

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA- ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARIANA CASTILHO CHAO

**Análise de previsão de demanda com influência de planos comerciais e
iniciativas**

SÃO PAULO - SP
2015

MARIANA CASTILHO CHAO

Análise de previsão de demanda com influência de planos comerciais e iniciativas

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

SÃO PAULO - SP

2015

MARIANA CASTILHO CHAO

**Análise de previsão de demanda com influência de planos comerciais e
iniciativas**

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

Orientador: Miguel Cezar Santoro

SÃO PAULO - SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo-na-publicação

Castilho Chao, Mariana

Análise de previsão de demanda com influência de planos comerciais e iniciativas / M. Castilho Chao -- São Paulo, 2015.

99 p.

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

Dedico este trabalho aos meus pais, Lilian e George, a minha irmã Thaís e a todos da minha família, minha base.

AGRADECIMENTO

O trabalho de formatura é o encerramento de um ciclo importante da minha vida fruto de muito esforço e dedicação, desde a entrada na Escola Politécnica até finalmente poder ser uma Engenheira de produção.

Queria agradecer a todos que estiveram envolvidos em todo esse processo, desde o vestibular até a entrega deste trabalho. Primeiramente, gostaria de agradecer meus pais, Lilian e George por todo o apoio necessário em não só essa fase da minha vida, mas como em todas as outras. Sem vocês nada disso seria possível, obrigada por me passar calma nos momentos conturbados e serem sempre o meu lar. Sei que a minha formação é o fruto do nosso esforço.

Também gostaria de agradecer a minha irmã Thaís Chao por todo o apoio nesse trabalho, pelas discussões sobre o tema e as ajudas com as planilhas. Além disso, o apoio moral e psicológico naqueles momentos difíceis.

Meus agradecimentos a toda a minha família, tias (os), avó, avô e nainai . Vocês são minha base e foram muito importantes em todo esse período.

Obrigada ao meu companheiro Filipe, por sempre me passar calma e conforto, pelos fins de semanas fazendo trabalho e por ser sempre tão compreensivo. Assim como agradeço a todos meus amigos, do biênio e a Gal querida, pelo apoio em todas as minhas decisões.

Agradeço ao Professor Dr. Miguel Cezar Santoro por toda a ajuda e conselho e por compartilhar comigo todo o seu conhecimento na área de planejamento de produção. Aproveito para agradecer a todos os professores da POLI pelo conhecimento compartilhado.

Agradecimento especial a todos da empresa em que trabalho que colaboraram para o acontecimento desse trabalho e também para o meu crescimento pessoal e profissional.

“Education is the most powerful weapon which
you can use to change the world”

(Nelson Mandela)

RESUMO

Esse presente trabalho visa desenvolver um modelo de previsão de demanda para o setor de lâminas de barbear de uma empresa de bens de consumo. Além deste modelo, visa analisar o processo de previsão de demanda para iniciativas comerciais, sugerindo melhoras e mudanças na cadeia. O objetivo é auxiliar a tomada de decisão através dos estudos e análises realizados, a fim de melhorar problemas como inventário em excesso, excesso de produtos remanescentes, mudanças inesperadas na demanda e diminuir os erros de acurácia hoje existentes no processo. Desta maneira, para a realização do trabalho foram realizados o mapeamento do processo atual, levantamento de dados, análises, entrevistas, construindo-se um diagnóstico do processo de previsão de demanda. Assim, foi desenvolvido um modelo de projeção, baseado nos dados históricos de demanda e uma proposta de um novo modelo para a previsão de demanda e iniciativas, onde houve o envolvimento, além da área de previsão de demanda, das áreas de Marketing, Vendas e Finanças. Por fim, com os resultados obtidos, desenvolveu-se também planos e ferramentas que são o suporte para a implementação do trabalho na empresa em questão.

Palavras chave: Previsão de demanda, Processo de previsão de demanda, previsão de demanda para iniciativas comerciais, Indústria de bens de consumo, setor de lâminas de barbear

ABSTRACT

This work aims to develop a forecasting model for the Blades and Razor sector of Consumer Goods Company. Besides that, it aims to analyse the forecasting process for commercial initiatives, suggesting improvements and changes on the current process. The goal is to assist the decision through demand studies and analysis, improving problems such as inventory excess, remnant products, non-planning changes on demand and decrease the accuracy errors. Thus, for the work development, it was done the current process mapping, data analysis and interviews, building a complete diagnosis for the forecasting process. Based on that, it was developed a new forecasting model and a re-design for the forecasting methods for initiatives, where it had the participation of Sales, Marketing and Finance teams. Finally, due the project good results, it was created plans and tools that will be used as support for the work implementation at the company.

Key words: Demand forecasting, demand forecasting process, forecasting for commercial initiatives, consumer goods industry, blades and razors sector.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2-1- Exemplo de aparelho feminino e masculino	18
Figura 2-2- Exemplo de aparelho e cartucho.....	18
Figura 2-3- Exemplo de sistemas e aparelho descartáveis	19
Figura 2-4- Exemplo de SKU OS e PB	20
Figura 2-5- Exemplo de SKU mix.....	20
Figura 2-6- Proporção dos volumes das Famílias	22
Figura 2-7- Curva ABC dos SKUs	23
Figura 3-1- Posição do planejamento de demanda da cadeia de suprimentos.....	25
Figura 3-2- Relação da demanda com os setores da empresa	26
Figura 3-3- Processo de planejamento de demanda	27
Figura 4-1- Evolução de NPI do ano fiscal 13/14 para Julho 14.....	32
Figura 5-1- Fluxo de informação da previsão de demanda e planejamento de negócios.....	40
Figura 6-1- Perfil de demanda da família C	61
Figura 6-2- Perfil de demanda da família A	61
Figura 6-3- Perfil de demanda da família F.....	61
Figura 6-4- Auto correlação com $k=12$ da Família F	62
Figura 6-5- Auto correlação com $k=12$ para a Família A	63
Figura 6-6- Auto correlação com $k=12$ para a Família C.....	63
Figura 6-7- Análise de tendência para a família C	64
Figura 6-8- Análise de tendência para a família A.....	64
Figura 6-9- Análise de tendência para família C	64
Figura 6-10- Períodos de previsão utilizados	67
Figura 6-11- Modelo de suavização exponencial com tendência para a Família F.....	70
Figura 6-12- Análise de sensibilidade dos parâmetros alfa e beta	71
Figura 6-13- Curva de previsão vs Curva real da família A.....	72
Figura 6-14- Curva de previsão vs Curva real da família C.....	72
Figura 6-15- Curva de previsão vs Curva real da família F	72
Figura 6-16- Interface para análise do modelo de previsão.....	74
Figura 7-1- Processo atual de previsão de demanda de iniciativas	76
Figura 7-2- Análise dos GAPs existentes no processo atual	79
Figura 7-3- Detalhamento das mudanças sugeridas no processo	81

Figura 7-4- Processo do Método de Delphi	83
Figura 7-5- Detalhamento dos processos no período analítico	83
Figura 7-6- Detalhamento dos processos no período de integração	85
Figura 7-7- Detalhamento do novo processo proposto	86
Figura 10-1- Perfil de demanda da família B.....	97
Figura 10-2- Perfil de demanda da família D	97
Figura 10-3- Perfil de demanda da família E	97
Figura 10-4- Modelo de previsão da família A.....	98
Figura 10-5- Análise de sensibilidade da combinação de alfa e beta para a família A	98
Figura 10-6- Modelo de previsão da família C	99
Figura 10-7- Análise de sensibilidade da combinação de alfa e beta para a família C.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1- Proporção de volume de cada família	22
Tabela 4-1- Impacto em dólar de inventário não produtivo	32
Tabela 4-2- Número de IBAs	33
Tabela 4-3- Tabela de erro de previsão de demanda de iniciativas	34
Tabela 4-4- MAPE 1 e MAPE 3 por família	35
Tabela 4-5- Acurácia dos SKUs que representa, 80% do inventário em valor (USD).....	36
Tabela 5-1- Comparação dos métodos qualitativos.....	56
Tabela 6-1- Comparação entre modelos quantitativos	67
Tabela 6-2- Resultado dos testes dos modelos de previsão para a família A.....	68
Tabela 6-3- Resultado dos testes dos modelos de previsão para a família F.....	68
Tabela 6-4- Parâmetros e MAPE do modelo de previsão	71
Tabela 6-5- Comparação do MAPE atual vs o obtido com o modelo proposto.....	73
Tabela 7-1- Fatores críticos de sucesso para a solução	79
Tabela 7-2- Estudo de tempo do processo.....	87
Tabela 7-3- Layout do Balance Score Card de acompanhamento das iniciativas.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BB	<i>Building Block</i>
BOP	<i>Business Operations Planning</i>
DFU	<i>Demand Forecast Unit</i>
FPC	<i>Finish Product Code</i>
IBA	<i>Incremental Business Assessment</i>
MAE	<i>Mean Absolute Error</i>
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
ME	<i>Mean Error</i>
NPI	<i>Non Productive Inventory</i>
PB	<i>Plastic bag</i>
PCP	Planejamento e controle da produção
PE	<i>Percentage Error</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	A EMPRESA.....	17
2.1	HISTÓRIA E CRACTERÍSTICAS GERAIS	17
2.1.1	SETOR FOCO DO TRABALHO E INFORMAÇÕES DO MERCADO	17
2.1.2	ESTRTURA DA MARCA E PRODUTOS	18
3	O PROCESSO ATUAL	24
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PLANEJAMENTO DE DEMANDA	25
3.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE DEMANDA	27
3.3	PRINCIPAIS MEDIDAS DE PERFORMANCE.....	29
4	DEFINIÇÃO DE PROBLEMA E OBJETIVO.....	31
4.1	PROBLEMA.....	31
4.2	OBJETIVO	37
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	39
5.1	GESTÃO DA DEMANDA E RELAÇÃO COM A CADEIA DE SUPRIMENTO .	39
5.2	VANTAGENS E RAZÕES PARA PREVER	40
5.3	MÉTODO QUANTITATIVO	42
5.3.1	SÉRIES TEMPORAIS VS EXPLICAÇÃO.....	42
5.3.2	PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO DA PREVISÃO	43
5.3.3	MEDINDO A ACURÁCIA	44
5.3.4	SÉRIES TEMPORAIS	46
5.3.5	MÉTODOS DE EXPLICAÇÃO	52
5.4	MÉTODOS QUALITATIVOS.....	54
5.5	DEMANDA NO MERCADO ATUAL.....	57
6	CONSTRUÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO	58
6.1	ESCOPO E OBJETIVO.....	59
6.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	60

6.3	ANÁLISE DOS DADOS	60
6.4	SELEÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO	65
6.5	TESTES.....	67
6.6	MODELO ESCOLHIDO	69
6.7	INTERFACE E MELHORIAS	73
7	MELHORIAS NO PROCESSO DE DEMANDA DE INICIATIVAS.....	75
7.1	DIAGNÓSTICO DO PROCESSO ATUAL	75
7.2	ENTREVISTAS E PONTOS FOCOS DE MELHORIA.....	77
7.3	PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA	79
7.4	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO, FUNCIONAMENTO E PRÓXIMOS PASSOS	87
7.5	EXECUÇÃO DO PROCESSO: ACOMPANHAMENTO E MANUTENÇÃO	88
8	CONCLUSÃO.....	90
8.1	CONCLUSÕES.....	91
8.2	OPORTUNIDADES E MELHORIAS.....	92
9	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	94
10	ANEXO.....	97
10.1	PERFIL DE DEMANDA.....	97
10.2	ANÁLISE DAS FAMÍLIAS A e C.....	98

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho visa desenvolver e melhorar o sistema de previsão de demanda de uma empresa de bens de consumo para o setor de lâminas de barbear. Além disso, o trabalho desenvolverá um novo modelo do processo de previsão de demanda para iniciativas, que podem ser definidas como novos produtos ou iniciativas comerciais.

Atualmente, a empresa em questão enfrenta alguns problemas advindos dos erros de previsão de demanda, como excesso de inventário, inventário de produtos remanescentes, alterações na demanda não planejadas e grandes erros de acurácia. Esses problemas dificultam o fluxo de caixa da empresa, impedindo investimentos em atividades agregadoras de valor e ocasionando em custos adicionais.

Para resolver os problemas citados a cima, neste trabalho foi desenvolvido um modelo de previsão de demanda para as famílias do setor de lâminas de barbear da empresa. Através de um diagnóstico inicial, baseado na análise de dados, resultados atuais e perfil de demanda, propõe-se um modelo que possibilitará uma melhor tomada de decisão.

