferenças entre as múltiplas visões da empresa. Através de discussões apoiadas em fatos, melhora-se a previsão e reduzem-se as distorções geradas por interesses particulares de cada área.

O processo tem início com a elaboração da previsão de demanda por um método quantitativo, que será responsabilidade da área de Planejamento Central. Os resultados dessa previsão são disponibilizados para as áreas de Marketing e Comercial. Além dos volumes de demanda previstos, disponibiliza-se a decomposição dessa previsão nas componentes nível, tendência e sazonalidade com objetivo de explicar o comportamento histórico da demanda. Também são fornecidos indicadores que representam o erro esperado da previsão<sup>5</sup>, para que se possa avaliar a confiabilidade da previsão fornecida.

Com posse dessas informações, torna-se possível que as previsões de Marketing e Comercial sejam mais fundamentadas e tenham menor viés. As duas áreas elaboram então suas previsões paralela e independentemente, através de métodos qualitativos. Os métodos qualitativos prescritos para cada área buscam aproveitar o conhecimento tático contido nas pessoas e organizar as informações disponíveis de maneira que possam ser aproveitadas na formação da previsão.

As previsões de Marketing e Comercial são enviadas para a área de Planejamento Central, que consolida as informações e as envia para que as áreas reavaliem suas previsões. O objetivo dessa etapa é que através das informações disponibilizadas pelas outras áreas as previsões sejam reavaliadas e melhoradas, com foco principalmente nos pontos de discrepância. A revisão das previsões é uma preparação para a reunião de consenso. Pois o estudo prévio dos pontos de discordância permite discussões mais embasadas, rápidas e eficazes.

Por fim, a última etapa é uma reunião de consenso, na qual as três áreas envolvidas devem participar. Essa reunião deve ser estruturada em duas etapas. Na primeira, discute-se a previsão sem a influência das ações internas da empresa. Na segunda etapa, compara-se a previsão com os objetivos e expectativas da organização, selecionam-se então as famílias que estão abaixo das expectativas e discutem-se planos de ação para alterar a demanda das famílias selecionadas, como campanhas de marketing, redefinição de preços, promoções, realização de eventos, entre outros. São então decididos quais planos serão implementados e estima-se o impacto dessas ações na previsão de demanda. Obtêm-se então os números finais

---

<sup>5</sup> Erro esperado da previsão: erro obtido nos testes do modelo na fase de previsão

do potencial de vendas irrestrita da empresa.

O cronograma das atividades descritas é apresentado na Figura 4.1. É fundamental que esse cronograma seja cumprido rigidamente, para não atrasar as atividades de planejamento da produção. A previsão de demanda, de acordo com esse cronograma, deve ser iniciada com 10 dias úteis de antecedência para o próximo mês. Por exemplo, a previsão do mês de agosto/08 deve ser iniciada no dia 18 de julho, e deve prever os meses de setembro, outubro e novembro.

**Tabela 4.1 – Cronograma do processo de previsão de demanda**

Atividades do Processo	Dias úteis para o próximo mês									
	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
Previsão Quantitativa -Planejamento	■	■	■	■						
Previsão Qualitativa – Comercial	■	■	■	■	■					
Previsão Qualitativa - Marketing					■					
Consolidação das 3 previsões						■				
Revisão da Previsão - Planejamento							■	■	■	
Revisão da Previsão – Comercial							■	■	■	
Revisão da Previsão – Marketing							■	■	■	
Reunião de Consenso – Previsão Final										■

Escolheu-se a área de Planejamento Central como responsável por conduzir o processo de previsão. Essa decisão é uma estratégia de envolver a área cliente da previsão no processo. Dessa forma, a área pode trazer um maior comprometimento dos envolvidos, afinal, as metas da área de planejamento estão diretamente relacionadas ao atendimento da demanda e ao controle de estoques. Desse modo, a área de Planejamento Central deve trazer um maior equilíbrio às decisões de consenso.

Além disso, existe a vantagem da área cliente compartilhar as hipóteses utilizadas na previsão e ter conhecimento da confiabilidade de cada número. Esse conhecimento pode ser utilizado posteriormente na elaboração do plano de produção. Por exemplo, no caso da previsão de uma família gerar grandes divergências entre as previsões das três áreas, sabe-se que a incerteza dessa previsão é grande. Dessa forma quando houver restrições produtivas pode-se optar por priorizar as previsões de maior confiabilidade para o atendimento do plano.

Por não existir uma área específica para o planejamento da previsão, optou-se que a previsão quantitativa fosse de responsabilidade da área de planejamento. Primeiramente, para

que a área pudesse participar ativamente do processo de previsão e não somente de sua condução. Em segundo lugar, pois é a área que possui o perfil mais analítico da empresa, necessário para realizar as análises.

Por fim, levantam-se os fatores críticos para o sucesso do processo de previsão de demanda.

- Cumprimento do cronograma estabelecido;
- Decisão de consenso ser baseada em fatos concretos;
- Comprometimento dos envolvidos;
- Preparação prévia a reunião (revisão das previsões discrepantes)
- Fidelidade ao roteiro da reunião;
- Monitoramento de erros de previsão em etapas finais e intermediárias e retorno aos responsáveis pelas previsões (para que a causa do erro seja buscada e assim a previsão melhorada conforme a experiência dos envolvidos e além de ser uma forma de manter o comprometimento das pessoas com o processo de previsão).

### **4.3. Grupos de previsão**

Essa seção aborda o conceito de grupos de previsão de demanda. Apresentam-se os grupos de previsão propostos e o conjunto de técnicas de previsão que cada grupo deve utilizar. Também é discutida a prioridade que deve ser dedicada a cada grupo.

Os grupos de previsão são categorias que reúnem conjuntos de famílias de características similares quanto ao estágio de vida que se encontram e volume de produção. Por esse motivo, cada uma das categorias deve receber um tratamento de previsão específico.

Os grupos de previsão propostos são:

- Lançamento: são produtos que possuem menos de 12 meses de venda, e por isso não possuem histórico suficiente para que seja feita uma previsão de vendas quantitativa. Em geral são produtos de baixa venda, mas com tendência de rápido crescimento e por isso são muito importantes para a empresa. Além da previsão de vendas para os três períodos futuros deve-se prever o momento de estabilização das vendas, ou seja, o ponto de inflexão no qual a tendência é reduzida. Esse ponto de inflexão deve ser previsto por Marketing, devido aos conhecimentos de mercado que possui.
- Saindo de linha: são produtos que devem sair de linha em no máximo 6 meses e por

---

isso devem ter sua demanda reduzida drasticamente após ser tirado de coleção. Essa redução pode ser explicada pelo movimento gerado por essa ação, pois quando o produto sai de coleção a empresa descontinua a sua produção e não garante o seu fornecimento no futuro, assim os clientes incertos sobre o seu atendimento retiram o produto de suas coleções. Em geral esses produtos apresentam tendência de queda nas vendas, mas pode haver outros motivos pelos quais se deseja retirar um produto de linha como: substituição do produto por outro mais moderno ou de menor custo ou ainda impossibilidade técnica de continuar a fabricação do produto. A importância de tratar esse grupo separadamente é que se deve prever o momento em que os produtos sairão de linha para que seus estoques atinjam volumes mínimos nessa data. E assim os custos de degradação do estoque sejam reduzidos.

- Famílias “A”: são produtos que ocupam grande parte da capacidade de produção. Para classificá-los constrói-se uma curva ABC das famílias mais demandadas, nos últimos 3 meses (volume de demanda), classificam-se os produtos “A” como correspondentes a 80% da produção. Após essa classificação eliminam-se os produtos que tenham sido definidos previamente como lançamento ou saindo de linha. Os restantes são os produtos que pertencem ao grupo “A”. São produtos com alto volume de vendas e de muita importância para a geração de caixa da empresa. É o grupo que dispõe de mais informações para previsão e em geral tem regularidade do comportamento da demanda.
- Famílias “B”: a classificação desses produtos ocorre de maneira semelhante aos produtos do grupo “A”, ou seja, classifica-se os produtos “B” pela curva ABC (produtos que representam os próximos 15% do volume demandado), e em seguida excluem-se os produtos classificados como “lançamento” e “saindo de linha”. São produtos de média importância para a empresa.
- Famílias “C”: são produtos de baixos níveis de demanda e muitas vezes de demanda intermitente. Também são classificados da mesma maneira que os grupos “A” e “B”. São produtos de baixa importância para o planejamento da produção e extremamente difíceis de prever.

De acordo com Chambers (1971) estágios de vida diferentes requerem técnicas de previsão diferentes, assim para cada grupo de previsão é proposto um portfolio de técnicas de previsão adequados com seu ciclo de vida e característica da demanda (regular ou irregular).

- 
- Lançamento: são famílias nos estágios de vida iniciais (introdução ou rápido crescimento) e devido à insuficiência de dados a previsão nesse grupo é feita por técnicas qualitativas de previsão elaboradas pela área de marketing e pela área comercial. A área de marketing fará a previsão baseado no seu conhecimento de produtos e tendências, já a área comercial baseará sua previsão na sua percepção de aceitação pelo cliente.
  - Saindo de linha: são em geral famílias na fase de declínio. As famílias que saírem de linha também não devem utilizar-se de métodos quantitativos de previsão, pois nesse caso o padrão de demanda do passado pode não corresponder ao padrão futuro. A previsão desse grupo será muito afetada por decisões internas, por exemplo, pode-se redirecionar intencionalmente a demanda de famílias “saindo de linha” para outras famílias, reduzindo de maneira artificial essa demanda. A previsão dessas famílias deve ser feita pela área comercial e pela área de marketing, que também definirão o “plano de retirada de coleção”. Esse plano deverá conter a demanda definida como ideal para descontinuar a produção no tempo desejado. Assim, o plano também inclui as ações que devem ser realizadas para influenciar a demanda, como por exemplo, apresentação de produtos similares aos principais clientes. Um ponto fundamental é definir quais as famílias que devem ser incluídas ao grupo. Essa previsão definição é de responsabilidade de Marketing.
  - Famílias “A”: são em geral famílias na fase de maturidade e devido à disponibilidade de dados é possível e recomendável o uso de técnicas quantitativas para a previsão dos produtos “A”. Porém as técnicas qualitativas não devem ser dispensadas. Sendo nesse caso utilizado o método de previsão quantitativa e qualitativa de marketing e comercial.
  - Famílias “B”: semelhante ao grupo de produtos “A”, as famílias “B” devem receber o mesmo tipo de tratamento de previsão.
  - Famílias “C”: são famílias no estágio de maturidade ou declínio, devido às baixas vendas sua demanda é irregular e até intermitente, sendo de difícil previsão por modelos de séries temporais. Assim, para o modelo quantitativo ser aplicado às famílias devem ser agregadas. Porém a previsão comercial deve ser detalhada por famílias e deve servir de parâmetro para a desagregação da previsão quantitativa. Nesse caso a participação da área de marketing resume-se a definir quais famílias sairão de linha.

Os grupos devem ser tratados com prioridades diferentes, sendo que o maior esforço deve ser gasto com o grupo de Famílias “A”, pois representam pouco menos que 70% do volume total de vendas, em seguida, deve-se priorizar os lançamentos, pois representam o portfólio futuro da empresa, por fim, deve-se dedicar aos produtos “B”, já os produtos “C” devem consumir um esforço mínimo.

Para esclarecer dúvidas restantes sobre a divisão dos grupos será aplicada a classificação de produtos para o mês de julho de 2008. Após a divisão feita pela curva ABC e definições de marketing obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2 – Divisão das famílias em grupos de previsão**

Família	Demanda 3meses – em metros	%	% Acum	ABC	Grupo de Previsão
Fam1	1.230.670	11%	11%	A	Famílias "A"
Fam2	1.230.308	11%	22%	A	Famílias "A"
Fam3	1.089.429	10%	32%	A	Famílias "A"
Fam4	848.840	8%	39%	A	Famílias "A"
Fam5	742.896	7%	46%	A	Famílias "A"
...	...	...	...	...	...
Fam17	170.865	2%	80%	A	Famílias "A"
Fam18	161.171	1%	81%	B	Lançamento
Fam19	158.451	1%	82%	B	Saindo de linha
Fam20	126.211	1%	84%	B	Famílias "B"
Fam21	116.615	1%	85%	B	Famílias "B"
Fam22	106.587	1%	86%	B	Famílias "B"
...	...	...	...	...	...
Fam35	61.993	1%	95%	B	Famílias "B"
Fam36	59.656	1%	95%	C	Lançamento
Fam37	59.432	1%	96%	C	Famílias "C"
Fam38	57.337	1%	96%	C	Famílias "C"
Fam39	55.663	0%	97%	C	Famílias "C"
Fam40	54.221	0%	97%	C	Saindo de linha
...	...	...	...	...	...
Fam60	306	0%	100%	C	Saindo de linha

A Tabela 4.3 consolida os resultados obtidos na classificação dos grupos.

**Tabela 4.3 – Resultado da divisão grupos de produtos em jul/2008**

Grupo de Previsão	Quantidade de Famílias	Demanda 3 meses – em metros	% Demanda
Lançamentos	15	1.252.940	11%
Saindo de Linha	9	367.668	3%
Produtos “A”	15	8.507.851	76%
Produtos “B”	9	822.184	7%
Produtos “C”	12	281.884	3%

## 4.4. Modelo Quantitativo

O modelo quantitativo busca dar auxílio às previsões qualitativas, através do melhor entendimento da demanda, porém não deve ser utilizado separadamente para a decisão da previsão de demanda, devido às características particulares do produto a ser previsto, tratadas no Capítulo 4.5. Como já visto, essa ferramenta deve ser aplicada apenas nos grupos “A”, “B” e nos produtos “C” agregados.

### 4.4.1. Levantamento de dados

Para a simulação do modelo quantitativo foi utilizado dados históricos retirados do ERP da empresa. Os dados utilizados são referentes ao período de janeiro de 2006 até julho de 2008. Trabalhar com um período maior não teria utilidade, pois o ciclo de vida médio de um produto como já analisado no capítulo 3 é curto (cerca de um ano e meio), assim grande parte dos produtos analisados teve início das vendas depois de janeiro de 2006. Essa é uma característica da demanda de tecidos para o mercado da moda e por isso o sistema de previsão deve adaptar-se ao requisito de poucos dados. Por esse motivo optou-se aplicar técnicas quantitativas a partir de 12 meses, apesar da literatura recomendar que seja utilizado no mínimo 2 ciclos de sazonalidade completos, ou seja, no caso 24 meses.

Outro problema nos dados é que a empresa passou a contabilizar o não atendimento recentemente. Assim no período entre janeiro de 2006 a dezembro de 2006, a demanda será aproximada pela venda, devido à inexistência de dados melhores, enquanto que o período de janeiro de 2007 a julho de 2008 a venda será corrigida pelo não atendimento para chegar-se a demanda. Acredita-se que os dados não tratados do início da série temporal prejudicam a análise, porém ela continua válida.

**Tabela 4.4 – Tratamento de dados para previsão (Adaptado de Santoro, 2007)**

Problema	Efeito	Tratamento
Falta de produtos	Vendas não representam a demanda	Correção das quantidades vendidas com a avaliação de faltas
Ações comerciais e de marketing	Possíveis alterações e antecipações da demanda	Correções considerando elasticidade de preços e efeito da propaganda
Estoques entre empresa e consumidor final	Perturbações na demanda	Contato com os clientes para melhorar a previsão
Ações dos concorrentes	Possíveis, antecipações, postergações, alterações de demanda	Acompanhamento da demanda do mercado e da empresa

Para os próximos meses recomenda-se o tratamento de dados seja uma etapa do

processo quantitativo e que seja realizado sistematicamente de acordo com as recomendações da Tabela 4.4.

Dessa forma, com a melhor qualidade dos dados de entrada e melhor conhecimento sobre os eventos que incidem sobre a demanda o modelo obterá melhores resultados com o passar do tempo.