Para o redesenho do processo de previsão de demanda de iniciativas comerciais, foram realizadas entrevistas com os personagens envolvidos, um mapeamento do processo e uma identificação dos GAPS existentes bem como as oportunidades de melhoras.

Segue a baixo um breve resumo do que será tratado em cada capítulo neste documento:

No Capítulo 2 é apresentada a empresa e as principais características do setor de lâminas de barbear como os atributos de cada produto e o comportamento de suas vendas.

O Capítulo 3 define o processo de previsão de demanda atual, detalhando cada sub processo e as medidas de performances utilizadas para a medição do setor.

No Capítulo 4 são definidos o objetivo do trabalho e os principais problemas a serem solucionados, como o alto nível de inventário e erros de acurácia. Nesta seção os problemas serão quantificados e detalhados.

No Capítulo 5 é realizada a revisão bibliográfica dos pontos mais relevantes no trabalho, onde se é apresentado os principais conceitos existentes na literatura, sendo utilizados posteriormente do desenvolvimento das soluções.

No Capítulo 6 é desenvolvido o modelo de previsão para as famílias escolhidas do setor. Desta maneira, é realizada um diagnóstico do status atual, bem como uma análise do perfil de demanda. Após a análise, são escolhidos os modelos de previsão, testados e desenvolvidos, todos eles baseados na literatura descrita no Capítulo 4.

O Capítulo 7 descreve o processo de previsão de demanda para iniciativas comerciais. Assim, baseado no mapeamento e em entrevistas é sugerido um novo processo que visa melhorar os gaps existentes atualmente.

Enfim, o último capítulo contém os comentários finais, conclusões e próximos passos para este trabalho.

2 A EMPRESA

Para o melhor entendimento do trabalho e dos pontos que serão apresentados, a seguir será realizada uma descrição da empresa, destacando seus principais processos, atividades, produtos e mercado.

O trabalho será realizado na empresa Consumers Good Co. A empresa é fictícia, por conta do sigilo dos dados exigido pela empresa real em que o estágio é realizado.

2.1 HISTÓRIA E CRACTERÍSTICAS GERAIS

2.1.1 SETOR FOCO DO TRABALHO E INFORMAÇÕES DO MERCADO

O trabalho será focado no setor de Lâminas de barbear da empresa, chamado de *Blades & Razors*. Neste e no próximo tópico serão apresentados mais detalhes sobre o mercado e características dessa categoria de produtos.

O Brasil é o segundo maior mercado em lâminas de barbear, com 1,1 bilhão de unidades vendidas anualmente, em média, os brasileiros fazem a barba 2,7 vezes por semana, segundo a revista Dinheiro (2011). Sendo assim, para obter o crescimento do mercado e de *market share* a inovação é essencial.

Este mercado é uma das três áreas, junto com o mercado de sabonetes e desodorantes, predominantes no mercado de higiene masculino, mercado considerado foco na hora da compra (NIELSEN, 2011). Em relação à março de 2015, nos últimos 6 meses, a categoria de lâminas de barbear cresceu 8.7% em valor e 3.6% em volume. (NIELSEN, Estudo fornecido para a empresa, 2015)

A empresa em questão é líder de mercado possuindo grande parte do *market share*, sendo considerada inovadora, com grandes investimentos em iniciativas de marketing e planos comerciais. Além disso é essencial para a organização em questão, representando mais de 30% de seu volume total.

2.1.2 ESTRUTURA DA MARCA E PRODUTOS

Atualmente a marca possui 95 SKUs ativos. Para cada SKU são atrelados alguns atributos que classificam cada produto em grupos específicos. Os principais atributos são:

- Masculino vs feminino: os SKUs podem ser definidos como feminino ou masculino. Dependendo deste atributo, existem diferenças na estrutura do produto como cor do aparelho, tamanho e definição da lâmina, embalagem e design do produto.



Figura 2-1- Exemplo de aparelho feminino e masculino

FONTE: Google imagens

- Aparelhos vs cartuchos: Alguns SKUs são os aparelhos de barbear completo, com a haste e a lâmina de barbear inclusa, outros, chamados de cartuchos, são apenas a lâmina de barbear que servem como um tipo de “refil” para o aparelho.
-
-



Figura 2-2- Exemplo de aparelho e cartucho

FONTE: Google imagens

- Descartável vs sistemas: Os SKUs são classificados em relação ao número de vezes em que podem ser usados. Os descartáveis, possuem a haste e as lâminas fixas uns aos outros, havendo um tempo limitado de uso, devido ao fio da lâmina e á quantidade de vezes que se utiliza o aparelho. Os sistemas são formados pelos aparelhos em que a haste e as lâminas são separáveis e se troca o cartucho como um refil, porém a haste é fixa e utilizada sem um limite de tempo.



Figura 2-3- Exemplo de sistemas e aparelho descartáveis

FONTE: Google imagens

- Número de lâminas: Atualmente existem cartuchos com 2, 4,6 lâminas de barbear
- Número de aparelhos por SKU: Quantos aparelhos de barbear existem em cada SKU. Este atributo para sistemas é sempre igual a 1. Para os descartáveis esse número pode variar de 2 à 16.
- PB vs OS: Este atributo é referente apenas aos aparelhos descartáveis que são vendidos em grandes quantidades, uma vez que são mais baratos, sendo vendidos em maior volume. OS são aqueles SKUs que são vendidos em cartelas feitas de papelão, onde o cliente descarta os aparelhos na hora da compra. PB (*plastic bag*) são vendidos em sacolas de plásticos e focados no mercado de atacados. Veja abaixo na figura 2-4 a ilustração:



Figura 2-4- Exemplo de SKU OS e PB

FONTE: Google imagens

- Mix : Além dos SKUs normais temos os chamados de mix ou packs. Eles são gerados a partir da mistura de dois tipos de produtos, ou produtos de diferentes famílias, ou até de diferentes categorias. Os packs são usados principalmente para ganhar *market share*, alavancar novos produtos e para iniciativas comerciais.



Figura 2-5- Exemplo de SKU mix

FONTE: Google imagens

Além desses atributos, os SKUs são divididos em famílias. Existem 8 famílias que serão chamadas de A a H e a seguir será detalhado as principais características de cada uma delas:

- Família A: É uma das duas famílias *high tiers* da categoria. É a família que têm o maior preço de venda, sendo destinada para um público mais sênior e de maior poder aquisitivo. São aparelhos masculinos, sistemas, com 5 lâminas de barbear. Seus SKUs são divididos entre aparelhos e cartuchos, sendo as cargas vendidas como refis, uma vez que o aparelho é considerado com uma duração de tempo ilimitado.

- Família B: É a segunda família *high tier* do portfólio. É o foco atual da companhia e a família mais rentável de produtos de Blades & Razors. Por conta disso, é a família que recebe mais investimentos e iniciativas, sendo alvo de atenção do departamento de vendas e de marketing. Seus produtos também são todos masculinos e divididos entre aparelhos e cartuchos, sendo as cargas vendidas como refis. Durante o período de um ano foram feitos 25 packs com esta família, sendo a família com mais número de packs.
- Família C: É uma família com SKUs novos, lançados em julho de 2014. Diferentemente das outras, essa família é voltada para a eliminação dos pelos corporais. É destinado ao público masculino e faz parte da classificação dos descartáveis. Por ser voltado ao corpo, esta família é mais voltada para regiões como Nordeste e regiões de praia, 75% das vendas dessa família são desta região.
- Família D: É a família *medium tier* do portfólio. Todos os seus SKUs são considerados descartáveis e podem ser PB ou OS, femininos ou masculinos. Os canais de mercado que são focados nessas famílias são mercados de alta frequência e atacados. Assim como a família B, possui grandes investimentos em marketing e em packs.
- Família E: É a família mais *low tier* existente na companhia. Seu volume é o maior em relação a todos os SKUs. São produtos voltados para o mercado masculino e totalmente descartáveis. Podem ser classificados como PB ou OS, sendo que 95% do volume é voltado para os modelos OS. Além dessas características é a única família que possui produtos feitos exclusivamente para certos clientes, como o WalMart e SAMs club.
- Família F: É a única família exclusivamente voltada para o público feminino e considerada *high tier*. Elas podem ser sistemas e descartáveis, possuindo também o sistema de refil. É uma família criada em Julho de 2014 e por ser nova, é foco de bastante investimentos de marketing e de vendas.

A seguir veja a proporção de volume de cada família e a quantidade de SKUs pertencentes a cada uma delas. Por questões de sigilo, todos os volumes utilizados no trabalho foram multiplicados por um fator X.

Família	Volume (un.)	% Total
Família A	120	0%
Família B	6,210	22%
Família C	273	1%
Família D	15,641	55%
Família E	5,121	18%
Família F	1,222	4%
Total	28,587	100%

Tabela 2-1- Proporção de volume de cada família

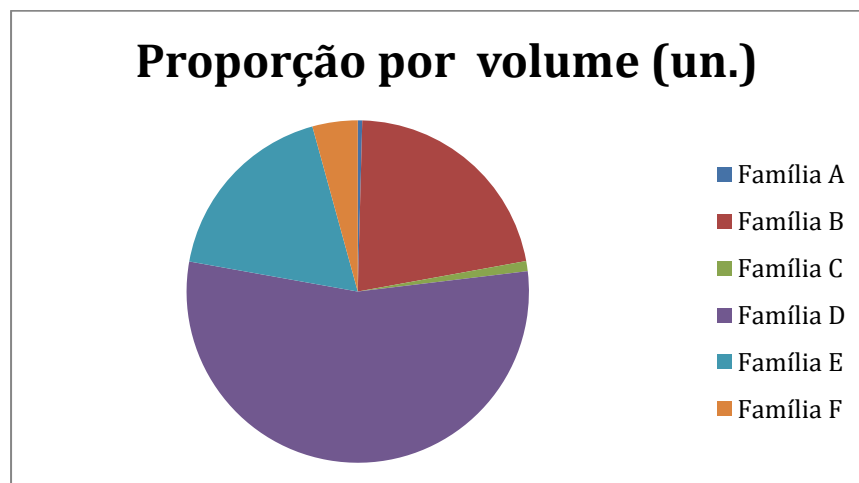


Figura 2-6- Proporção dos volumes das Famílias

A seguir, na figura 2-7, estão as análises da curva ABC de produtos em relação ao volume de cada SKU:

-

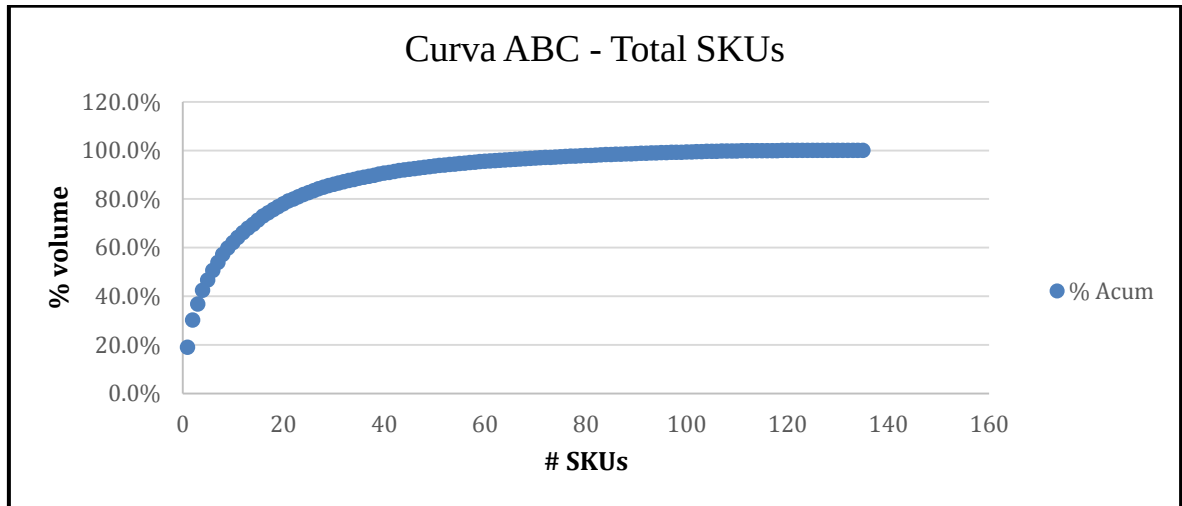


Figura 2-7- Curva ABC dos SKUs

-

Na curva ABC conclui-se que 80% do volume da categoria está concentrado em apenas 22 SKUs dos 95SKUs ativos. . Sendo que dentro desses SKUs 55% são pertencentes a família D, 15% a família E e 30% a família B.