#### 4.4.2. Escolha do modelo

Devido à disponibilidade de poucos dados históricos apenas é possível trabalhar com modelos de séries temporais, pois os modelos explicativos exigem muitos dados para obterem-se bons resultados. Somando-se ao requisito que o modelo seja simples e considere que a demanda é influenciada pelas componentes de tendência e sazonalidade multiplicativa foram pré-selecionadas duas técnicas de previsão para avaliação: o modelo de Suavização com três parâmetros (Holt Winter's) e o de Decomposição multiplicativa.

Foram então realizados testes preliminares de aderência, no software Minitab, das três famílias de maior volume com o objetivo de escolher o modelo mais adequado para o problema. Os testes realizados não chegaram à unanimidade de um melhor modelo.

As análises e resultados completos do testes são encontrados no Anexo I. Na Figura 4.3 podem-se comparar os modelos para a família de maior relevância. Pelo resultado dos testes, conclui-se que os dois modelos são adequados para a previsão na situação analisada. Porém a diferença observada nos testes não é significativa para a escolha do melhor modelo, principalmente considerando as limitações do teste. O problema de se adotar um único modelo é que esse modelo pode não ser o melhor para todas as famílias.

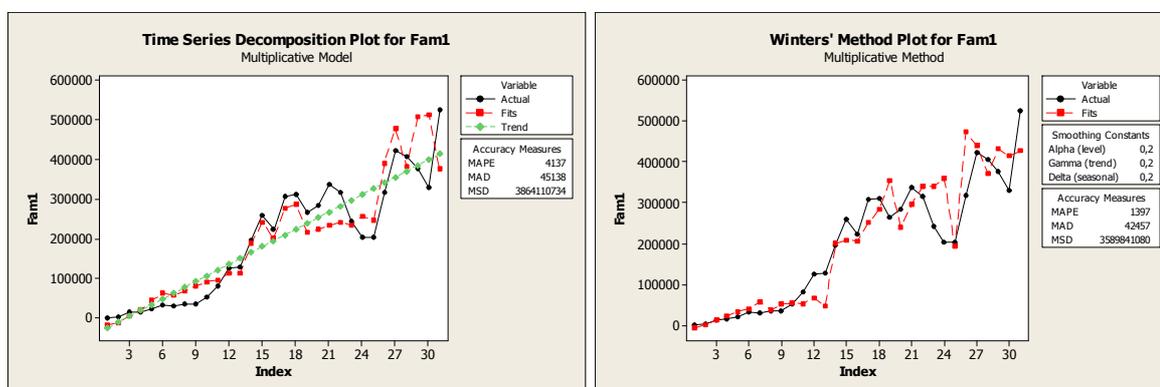


Figura 4.3 – Comparação entre os modelos de Suavização Exponencial e Decomposição para a família mais representativa

Por esses motivos optou-se então por não escolher uma única técnica de previsão quantitativa e sim um portfólio de métodos, para que em cada previsão seja aplicado o método

que melhor se adequar a família e ao período. Esse procedimento está de acordo com as recomendações de Makridakis (1983). Assim, como portfólio de métodos escolheu-se o modelo de decomposição e suavização, pois se mostraram adequados nos testes.

Após a simulação das famílias nos dois modelos, seleciona-se o método que apresentar o menor indicador de erro MAD na média dos períodos, caso a diferença entre os modelos seja pequena (menor que 5%), seleciona-se o modelo que possuir o menor indicador MAD no período de 3 meses (Prev1,2,3). O indicador MAD foi escolhido, pois é amplamente recomendado pela literatura nesse tipo de decisão.

Espera-se que o processo de escolha do modelo melhore conforme o passar do tempo, devido ao acúmulo de dados e melhoria da qualidade dos dados.

#### 4.4.3. Aplicação do modelo quantitativo

Devido à grande quantidade de produtos, torna-se inviável apresentar testes com todos. Assim optou-se por cobrir um número mais limitado de famílias, para que possa ser dar maior profundidade as análises. Diferente do usual, os testes não serão feitos apenas para os produtos “A”, pois os grupos de previsão possuem diferentes graus de regularidade de demanda, sendo o grupo “A” o de demanda mais regular e o grupo “C” o mais irregular. Apesar do baixo volume, é importante obter-se uma previsão razoável para os grupos “B” e “C”, pois esses produtos são os que mais correm risco de sair de coleção. Desse modo, é importante não gerar estoques excedentes desses produtos. Por esse motivo, faz-se necessário avaliar a validade do modelo para as três classes. Segundo o planejamento apresentado na Tabela 4.5, os testes cobrirão 72% dos produtos passíveis de análise quantitativa (grupo “A”, “B” e “C”).

**Tabela 4.5 – Planejamento de Famílias a serem testadas**

Grupo de Previsão	Quantidade de Famílias	% da Demanda	Famílias testadas	% da Demanda Testada
Famílias “A”	15	76%	7	56%
Famílias “B”	9	7%	3	3%
Famílias “C”	12	3%	Total	3%
	<b>36</b>	<b>86%</b>	<b>11</b>	<b>62%</b>

A aplicação do modelo consiste em três etapas: testes, seleção do melhor modelo e previsão. Na primeira, aplicam-se os modelos de decomposição (logarítmica, linear e polinomial) e Holt Winter’s a cada família. O objetivo dessa etapa é testar a validade do

modelo para a previsão com horizonte de 3 meses. Na segunda etapa, comparam-se os erros obtidos nas previsões de cada modelo para selecionar o melhor modelo para cada família. Por fim, aplica-se o modelo selecionado para prever os meses futuros.

Para a aplicação do modelo, foi desenvolvida uma ferramenta em planilha Excel, com otimização das constantes de suavização por meio do software Solver, em programação não linear. A vantagem do uso do Excel é a possibilidade de testar cenários diferentes da solução ótima, auxiliando nas previsões de Marketing e comercial. Além disso, o programa Excel é muito usado em todas as atividades de planejamento da empresa, facilitando assim o treinamento para o uso da ferramenta desenvolvida. Foi elaborada uma planilha para cada família testada, com objetivo de auxiliar as três etapas de aplicação do modelo.

### **Modelo de decomposição**

Para a fase de testes foi utilizado o conceito de horizonte móvel, devido à necessidade de testar a previsão com 3 meses de antecedência. Assim foram realizados 3 testes para cada modelo de decomposição e os erros foram agrupados por horizonte de previsão.

Para a determinação da componente de tendência utilizou-se curvas logarítmicas, lineares e polinomiais do segundo grau. A definição dos parâmetros das curvas foi feita através do método dos mínimos quadrados.

Posteriormente, foi rodada uma nova otimização no solver, tendo como parâmetros: a sazonalidade e a curva de tendência, com função objetivo de minimizar o erro quadrado dos períodos inicialização. Utilizou-se como restrição que a média da sazonalidade dos períodos do ciclo fosse um e que os coeficientes de sazonalidade fossem menores do que dois e maiores do que 0,40.

### **Modelo de Holt Winter's**

Utilizou-se o modelo Holt Winter's de sazonalidade multiplicativa, apresentado nas equações (2.7) (2.8) (2.9) e (2.10).

Para os testes do modelo Holt Winter's dividiu-se os dados em três períodos: inicialização, validação e previsão. Idealizou-se a divisão dessas fases como mostrado na Figura 4.4. Porém nem todas as famílias analisadas possuem séries de dados com mais de 24 ocorrências. Isso se explica, pois tais produtos foram lançados no decorrer do período de análise, são os casos da Fam3 (15 períodos), Fam5 (16 períodos), Fam7 (22 períodos). Para esses casos a análise ainda é válida, pois é possível ter uma inicialização adequada (12

períodos), porém a fase de ajuste do modelo será reduzida ou inexistente.



**Figura 4.4 – Divisão da série histórica em fases – série com mais de 27 períodos**

Na fase de inicialização, o modelo inicia seus valores, e comete grandes erros. Separou-se um intervalo de 12 meses para essa fase, apesar de Makridakis (1983) recomende pelo menos 2 ciclos completos, essa decisão foi tomada devido à restrição de dados para a série. A técnica de otimização foi escolhida para realizar a inicialização do modelo, pois é a mais adequada no caso de poucos dados, por ter capacidade de se adaptar mais rapidamente. Otimizou-se então os seguintes parâmetros: coeficientes de sazonalidade, nível e tendência, para minimizar o MSD da fase de inicialização. Como restrição para esses parâmetros adotou-se que a média dos coeficientes de sazonalidade iniciais fosse igual a um e as sazonalidades não fossem maior que 2,0 nem menos que 0,4.

Na fase de validação são determinados os coeficientes de suavização ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ) que também foram escolhidos pelo método de otimização. Apesar dos coeficientes poderem assumir valores entre 0 e 1, optou-se por restringir sua variação entre 0,01 e 0,40. Essa decisão foi tomada, pois apesar de eventualmente os valores extremos minimizarem os erros de ajustes, esses se mostram pouco eficientes na fase de previsão. Essa estratégia está alinhada com as recomendações da literatura, que recomenda uma faixa até menor de variação (0,01 e 0,30).

#### 4.4.4. Análise dos Resultados

Os resultados das famílias mais representativas de cada grupo são apresentados na Tabela 4.6, 4.7 e 4.8. Os modelos selecionados foram marcados de cinza para facilitar a visualização. Os resultados completos da análise podem ser visto no Anexo II.

**Tabela 4.6 – Resultados das simulações para a Fam1 – Grupo A**

grupo A - Fam1 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
Empresa	22%	101.577	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Decomposição Log	19%	75.530	17%	66.757	13%	65.275	8%	100.714	16%	69.187
Decomposição Lin	23%	88.859	28%	109.157	23%	92.867	16%	199.551	25%	96.961
Decomposição Pol	16%	60.810	24%	94.183	21%	92.371	8%	91.646	20%	82.455
Holt Winter's	54%	221.012	57%	225.302	67%	281.491	60%	727.805	60%	242.602

**Tabela 4.7 – Resultados das simulações para a Fam20 – Grupo B**

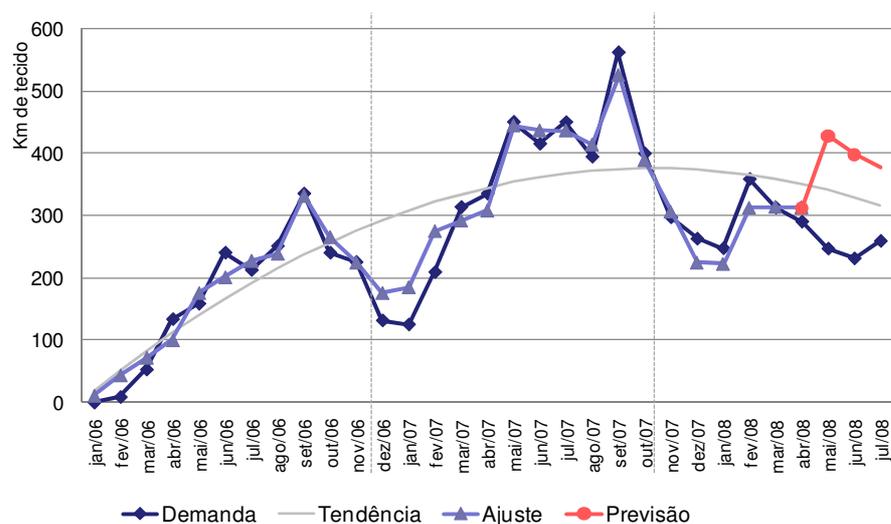
grupo B - Fam20 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
Empresa	19%	7.197	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Decomposição Log	47%	25.930	2%	797	75%	22.942	2%	2.191	41%	16.556
Decomposição Lin.	35%	19.337	30%	12.138	202%	61.759	43%	54.560	89%	31.078
Decomposição Pol.	34%	19.097	30%	12.010	205%	62.780	44%	55.693	90%	31.296
Holt Winter's	34%	18.781	12%	4.615	10%	3.030	9%	11.136	18%	8.809

**Tabela 4.8 – Resultados das simulações para o Total - Grupo C**

grupo C - Total Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
Empresa	27%	26.039	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Decomposição Log	8%	8.166	18%	16.330	28%	25.073	8%	21.373	18%	16.523
Decomposição Lin	14%	15.209	25%	20.280	39%	33.825	22%	64.275	26%	23.105
Decomposição Pol	22%	25.015	39%	32.935	56%	49.822	36%	107.772	39%	35.924
Holt Winter's	19%	21.167	30%	25.401	39%	34.807	26%	77.403	29%	27.125

Pode-se observar que na grande maioria dos casos o modelo quantitativo obtém resultados superiores a previsão feita atualmente pela empresa. Com exceção da Família 6 e da Família 20 todos os erros do modelo selecionado apresentaram resultados superiores ou muito próximos ao modelo da empresa. Essas exceções podem ser explicadas pelo fato da família 6 apresentar uma ruptura de padrão no comportamento da demanda, como é mostrado na Figura 4.5 e pela reduzida quantidade de dados na Família 20, série de 15 dados.

Assim, pode-se concluir que os modelos tem um grande potencial de melhorar a formação da previsão de demanda. Um problema para a comparação é que não existem dados para comparar com as previsões para 2 e 3 períodos de antecedência. Assim, só é possível compará-la com o primeiro período, que certamente apresenta menores erros. A possibilidade de prever 3 períodos de antecedência possui um grande potencial de melhoria para o planejamento.

**Figura 4.5 – Ruptura de padrão na demanda da Fam6 – Grupo A**

Também pode-se confirmar a hipótese levantada no início do capítulo, de que não existe um modelo superior único para todas as famílias. As famílias 1 (A), 2 (A), 20 (B) e o Total (C) tiveram maior sucesso com a aplicação do modelo de decomposição, já as famílias 3 (A), 4 (A), 5 (A), 7 (A) e 21 (B) obtiveram menores erros na aplicação do modelo de Holt Winter's.