O perfil de demanda das famílias A, C e F estão no capítulo 6 e das famílias B,D e E no Anexo.

3 O PROCESSO ATUAL

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE PLANEJAMENTO DE DEMANDA

O planejamento de demanda na organização é um processo que desenvolve e ganha alinhamento entre a construção de modelos estatísticos e planos comerciais para o *business*. A previsão de demanda é atualizada mensalmente, com manutenções que são feitas semanalmente. Os principais objetivos do planejamento de demanda são: minimizar os erros de previsão, suportar o planejamento estratégico, melhorar o serviço ao cliente, auxiliar e guiar o planejamento de produção e a redução de custo.

A área de planejamento de demanda pertence a área de *Market Planning*, dentro de Logística e se localiza no início da *Supply Chain* (como mostra a figura 3-1), principalmente por ser responsável pelo planejamento e estruturação de recursos e capacidade.



Figura 3-1- Posição do planejamento de demanda da cadeia de suprimentos

Também é parte da equipe de marketing e vendas, oferecendo sempre inputs de logística e capacidade de recursos e recebendo informações de mercado, planos, vendas e investimentos, como se pode observar da figura 3-2.



Figura 3-2- Relação da demanda com os setores da empresa

Devido aos fatores como tempo de produção e planejamento de matéria prima, a previsão é realizada mensalmente pensando no médio prazo de três meses. Por exemplo, no mês de dezembro se prevê detalhadamente a demanda até Março. Qualquer mudança na demanda durante este período de tempo, deve ser realizada por uma *transit sheet*, requerendo a aprovação das fábricas e do planejador de produção.

A previsão de demanda e dos planos comerciais são realizados por DFU (*Demand Forecast Unit*) e depois convertidos no código próprio de cada produto (FPC- *Finish Product Code*). Além disso, se divide a demanda também por centro de distribuição e planta.

Desta maneira, construiu-se um ciclo de demanda, chamado de BOP (*Business Operations Planning*). Áreas como marketing e inteligência de mercado dão *inputs* que influenciam a demanda e o processo de previsão, como consumos iniciais de iniciativas, elasticidade e oportunidades de mercado. O planejador de demanda coleta esses dados, documenta as hipóteses significativas para a demanda e alia isso com o estudo estatístico do histórico de vendas. Assim, se tem uma base inicial que será usada para atualizar a demanda dos próximos 3 meses. Após a construção dessa base, são preparados *Building Blocks (BB)*, que são os principais componentes de volume que formarão o volume final, como por exemplo, planos comerciais, descontos, investimento em certo canal, aumento ou decréscimo de preço. Os BB

representam uma visão geral dos principais componentes da construção do volume, sendo usados para a comunicação da previsão para outras áreas, ganho de consensus e checagem no número final.

Construído os *Building Blocks*, o planejador de demanda realiza uma reunião mensal, onde o principal objetivo é alinhar com as áreas de marketing, vendas, finanças e *Supply* o número final de previsão. Sendo assim, é necessário coordenar interesses e expectativas de todos os setores, chegando em uma previsão racional que minimize erros. Desta maneira, se busca a suficiência do volume final, ou seja, se analisa se para se chegar ao número final existem as ferramentas e investimentos necessários, baseado no histórico e planos comerciais. Na segunda semana no mês é realizada a carga de demanda no sistema, onde a previsão para os próximos 3 meses é fixada e comunicada para toda a organização. Além disso, semanalmente ocorrem ajustes, modificando algumas mudanças que ocorreram nesse período.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO DE DEMANDA

Desta maneira, o processo de planejamento de demanda pode ser definido pelo esquema abaixo:

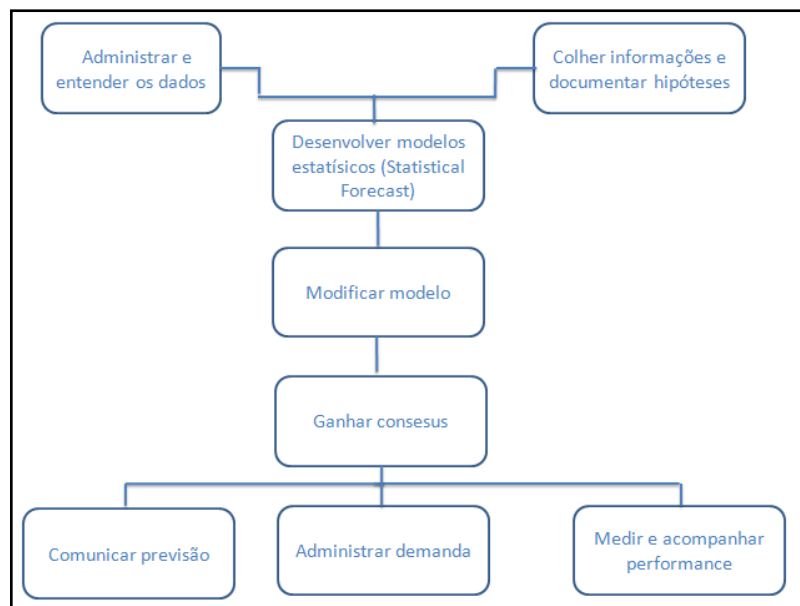


Figura 3-3- Processo de planejamento de demanda

- Manter e entender dados: Fazer a manutenção dos dados no sistema, como status dos DFUs e FPCs
- Colher informações, alinhar e documentar hipóteses: Colher informações de marketing, iniciativas, mudanças de preços, organizar e avaliá-las para determinar os principais fatores que irão compor a previsão. As principais informações utilizadas para a criação de previsão de demanda são: consumo do produto, *awareness* da marca, vendas passadas, inventário do cliente, inventário, resultado dos planos, rentabilidade e *market share*.
- Desenvolver a previsão estatística: realizar uma previsão baseada em modelos estatísticos baseados nas vendas passadas.
- Modificar previsão: A base estatística criada pode ser modificada com ajustes que melhor reflitam as hipóteses.
- Validar previsão: Checar se o número final é completo e correto, validando a demanda desde categorias, famílias a SKU.
- Conversão e comunicação da comunicação: A previsão é convertida no formato oficial usado também por finanças e *supply chain*, sendo convertidos em tabelas padrão. A organização utiliza como sistema o SAP APO/BW, uma plataforma usada pela companhia mundialmente e também por toda a cadeia de suprimentos.
- Administrar demanda: Após a submissão oficial da demanda, as ordens e vendas são monitorados diariamente. Resultados que desviem muito da demanda planejada são analisados e modificados no ajuste semanal.
- Medir e acompanhar performance: Os números reais de vendas são comparados com previsão, sendo identificados gaps, riscos e oportunidades.

O processo planejamento de demanda pode ser dividido em 3 diferentes grupos, relacionados ao tempo de previsão:

Diário (horizonte de um dia)

Foco na manutenção e monitoração dos elementos chaves como ordens e vendas, identificando grandes variações, mudanças de mercado versus as hipóteses criadas e variações contra as tolerâncias previstas identificando oportunidades de melhorar e comunicando os setores afetados.

Semanal (horizonte de 6 a 8 meses)

Foco em atualizar os impactos e as mudanças, baseados em novos mercados, promoções e informações competitivas. Assim, os resultados são uma atualização de curto prazo na previsão no período de 6-8 semanas. Também é realizado a análise das ordens/vendas com o previsto, alinhando o departamento de demanda e identificando variações.

Mensal (horizonte de 3 a 24 meses)

Focado no ciclo de demanda descrito anteriormente, baseado nos *Building Blocks*, documentação de hipótese e alinhamento com os outros setores.

3.3 PRINCIPAIS MEDIDAS DE PERFORMANCE

Existem 4 principais medidas que avaliam a performance da previsão na Consumer Goods Co:

SP1: Planejado vs realizado no período de 1 mês.

$SP1 = (\text{previsão do mês passado}) - (\text{realizado do mês passado})$

SP3: Planejado de 3 meses vs realizado de 3 meses

$SP3 = (\text{soma da previsão dos últimos 3 meses}) - (\text{soma do realizado dos últimos 3 meses})$

Bias: Porcentagem de venda abaixo ou acima da demanda, viés da demanda

Case fill Rate (CFR): Pedidos entregues vs pedidos feitos

4 DEFINIÇÃO DE PROBLEMA E OBJETIVO

4.1 PROBLEMA

Devido ao atual modelo de previsão de demanda, alguns problemas na cadeia de suprimentos e em toda a organização podem ser identificados na empresa em questão:

Alto nível de Inventário Não Produtivo

Uma das medidas na empresa para parametrizar a eficiência do planejamento de demanda e da gestão de estoques é a métrica chamada NPI (*Non Productive Inventory*). Esta tem como objetivo medir o nível de estoque que não agrega valor à companhia. Ou seja, produtos estocados que estão além do planejado pela gestão de estoques e que, apesar de alocarem recursos humanos e espaço físico nos centros de distribuição e fábricas, não trazem retorno financeiro para a organização. Quanto menor a proporção de NPI, mais fluxo de caixas se obtém com o inventário, possibilitando investimentos total companhia e aumentando o retorno obtido.

Para facilitar a administração do NPI, ele é dividido em três grupos:

- RED: Estoque que não pode ser mais vendido, por possuir defeitos de fabricação, de transportes ou vencidos.
- ORANGE: Estoque de produtos remanescentes. Ou seja, produtos que não possuem mais demanda, mas por não possuir vendas como o planejado no passado, restaram no inventário. Geralmente, são produtos de iniciativas comerciais, como por exemplo aparelhos de barbear feitos especialmente para a copa do Mundo, com parceria de artistas ou de outras companhias. Sendo assim, possuem tempo de demanda determinado, devido ao investimento destinado a ele ou ao contrato legal com o artista associado.
- YELLOW: estoques que estão em excesso no inventário. Produtos que se possui mais de 60 dias de inventário ($2 \times \text{BOP}$). Esse excesso pode ocorrer devido ao desbalanceamento de produção, produção em excesso ou vendas abaixo do esperado.

Para a análise em questão, os níveis de inventário dos grupos ORANGE e YELLOW são extremamente influenciados pela acurácia da demanda. Principalmente em relação às iniciativas comerciais, onde o erro de demanda e o nível de inventário remanescente possuem relação diretamente proporcional.

O Target estabelecido pela companhia é que o NPI seja 2% do inventário total em valor (USD), nível que garante que ocorra um fluxo de caixa adequado e uma alocação eficiente dos recursos existentes nos centros de distribuição e nas fábricas.

Em julho de 2014 o nível para *Blades and Razors* é de 15%, ou seja, existe um gap de 13% no nível de NPI desejado, como se pode ver na figura abaixo.

Grupo	% Total inventário
Red	6%
Orange	9%
Yellow	17%
Total	32%

Tabela 4-1- Impacto em dólar de inventário não produtivo

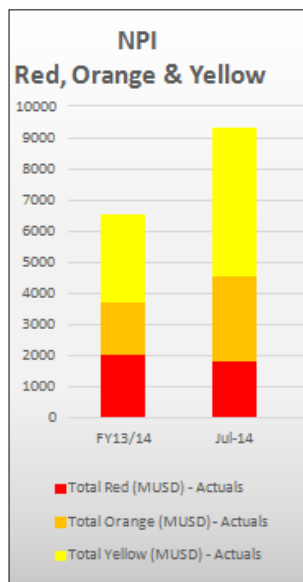


Figura 4-1- Evolução de NPI do ano fiscal 13/14 para Julho 14

A construção de um modelo de demanda que preveja com o menor erro possível o volume de iniciativas comerciais é essencial para a redução deste gap e a prevenção de futuros aumentos.

Mudanças frequentes na demanda em curtos prazos de tempo

Devido às grandes mudanças de planos comerciais e ao grande erro de acurácia presente na estimativa de volume nestes planos, muitas vezes é necessária a mudança na demanda em curtos espaços de tempo. Para casos assim, existe um formulário chamado de IBA (*Incremental Business Assessment*), onde se questiona às fábricas a possibilidade de se produzir maior ou menor volume de tal produto para um curto período (menor de 3 meses). As implicações dessas mudanças são muito prejudiciais para toda a cadeia de suprimento:

- Prejudicam o planejamento futuro e atual de produção, exigindo uma reestruturação na alocação de recursos (máquinas, pessoas, insumos), um replanejamento dos outros SKUs e um desbalanceamento de estoque.
- Exigem esforços não planejados em transportes, devido ao curto prazo, implicando em recursos caros como fretes *express* ou até mesmo frete aéreo.
- Exigem investimentos adicionais, consumindo parte do *budget* do departamento, não permitindo o investimento em outras áreas necessárias.