Após analisados os erros e selecionados os modelos de cada família, foram feitas as previsões para os próximos 3 períodos. Os gráficos referentes a essas previsões são mostrados nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

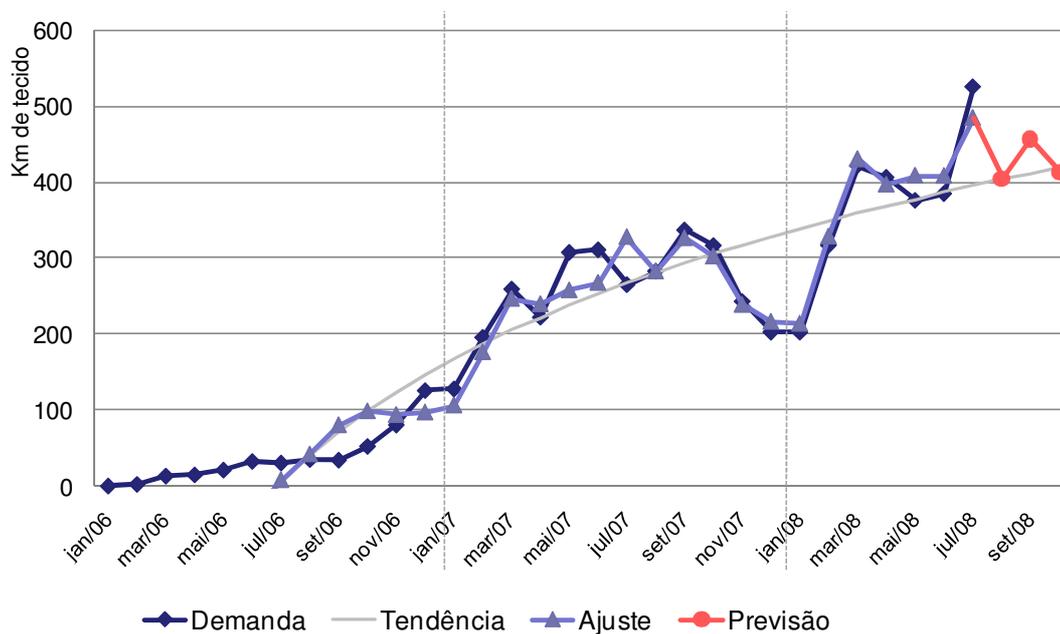


Figura 4.6 – Previsão pelo modelo de decomposição log. para Fam1 - grupo A

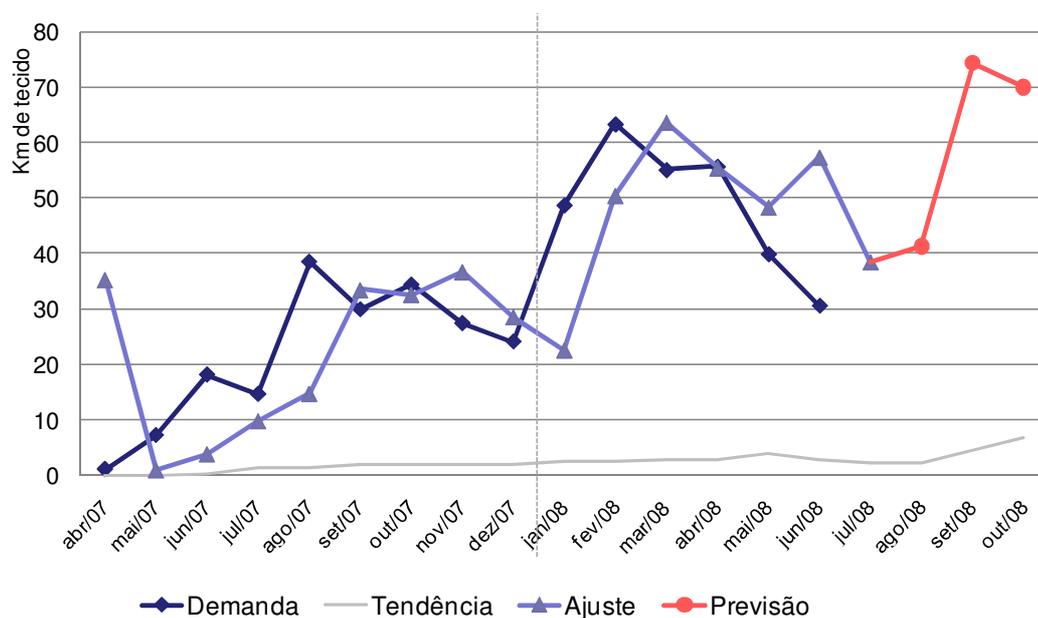


Figura 4.7 – Previsão pelo modelo de Holt Winter's para Fam20 - grupo B

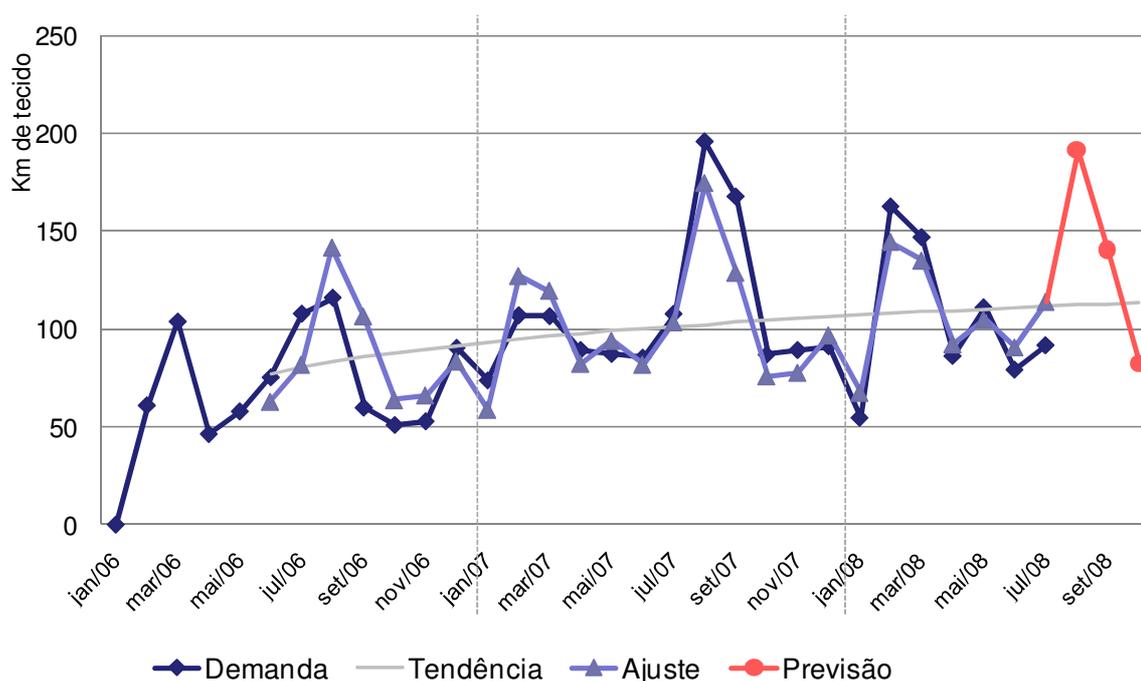


Figura 4.8 – Previsão pelo modelo de decomposição log. para Total - grupo C

#### 4.4.5. Informações para a divulgação

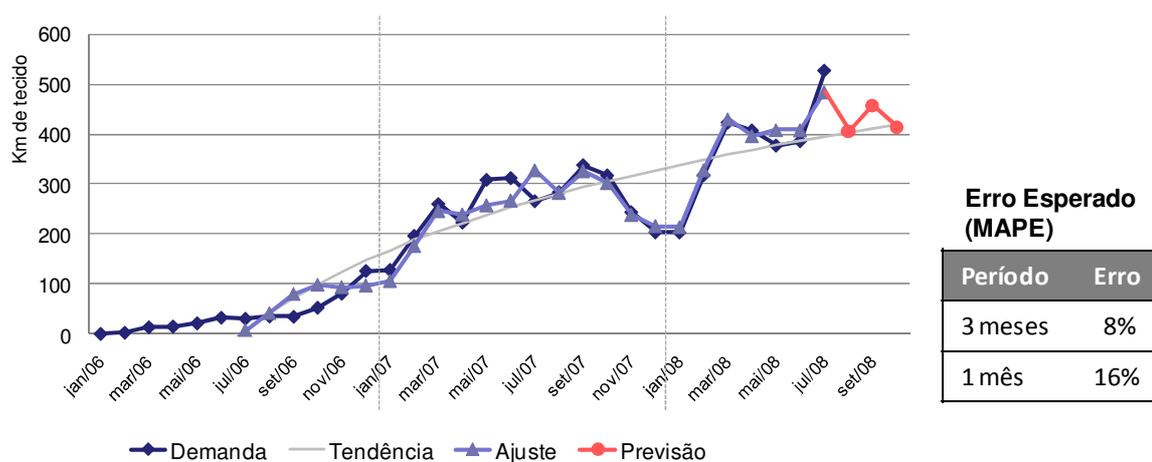
É preciso selecionar quais informações serão disponibilizadas da previsão quantitativa para a área de Marketing e Comercial a fim de que as áreas compreendam o comportamento da demanda, porém não se confundam com o excesso de informação. Dessa forma, selecionou-se o menor número de indicadores que cobrissem os seguintes aspectos: demanda provável, explicação do comportamento da demanda e erro associado à previsão. A decomposição da previsão é fundamental para auxiliar a compreensão das áreas de Marketing e Comercial sobre as características da demanda.

Assim, selecionaram-se os indicadores apresentados na Figura 4.7. O indicador escolhido foi o MAPE, pois é de fácil compreensão por ser apresentado em porcentagem. Os erros foram agrupados por período de previsão, pois a aplicação dos modelos mostrou não haver diferença significativa entre o primeiro, segundo e terceiro mês de previsão, o que possibilitou a redução de indicadores.

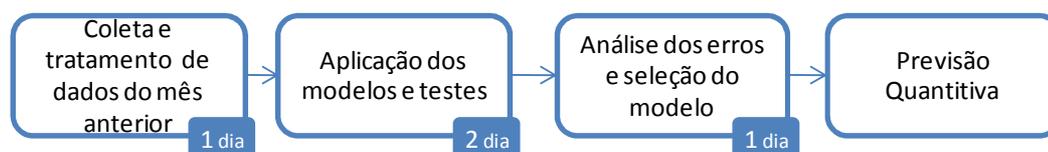
O relatório contendo essas informações é parte da planilha na qual é feita a aplicação do modelo. Dessa forma, não se perde tempo com a elaboração de relatórios. Além disso, as áreas clientes dessa informação podem utilizar a ferramenta Excel para fazer simulações de cenários alterando os parâmetros da previsão.

Artigo: **Fam1**Modelo: **Decomposição com tendência logarítmica****Previsão de Demanda**

Período	Nível	Tendência	Sazonalidade	Previsão	
Mai-08	358.101	4%	14.843	1,45	540.780
Jun-08	358.101	8%	29.685	1,36	526.526
Jul-08	358.101	12%	44.528	1,07	431.049

**Figura 4.9 – Relatório da previsão quantitativa que deve ser divulgada****4.4.6. Processo de Previsão Quantitativa**

A Figura 4.10 ilustra o processo de previsão quantitativa descrito ao longo dessa seção. Esse processo é essencial para o aproveitamento contínuo das informações novas e reavaliação constante do modelo mais adequado de previsão para cada família.

**Figura 4.10 – Processo de Previsão Quantitativa**

É importante ressaltar que na primeira etapa do processo, se alimentará o sistema com dados relativos à previsão de demanda do mês corrente, devido à necessidade de calcular a previsão antes do fechamento do mês. Por exemplo, a previsão para o plano de agosto/08 é feita no dia 18 julho/08, logo ainda não se tem a demanda totalizada do mês de julho e por isso alimenta-se o sistema com dados referentes à estimativa de demanda do mês. Porém assim que fecharem as vendas, deve-se substituir a previsão pela demanda real.

A fase de revisão da previsão quantitativa que ocorre após a comparação das previsões

das áreas comercial e marketing deve considerar se existem previsões melhores para a demanda do mês corrente e recalculas as previsões com os eventos cadastrados por marketing.

A aplicação contínua desse processo permitirá uma melhoria na qualidade das informações históricas devido ao adequado tratamento das mesmas e o monitoramento dos erros produzirá um banco de dados que possibilitará a melhor compreensão do comportamento da demanda. Assim, o acúmulo dessas informações permitirão previsões mais precisas no futuro.

## **4.5. Modelo Qualitativo**

### **4.5.1. Previsão Comercial**

Essa seção apresenta a metodologia prescrita para área Comercial. Esse processo deve ser aplicado para todas as famílias e tem como objetivo melhorar a previsão através do aproveitamento das informações dispersas na área comercial. Atualmente a área é a única responsável pelo processo de elaboração da previsão de demanda. Entende-se que é necessário que o modelo capte as informações que chegam aos representantes de venda. O modelo também deve utilizar a informação sobre a concentração de vendas nos grandes clientes. O modelo proposto também contempla as particularidades da empresa como estrutura organizacional da área comercial e a dispersão geográfica da força de vendas.

O processo de Previsão Comercial tem início com a previsão de vendas dos representantes comerciais. Nessa etapa, cada representante faz a previsão de quanto acha que irá vender nos próximos três meses. Nesse momento nenhuma informação é enviada ao vendedor, pois não se deseja que sua análise seja influenciada pelo modelo quantitativo. O vendedor deve fazer a previsão sobre o produto final, dividido em clientes atrativos, que possuem maior volume de compras, e clientes normais.

Para a elaboração dessa previsão os vendedores devem se utilizar de informações que tenham acesso. Essas informações qualitativas devem ser enviadas ao gerente regional e serão utilizadas para melhorar a compreensão sobre a demanda, posteriormente essas informações devem ser utilizadas para o tratamento de dados discutidos na seção 4.1. São descritos alguns exemplos desse tipo de informação.

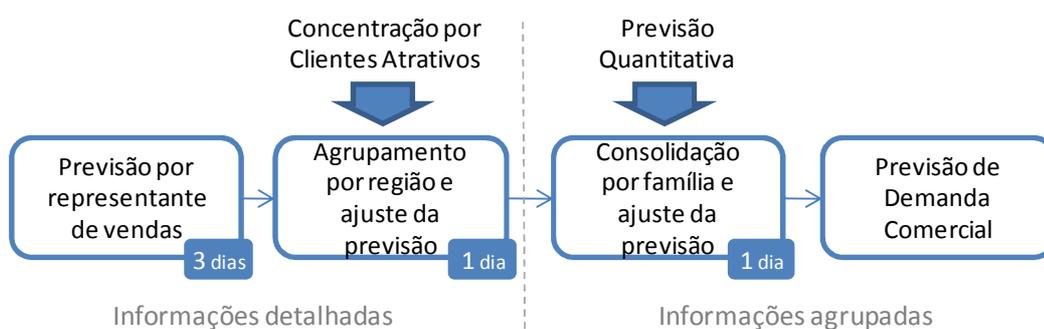
- O produto estar na coleção do cliente, o que implica numa regularidade de compra;
- Acumulo de estoque no cliente, que implica na defasagem da compra;
- Substituição de produtos, caso o cliente tenha substituído um produto por outro similar

da própria empresa, essa informação é importante para conhecer a dinâmica dos produtos;

- Troca do produto por concorrente, sempre que possível o motivo da troca deve ser identificado, como preço, prazos, qualidade, inovação, entre outros;
- Baixa aceitação do produto pelos consumidores finais, é importante conhecer a aceitação do produto da ponta da cadeia de suprimentos;
- Pedidos adiantados, implicam na antecipação da demanda e essa informação deve ser utilizada no próximo mês;

As informações providas dos representantes comerciais devem ser agrupadas pelo gerente comercial regional. Além da simples consolidação dos dados, o gerente regional deve avaliar quais dados estão faltando e estimá-los. Também deve analisar as distorções das previsões, como diferença entre volume para clientes atrativos e normais da previsão com a proporção de vendas históricas entre esses dois grupos de clientes.

A previsão de venda gerada pelo gerente regional deve ser agrupada em famílias para ser enviada ao gerente comercial Jeanswear que deve elaborar sua previsão agregada contemplando a previsão do gerente regional e a previsão quantitativa. Essa primeira etapa da previsão comercial é ilustrada na Figura 4.11.



**Figura 4.11 – Processo de Previsão Qualitativa Comercial**

Após o envio do relatório de divergência das previsões as previsões devem ser desagrupadas, através da proporção da previsão da força de vendas. Com posse então das previsões quantitativas, de marketing e da gerência, os representantes de venda devem então rever seus números, com ênfase nas previsões discrepantes.

Assim, novamente a previsão é tratada pelos gerentes regionais e pelo gerente comercial *Jeanswear*, seguindo o mesmo processo apresentado na Figura 4.11, com a única diferença da redução dos prazos, que é coerente com a redução do escopo da previsão. Na

etapa de revisão os representantes possuem dois dias para revisar seus números e os representantes regionais e comerciais devem revisar o número juntos em apenas um dia. Dessa forma é gerada a previsão final do comercial, que é levada para a reunião de consenso.

Sugere-se que seja feito um monitoramento comparativo dos erros iniciais da previsão de demanda realizada pelo vendedor, com o erro realizado pelo gerente comercial, de maneira a compreender se a informação da previsão quantitativa agrega valor à previsão ou não. Caso o erro de previsão antes do modelo quantitativo seja menor sugere-se que o processo seja modificado. Não mais recebendo informações das previsões quantitativas.

#### **4.5.2. Previsão de Marketing**

Atualmente marketing não participa efetivamente do processo de previsão de demanda. Porém a análise realizada na empresa mostrou que a área possui grandes conhecimentos sobre o mercado da moda, tendo inclusive um diferenciado know how em prever a moda. Por esse motivo, esse trabalho propõe que se utilizem as informações disponíveis nessa área na formação da previsão. Assim essa seção explora os conhecimentos existentes na área e uma maneira de aproveitá-los.

Para os grupos de previsão “A”, “B”, “C” e “saindo de coleção” a área de se utilizar dos resultados de sua pesquisa de prospecção de tendências. Já para o grupo de “lançamentos” deve-se usar a técnica de analogia. A área também deve ser responsável pelo levantamento de eventos que impactem na previsão dos produtos e de estimar o seu impacto.

Atualmente o grande objetivo da área é o desenvolvimento de novos produtos. Para isso é necessário que se preveja o que estará na moda com um ano de antecedência. Isso ocorre, pois a empresa atua no elo de tecelagem da cadeia têxtil, que deve estar uma estação adiantada do mercado comprador, para que haja tempo suficiente do setor de confecção desenvolver seus produtos para a próxima coleção. Portanto, pesquisas de mercado com consumidor final são pouco utilizadas para desenvolvimento de novos produtos.

A técnica utilizada para a previsão da moda é a pesquisa de prospecção de tendência. Essa técnica se baseia no fato que o hemisfério Norte ser ditador da moda internacional. A diferença de estações entre os hemisférios permite que a moda no Brasil seja similar a estação anterior do hemisfério Norte. Assim através de pesquisas de campo nos grandes pólos da moda (França, Milão e Tóquio) é possível identificar os produtos com grande potencial de estarem na moda com seis meses de antecedência. Porém como já dito a previsão com essa finalidade deve ter horizonte de planejamento de um ano. Assim são necessários

conhecimentos especializados para realizar esse tipo de previsão, os quais a empresa domina, mas que não serão descritos por se tratar de um diferencial competitivo da mesma.



**Figura 4.12 – Defasagem temporal das vendas entre os diferentes elos da cadeia têxtil**

As pesquisas de tendência são realizadas a cada seis meses. Para complementá-la são levantadas as tendências no Brasil através de pesquisas de campo, a cada trimestre, pois nem sempre a moda no Brasil segue rigidamente os comportamentos da moda no exterior. O resultado dessas pesquisas é usado para o desenvolvimento de novos produtos. Porém o conhecimento desses profissionais é ignorado na elaboração da previsão de demanda, devido à dificuldade em transformar a previsão qualitativa obtida nessas pesquisas em previsões quantitativas. Uma vez que as pesquisas respondem o que estará na moda, e não qual o volume.

Porém há uma relação clara entre essas duas variáveis. Essas pesquisas mostram a evolução da demanda dos produtos e não sua quantidade absoluta, por isso a dificuldade no aproveitamento desse conhecimento. Essas pesquisas possuem custo bastante elevado, e por isso seus resultados não deveriam ser ignorados na previsão da demanda de curto prazo.

Para resolver o problema de transformação do conhecimento qualitativo em quantitativo, serão utilizados os dados obtidos pelo modelo de previsão quantitativa. Uma vez que o modelo decompõe a demanda em componentes de nível, tendência e sazonalidade, é possível que marketing possa prever as componentes da demanda de forma independente. Podendo alterar a componente de tendência de acordo com o resultado da pesquisa de prospecção de tendência. Assim, Marketing pode dizer que um produto que irá sair de moda tem tendência de reduzir 20% à demanda a cada mês, ou que um produto que tiver um salto de crescimento tem tendência de crescer 30% ao ano. Assim a ferramenta elaborada em Excel para cálculo da demanda quantitativa terá grande utilidade para a área de Marketing.

Dessa forma, Marketing deve elaborar as previsões de demanda para as famílias do

grupo “A” e “B” com horizonte de 3 meses com base na previsão qualitativa e no conhecimento obtido nas pesquisas de prospecção de tendência. Quanto ao grupo “saindo de linha” Marketing deve decidir quais famílias devem entrar no grupo, de acordo com o alinhamento das famílias com a próxima tendência da moda. Atualmente, isso já ocorre de forma adequada, assim não se sugere nenhuma mudança.

Já para os “lançamentos” além do uso das pesquisas de tendência, recomenda-se a utilização da técnica de analogia histórica. De forma que a previsão de demanda das famílias do grupo de “lançamento” seja feita de acordo com produtos de características similares. Consideram-se como características dos produtos: o grau de inovação do produto (quão diferente ele é dos já existentes no mercado), o alinhamento com as tendências de moda, forma da curva de demanda. Assim, devem-se prever os lançamentos com base no comportamento da demanda de produtos similares.

Outro ponto que Marketing deve prever são os eventos que ocorrerão nos meses tratados que terão impacto da demanda. O impacto desses eventos deve ser estimado pelo impacto histórico. Por isso, a importância de manter um registro desses valores. Por exemplo, um evento para apresentar a coleção a clientes atrativos tem impacto de 10% nas vendas normais desse produto.

#### **4.6. Reunião de consenso**

A reunião de consenso é uma etapa fundamental do processo de previsão de demanda, pois nela são apresentadas as diferentes visões da organização para que se forme uma visão mais completa e única sobre a capacidade de vendas irrestrita empresa. Assim nessa seção são abordados, os participantes, o escopo, a estrutura e os fatores de sucesso para a reunião de consenso.

A seleção dos participantes adequados é etapa essencial para o bom desempenho do processo. Assim a princípio todos os envolvidos no processo deveriam participar da reunião. Devido à impossibilidade disso pelo número de envolvidos e distribuição geográfica. Selecionaram-se participantes das três áreas envolvidas no processo:

- Planejamento Central: Gerente de Planejamento Central Am. Sul, analista que gerou a previsão quantitativa, analista que gera o plano de produção;
- Comercial: Gerente Jeanswear Brasil e os dois Gerentes Regionais;
- Marketing: Gerente de Mercado Denim e um dos especialistas em pesquisa de

prospecção de tendência.

O objetivo da reunião é chegar ao número final da previsão de demanda irrestrita, que considera fatores internos e externos. Assim, a reunião será dividida em duas etapas na primeira chega-se ao consenso sobre a previsão de demanda sem a influência de ações internas da empresa. Na segunda etapa, compara-se a previsão feita com os objetivos e metas da empresa e então são levantadas ações que podem ser tomadas para influenciar a demanda e realinhá-la com a estratégia da empresa. Essas ações terão impacto na demanda e portando, deve-se recalcular a previsão com base nesse impacto. Por exemplo, decide-se fazer uma campanha promocional para aumentar a demanda das famílias de denim *premium*, estima-se que o impacto dessa campanha seja de 10% no aumento das vendas dessa categoria, assim aumenta-se em 10% o volume da previsão das famílias afetadas por essa ação.

Para minimizar o risco de que a reunião fuja de seu escopo será definido um roteiro para a reunião, que deve ser seguido rigidamente. É responsabilidade do moderador da reunião de se ater a essa estrutura.

**Parte I ) Consenso sobre a demanda:** nessa etapa é discutida família a família a previsão dos três próximos períodos com base nas previsões revisadas elaboradas pelas três áreas participantes do processo. Cada item deve ser discutido até chegar-se a um acordo sobre a demanda. As discussões devem ser baseadas em argumentos concretos, como por exemplo, a demanda aumentar devido à entrada de um novo grande cliente. Para melhor produtividade da reunião é importante que cada área tenha acesso as previsões intermediárias geradas pelo seu processo. Todos os consensos dessa fase devem ser registrados, assim como informações qualitativas significantes para o processo de decisão, como, por exemplo, o fato de uma família estar sendo substituída gradativamente por outra.

A discussão de famílias deve ser dividida em grupos de previsão, que devem seguir a ordem de sua importância. É importante que seja dedicado maior tempo nas discussões dos primeiros grupos, conforme foi abordado na seção 4.3. Portanto, é mais importante discutir uma divergência de 10% nas previsões de uma família do grupo “A” do que uma diferença de 20% no grupo “C”. A ordem que as discussões devem ocorrer é apresentada abaixo.

- 1º. Discussão da previsão do grupo “A”
- 2º. Discussão da previsão do grupo “lançamento”
- 3º. Discussão da previsão do grupo “B”

#### 4º. Discussão da previsão do grupo “C”

**Parte II ) Planos de ação:** assim que a “Parte I” da reunião seja concluída os valores previstos devem ser consolidados por categoria e comparados com os objetivos da empresa. Deve-se avaliar tanto o volume, quanto a proporção entre categorias, *premium*, *authentic* e *standard*. Com base nessas divergências devem ser levantadas famílias da categoria com maior elasticidade da demanda, para que sejam aplicadas as ações. São então definidos planos de ações e estimados seus impactos no mesmo. Nessa etapa também será discutido o plano de ação para tirar o grupo “saindo de linha” de coleção.

Dessa forma essa etapa da reunião deve ser estruturada da seguinte forma:

1º. Consolidação das previsões da Parte I da reunião e comparação com os objetivos e metas da empresa;

2º. Seleção de produtos que podem ter sua demanda impactada por ações (comerciais, de marketing, de linhas de crédito, entre outras);

3º. Discussão de Planos de ações a serem implementados

4º. Previsão do impacto das ações na demanda

5º. Recalculo da previsão de vendas.

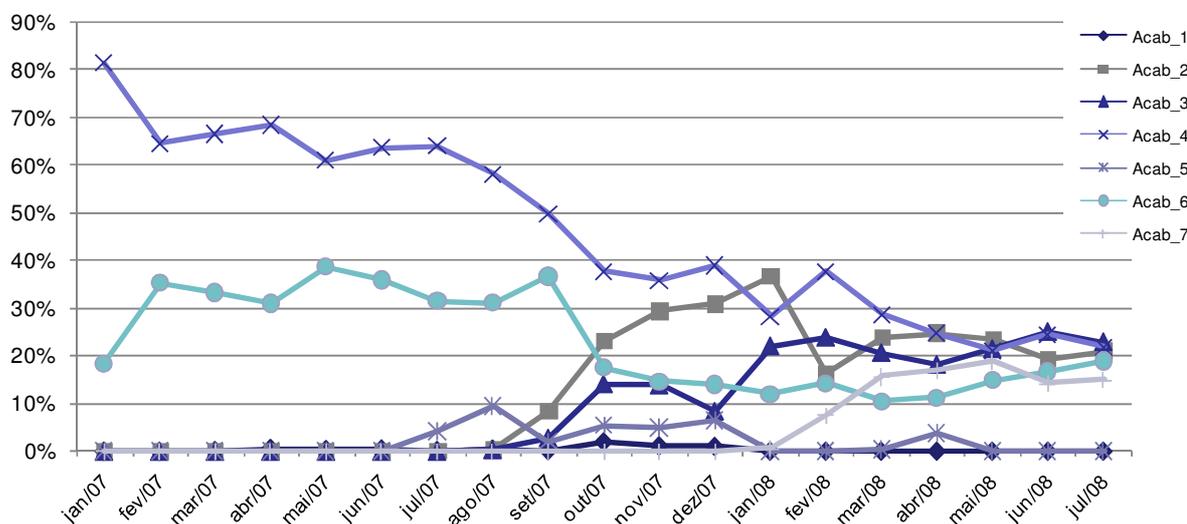
### 4.7. Regra de desagregação

Para que a previsão de demanda possa ser utilizada na programação da produção é necessário que se desagregue as famílias em produto final. Dessa forma criou-se uma regra para a desagregação da previsão das famílias para o nível de produto acabado.

Essa regra será aplicada apenas para o primeiro ciclo, sendo que pode ser feita até para um período menor, uma vez que o *lead time* para completar o processo de fabricação é de apenas 3 dias. No extremo, pode-se optar por adiar essa decisão até o momento de compra do cliente. Porém a escolha dessa alternativa deve ser avaliada cuidadosamente para que não haja insatisfação do cliente pelo aumento do prazo de entrega, ou custos adicionais no processo produtivo.

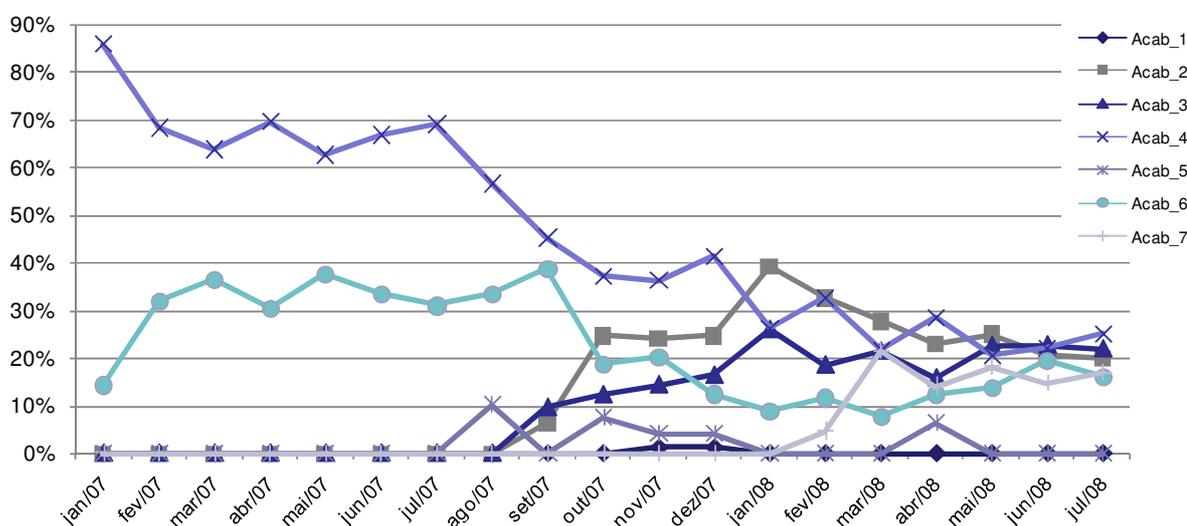
Para desagrupar a demanda agregada deve-se rateá-la entre os tipos de acabamentos da família. Como critério de rateio da previsão agregada adotou-se a previsão da força de vendas. Esse critério foi escolhido, pois a proporção de produtos acabados dentro de uma família pode variar bastante com o tempo, como mostra a Figura 4.13, a qual ilustra a variação dos

produtos acabados dentro de uma mesma família (Fam1). Dessa forma a proporção extraída da previsão dos representantes se mostra mais adequada, pois reage mais rapidamente às mudanças de mercado.



**Figura 4.13 – Variação da proporção entre os produtos da família 1**

A Figura 4.14 mostra a proporção dada pela previsão da área comercial, com um mês de antecedência. Que visualmente se mostra bastante similar a proporção real, Figura 4.13.



**Figura 4.14 – Previsão Comercial da Variação da proporção entre os produtos da família 1**

Para melhor compreensão da regra, será aplicado o desagrupamento na família 1. Seguindo o processo: cálculo da taxa de rateio com base na demanda comercial, multiplicação da taxa de rateio pela previsão agregada. Um exemplo de desagregação é mostrado na Tabela 4.9 para facilitar a compreensão da regra.