Abaixo na tabela 4-2, pode se visualizar o números de IBAs submetidas no período de 3 meses, sendo o Target apenas 1 por trimestre.

Mês	Número de IBAs
jul/14	1
ago/14	3
set/14	4
out/14	5
nov/14	4
dez/14	2
jan/15	4
fev/15	3
mar/15	3

Tabela 4-2- Número de IBAs

Falta de alinhamento entre a unidade global e estudo de mercado brasileiro pra o dimensionamento de iniciativas

Como relatado acima, as iniciativas são inseridas na demanda através do modelo de *Building Blocks*. Porém atualmente não existe nenhum estudo aprofundado sobre dimensionamento de iniciativas e nem sobre as iniciativas que já ocorreram ao longo do passado. Toda a estimativa feita é baseada na intuição do departamento de marketing, vendas e da liderança da unidade global da empresa, sem nenhum estudo em relação ao passado e a dados históricos de iniciativas similares e sem a consulta dos profissionais no Brasil, que possuem mais experiência e conhecimento com o mercado brasileiro. Esse modelo de dimensionamento acaba possuindo erros de acurácia (tanto como vendas acima do esperado como vendas abaixo do esperado), acarretando mudanças rápidas da demanda (alto número de IBAs e de rupturas), como alto níveis de inventário (Orange Buckets). Veja abaixo os dados de erros e impacto no inventário das principais 3 iniciativas do último ano fiscal.

Iniciativa	*ERRO	INVENTARIO REMANESCENTE (MIL USD)
A	19%	\$ 115.00
B	25%	\$ 250.00
C	73%	\$ 1,245.00
Total		\$ 1,610.00

Tabela 4-3- Tabela de erro de previsão de demanda de iniciativas

*erro = (previsão- real)/ previsão

Medidas de acurácia abaixo da meta

As medidas de acurácia da previsão da demanda das categorias da empresa são medidas em relação ao horizonte de previsão. Desta maneira, são medidos os erros em relação a 1 mês (diferença relativa entre o que foi vendido no mês versus o que foi planejado no mês anterior) e em relação aos 3 meses anteriores (soma das demandas dos três meses anteriores versus o real dos três meses anteriores). Na literatura esses erros são chamados de MAPE, a explicação

teórica será feita no capítulo 5. O erro na acurácia implica em estoques mal dimensionados (como falta ou excesso de inventário), dificuldade no planejamento e produção, principalmente de compras e complicações que se estendem pela *Supply Chain*, afetando dimensionamento de transportes, dos centros de distribuições e de recursos humanos.

No caso do setor de lâminas de barbear, os produtos tem um período grande até o vencimento (7 a 8 anos), porém, para as outras categorias, como *Oral Care*, *Health Care* e *Baby Care*, o grande erro de acurácia implica em grandes produtos vencendo, implicando uma perda de aproximadamente 5 milhões de dólares por ano.

Para as famílias estudadas, segue os erros de MAPE (erro proporcional) com o horizonte de 1 e 3 meses.

Mape1

FAMÍLIA	MAPE 1 (MÉDIA)
D	18%
E	38%
F	26%
A	65%
B	19%
C	40%

Mape 3

FAMÍLIA	MAPE 3 (MÉDIA)
D	15%
E	30%
F	21%
A	63%
B	18%
C	185%

Tabela 4-4- MAPE 1 e MAPE 3 por família

Ao analisar o diagnóstico, percebemos que as famílias de SKUs que possuem maiores erros de acurácia são: C, A, E e F. As famílias C, F e A tem como características em comum serem famílias mais novas, possuindo menos atenção da área de demanda e também da área de vendas. A família E já é uma família consolidada e que existe desde o início da Consumer Goods Co. O motivo para ele estar entre as famílias com mais erros é que, no decorrer do mês de vendas, por ele ser a família com produtos mais baratos, ele é chamado de *gap filler*, ou

seja, usado para cobrir as diferenças que aparecem em relação ao planejado para a categoria como um total.

Percebe-se, então, uma relação entre os erros de demanda e a importância dada para as famílias pelo time de demanda e vendas, havendo um menor erro para famílias consolidadas e que representam grande porcentagem do volume total. As famílias menores, por contra partida, apresentam maiores erros, uma vez que além de terem menos atenção na hora da definição da demanda, possuem mais iniciativas com o intuito de aumentar as vendas e promover as categorias.

Além das medidas e acurácia das categorias, foi analisado a acurácia no nível SKU, uma vez que seus erros afetam inventário remanescente e excessos de inventário, bem como o esforço (humano e financeiro) para vender esses produtos. Abaixo, na tabela 4-6 está a cobertura de inventário em meses dos SKUs que correspondem à 80% do excesso de inventário.

FAMÍLIA	NOME	INVENTÁRIO VOLUME	COBERTURA (MESES)
C	SKU 1	31	12
C	SKU 2	67	29
F	SKU 3	267	8
A	SKU 4	124	18
F	SKU 5	49	20
A	SKU 6	15	12
C	SKU 7	36	11
D	SKU 8	20	7
F	SKU 9	79	20
F	SKU 10	12	10
B	SKU 11	32	9

Tabela 4-5- Acurácia dos SKUs que representa, 80% do inventário em valor (USD)

Nota-se a maioria dos SKUs responsáveis pelo maior excesso pertencem a famílias que apresentam os maiores erros e também as iniciativas de marketing, que como falado no tópico

a cima, o seu dimensionamento da demanda possui problemas no processo, acarretando grandes erros de acurácia e consequentemente altos níveis de inventário.

4.2 OBJETIVO

Este trabalho se propõe a desenvolver soluções para os problemas apresentados a cima. Sendo assim será desenvolvido um modelo de previsão de demanda e um novo processo para a definição dos volumes de iniciativas.

Primeiramente, pretende-se construir um modelo de previsão baseado em dados históricos de um período de 3 anos (2012-2015). Esta previsão dará a base de demanda para todos os SKUs estudados, levando em conta sua taxa de consumo histórica.

Desta maneira, a construção desse modelo tem como objetivo diminuir erros existentes entre a previsão atual e os reais volumes vendidos. Aumentando a acurácia da demanda e diminuindo o impacto dos problemas citados no setor 4.1.

Adicionalmente, tem se como objetivo criar uma ferramenta de previsão que auxilie, além do departamento de planejamento de demanda, os departamentos de marketing e vendas a planejem melhor seus investimentos e recursos. Diminuindo o risco dos investimentos e melhorando a alocação de recursos no portfólio de iniciativas.

Com a realização profunda do estudo de demanda, facilitará o entendimento da evolução e do funcionamento das diferentes famílias de produtos e diferentes segmentos, podendo desenvolver e melhorar também o planejamento de recursos. Recursos esses financeiros, humanos, logísticos (transportes, estoques, armazéns, produção, compras...) materiais e tempo.

Também realizará uma análise do processo de definição de demanda para as novas iniciativas, tendo como objetivo uma maior integração entre as informações e conhecimento dentro da empresa. Para a realização deste novo processo, será realizado, entrevistas com os times de marketing, customização, vendas e iniciativas.

Desta forma, o trabalho visa fornecer para a organização com um todo (logística (inclui-se em logística o planejamento de produção), marketing e vendas) uma minimização dos erros de demanda a fim de:

- Melhorar o planejamento de iniciativas e de investimentos
- Diminuir o nível de estoque não produtivo (NPI)
- Melhorar o planejamento de produção, evitando mudanças abruptas em um curto período de tempo na demanda
- Melhorar funcionamento de processos ao longo da cadeia de produção.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 GESTÃO DA DEMANDA E RELAÇÃO COM A CADEIA DE SUPRIMENTO

A palavra “demanda”, segundo Proud (1999), significa uma necessidade para um produto ou componente particular que pode ser oriunda de várias fontes como ordens de clientes, previsão, requisição entre plantas ou de um centro de distribuição.

A gestão da demanda é um tema cada vez mais presente no campo de conhecimento da gestão da cadeia de suprimentos. Ela vem sendo denominada ‘Gestão da Cadeia de Demanda’ ou ‘Gestão da Demanda na Cadeia de Suprimentos (*Demand Chain Management* – DCM) (PIRES, 2009).

O objetivo da gestão da demanda é a rápida e adequada integração das necessidades originadas do mercado na direção dos fornecedores, de modo a balancear e alinhar estrategicamente a demanda com a capacidade operacional ao longo da cadeia de suprimentos.

Porém, algumas dificuldades são enfrentadas nesse processo do alinhamento da demanda como, por exemplo, a falta de precisão nas informações, falta ou excesso de estoques, provocando ineficiência e ineficácia no serviço, redução do giro de estoque e grandes estoques remanescentes.

Segundo uma pesquisa realizada com dez empresas casos sobre a importância do planejamento e controle da produção (PCP) nas empresas (Fernandes. F e Santoro. M, 2005), observa-se que os principais fatores que influenciam o grau de prioridade dado ao planejamento de produção são: nível de competição do mercado no qual atua, forma de atender a demanda (produção para estoque ou para encomenda), complexidade da estrutura de produtos, complexidade das restrições tecnológicas ou organizacionais e a variedade de produtos finais.

Da mesma maneira, os autores constataram que quanto maior a prioridade dada ao PCP, maior o volume de recursos humanos alocados, maior o uso de softwares, mais diversificadas são as combinações utilizadas nas abordagens de processos e mais efeito se tem sobre onde focar o planejamento de produção.

5.2 VANTAGENS E RAZÕES PARA PREVER

Geralmente existe uma diferença no espaço de tempo entre saber sobre o acontecimento de um evento e ele realmente acontecer. Se esse tempo for zero ou muito pequeno, não há necessidade de planejamento ou previsão, já quando esse tempo é maior e o resultado pode ser definido com fatores identificáveis a previsão de demanda pode ter um papel essencial. Nessas situações, a previsão é usada para determinar quando um evento irá ocorrer para então as decisões serem tomadas apropriadamente. A previsão é então uma importante, efetiva e eficiente ferramenta de planejamento.

Um aspecto importante para a previsão é o fato de haverem dois tipos de eventos: externos incontrolláveis (como economia, governos, clientes e competidores) e internos controláveis (marketing e informações de produção). Fazer a previsão de eventos se aplica somente aos fatores internos controláveis, enquanto a tomada de decisões se aplica aos dois tipos, o planejamento é o link que integra esses dois tipos de eventos (Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998))

Para entender melhor o processo de previsão e como se aplica nos processos internos da empresa, a seguir, representado no diagrama está o fluxo de informações na previsão de vendas e planejamento de negócios:

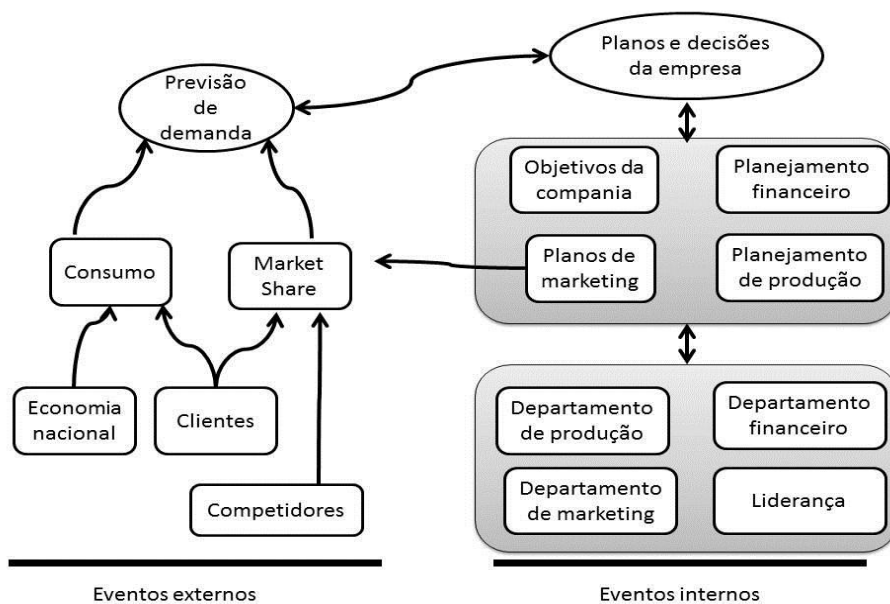


Figura 5-1- Fluxo de informação da previsão de demanda e planejamento de negócios

FONTE: Adaptado de Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998).