Tabela 4.9 – Exemplo de aplicação da regra de desagrupamento da demanda para Fam1

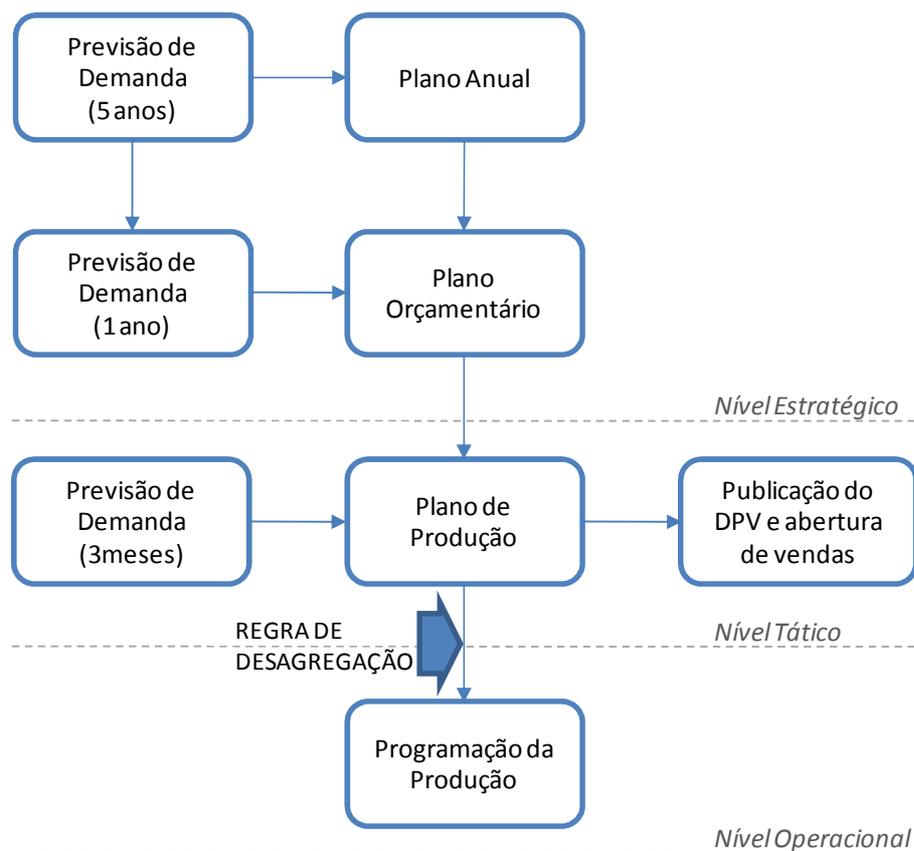
Previsão Agregada (Fam1):		(PA)	473.970
Acabamento	Previsão Comercial	% de Rateio	Previsão Desagregada
	(PC)	$(R)=(PC)/\Sigma(PC)$	$(P)=(R)*(PA)$
Acab_1	0	0%	0
Acab_2	70.000	20%	94.794
Acab_3	77.000	22%	104.273
Acab_4	87.500	25%	118.492
Acab_5	0	0%	0
Acab_6	56.000	16%	75.835
Acab_7	59.500	17%	80.575
Total	350.000	100%	473.970

Os erros da previsão final são apresentados na Tabela 4.10, de forma a serem comparáveis com a previsão atual realizada pela empresa.

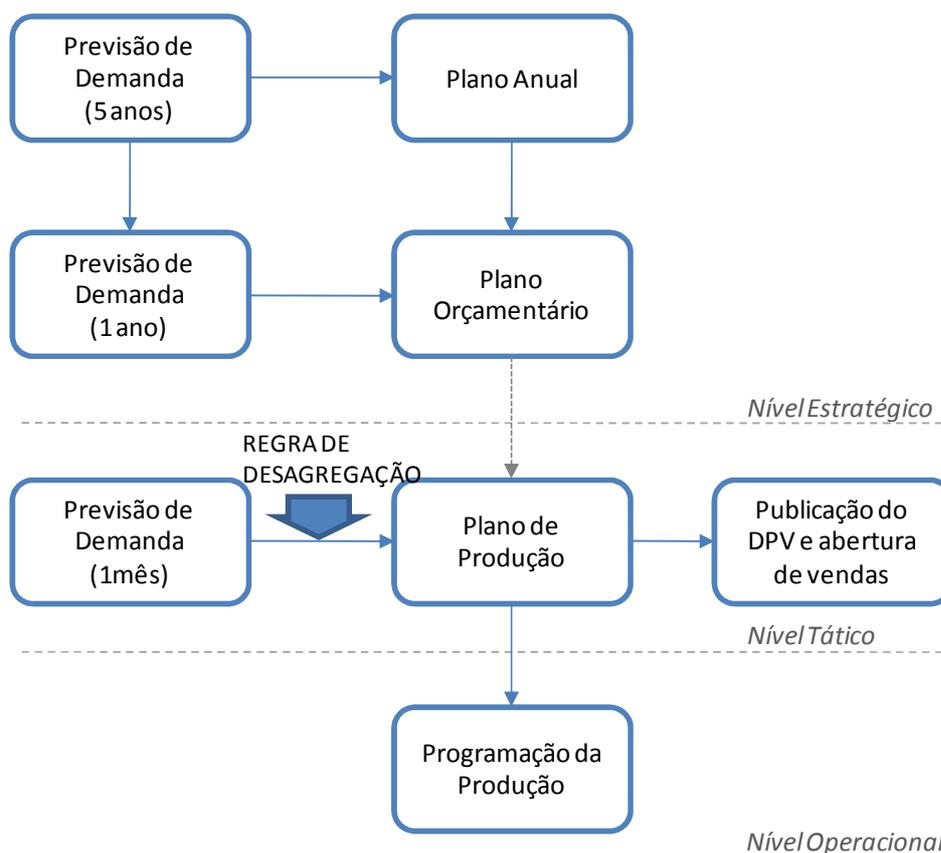
Tabela 4.10 – Erros da previsão final para Fam1

Acab.	Demanda Real	Previsão Comercial	Previsão Desagregada	WMAPE Previsão Comercial	WMAPE Previsão Desagregada	MAPE Previsão Comercial	MAPE Previsão Desagregada
	(D)	(PC)	(P)	(PC)	(P)	(PC)	(P)
Acab_1	0	0	0	0	0	----	----
Acab_2	110.382	70.000	94.794	40.382	15.588	37%	14%
Acab_3	120.895	77.000	104.273	43.895	16.622	36%	14%
Acab_4	115.639	87.500	118.492	28.139	2.854	24%	2%
Acab_5	0	0	0	0	0	----	----
Acab_6	99.870	56.000	75.835	43.870	24.035	44%	24%
Acab_7	78.844	59.500	80.575	19.344	1.730	25%	2%
Total	525.630	350.000	473.970	33%	12%	28%	9%

Dessa forma, essa regra de desagrupamento se insere no processo para a desagregação do Plano de Produção que deve ser feito no nível agregado (famílias). Assim a regra de desagrupamento visa desagregar o plano de produção e elaborar a programação da produção para um mês. A Figura 4.15 ilustra onde a regra de desagregação deve ser inserida na estrutura de Planejamento da Produção.



**Figura 4.15 – Regra de Desagregação inserida na nova estrutura de planejamento**



**Figura 4.16 – Regra de Desagregação inserida no processo atual de planejamento**

Porém, como já foi dito, também é possível aplicar o novo modelo de previsão de demanda para a antiga estrutura de Planejamento da Produção. Porém a regra de desagregação será utilizada com uma finalidade ligeiramente distinta. Como o Plano de Produção atualmente é feito para o produto acabado a demanda para alimentar o plano também deve estar em produtos acabados. Dessa forma, a regra de desagregação deve ser aplicada antes do plano de produção, para que o plano seja elaborado de forma desagregada. Aplicar essa mudança parcial não usufrui todas as potencialidades de melhoria da previsão de demanda. A Figura 4.16 ilustra onde a regra de desagregação deve ser aplicada na estrutura atual de planejamento.

#### 4.8. Validação dos usuários

O envolvimento dos usuários na elaboração e validação da solução é fundamental para garantir a possibilidade de implementá-lo. Assim, esse capítulo visa mostrar as ações tomadas com base nessa preocupação, sendo a solução apresentada, resultado de um processo iterativo de melhorias, como mostra a Figura 4.17.



Figura 4.17 – Processo de desenvolvimento da solução

Os usuários envolvidos na validação de premissas e análises críticas sobre o processo proposto foram os gerentes de Marketing América do Sul, de Planejamento Central América do Sul e Comercial *Jeanswear* Brasil e Suprimentos Corporativo, envolvendo os analistas quando necessário. A tabela 4.11 resume as principais contribuições dos usuários no processo.

Tabela 4.11 – Principais contribuições dos usuários no desenvolvimento da solução

Críticas dos Usuários	Ações Tomadas	Resultados Obtidos
Dificuldade de Marketing de fazer previsões numéricas	Disponibilizar previsão quantitativa, com componentes de tendência e sazonalidade	Auxílio em transformar a previsão qualitativa de marketing em previsão quantitativa
Inflexibilidade da previsão quantitativa	Mudança do software Minitab para o Excel	Flexibilização da ferramenta com possibilidade de testes de cenários
Dificuldade em fazer a previsão quantitativa	Treinamento de um analista para análise da dificuldade	Fácil capacitação do usuário e melhorias na usabilidade da ferramenta

Devido à grande preocupação com o uso da ferramenta quantitativa foi capacitado um funcionário da área de Planejamento Central da Produção para verificar a facilidade de uso do modelo. Não houve problemas na capacitação do funcionário. Além disso, dessa atividade surgiram muitas sugestões de melhoria na usabilidade da ferramenta, como o uso de cores para diferenciação, mudança no tamanho dos gráficos e a criação de legendas. Como resultado final, a ferramenta obteve o layout apresentado na Figura 4.18, 4.19 e 4.20.

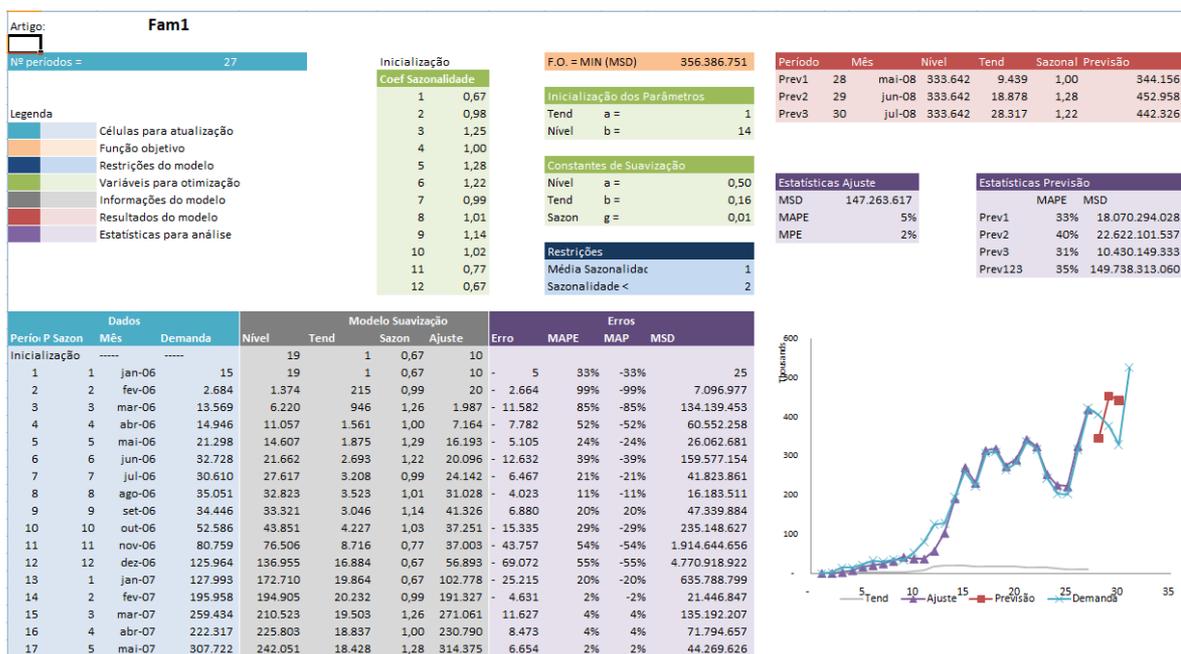


Figura 4.18 – Tela de Modelo de Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade

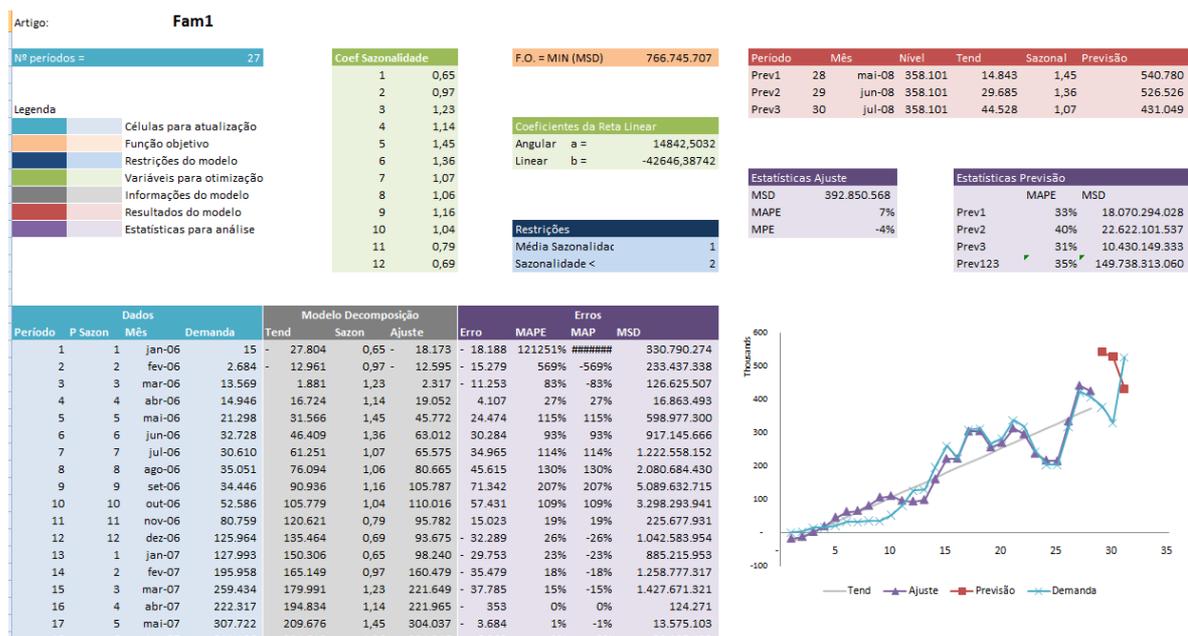


Figura 4.19 – Tela do Modelo de Decomposição

O Painel de Comparação permite uma rápida avaliação e seleção do melhor modelo, através da comparação dos principais indicadores de erro nos testes realizados.

grupo A - Fam1	Ajuste		Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	R <sup>2</sup>	MPE	MAPE	MAD								
<b>Empresa</b>	<b>31%</b>	<b>-20%</b>	<b>22%</b>	<b>101.577</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	88%	-3%	17%	62.964	11%	43.177	34%	179.404	6%	73.263	21%	95.181
DecompLog (2 a 27)	82%	-6%	23%	94.334	11%	39.683	4%	14.449	3%	40.203	13%	49.488
DecompLog (1 a 26)	65%	-9%	16%	69.292	29%	117.413	1%	1.973	16%	188.677	15%	62.892
<b>Decomposição Log</b>	<b>78%</b>	<b>-6%</b>	<b>19%</b>	<b>75.530</b>	<b>17%</b>	<b>66.757</b>	<b>13%</b>	<b>65.275</b>	<b>8%</b>	<b>100.714</b>	<b>16%</b>	<b>69.187</b>
DecompLin (3 a 28)	93%	-1%	54%	201.715	46%	176.475	13%	66.847	24%	311.344	37%	148.346
DecompLin (2 a 27)	88%	-5%	9%	34.893	31%	115.738	25%	97.021	15%	177.866	22%	82.551
DecompLin (1 a 26)	87%	-6%	7%	29.967	9%	35.259	31%	114.734	9%	109.443	15%	59.987
<b>Decomposição Lin</b>	<b>89%</b>	<b>-4%</b>	<b>23%</b>	<b>88.859</b>	<b>28%</b>	<b>109.157</b>	<b>23%</b>	<b>92.867</b>	<b>16%</b>	<b>199.551</b>	<b>25%</b>	<b>96.961</b>
DecompPol (3 a 28)	96%	-1%	34%	127.210	26%	101.939	25%	130.411	8%	98.738	28%	119.853
DecompPol (2 a 27)	95%	-2%	10%	39.758	29%	108.951	22%	83.292	13%	152.486	20%	77.334
DecompPol (1 a 26)	93%	-4%	4%	15.462	18%	71.660	17%	63.408	2%	23.713	13%	50.177
<b>Decomposição Pol</b>	<b>95%</b>	<b>-2%</b>	<b>16%</b>	<b>60.810</b>	<b>24%</b>	<b>94.183</b>	<b>21%</b>	<b>92.371</b>	<b>8%</b>	<b>91.646</b>	<b>20%</b>	<b>82.455</b>
Holt Winter's (3 a 28)	9%	0%	38%	142.026	39%	151.536	56%	296.262	46%	589.824	44%	196.608
Holt Winter's (2 a 27)	-5%	1%	51%	207.630	48%	182.146	50%	191.594	50%	581.369	50%	193.790
Holt Winter's (1 a 26)	-57%	13%	74%	313.381	84%	342.224	95%	356.616	84%	#####	84%	337.407
<b>Holt Winter's</b>	<b>-18%</b>	<b>5%</b>	<b>54%</b>	<b>221.012</b>	<b>57%</b>	<b>225.302</b>	<b>67%</b>	<b>281.491</b>	<b>60%</b>	<b>727.805</b>	<b>60%</b>	<b>242.602</b>

Figura 4.20 – Tela de Comparação dos Modelos

## 5. Conclusão

Nesse capítulo, primeiramente sintetiza-se o resultado desse trabalho. São abordados o problema inicial, a solução proposta e os resultados obtidos. Posteriormente faz-se uma análise crítica do processo de previsão elaborado. Por fim, são feitas sugestões para a continuação desse trabalho.