A dependência na previsão de demanda aumenta na medida em que a liderança deseja diminuir as chances e riscos e ter um olhar mais científico para lidar com o ambiente. Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), as áreas em que a previsão possui importante papel são:

- Planejamento: O uso eficiente dos recursos requer um planejamento de produção, de transportes, recursos financeiros. Planejamento em nível de demanda por produto, material, trabalho ou serviços.
- Aquisição de recursos: o planejamento eficiente do lead time para adquirir materiais, recursos humanos, compra de máquinas e equipamentos. O planejamento é necessário para determinar futuros requerimentos de recursos.
- Determinar requerimento de recursos: as organizações devem determinar quais recursos eles querem ter no longo-prazo. Essas decisões dependem de oportunidades de mercado, tecnologia e recursos ao longo prazo.

Segundo os autores, os tipos de previsão podem ser divididos em curto prazo, médio prazo e longo prazo. Dependendo do horizonte de previsão a organização deve desenvolver diferentes ferramentas para prever e múltiplos métodos.

Para lidar com as diversas situações e diferentes ambientes, foram desenvolvidas algumas técnicas que podem ser categorizadas em 3 principais categorias:

QUANTITATIVO: se tem informação quantitativa suficiente. Podem ser divididos em Projeção (ou Séries Temporais) e métodos de Explicação (ou Causais). O primeiro parte de uma continuação de padrões históricos e séries de dados, já o segundo entende como variáveis (exemplo: preços e propaganda) afetam as vendas.

Segundo o livro *Forecasting, Methods and Applications*, para se realizar métodos quantitativos de previsão é necessário 3 condições:

- Informação sobre passado está disponível
- Informação pode ser quantificada na forma de data numérica
- Pode se assumir que alguns aspectos do passado irão continuar no futuro.

Para Henke e Reitsch (1998), os métodos quantitativos são definidos como técnicas estatísticas que analisam os comportamentos, mudanças e oscilações das séries temporais.

QUALITATIVO: Pouca ou nenhuma informação é disponível, mas existe conhecimento qualitativo suficiente. Os *inputs* necessários são conhecimento acumulado e o julgamento, requerendo a opinião de muitas pessoas qualificadas e treinadas no assunto. Por ser subjetiva geralmente a análise qualitativa é usada juntamente com outros métodos quantitativos.

Segundo Henke e Reitsch (1998), um método qualitativo de previsão, por mais puro que ele seja, ainda é baseado na percepção em relação aos dados históricos. Isso acontece, uma vez que os julgamentos são feitos por manipulações mentais dos dados passados.

IMPREVISÍVEL: pouca ou nenhuma informação é disponível.

Para o trabalho em questão serão usados os modelos quantitativos e métodos qualitativos que serão detalhados nos próximos capítulos.

5.3 MÉTODO QUANTITATIVO

5.3.1 SÉRIES TEMPORAIS VS EXPLICAÇÃO

Como já dito, existem dois tipos de modelo de previsão: séries temporais e explicação. O modelo explicação assume que a variável a ser estudada tenha uma relação causal com uma ou mais variáveis. A relação não é sempre exata e sempre haverá variáveis no modelo que não serão englobadas pelas variáveis em questão, por isso é incorporado o termo erro na fórmula que representa eventos aleatórios que afetarão o resultado.

Previsão = $f(\text{políticas fiscais e monetárias, inflação, preço, investimentos, importação, exportação, erro})$

Ele tem como propósito descobrir a forma da relação e usar nos modelos de previsão, descobrindo com elas afetarão o *forecast* futuro.

Já as séries temporais tratam o sistema como uma “caixa preta” que não sofre influência de outros fatores. Segundo os autores Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a previsão do futuro é baseada em valores passados ou erros passados, mas não variáveis de explicação que podem afetar o sistema. As razões apontadas na literatura para se tratar o sistema como uma “caixa preta” é o fato de que é muito difícil medir as relações existentes no comportamento dos dados, além disso só se consegue explicar o que aconteceu e não a razão

do que aconteceu. Desta maneira a séries temporais podem ser expressas pela seguinte equação:

$$\text{Previsão} = f(P_1; P-1; P-2; P-3; \dots P-n)$$

As duas categorias de métodos quantitativos possuem vantagens e desvantagens dependendo da situação. Séries temporais são mais fáceis de serem usadas na construção da previsão, já a explicação pode ser usada com grande sucesso para políticas e tomadas de decisão. Porém os modelos podem ser usados em conjunto.

5.3.2 PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO DA PREVISÃO

Segundo o livro *Forecasting: Methods and applications* (Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998)), existem 5 passos básicos em qualquer construção de previsão para métodos quantitativos:

Definição do problema

Envolve o desenvolvimento de uma profunda análise e entendimento de como a previsão é usada, quem usará e como o modelo se enquadra dentro da organização. É necessário colher informações dentro da empresa que estará envolvida em coletar dados, manter e atualizar a base de dados e usar a previsão para o planejamento futuro. Fatores como técnicas de produção, situação das fábricas e armazéns são essenciais na construção do *forecast*.

Colher informação

Existem pelo menos dois tipos de informação disponíveis: estatísticas, dados e conhecimento acumulado dos profissionais. As duas informações devem ser colhidas e agregadas ao estudo. Dados históricos são essenciais pois serão usadas na construção do modelo que será usado. Outros dados relevantes podem ser tempo, lead times de produção e transportes.

Análise preliminar dos dados (exploratória)

O primeiro passo é transformar os dados em gráficos para inspeção visual. Depois se descobre alguns dados básicos estatísticos como média, desvio padrão, mínimo, máximo, percentis associados aos dados analisados. Outra análise a ser feita é a de decomposição a fim de se descobrir tendências, sazonalidades, ciclos e identificar *outliers*.

Essa análise preliminar ajudará a classificar os dados em um dos modelos existentes na previsão.

Escolher o modelo e determinar parâmetros

Esse passo consiste em achar qual dos modelos quantitativos de previsão no qual se enquadra. Cada modelo é baseado em um set de hipóteses e geralmente envolve um ou mais parâmetros. Detalhamento sobre os modelos será realizado nos próximos tópicos.

Usar e avaliar o modelo escolhido

Uma vez que o modelo foi selecionado e os parâmetros estimados apropriadamente, o modelo será testado e os usuários serão avaliados pelos prós e contras do modelo com o tempo.

Um aspecto fundamental é o de que um modelo só pode ser totalmente validado no momento em que o período em que ocorreu a previsão acontecer efetivamente. Para avaliar pode-se utilizar as medidas de acurácia e erro que também serão tratadas nos próximos tópicos.

A acurácia das futuras previsões não é o único modo de critério para determinar o sucesso de acurácia, uma medida de sucesso também pode ser o estímulo a ação dentro da organização.

5.3.3 MEDINDO A ACURÁCIA

Para medir a acurácia dos métodos de previsão existem algumas ferramentas. Elas se referem á quanto próximo os modelos de previsão são capazes de reproduzir os dados já conhecidos.

O erro pode ser definido por:

$$e_t = Y_t - F_t$$

Onde, Y_t = valor real observado no período de tempo t

F_t = valor previsto para o período de tempo t

Ou seja, é a diferença entre o valor real observado versus o que foi previsto para o determinado período de tempo t.

Essa primeira formula apresenta o erro para um único determinado período de tempo t, se na análise tiver n períodos de tempo, outras medidas estatísticas podem ser definidas:

Erro Médio (ME)

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t$$

Onde, n= número de períodos considerados

O erro médio pode ser considerado a média dos erros de cada período, porém como um valor negativo pode anular um valor positivo na soma o valor final no erro tende a ser menor. O ME irá dizer se há uma tendência sistemática para *under* ou *over* da previsão, chamada de *forecast bias*.

Erro Absoluto médio (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$$

Diferentemente do erro médio, os valores do erro são tornados em valores absolutos e depois tirado a média. Suas vantagens é que seu valor é fácil de interpretar e ser mais compreensível.

Erro quadrático médio (MSE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e^2|$$

Ao invés dos valores serem transformados em absolutos, os erros são elevados ao quadrado e depois tirados a média. Sua maior vantagem é o fato de ser facilmente analisado e calculado estatisticamente.

Os métodos apresentados anteriormente dependem do tamanho dos dados que se tem na análise, porém não facilita a comparação entre diferentes séries de tempo para diferentes intervalos de tempo. Como por exemplo erros de uma previsão diária , para uma mensal ou anual. Para isso precisa-se de medidas de acurácia relativas ou percentuais.

Erros percentuais (PE):

$$PE = \left(\frac{(Y_t - F_t)}{Y_t} \right) * 100$$

Onde, Y_t = valor real observado no período de tempo t

F_t = valor previsto para o período de tempo t

Assim como o erro, as fórmulas de Erro médio e de Erro absoluto médio podem ser convertidas em:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n PE_t$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t|$$

5.3.4 SÉRIES TEMPORAIS

5.3.4.1 PADRÕES DE SÉRIES TEMPORAIS

A seguir será apresentado características das séries temporais, como a decomposição, e os principais métodos de previsão associados à elas.

Quatro tipos de características de séries temporais podem ser determinados: horizontalidade, sazonalidade, ciclicidade e tendência. Essas características podem ser chamadas também de componentes:

- Horizontalidade (H): Este padrão existe quando os dados flutuam em torno de uma média constante, também chamado de valores estacionários.
- Sazonalidade (S): Este padrão existe quando os dados são influenciados por fatores de sazonalidade, como por exemplo, trimestres, quadrimestres, anuais. Esse tipo de série também é chamado de periódico.
- Ciclicidade (C): Existe quando os dados apresentam crescimentos e decréscimos em períodos não fixos.
- Tendência (T): Existe quando os dados apresentam um crescimento ou decréscimo em um longo período de tempo

5.3.4.2 MÉTODOS DE PREVISÃO PARA SÉRIES TEMPORAIS

Será apresentado abaixo os métodos mais relevantes para o trabalho em questão:

Decomposição de séries

Em muitos casos, as séries podem ser quebradas em relação aos seus componentes (decompostas), para que cada aspecto seja identificado separadamente, facilitando as análises e o entendimento do comportamento das séries e assim, melhorando a acurácia da previsão.

Métodos de decomposição de séries tentam identificar dois diferentes componentes: tendência-ciclicidade e fatores sazonais. O primeiro representa mudanças em um longo período de tempo, enquanto o segundo mudanças devidas às flutuações periódicas, causadas por algum fator como temperatura, clima, feriados....

Desta maneira a decomposição assume que os dados são compostos por:

$$\text{Dados} = \text{padrão} + \text{erro} = f(\text{tendência} - \text{ciclicidade}, \text{sazonalidade}, \text{erro})$$

O erro presente na fórmula representa a diferença do efeito da combinação dos dois componentes na série com os dados reais.

Assim, de uma maneira geral, a representação matemática da decomposição dos dados é:

$$Y_t = f(S_t, T_t, E_t)$$

Onde,

Y_t = valor real observado no período de tempo t

T_t = componente de tendência no período de tempo t

S_t = componente de sazonalidade no período de tempo t

E_t = componente de aleatoriedade (erro) no período de tempo t

A exata função empreendida na equação depende do método usado, podendo ser na forma aditiva:

$$Y_t = S_t + T_t + E_t$$

Ou na forma multiplicativa:

$$Y_t = S_t \times T_t \times E_t$$

A forma aditiva é apropriada se a magnitude do componente sazonal não varia em relação à série de dados, já se o componente sazonal cresce ou decresce ao longo da série de dados, a forma multiplicativa é mais adequada.

Dessa maneira, os componentes são projetados individualmente para o futuro e recombinaos para formar a previsão final.

Segundo os autores Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), o método de previsão por decomposição geralmente não tem resultados muito bons, uma vez que obter a previsão de cada um dos componentes é de bastante dificuldade, principalmente o componente de tendência-ciclicidade.

Métodos de média

Nesses métodos os dados passados são usados para se desenvolver um sistema de previsão para o futuro.

Média simples

O método consiste em simplesmente pegar a média de todos os dados observados no passado:

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i$$

Onde, F_{t+1} = previsão para o período seguinte ao período atual t

O método descrito acima é considerado apropriado quando os dados não apresentam nenhuma tendência ou sazonalidade notável, ou seja, assume que o sistema é estacionário.

Média móvel

Neste método a cada novo dado disponível, o antigo é deletado e o novo passa a fazer parte da análise e assim calculado a média para os próximos períodos. Note que a quantidade de dados analisada sempre se mantém constante levando em consideração os dados mais recentes possíveis.

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i$$

Onde, k = número de últimos valores/períodos que serão considerados no cálculo da média

A grande vantagem desse método é o fato de que o número de dados analisados se mantém constante, ou seja, os cálculos lidam com um número de dados limitado. Porém, existe a dificuldade em determinar o k (quantidade de dados analisados) ideal, além de, igual a média simples, não lidar com os fatores de sazonalidade e tendência muito bem.