### 5.1. Síntese

Identificou-se como principal problema do planejamento da produção a má qualidade da previsão de demanda, o que levava a um planejamento e produção inadequados do *mix* de tecidos. As principais conseqüências desse problema eram o não atendimento das ordens de compra e o acúmulo de estoques desnecessários. Como agravante do problema, havia a possibilidade de perdas irreversíveis de clientes e a rápida redução de valor dos estoques com as mudanças da moda. As principais dificuldades para elaboração da previsão de demanda eram à influência marcante da moda, à falta de dados históricos e às distorções nas informações existentes.

A solução desenvolvida para equacionar o problema foi à criação de um processo de previsão de demanda que atendesse ao nível tático do planejamento da produção, permitindo à empresa planejar melhor suas operações. O processo elaborado contemplou a utilização de métodos quantitativos e qualitativos de previsão. Além disso, o processo busca envolver as áreas de Marketing e Planejamento na formação da previsão, com o objetivo de obter uma visão mais completa do mercado e formar uma previsão mais imparcial. Aproveitando assim as informações disponíveis na empresa, até então sub-utilizadas, e eliminando o viés da previsão causado pelos interesses particulares de uma área da empresa.

Para o melhor desempenho da previsão, optou-se por trabalhar em um nível agregado de famílias de produto. Assim, foi proposto uma agregação que atendesse as necessidades da previsão e do planejamento, respeitando parâmetros como sazonalidade, consumo de recursos produtivos e volume de produção. Elaborou-se também uma regra de desagregação simples e funcional, para que a previsão agregada possa ser inserida na estrutura de planejamento. Essa regra permite que o processo de previsão proposto possa ser aplicado tanto na estrutura atual de planejamento como na proposta, sendo recomendada a adoção integral dos processos propostos.

O processo desenvolvido contemplou as particularidades do setor têxtil como curto

ciclo de vida do produto, alta frequência de inovação e influência da moda. Isso foi possibilitado pela categorização das famílias em grupos de previsão, sendo que cada grupo recebe um tratamento específico para a previsão.

A solução apresentada se mostrou aderente as necessidades da empresa. O projeto foi apresentado às diversas gerências envolvidas no processo, que validaram a possibilidade de implementação e se mostraram otimistas quanto a seus resultados. Os resultados obtidos no modelo quantitativo apresentaram, de modo geral, menores erros de previsão que o modelo utilizado atualmente pela empresa, tanto em amplitude como em viés. Esse resultado tende a ser melhorado com as outras etapas do processo, que tem o objetivo de refinar a previsão qualitativa inicial. O acúmulo de dados gerados no processo e a melhoria da qualidade das informações, pelo adequado tratamento, permitem uma maior compreensão sobre o comportamento da demanda. Assim, com a aplicação contínua do processo a empresa deve aprimorar suas previsões.

A melhor qualidade da previsão permite um planejamento e produção mais adequados às necessidades do mercado. Além disso, o aumento do horizonte da previsão viabiliza um planejamento de compra de matéria-prima adequado. Por fim, a solução possibilita uma melhor integração vertical entre os elos do planejamento e conseqüentemente um alinhamento estratégico da operação.

## **5.2. Análise Crítica**

A principal limitação do processo é que devido à alta frequência de inovação e curto ciclo de vida do produto uma parcela significativa das famílias não pode se beneficiar do processo completo de previsão, uma vez que grande parte dos produtos encontra-se na categoria de lançamentos, ou possuem um histórico muito pequeno para que o modelo matemático forneça bons resultados. Assim, esses produtos são tratados apenas com técnicas qualitativas, que incorrem em erros de viés de julgamento e correlações ilusórias geradas inerentes ao método.

Além disso, o processo desenvolvido tem uma complexidade muito superior ao atual, o que implica em custos adicionais e em um tempo superior em sua elaboração. O processo exige uma série de novas atividades para a área de Planejamento Central, como previsão quantitativa, análise de erros e condução do processo, que talvez exijam um aumento no quadro de funcionários. Esse problema é agravado devido aos esforços que a empresa têm feito para a redução de custos fixos. Por esse motivo, é preciso avaliar cuidadosamente a

relação de custos e benefícios inerentes ao novo processo. Essa análise não é simples devido à dificuldade de mensuração dos benefícios do aprimoramento da previsão.

Por fim, o sucesso do processo depende do comprometimento dos envolvidos, o que representa um grande risco para uma organização como a analisada, nas quais as metas de previsão não estão atreladas a avaliação dos funcionários. Esse risco pode ser mitigado com uma revisão na forma de avaliação dos envolvidos no processo.

Como ponto forte do processo destaca-se o embasamento em técnicas quantitativas e qualitativas. Abordagens que combinam os melhores elementos das previsões quantitativas e qualitativas produzem melhorias significativas nos resultados em detrimento as que usam apenas um método (MAKRIDAKIS, 1983).

Outro ponto forte é que o modelo se baseia na visão de múltiplas áreas da empresa que garantem uma compreensão mais abrangente do mercado, e uma previsão menos viesada por interesses particulares.

### **5.3. Desdobramentos**

Primeiramente, para que os benefícios com a melhoria da previsão de demanda sejam maximizados é necessário que sejam implementadas as alterações propostas na estrutura do planejamento. Isso ocorre, pois a previsão só tem valor quando transformada em ação. Assim, os atuais processos inadequados de planejamento da produção impedem que se aproveite todo o potencial que o novo processo de previsão de demanda oferece. Por exemplo, o novo horizonte de previsão permite que se planeje as compras de materiais, porém sem a mudança de horizonte do plano de produção, as compras continuarão a ser feitas de modo inadequado.

Outra sugestão de desdobramento desse trabalho é uma análise dos erros de previsão cometidos no processo, para a melhor compreensão do comportamento da demanda. Esse estudo também permitirá um tratamento de dados mais adequado. Dessa forma, o processo de previsão desenvolvido poderá ser melhorado progressivamente com o acúmulo de informações geradas pelo processo.

Por fim, sugere-se que seja feito um estudo sobre a avaliação dos funcionários que contemple a previsão de demanda. É preciso que as metas sejam escolhidas cuidadosamente para que gerem comprometimento dos envolvidos no processo, e mantenham uma visão sistêmica dos resultados da empresa.

## Referências Bibliográficas

- ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de Materiais: uma Introdução**. Tradução: Celso Rimoli; Lenita R. Esteves. São Paulo: Atlas, 1999.
- BALLOU, R.H., 2001, **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**, 4ª ed. Porto Alegre, Editora Bookman.
- BRANDER, A. **Forecasting and Customer Service Management**. Helbing & Lichtenhahn, Frankfurt, 1995.
- BRITO, Rodrigo G. F. A. **Planejamento Programação e Controle da Produção**. IMAM, 2000.
- CHAMBERS, J. C., S. K. MULLICK, D.D. SMITH. **How to choose the right forecasting technique**, Harvard Business Review, 1971, pp. 45-57.
- CHAMBERS, J. C., S. K. MULLICK, D.D. SMITH. **An executive's guide to forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 1974.
- CHASE R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da Produção para Vantagem Competitiva**. 10ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CORRÊA, Henrique; GIANESI, Irineu. **Sistemas de planejamento e controle da produção**. In CONTADOR, José Celso. Gestão de operações. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- CORRÊA, H.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP- conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Giancesi Corrêa & Associados: Atlas, 2000.
- CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e de Operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica** - 1ed. Atlas 2005.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da administração da produção**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.
- DRAPER, N.R. **Applied Regression Analysis**. New York, Chichester, Brisbane, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1966.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- HANKE, J.E.; REITSCH, A.G.: **Business Forecasting**, 6 ed, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1998.
- HARPER, Q. N. e PIKE, D.L. **Probes of the Technological Future**. Harvard Business Review 47 (May/June 1969, p.68).
- HAX, A.C.; MEAL, H.C. **Hierarchical integration of production planning and**

- scheduling.** In: M.A. GEISLER (ed.), *Studies in Management Science*, Amsterdam: North Holland, v.1, p.53-69, 1975.
- HAX, A. CANDEA D.: **Production and Inventory Management**, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1984.
  - KRESS, G.J.; SNYDER, J. **Forecasting and Market Analysis Techniques: A Practical Approach.** Quorum, Connecticut, 1994.
  - LAPIDE, L. **Sales and Operational Planning. The Journal of Business Forecasting Methods & Systems;** v.23, n.3. 2004.
  - LAWRENCE, M.J.; EDMUNSON, R.H.; O'CONNOR, M.J. **The Accuracy of Combining Judgemental and Statistical Forecasts.** Printed in USA. *Management Science* Vol.32, Nº12, December 1986.
  - MACHADO, L. D. **O planejamento de recursos na manufatura da cadeia produtiva têxtil.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
  - MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting: Methods and Applications.** 3rd edition. New York: John Wiley & Sons, 1998.
  - MARTINS, Petrônio G.; ALT, Paulo R.C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais.** São Paulo: Saraiva, 2000.
  - MONTGOMERY, D. C. e JOHNSON, L. A. **Forecasting and time series analysis.** New York: McGraw-Hill, c1976.
  - MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e Operações.** 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.
  - SANTORO, M.C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção – Vol. 1,** São Paulo: Apostila da Disciplina PRO 2415. Departamento de Engenharia de Produção da EPUSP, 2007.
  - SLACK, N; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Atlas: 2002
  - TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2000.
  - WALLACE, T. F.; **Sales & Operations Planning: the how-to handbook.** 10.ed. incinnati: T.F. Wallace & Company, 2002
  - WHEELWRIGHT, S.C., MAKRIDAKIS, S. **Forecasting Methods for Management,** 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1980.

## Anexos

### I. Comparação entre modelo de Decomposição e Suavização

Analisando-se as curvas percebe-se que a o método de Suavização tem um poder adaptar seus parâmetros de acordo com os valores reais, enquanto que o método de decomposição é rígido aos seus parâmetros estabelecidos, isso é percebido pelo formato das curvas. Na Figura 6.1, observa-se que essa capacidade permitiu o modelo de suavização se adaptasse melhor a parte final da curva. Porém essa mesma característica faz com que o modelo responda com atraso as mudanças, podendo assim ser uma característica desejável ou não.

Na comparação dos modelos para a Fam1, visualmente, notou-se que os modelos possuem ajuste bastante semelhante. Porém ao analisar os indicadores de erro que o Minitab fornece observa-se que o modelo de Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade apresenta todos os indicadores melhores (Suavização MAPE 1.397%, MAD 42.457, MSD 3.589.841.080 x Decomposição MAPE 4.137%, MAD 45.138, MSD 3.864.110.734). Assim para a Fam1 o modelo de Suavização Exponencial explica melhor o comportamento da demanda.

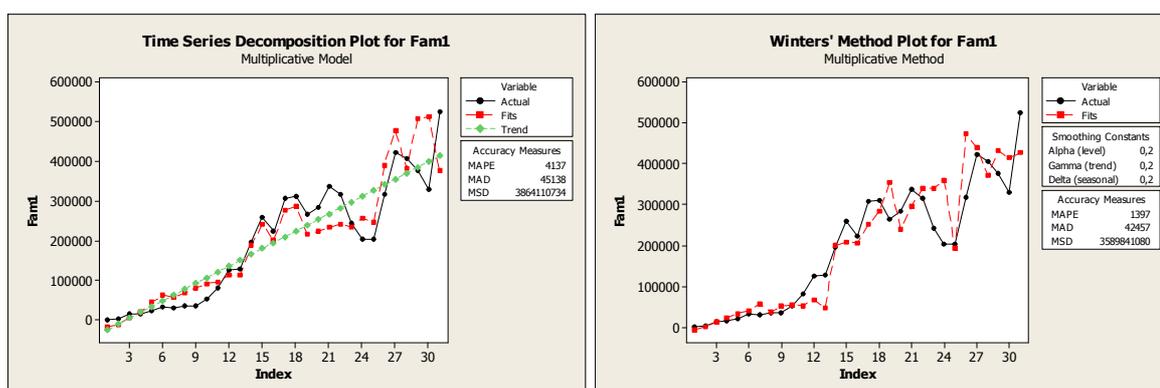


Figura 6.1 – Comparação entre modelo de Decomposição e Suavização para Fam1

Na Figura 6.2 nota-se novamente a capacidade do modelo de suavização a responder a mudanças pelo período final da curva. A demanda apresenta uma grande variação no oitavo período de sazonalidade ( $t=8$  e  $t=20$ ). No primeiro ciclo o oitavo período apresenta um pico e no segundo ciclo uma pequena recessão. Assim o modelo de decomposição se adapta a média dos valores, buscando minimizar os erros, enquanto que o modelo de suavização tenta se adaptar as mudanças do passado. Assim em casos de maior variação como esse, recomenda-se

o uso do modelo de decomposição ou de alteração nas constantes do modelo de suavização de maneira a tornar o modelo mais estável.

Para a Fam2 os indicadores de erro não foram unânimes quanto à escolha do melhor modelo (Suavização MAPE 16%, MAD 32.355, MSD 1.612.909.578 x Decomposição MAPE 16%, MAD 31.535, MSD 1.649.415.182). Assim pode-se dizer que os dois modelos apresentam comportamento muito similar.

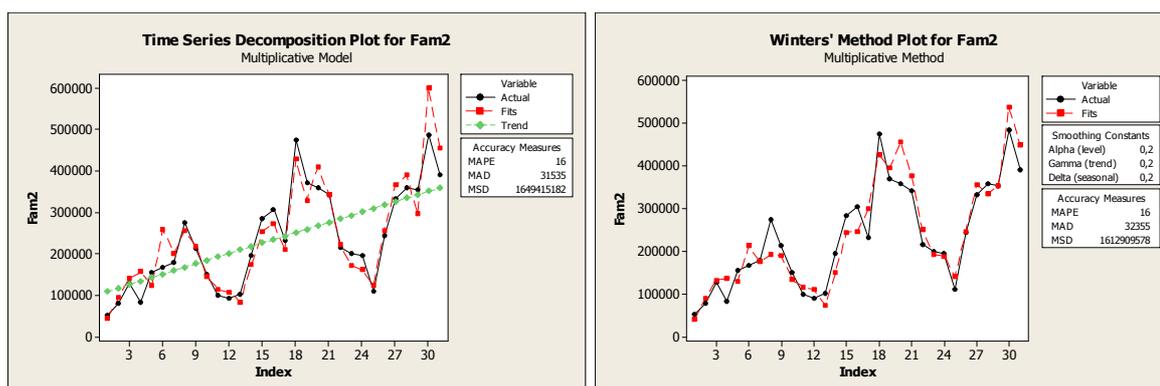


Figura 6.2 – Comparação entre modelo de Decomposição e Suavização para Fam2

A Fam3 apresenta um agravante que é o seu histórico muito reduzido, apenas 18 meses. A literatura diz recomenda pelo menos dois ciclos completos para a utilização do modelo de Decomposição, apesar de ser possível o uso do modelo para dados acima de um ciclo completo, com prejuízo na sua acuracidade. Assim não foi possível o cálculo do modelo de Decomposição pelo Minitab e o modelo de Suavização apresentou erros grandes (MAPE 54%, MAD 79.097, MSD 13.307.700.000). Essa limitação no software impossibilita a comparação para a Fam3.