Métodos de suavização exponencial

Esses métodos têm como característica comum o fato de que valores recentes recebem relativamente mais peso na previsão do que dados antigos.

As maiores vantagens dos métodos de suavização exponencial são sua simplicidade e baixo custo.

Suavização exponencial simples

Esse método leva em consideração para a previsão do próximo período o ajuste do erro da última previsão, sendo determinado pela equação abaixo:

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

Onde, α = constante de ponderação exponencial e seu valor é $0 < \alpha < 1$

Quando α tem um valor próximo a 1, a nova previsão irá incluir uma parte substancial do ajuste do erro, enquanto se for próximo a 0, o ajuste do erro terá pouca influência.

Esse método evita lidar com problemas de armazenamento de dados, uma vez que não é mais necessário guardar todos os dados históricos. Para se entender melhor a equação acima foi expandida com os outros componentes:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + \alpha(1 - \alpha)(Y_{t-1}) + \alpha(1 - \alpha)^2(Y_{t-2}) + \alpha(1 - \alpha)^3(Y_{t-3}) + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1}(Y_1) + \alpha(1 - \alpha)^t(F_1)$$

O essencial neste método é saber definir um valor ótimo para α . Depois de estudos e análises, a literatura chegou à conclusão que os valores de α devem ficar entre 0,05 e 0,35. O uso desse método não é aconselhável para série de dados que tenham tendência ou ciclicidade.

Método Suavização exponencial com tendência / Linear de Holt

O método de Holt estendeu o uso do método de suavização exponencial simples para dados com tendência. Ele usa duas constantes de suavização α (constante de suavização) e β (constante de tendência), sendo que $0 < \alpha, \beta < 1$ e válida as três equações abaixo:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = L_t + mb_t$$

Onde,

L_t = nível da série no período t

α = constante de ponderação exponencial para a base

b_t = tendência da série no período t

β = constante de ponderação para a tendência

m = número de períodos a frente que se deseja prever

É necessário, desta maneira, encontrar a combinação dos valores de α e β que minimizem os erros de previsão. Valores de β maiores são indicados para séries com mais variações de tendência, trazendo respostas mais rápidas.

Suavização exponencial com sazonalidade

Este método leva em consideração a sazonalidade dos dados estudados. Sendo assim, semelhante ao método descrito acima, ele possui duas constantes de ponderação, sendo uma para a base (α) e outra para a sazonalidade (γ), tendo ambas os valores entre 0 e 1. Ou seja, o método trabalha na construção de uma base de previsão com a influência de um índice de sazonalidade.

Juntamente com os índices o modelo sugere 3 equações:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)L_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

$$F_{t+m} = L_t \cdot S_{t-s+m}$$

Onde,

S_t = sazonalidade da série no período t

γ = constante de ponderação para a sazonalidade

s = comprimento da sazonalidade (i.e. número de meses ou trimestres no ano)

Método Holt-Winters – Suavização Exponencial com Tendência e Sazonalidade

O método de Holt-Winters foi estendido para capturar a sazonalidade das séries. Sendo assim, ela é baseada em 3 equações, sendo uma para estabelecer o nível da série, uma para a tendência e uma para sazonalidade, ou seja é similar ao modelo apresentado anteriormente, porém com uma equação a mais dedicada a sazonalidade.

Dependendo de como a sazonalidade é modelada, podemos classificar o método como aditivo ou multiplicativo:

Aditivo:

Equação de nível: $L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$

Equação de tendência: $b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)(b_{t-1})$

Equação de sazonalidade: $S_t = \gamma(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \gamma)(S_{t-s})$

Previsão (método aditivo): $F_{t+m} = (L_t + b_{tm}) + S_{t-s+m}$

Multiplicativo:

Equação de nível: $L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$

Equação de tendência: $b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)(b_{t-1})$

Equação de sazonalidade: $S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)(S_{t-s})$

Previsão (método multiplicativo): $F_{t+m} = (L_t + b_{tm})S_{t-s+m}$

5.3.5 MÉTODOS DE EXPLICAÇÃO

Os modelos de explicação expressam a relação de variáveis com a série de dados. A partir dessa relação se desenvolve um modelo que expressa a relação funcional entre essas variáveis. Desta maneira a previsão será determinada por uma função de certos fatores que influenciarão o resultado final.

Os métodos de explicação que relacionam diferentes *inputs* ou *outputs* facilita um melhor entendimento da situação em questão e permite experimentos com diferentes combinações de como os *inputs* analisados afetam o modelo de previsão (output).

Os principais métodos de explicação são os métodos de regressão, que podem ser regressão simples ou múltipla.

Regressão linear simples

Quando se necessita prever uma variável Y e se tem apenas uma variável explicativa X , se tem uma regressão linear simples. Neste trabalho em questão, por exemplo, temos a relação entre vendas (variável Y) e variações do preço (X).

Assim, para cada tempo n , temos um par de dados (X_n, Y_n) , para $n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$.

Onde a relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$Y = a + bx + e$$

Onde,

a = o valor que intercepta o eixo y ,

b = a inclinação da reta

e = erro (desvio entre o observado e a relação linear)

O objetivo então da regressão linear é descobrir os valores de a e b para que a equação tenha o menor erro em relação aos dados.

Além da equação apresentada também pode se calcular o coeficiente de correlação (r) entre as duas variáveis analisadas, ou seja é uma medida relativa entre duas variáveis numéricas.

Ele pode variar de 0 (que indica nenhuma correlação) a mais ou menos 1 (que indica perfeita correlação).

Desta maneira a correlação entre duas variáveis X e Y pode ser expressa por $r_{X,Y}$, onde:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$Cov_{XY} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$$

$$S^2_X = Cov_{XX} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

$$S^2_Y = Cov_{YY} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

$$r_{X,Y} = \frac{Cov_{XY}}{S_X S_Y}$$

Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), o coeficiente de correlação pode dizer duas características dos dados:

O sinal do coeficiente de correlação + ou - indica direção entre as duas variáveis. Se é +, indica que as duas variáveis crescem ou decrescem juntas, se ele é - indica que se uma cresce a outra decresce ou vice e versa.

A magnitude do coeficiente de correlação indica a força da associação, quanto mais longe o valor absoluto está de 0, mais forte elas estão associadas. Deve se determinar então o coeficiente de auto correlação R^2 .

Em adição, segundo Henke e Reitsch (1998), uma série temporal com sazonalidade, apresenta um fator mais significativo do módulo da correlação a cada n períodos.

Após determinada a equação de regressão linear, os dados de Y obtidos a partir dessa equação podem ser chamados de $\bar{Y}$. Assim, pode-se calcular o grau de correlação R entre essas duas variáveis. Geralmente, em regressão, a correlação é utilizada na forma quadrática R^2 , passando a ser chamada de coeficiente de determinação. Essa correlação indica a proporção da variação em Y que pode ser explicada por X. A seguir a equação de cálculo de R^2 .

$$R^2 = r_{YY}^2 = r_{XY}^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum (\bar{Y} - Y_i)^2}$$

Sendo $\bar{Y}$, a média dos valores de Y .

Regressão linear múltipla

Na regressão linear múltipla temos uma variável a ser prevista e duas ou mais variáveis explicativas. A formula geral é:

$$Y = b_0 + b_1X_{1,i} + b_2X_{2,i} + b_kX_{k,i} + e_i$$

Onde se determina, desta vez, uma constante b_k para cada variável que se deseja analisar a relação com a previsão final. Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) para o uso de regressão em séries temporais algumas hipóteses devem ser levadas em consideração:

As variáveis explicativas ($X_1, X_2, \dots, X_K$) devem assumir valores fixos ou sem relação com os respectivos erros: os erros não devem ser correlacionados entre si e os erros devem ter média 0 e uma distribuição normal

Em relação ao coeficiente de determinação R^2 , há apenas uma diferença em relação a sua definição, onde, na regressão linear múltipla ela representa a proporção da variância explicada pelo conjunto de variáveis explicativas e não mais apenas uma, como apresentado anteriormente.

Para a validação das regressões e a confirmação da relação existente de correlação entre as variáveis é necessário a aplicação de testes estatísticos como o t- teste e o F-teste.

5.4 MÉTODOS QUALITATIVOS

Segundo Corrêa, 2009, os métodos qualitativos são usados quando não se tem acesso ou existe grande custo em se obter dados para se realizar as previsões quantitativas. Desta maneira, esses métodos incorporam opiniões de profissionais, experiências, julgamentos e análises pessoais. Por serem todos de caráter subjetivos, deve se optar por eles em previsões de médio e longo prazo. Uma observação interessante feita por Henke e Reitsch (1998) relata que mesmo um método qualitativo é baseado em dados históricos, uma vez que as experiências e opiniões de profissionais são baseadas em fatos que já aconteceram.

Na empresa foco do estudo, muitas vezes os métodos qualitativos são usados para se definir a demanda de algumas famílias, principalmente as famílias mais consolidadas devido ao grande

tempo de mercado. Pelo fato do time ser formado por profissionais experientes no mercado de lâminas de barbear, o conhecimento pessoal e experiências são levados em conta no momento da previsão.

Para Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) os métodos qualitativos e quantitativos podem ser utilizados juntos, sendo utilizado como uma complementação da previsão estatística.

A seguir, será então detalhado os principais métodos qualitativos descritos na literatura:

Método Delphi

O método Delphi é um método que visa obter a previsão de demanda através da opinião de profissionais especialistas, mas sem que a opinião de cada um interfira nas dos outros, tendo uma previsão sem viés.

Desta maneira, o método consiste nas seguintes etapas:

- Seleção dos especialistas, preferencialmente, uma equipe multidisciplinar.
- É mandado um questionário aos profissionais selecionados em relação a demanda, e devolvido ao especialista.
- A análise do especialista sobre as repostas. Assim o questionário é reenviado com adaptações, iniciando um novo ciclo.

Assim, o ciclo é repetido até que se haja um consenso entre os especialistas e a opinião de todos tenha sido considerada.

As vantagens desse método são a falta de viés e a obtenção de uma análise completa que avaliou e incluiu a opinião de diversos especialistas. Porém, por envolver muitas pessoas, é um método que exige um período longo de análise e alto custo, não tendo um tempo de reação rápido.

Consenso da força de vendas

Neste método a previsão de demanda é realizada pela equipe de vendas, onde questionários são enviados ao campo, analisados, e a previsão construídas a partir dos *inputs* gerados. As vantagens desse modelo é a proximidade da força de vendas com os clientes, podendo ter um grande tempo de reação e de reflexão das necessidades dos clientes na demanda. Porém, como

muitas vezes a previsão de demanda é a meta de venda, acaba havendo uma subestimação do número.

Painel de especialistas

Com o mesmo objetivo do método Delphi de reunir a opinião de diversos especialistas, o painel é uma reunião onde, pessoalmente os profissionais discutem aspectos da demanda para a definição do número.

As vantagens são o tempo curto do processo e o baixo custo, porém ao contrário do Delphi, as opiniões podem interferir uma as outras, principalmente pela existência de diferenças hierarquias na reuniões.

Analogia histórica

Nesse método se busca um “produto-espelho” que possui características comuns com o produto no qual se quer prever. Assim, é feita uma analogia histórica comparativa para se determinar a previsão de demanda, gerando uma nova estimativa.

Desta maneira é importante levantar os pontos semelhantes e os pontos diferentes entre os produtos escolhidos, e das principais causas que levariam a uma diferença de demanda.

As vantagens desse método são o custo relativamente baixo e uma precisão relativamente alta, por ser baseada em dados.

Abaixo veja uma tabela resumo, com a comparação das principais características dos modelos apresentados:

MODELOS QUALITATIVOS	CUSTO	TEMPO DE DURAÇÃO	ACURACIDADE	DIVERSIDADE DE OPINIÕES
MODELO DELPHI	ALTO	ALTO	MÉDIA/ ALTA	ALTA
PAINEL DE ESPECIALISTAS	MÉDIO	BAIXO	MÉDIA/ ALTA	ALTA
CONSENSO DA FORÇA DE VENDAS	ALTO	ALTO	MÉDIA/ ALTA	BAIXA
ANALOGIA HISTÓRICA	BAIXO	BAIXO	ALTO	BAIXA

Tabela 5-1- Comparação dos métodos qualitativos

5.5 DEMANDA NO MERCADO ATUAL

A incerteza da demanda é caracterizada pela variabilidade e pela sazonalidade. Pires (2009) afirma que a incerteza e as dificuldades para se prever a demanda (*forecasting*) trazem impactos consideráveis para a gestão da cadeia de suprimentos, e que a primeira etapa para se obter uma cadeia de suprimentos efetiva é conhecer e considerar a natureza dessa demanda.