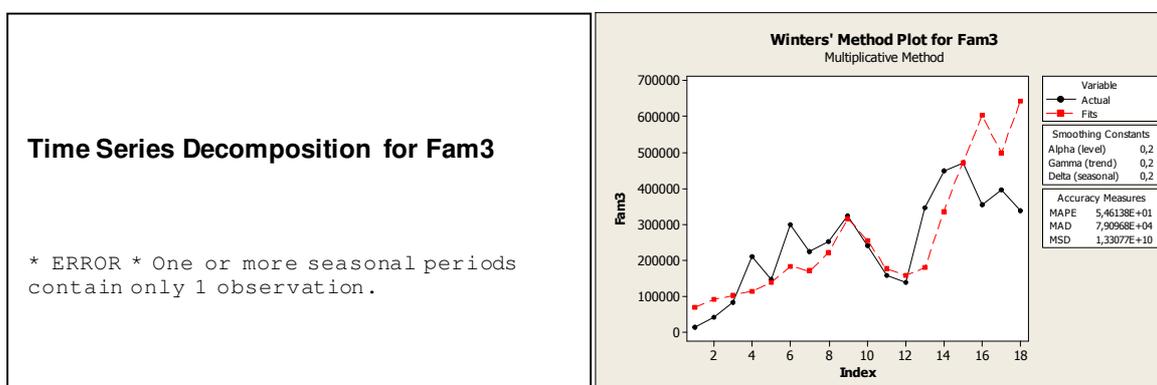


Figura 6.3 – Comparação entre modelo de Decomposição e Suavização para Fam3

As principais limitações do teste foram:

- O teste não explorou os diversos valores que as constantes de suavização podem

assumir, nem otimizou esses valores, assim valores médios recomendados pela literatura foram utilizados como parâmetro. Como consequência o teste sub-avalia o resultado do modelo de Suavização;

- O teste utilizou-se apenas da tendência linear para o modelo de decomposição, podendo essa não ser a curva mais adequada aos dados;
- Foi testado um número reduzido de famílias;
- Os indicadores de erro calculados no teste não desconsideram o intervalo de inicialização dos dados, assim os indicadores de erro não representam a aderência do modelo de modo conceitualmente correto.

Dessa forma, apesar de os testes mostrarem que os modelos propostos podem ser indicados para a situação, não foi possível a determinação com segurança do modelo superior. Além disso, os testes demonstram que pode haver um modelo superior para cada família.

## II. Resultados da aplicação do modelo quantitativo

Nessa seção são apresentados os resultados completos dos testes dos modelos quantitativos. Os modelos selecionados, por apresentarem menor erro no indicador MAD para a média dos períodos foi destacado em cinza para facilitar a visualização e comparação.

Os resultados das previsões elaboradas pela empresa só compreendem o primeiro período de previsão, impossibilitando dessa forma a comparação de períodos distintos.

Os testes foram representados pelo modelo e série de dados utilizadas na previsão. Por exemplo, a notação DecompLog (3 a 28) indica que o modelo testado foi o decomposição com tendência logarítmica e que da série disponível de dados utilizou-se do 3º ao 28º para prever os próximos 3 períodos: 29º, 30º e 31º.

**Tabela 6.1 - Resultados das simulações para a Fam1 – Grupo A**

grupo A - Fam1 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD								
<b>Empresa</b>	<b>22%</b>	<b>101.577</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	17%	62.964	11%	43.177	34%	179.404	6%	73.263	21%	95.181
DecompLog (2 a 27)	23%	94.334	11%	39.683	4%	14.449	3%	40.203	13%	49.488
DecompLog (1 a 26)	16%	69.292	29%	117.413	1%	1.973	16%	188.677	15%	62.892
<b>Decomposição Log</b>	<b>19%</b>	<b>75.530</b>	<b>17%</b>	<b>66.757</b>	<b>13%</b>	<b>65.275</b>	<b>8%</b>	<b>100.714</b>	<b>16%</b>	<b>69.187</b>
DecompLin (3 a 28)	54%	201.715	46%	176.475	13%	66.847	24%	311.344	37%	148.346
DecompLin (2 a 27)	9%	34.893	31%	115.738	25%	97.021	15%	177.866	22%	82.551
DecompLin (1 a 26)	7%	29.967	9%	35.259	31%	114.734	9%	109.443	15%	59.987
<b>Decomposição Lin</b>	<b>23%</b>	<b>88.859</b>	<b>28%</b>	<b>109.157</b>	<b>23%</b>	<b>92.867</b>	<b>16%</b>	<b>199.551</b>	<b>25%</b>	<b>96.961</b>
DecompPol (3 a 28)	34%	127.210	26%	101.939	25%	130.411	8%	98.738	28%	119.853
DecompPol (2 a 27)	10%	39.758	29%	108.951	22%	83.292	13%	152.486	20%	77.334
DecompPol (1 a 26)	4%	15.462	18%	71.660	17%	63.408	2%	23.713	13%	50.177
<b>Decomposição Pol</b>	<b>16%</b>	<b>60.810</b>	<b>24%</b>	<b>94.183</b>	<b>21%</b>	<b>92.371</b>	<b>8%</b>	<b>91.646</b>	<b>20%</b>	<b>82.455</b>
Holt Winter's (3 a 28)	38%	142.026	39%	151.536	56%	296.262	46%	589.824	44%	196.608
Holt Winter's (2 a 27)	51%	207.630	48%	182.146	50%	191.594	50%	581.369	50%	193.790
Holt Winter's (1 a 26)	74%	313.381	84%	342.224	95%	356.616	84%	1.012.221	84%	337.407
<b>Holt Winter's</b>	<b>54%</b>	<b>221.012</b>	<b>57%</b>	<b>225.302</b>	<b>67%</b>	<b>281.491</b>	<b>60%</b>	<b>727.805</b>	<b>60%</b>	<b>242.602</b>

**Tabela 6.2 - Resultados das simulações para a Fam2 – Grupo A**

grupo A - Fam2 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>29%</b>	<b>119.770</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	19%	67.834	1%	4.406	1%	4.046	5%	59.382	7%	25.428
DecompLog (2 a 27)	10%	36.340	21%	73.849	2%	7.407	10%	117.596	11%	39.199
DecompLog (1 a 26)	3%	8.950	10%	35.449	21%	73.303	10%	99.803	11%	39.234
<b>Decomposição Log</b>	<b>11%</b>	<b>37.708</b>	<b>11%</b>	<b>37.901</b>	<b>8%</b>	<b>28.252</b>	<b>8%</b>	<b>92.260</b>	<b>10%</b>	<b>34.620</b>
DecompLin (3 a 28)	11%	40.179	12%	57.860	15%	56.853	6%	74.534	13%	51.631
DecompLin (2 a 27)	3%	10.728	11%	37.538	13%	62.839	1%	14.572	9%	37.035
DecompLin (1 a 26)	15%	50.542	4%	12.681	6%	20.880	4%	42.343	8%	28.034
<b>Decomposição Lin</b>	<b>10%</b>	<b>33.817</b>	<b>9%</b>	<b>36.026</b>	<b>11%</b>	<b>46.857</b>	<b>4%</b>	<b>43.816</b>	<b>10%</b>	<b>38.900</b>
DecompPol (3 a 28)	19%	67.567	2%	10.019	1%	4.255	5%	61.802	7%	27.280
DecompPol (2 a 27)	4%	15.679	20%	69.663	1%	5.267	7%	80.075	8%	30.203
DecompPol (1 a 26)	13%	42.378	1%	3.079	15%	52.646	1%	7.189	9%	32.701
<b>Decomposição Pol</b>	<b>12%</b>	<b>41.874</b>	<b>8%</b>	<b>27.587</b>	<b>6%</b>	<b>20.723</b>	<b>4%</b>	<b>49.688</b>	<b>8%</b>	<b>30.061</b>
Holt Winter's (3 a 28)	17%	58.926	11%	51.271	10%	40.593	4%	48.248	13%	50.263
Holt Winter's (2 a 27)	36%	129.064	13%	45.762	34%	166.694	29%	341.521	28%	113.840
Holt Winter's (1 a 26)	41%	136.824	41%	146.411	19%	69.158	34%	352.393	34%	117.464
<b>Holt Winter's</b>	<b>31%</b>	<b>108.271</b>	<b>21%</b>	<b>81.148</b>	<b>21%</b>	<b>92.148</b>	<b>22%</b>	<b>247.387</b>	<b>25%</b>	<b>93.856</b>

Tabela 6.3 - Resultados das simulações para a Fam3 – Grupo A

grupo A - Fam3 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD								
<b>Empresa</b>	<b>41%</b>	<b>151.143</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 15)	34%	119.440	21%	82.788	44%	148.631	17%	185.283	33%	116.953
DecompLog (2 a 14)	9%	44.017	34%	121.453	20%	80.164	0%	2.728	21%	81.878
DecompLog (1 a 13)	62%	278.932	58%	275.975	13%	45.920	40%	508.987	44%	200.276
<b>Decomposição Log</b>	<b>35%</b>	<b>147.463</b>	<b>38%</b>	<b>160.072</b>	<b>26%</b>	<b>91.572</b>	<b>19%</b>	<b>232.333</b>	<b>33%</b>	<b>133.036</b>
DecompLin (3 a 15)	51%	182.053	11%	43.765	83%	278.992	38%	417.280	48%	168.270
DecompLin (2 a 14)	4%	17.147	61%	218.537	1%	5.565	16%	195.826	22%	80.416
DecompLin (1 a 13)	58%	261.432	51%	242.441	37%	131.640	29%	372.234	49%	211.838
<b>Decomposição Lin</b>	<b>38%</b>	<b>153.544</b>	<b>41%</b>	<b>168.248</b>	<b>40%</b>	<b>138.732</b>	<b>28%</b>	<b>328.446</b>	<b>40%</b>	<b>153.508</b>
DecompPol (3 a 15)	55%	196.690	5%	21.707	131%	443.502	61%	661.899	64%	220.633
DecompPol (2 a 14)	4%	18.649	70%	249.621	7%	28.330	21%	259.301	27%	98.867
DecompPol (1 a 13)	65%	291.848	68%	319.782	36%	127.883	58%	739.513	56%	246.504
<b>Decomposição Pol</b>	<b>41%</b>	<b>169.062</b>	<b>48%</b>	<b>197.036</b>	<b>58%</b>	<b>199.905</b>	<b>47%</b>	<b>553.571</b>	<b>49%</b>	<b>188.668</b>
Holt Winter's (3 a 15)	16%	58.053	3%	11.856	77%	259.219	28%	305.416	32%	109.709
Holt Winter's (2 a 14)	22%	101.617	17%	60.227	2%	9.604	4%	50.994	14%	57.149
Holt Winter's (1 a 13)	21%	93.645	25%	117.888	11%	40.791	13%	170.743	19%	84.108
<b>Holt Winter's</b>	<b>20%</b>	<b>84.438</b>	<b>15%</b>	<b>63.324</b>	<b>30%</b>	<b>103.205</b>	<b>15%</b>	<b>175.718</b>	<b>22%</b>	<b>83.656</b>

Tabela 6.4 - Resultados das simulações para a Fam4 – Grupo A

grupo A - Fam4 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>61%</b>	<b>153.312</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	37%	132.292	24%	62.566	25%	59.056	30%	253.914	29%	84.638
DecompLog (2 a 27)	0%	824	38%	136.207	25%	65.711	24%	202.742	21%	67.581
DecompLog (1 a 26)	20%	70.597	7%	13.906	35%	125.344	20%	182.036	21%	69.949
<b>Decomposição Log</b>	<b>19%</b>	<b>67.904</b>	<b>23%</b>	<b>70.893</b>	<b>29%</b>	<b>83.370</b>	<b>25%</b>	<b>212.897</b>	<b>24%</b>	<b>74.056</b>
DecompLin (3 a 28)	32%	113.113	17%	44.022	18%	40.949	23%	198.084	22%	66.028
DecompLin (2 a 27)	9%	18.538	32%	114.922	17%	44.791	17%	141.175	19%	59.417
DecompLin (1 a 26)	20%	70.517	7%	15.827	32%	115.012	18%	169.701	20%	67.119
<b>Decomposição Lin</b>	<b>20%</b>	<b>67.389</b>	<b>19%</b>	<b>58.257</b>	<b>22%</b>	<b>66.917</b>	<b>20%</b>	<b>169.653</b>	<b>20%</b>	<b>64.188</b>
DecompPol (3 a 28)	32%	112.721	18%	46.342	20%	46.015	24%	205.079	23%	68.360
DecompPol (2 a 27)	29%	61.218	16%	56.253	5%	12.563	2%	17.528	16%	43.345
DecompPol (1 a 26)	27%	95.418	4%	8.233	44%	157.082	28%	260.733	25%	86.911
<b>Decomposição Pol</b>	<b>29%</b>	<b>89.786</b>	<b>13%</b>	<b>36.943</b>	<b>23%</b>	<b>71.887</b>	<b>18%</b>	<b>161.113</b>	<b>21%</b>	<b>66.205</b>
Holt Winter's (3 a 28)	12%	43.125	11%	28.734	16%	38.017	3%	23.626	13%	36.625
Holt Winter's (2 a 27)	4%	8.045	14%	49.214	8%	20.155	4%	37.105	8%	25.805
Holt Winter's (1 a 26)	27%	98.668	18%	37.390	28%	98.136	25%	234.194	24%	78.065
<b>Holt Winter's</b>	<b>14%</b>	<b>49.946</b>	<b>14%</b>	<b>38.446</b>	<b>17%</b>	<b>52.102</b>	<b>11%</b>	<b>98.308</b>	<b>15%</b>	<b>46.832</b>

Tabela 6.5 - Resultados das simulações para a Fam5 – Grupo A

grupo A - Fam5 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>14%</b>	<b>34.984</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 15)	4%	9.586	24%	56.984	9%	21.431	3%	25.967	12%	29.334
DecompLog (2 a 14)	11%	25.918	3%	7.024	24%	58.372	10%	77.266	13%	30.438
DecompLog (1 a 13)	53%	148.718	63%	156.116	15%	36.608	44%	341.442	44%	113.814
<b>Decomposição Log</b>	<b>22%</b>	<b>61.407</b>	<b>30%</b>	<b>73.375</b>	<b>16%</b>	<b>38.804</b>	<b>19%</b>	<b>148.225</b>	<b>23%</b>	<b>57.862</b>
DecompLin (3 a 15)	11%	26.614	13%	30.302	23%	57.680	7%	53.993	15%	38.199
DecompLin (2 a 14)	10%	24.504	16%	40.520	7%	17.240	0%	1.224	11%	27.421
DecompLin (1 a 13)	61%	172.367	63%	153.821	11%	27.313	45%	353.501	45%	117.834
<b>Decomposição Lin</b>	<b>27%</b>	<b>74.495</b>	<b>30%</b>	<b>74.881</b>	<b>14%</b>	<b>34.078</b>	<b>18%</b>	<b>136.239</b>	<b>24%</b>	<b>61.151</b>
DecompPol (3 a 15)	22%	54.486	12%	28.700	71%	177.798	35%	260.984	35%	86.995
DecompPol (2 a 14)	10%	24.842	29%	73.127	10%	24.022	10%	72.307	16%	40.664
DecompPol (1 a 13)	78%	218.093	95%	233.067	109%	273.409	93%	724.568	94%	241.523
<b>Decomposição Pol</b>	<b>36%</b>	<b>99.140</b>	<b>45%</b>	<b>111.631</b>	<b>63%</b>	<b>158.410</b>	<b>46%</b>	<b>352.620</b>	<b>48%</b>	<b>123.060</b>
Holt Winter's (3 a 15)	19%	47.510	16%	38.999	19%	48.719	5%	37.790	18%	45.076
Holt Winter's (2 a 14)	10%	24.352	17%	43.451	14%	34.286	14%	102.088	14%	34.029
Holt Winter's (1 a 13)	13%	37.758	15%	36.188	22%	55.049	17%	128.995	17%	42.998
<b>Holt Winter's</b>	<b>14%</b>	<b>36.540</b>	<b>16%</b>	<b>39.546</b>	<b>19%</b>	<b>46.018</b>	<b>12%</b>	<b>89.624</b>	<b>16%</b>	<b>40.701</b>