Sendo assim, segundo Walters e Rainbird (2004), a combinação entre a capacidade da cadeia de suprimentos e uma efetiva gestão da demanda permite à empresa posicionar-se melhor para gerar valor aos clientes e explorar oportunidades de negócio.

Erros de previsão de demanda geram problemas de sequenciamento e aumentam os lead-times, elevando consequentemente inventários e estoques de segurança ao longo da cadeia, Heikkilä (2002). Mas, além do aumento de custos que essas questões provocam, há também o Efeito Chicote.

Lee, Padmanabhan e Whang (1997) definem esse efeito como reflexos da distorção de informações de demanda ao longo de uma cadeia de suprimentos. Já segundo Pires (2009, p. 125) “o Efeito Chicote diz respeito à amplificação da variância das informações da demanda à medida que elas se propagam no sentido montante da *supply chain*”. Sendo assim, o efeito ocorre na cadeia no sentido dos consumidores finais aos fornecedores de matéria prima (montante) e sua principal consequência é amplificação da informação sobre a demanda e ainda um aumento significativo dos estoques. Lee et al.(1997) estima que a amplificação da demanda pode resultar em aumento de custos em uma faixa de 12,5% a 25% ao longo da *supply chain*.

Baljko (1999) completa os fundamentos de Lee et al. (1997), sugerindo que é possível mitigar o efeito chicote na cadeia por meio do compartilhamento de conhecimento ou informações com fornecedores e consumidores, para melhorar a estimativa da demanda.

6 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO

6.1 ESCOPO E OBJETIVO

Abrangência do estudo

Caracterizado os processos relacionados ao planejamento de demanda, inicia-se o desenvolvimento da previsão de demanda baseada nos fundamentos teóricos da literatura detalhados no capítulo anterior.

Como visto anteriormente, as famílias de produtos que possuem maior erro de acurácia (MAPE1 e MAPE3), são as famílias F, A e C, afetando diretamente o excesso de inventário e a *supply chain*. Tem como característica também serem famílias novas (menos de 3 anos de vendas), onde o maior objetivo é crescer vendas e ganhar *market share*, tendo muitas iniciativas dentro da categoria.

As outras famílias D, B e E, já são marcas consolidadas no mercado e na empresa, tendo sua previsão com menos erros de demanda. Pelos seus grandes volumes e também pela grande contribuição no lucro da empresa como um todo, a demanda dessas famílias é definida pelo time global e pela liderança da sede no Brasil. Por esses motivos, o modelo de previsão em questão não focará nesses três famílias, já que um modelo desenvolvido seria de difícil implementação e alinhamento com a empresa global.

Desta maneira, o modelo desenvolverá a previsão de demanda para as famílias F, A e C. Sendo os motivos da escolha das famílias a implementação na empresa (acordado com a gerência), o fato de eles corresponderem a 58% do excesso de inventário atualmente (1.5 milhões de dólares) e possuírem os maiores erros de acurácia, como apresentado nos setores anteriores.

Em relação ao período levado em conta nas análises, foram colhidos dados dos 3 anos anteriores (a partir de Julho de 2012).

Estrutura do modelo

A estrutura de previsão será baseada no horizonte de previsão de três meses. Essa horizonte foi definido através da soma do período de revisão e o *lead time* de abastecimento. No caso dessas famílias, com sua produção se localiza na fábrica de Manaus, possui um *lead time* de

aproximadamente 2 meses, mais 1 mês de revisão (como foi explicado na descrição do processo de demanda, na seção 3).

O nível do modelo levará em consideração as famílias de produtos, sendo esse o nível utilizado pela empresa no Brasil, ficando a previsão por SKU responsabilidade de outro setor, localizado na Costa Rica, que se baseia no software SAP para realizar suas previsões.

6.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados é uma das tarefas mais importantes na elaboração de qualquer modelo de previsão (ARAB, 2008). A escolha dos dados e a confiabilidade da fonte é fundamental para um resultado de sucesso, uma vez que a própria previsão é realizada nos dados fornecidos.

A partir dos sistemas oficiais da empresa (SAP/KAP) e documentos fornecidos pelo *demand planner*, cargo do planejador de demanda na empresa, foram colhidos os dados que representam a séries históricas de vendas. Porém, é importante ressaltar que, para a realização da previsão, é necessário que os dados indiquem a real demanda do produto, sem influências de aumento ou diminuição de preço, iniciativas de marketing e investimentos.

Para contornar esse caso, foi realizado um tratamento dos dados, com a comparação do que foi vendido com os *Building Blocks* atribuídos para cada período, estes fornecidos pelo próprio setor. Assim, foram retirados os blocos desses dados, obtendo o valor real da demanda.

As correções ocasionaram em uma variação de 3% no volume inicial, o que demonstra, que grande parte dos dados correspondiam à própria demanda da família.

6.3 ANÁLISE DOS DADOS

A partir dos dados colhidos (Julho 2012- Julho 2015), é necessário algumas análises preliminares em torno das informações, antes de se iniciar um modelo de previsão.

Um estudo para se analisar e detectar o comportamento dos dados e também os componentes das séries temporais é importante para a escolha posterior do modelo de previsão e se detectar a presença de componentes como tendência e sazonalidade.

Abaixo segue o perfil de demanda das três famílias no decorrer desses 3 anos

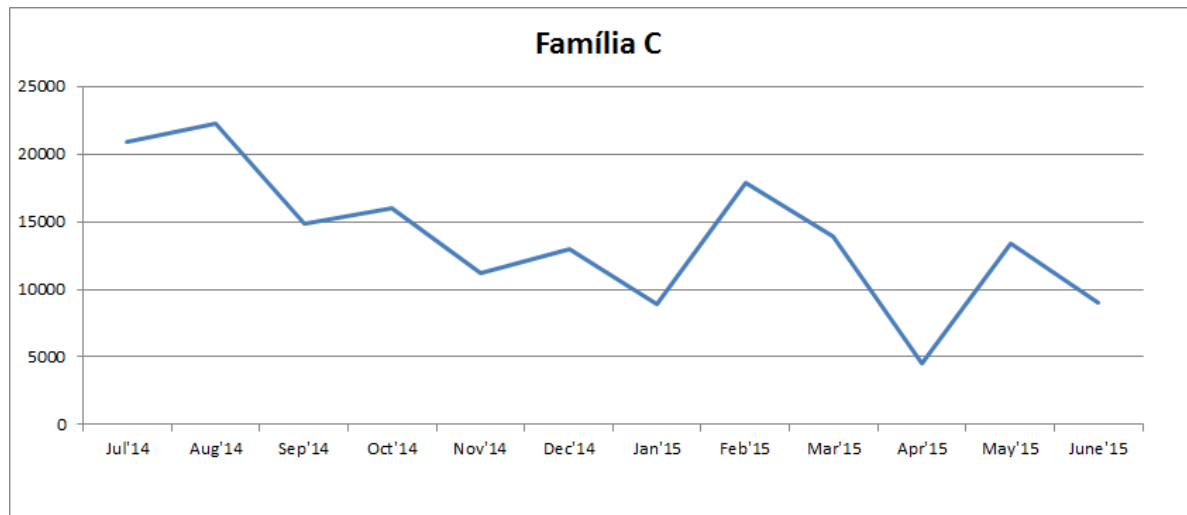


Figura 6-1- Perfil de demanda da família C

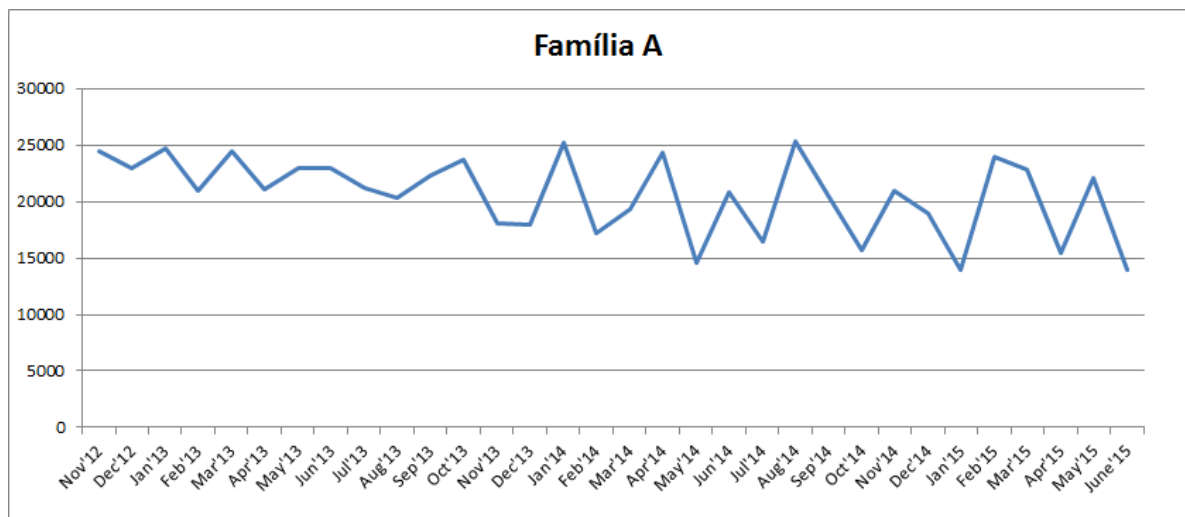


Figura 6-2- Perfil de demanda da família A

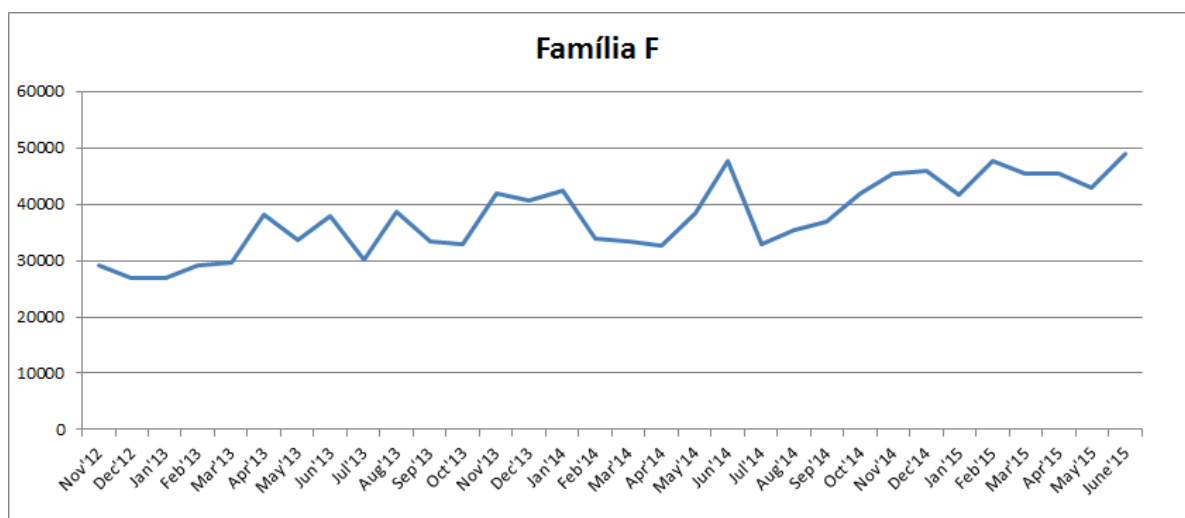


Figura 6-3- Perfil de demanda da família F

Percebe-se, ao analisar os gráficos, que aparentemente não existe sazonalidade na venda desses produtos, o que pode ser explicado pela natureza do produto lâmina de barbear que é consumida durante o ano todo, não apresentando grandes variações. Para comprovar a hipótese, foi realizado o estudo da auto correlação dos dados das três famílias. Segundo Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), o estudo da auto correlação é uma ferramenta extremamente útil para analisar a existência de sazonalidade, ciclos e padrões de dados.

A auto correlação pode ser definida como um coeficiente comparativo que mede o grau de relação com que os dados de uma série temporal tem consigo mesma ao ser defasada n períodos. Para Henke Reithsh (2008), uma série com sazonalidade apresenta valores (módulos) mais significativos de auto correlação, podendo ser definido como o período de sazonalidade, as defasagens em que o índice apresenta maiores valores. A equação do coeficiente de auto correlação pode ser expressa por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (X_i - \bar{X})(X_{i+k} - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

Sendo, X_i = demanda do tempo i

$\bar{X}$ = média dos dados considerados

K = período de defasagem

Abaixo estão os gráficos do coeficiente de auto correlação com defasagens de $k=1,2,3,4,...,12$.