Tabela 6.6 - Resultados das simulações para a Fam6 – Grupo A

grupo A - Fam6 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>21%</b>	<b>52.533</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	105%	258.469	114%	264.022	91%	235.582	103%	758.073	103%	252.691
DecompLog (2 a 27)	43%	125.265	111%	275.165	120%	277.035	88%	677.466	91%	225.822
DecompLog (1 a 26)	20%	62.252	41%	118.024	108%	265.731	52%	446.007	56%	148.669
<b>Decomposição Log</b>	<b>56%</b>	<b>148.662</b>	<b>89%</b>	<b>219.070</b>	<b>106%</b>	<b>259.449</b>	<b>81%</b>	<b>627.182</b>	<b>84%</b>	<b>209.061</b>
DecompLin (3 a 28)	115%	284.339	134%	309.801	112%	291.028	120%	885.168	120%	295.056
DecompLin (2 a 27)	80%	233.373	172%	425.018	185%	427.656	141%	1.086.048	146%	362.016
DecompLin (1 a 26)	42%	129.845	73%	210.697	158%	389.780	86%	730.321	91%	243.440
<b>Decomposição Lin</b>	<b>79%</b>	<b>215.852</b>	<b>126%</b>	<b>315.172</b>	<b>152%</b>	<b>369.488</b>	<b>116%</b>	<b>900.512</b>	<b>119%</b>	<b>300.171</b>
DecompPol (3 a 28)	73%	180.591	72%	166.186	45%	116.288	63%	463.065	63%	154.355
DecompPol (2 a 27)	41%	118.119	107%	263.469	109%	251.082	82%	632.670	85%	210.890
DecompPol (1 a 26)	29%	89.268	49%	143.006	121%	297.741	62%	530.015	66%	176.672
<b>Decomposição Pol</b>	<b>47%</b>	<b>129.326</b>	<b>76%</b>	<b>190.887</b>	<b>91%</b>	<b>221.704</b>	<b>69%</b>	<b>541.917</b>	<b>72%</b>	<b>180.639</b>
Holt Winter's (3 a 28)	89%	220.936	68%	156.667	45%	117.390	67%	494.993	67%	164.998
Holt Winter's (2 a 27)	29%	84.691	113%	279.770	95%	219.794	76%	584.255	79%	194.752
Holt Winter's (1 a 26)	26%	79.774	50%	143.895	158%	389.502	72%	613.171	78%	204.390
<b>Holt Winter's</b>	<b>48%</b>	<b>128.467</b>	<b>77%</b>	<b>193.444</b>	<b>99%</b>	<b>242.229</b>	<b>72%</b>	<b>564.140</b>	<b>75%</b>	<b>188.047</b>

Tabela 6.7 - Resultados das simulações para a Fam7 – Grupo A

grupo A - Fam7 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>29%</b>	<b>42.370</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	100%	104.854	7%	11.747	5%	7.463	25%	109.138	37%	41.354
DecompLog (2 a 27)	50%	70.597	102%	107.679	9%	14.968	46%	193.244	54%	64.415
DecompLog (1 a 26)	24%	38.699	47%	65.553	97%	102.438	50%	206.690	56%	68.897
<b>Decomposição Log</b>	<b>58%</b>	<b>71.383</b>	<b>52%</b>	<b>61.659</b>	<b>37%</b>	<b>41.623</b>	<b>41%</b>	<b>169.691</b>	<b>49%</b>	<b>58.222</b>
DecompLin (3 a 28)	105%	110.306	10%	17.002	1%	1.550	30%	128.858	38%	42.953
DecompLin (2 a 27)	58%	80.793	115%	120.657	20%	34.588	56%	236.038	64%	78.679
DecompLin (1 a 26)	33%	54.508	61%	84.770	119%	125.148	65%	264.426	71%	88.142
<b>Decomposição Lin</b>	<b>65%</b>	<b>81.869</b>	<b>62%</b>	<b>74.143</b>	<b>47%</b>	<b>53.762</b>	<b>50%</b>	<b>209.774</b>	<b>58%</b>	<b>69.925</b>
DecompPol (3 a 28)	19%	20.295	58%	101.099	71%	104.781	43%	185.585	49%	75.392
DecompPol (2 a 27)	2%	2.815	13%	13.694	61%	106.739	21%	90.229	25%	41.083
DecompPol (1 a 26)	14%	23.271	16%	22.202	17%	18.136	16%	63.609	16%	21.203
<b>Decomposição Pol</b>	<b>12%</b>	<b>15.460</b>	<b>29%</b>	<b>45.665</b>	<b>50%</b>	<b>76.552</b>	<b>27%</b>	<b>113.141</b>	<b>30%</b>	<b>45.893</b>
Holt Winter's (3 a 28)	1%	925	60%	105.488	63%	93.317	47%	199.729	41%	66.576
Holt Winter's (2 a 27)	18%	24.507	0%	302	59%	104.275	31%	128.479	26%	43.028
Holt Winter's (1 a 26)	24%	39.345	14%	18.931	7%	7.119	12%	51.156	15%	21.798
<b>Holt Winter's</b>	<b>14%</b>	<b>21.592</b>	<b>25%</b>	<b>41.574</b>	<b>43%</b>	<b>68.237</b>	<b>30%</b>	<b>126.455</b>	<b>27%</b>	<b>43.801</b>

Devido a quantidade reduzida de dados da Família 20, série de 15 dados, só foi possível realizar um teste com cada família. Dessa forma, além do resultado dos testes ser menos confiável, a previsão fica bastante prejudicada devido a falta de informações.

Tabela 6.8 - Resultados das simulações para a Fam20 – Grupo B

grupo B - Fam20 Modelo	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>19%</b>	<b>7.197</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>DecompLog (1 a 12)</b>	<b>47%</b>	<b>25.930</b>	<b>2%</b>	<b>797</b>	<b>75%</b>	<b>22.942</b>	<b>2%</b>	<b>2.191</b>	<b>41%</b>	<b>16.556</b>
<b>DecompLin (1 a 12)</b>	<b>35%</b>	<b>19.337</b>	<b>30%</b>	<b>12.138</b>	<b>202%</b>	<b>61.759</b>	<b>43%</b>	<b>54.560</b>	<b>89%</b>	<b>31.078</b>
<b>DecompPol (1 a 12)</b>	<b>34%</b>	<b>19.097</b>	<b>30%</b>	<b>12.010</b>	<b>205%</b>	<b>62.780</b>	<b>44%</b>	<b>55.693</b>	<b>90%</b>	<b>31.296</b>
Holt Winter's (1 a 12)	34%	18.781	12%	4.615	10%	3.030	9%	11.136	18%	8.809

Tabela 6.9 - Resultados das simulações para a Fam21 – Grupo B

grupo B - Fam21	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
Modelo	MAPE	MAD								
<b>Empresa</b>	<b>30%</b>	<b>13.103</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 15)	27%	10.386	57%	30.943	5%	1.153	34%	40.176	29%	14.161
DecompLog (2 a 14)	25%	4.988	1%	354	40%	21.754	15%	17.119	22%	9.032
DecompLog (1 a 13)	49%	17.596	120%	24.075	14%	5.622	13%	12.101	61%	15.764
<b>Decomposição Log</b>	<b>33%</b>	<b>10.990</b>	<b>59%</b>	<b>18.457</b>	<b>20%</b>	<b>9.510</b>	<b>21%</b>	<b>23.132</b>	<b>37%</b>	<b>12.986</b>
DecompLin (3 a 15)	29%	11.382	60%	32.680	6%	1.429	39%	45.491	32%	15.164
DecompLin (2 a 14)	23%	4.701	3%	1.110	41%	22.459	15%	16.647	23%	9.424
DecompLin (1 a 13)	51%	18.565	94%	18.915	10%	3.855	4%	4.205	52%	13.779
<b>Decomposição Lin</b>	<b>35%</b>	<b>11.549</b>	<b>52%</b>	<b>17.569</b>	<b>19%</b>	<b>9.248</b>	<b>19%</b>	<b>22.114</b>	<b>35%</b>	<b>12.789</b>
DecompPol (3 a 15)	18%	7.154	48%	25.908	40%	9.146	21%	23.916	35%	14.069
DecompPol (2 a 14)	11%	2.216	70%	27.536	101%	55.009	71%	80.330	61%	28.254
DecompPol (1 a 13)	56%	20.225	40%	8.092	46%	18.042	32%	30.175	47%	15.453
<b>Decomposição Pol</b>	<b>28%</b>	<b>9.865</b>	<b>53%</b>	<b>20.512</b>	<b>62%</b>	<b>27.399</b>	<b>41%</b>	<b>44.807</b>	<b>48%</b>	<b>19.259</b>
Holt Winter's (3 a 15)	11%	4.142	46%	24.894	27%	6.139	20%	22.897	28%	11.725
Holt Winter's (2 a 14)	22%	4.369	12%	4.763	47%	25.339	30%	34.471	27%	11.490
Holt Winter's (1 a 13)	21%	7.555	20%	4.109	11%	4.139	17%	15.803	17%	5.268
<b>Holt Winter's</b>	<b>18%</b>	<b>5.355</b>	<b>26%</b>	<b>11.255</b>	<b>28%</b>	<b>11.873</b>	<b>22%</b>	<b>24.390</b>	<b>24%</b>	<b>9.494</b>

Tabela 6.10 - Resultados das simulações para a Fam22 – Grupo B

grupo A - Fam22	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
Modelo	MAPE	MAD								
<b>Empresa</b>	<b>22%</b>	<b>101.577</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 15)	17%	62.964	11%	43.177	34%	179.404	6%	73.263	21%	95.181
DecompLog (2 a 14)	23%	94.334	11%	39.683	4%	14.449	3%	40.203	13%	49.488
DecompLog (1 a 13)	16%	69.292	29%	117.413	1%	1.973	16%	188.677	15%	62.892
<b>Decomposição Log</b>	<b>19%</b>	<b>75.530</b>	<b>17%</b>	<b>66.757</b>	<b>13%</b>	<b>65.275</b>	<b>8%</b>	<b>100.714</b>	<b>16%</b>	<b>69.187</b>
DecompLin (3 a 15)	54%	201.715	46%	176.475	13%	66.847	24%	311.344	37%	148.346
DecompLin (2 a 14)	9%	34.893	31%	115.738	25%	97.021	15%	177.866	22%	82.551
DecompLin (1 a 13)	7%	29.967	9%	35.259	31%	114.734	9%	109.443	15%	59.987
<b>Decomposição Lin</b>	<b>23%</b>	<b>88.859</b>	<b>28%</b>	<b>109.157</b>	<b>23%</b>	<b>92.867</b>	<b>16%</b>	<b>199.551</b>	<b>25%</b>	<b>96.961</b>
DecompPol (3 a 15)	34%	127.210	26%	101.939	25%	130.411	8%	98.738	28%	119.853
DecompPol (2 a 14)	10%	39.758	29%	108.951	22%	83.292	13%	152.486	20%	77.334
DecompPol (1 a 13)	4%	15.462	18%	71.660	17%	63.408	2%	23.713	13%	50.177
<b>Decomposição Pol</b>	<b>16%</b>	<b>60.810</b>	<b>24%</b>	<b>94.183</b>	<b>21%</b>	<b>92.371</b>	<b>8%</b>	<b>91.646</b>	<b>20%</b>	<b>82.455</b>
Holt Winter's (3 a 15)	38%	142.026	39%	151.536	56%	296.262	46%	589.824	44%	196.608
Holt Winter's (2 a 14)	51%	207.630	48%	182.146	50%	191.594	50%	581.369	50%	193.790
Holt Winter's (1 a 13)	74%	313.381	84%	342.224	95%	356.616	84%	1.012.221	84%	337.407
<b>Holt Winter's</b>	<b>54%</b>	<b>221.012</b>	<b>57%</b>	<b>225.302</b>	<b>67%</b>	<b>281.491</b>	<b>60%</b>	<b>727.805</b>	<b>60%</b>	<b>242.602</b>

Tabela 6.11 - Resultados das simulações para Total – Grupo C

grupo C - Total	Prev1		Prev2		Prev3		Prev1,2,3		Média Prev	
Modelo	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD	MAPE	MAD
<b>Empresa</b>	<b>27%</b>	<b>26.039</b>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
DecompLog (3 a 28)	14%	15.439	28%	22.134	45%	40.963	17%	47.658	29%	26.179
DecompLog (2 a 27)	9%	7.723	14%	15.294	28%	22.262	5%	14.691	17%	15.093
DecompLog (1 a 26)	1%	1.337	13%	11.562	11%	11.994	1%	1.769	8%	8.298
<b>Decomposição Log</b>	<b>8%</b>	<b>8.166</b>	<b>18%</b>	<b>16.330</b>	<b>28%</b>	<b>25.073</b>	<b>8%</b>	<b>21.373</b>	<b>18%</b>	<b>16.523</b>
DecompLin (3 a 28)	6%	6.656	42%	33.342	62%	57.063	30%	83.749	37%	32.354
DecompLin (2 a 27)	23%	19.642	1%	902	49%	38.827	21%	57.566	24%	19.790
DecompLin (1 a 26)	13%	19.330	31%	26.595	5%	5.585	15%	51.510	16%	17.170
<b>Decomposição Lin</b>	<b>14%</b>	<b>15.209</b>	<b>25%</b>	<b>20.280</b>	<b>39%</b>	<b>33.825</b>	<b>22%</b>	<b>64.275</b>	<b>26%</b>	<b>23.105</b>
DecompPol (3 a 28)	5%	5.874	60%	47.370	83%	76.422	46%	129.665	49%	43.222
DecompPol (2 a 27)	35%	30.226	9%	10.439	65%	51.165	33%	91.830	36%	30.610
DecompPol (1 a 26)	27%	38.945	48%	40.998	20%	21.878	30%	101.821	31%	33.940
<b>Decomposição Pol</b>	<b>22%</b>	<b>25.015</b>	<b>39%</b>	<b>32.935</b>	<b>56%</b>	<b>49.822</b>	<b>36%</b>	<b>107.772</b>	<b>39%</b>	<b>35.924</b>
Holt Winter's (3 a 28)	5%	5.959	38%	30.079	37%	34.357	21%	58.477	27%	23.465
Holt Winter's (2 a 27)	32%	27.366	5%	5.813	58%	46.337	29%	79.516	32%	26.505
Holt Winter's (1 a 26)	21%	30.177	47%	40.311	21%	23.729	27%	94.217	30%	31.406
<b>Holt Winter's</b>	<b>19%</b>	<b>21.167</b>	<b>30%</b>	<b>25.401</b>	<b>39%</b>	<b>34.807</b>	<b>26%</b>	<b>77.403</b>	<b>29%</b>	<b>27.125</b>