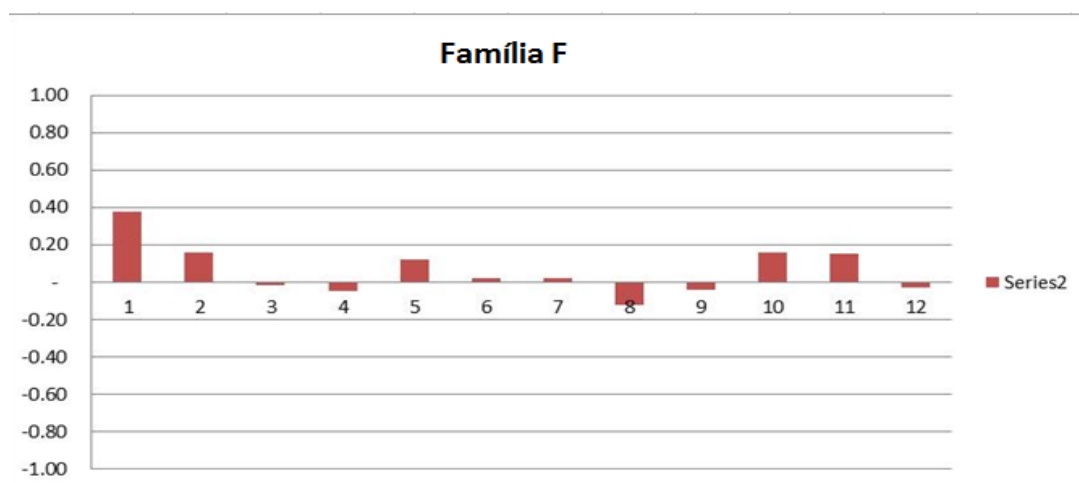


Figura 6-4- Auto correlação com $k=12$ da Família F

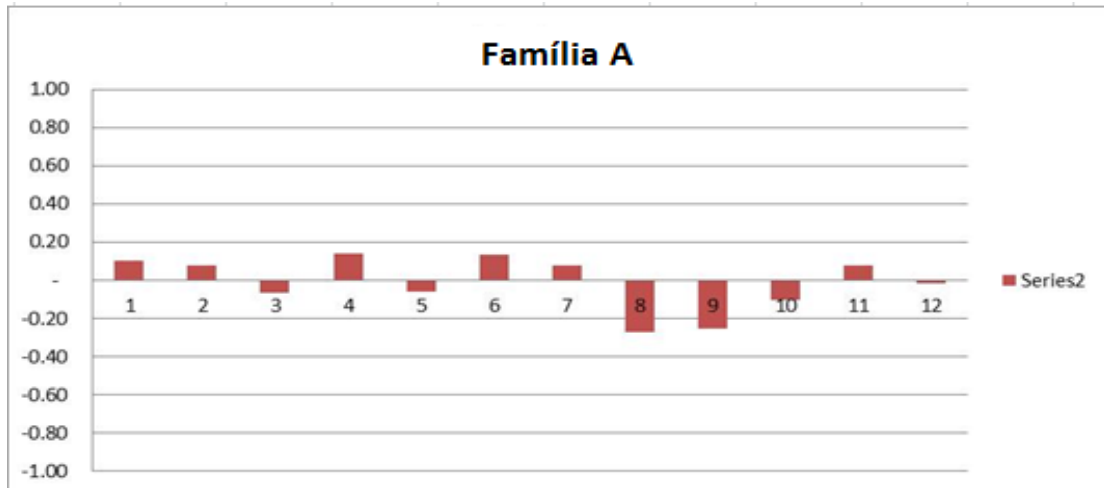


Figura 6-5- Auto correlação com k=12 para a Família A

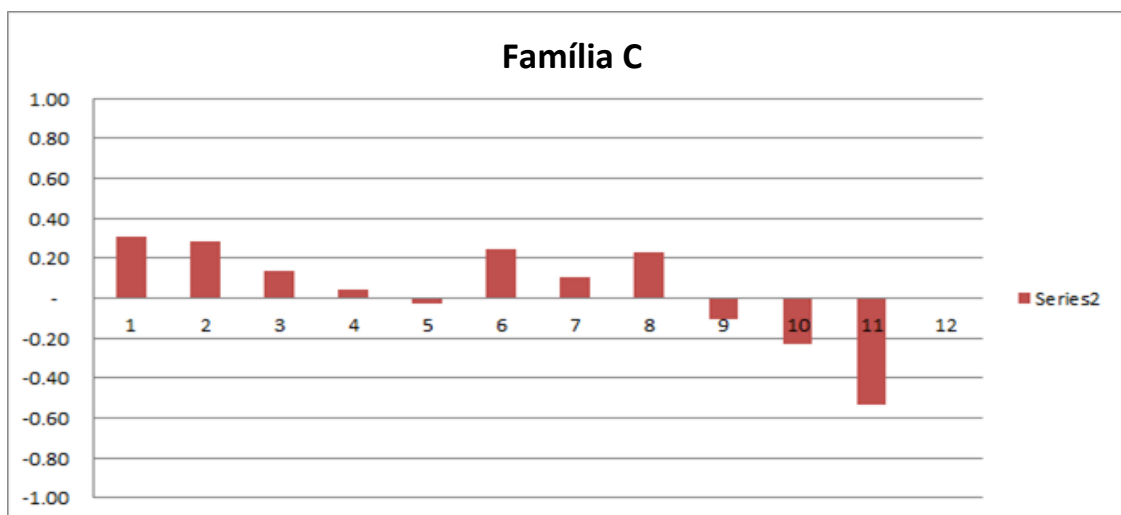


Figura 6-6- Auto correlação com k=12 para a Família C

Ao observar os gráficos percebemos que não existem fatores de auto correlações expressivos em relação as defasagens calculadas, o que nos faz concluir que não existe a presença de sazonalidade em nenhuma dessas famílias estudadas, uma vez que o fator de auto correlação não é maior que 0.5 em nenhum dos gráficos.

Outro comportamento importante a ser estudado em uma série temporal é a existência ou não de tendência nos dados. Como as séries de dados não apresentam sazonalidade, a tendência pode ser calculada através da linha de tendência. Quanto mais significativo o valor (módulo) do R^2 da linha de tendência, pode se considerar a presença de tendência nos dados. A seguir, na figura 6-7, veja as linhas de tendência das famílias estudadas:

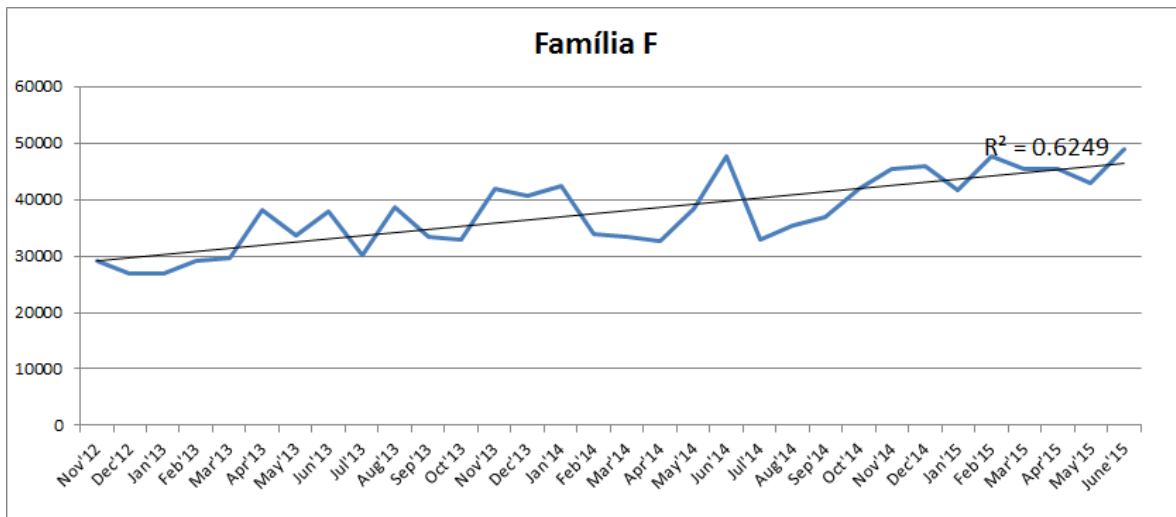


Figura 6-7- Análise de tendência para a família C

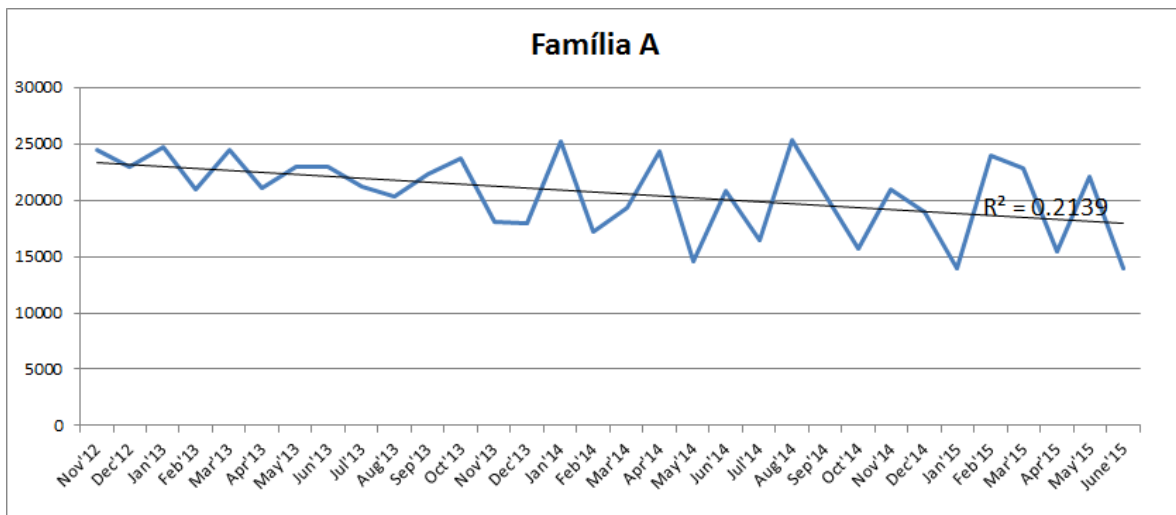


Figura 6-8- Análise de tendência para a família A

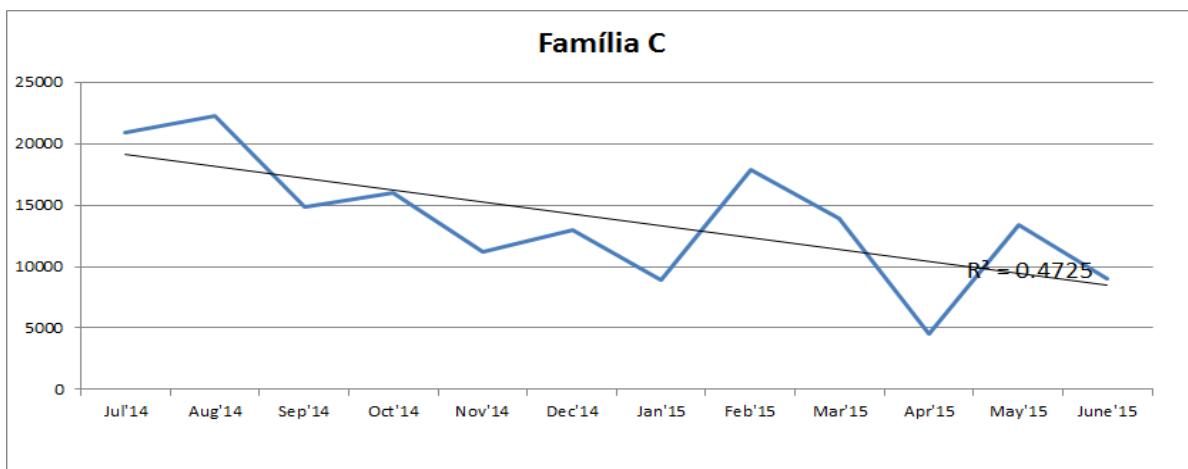


Figura 6-9- Análise de tendência para família C

Conclui-se que as séries analisadas possuem a componente de tendência em sua série de dados, uma vez que os módulos dos R^2 são significativos. Pode-se concluir desta maneira que a família F possui uma tendência positiva, um crescimento e que as famílias A e C possuem uma tendência negativa.

6.4 SELEÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO

Analisados os dados e seus componentes como tendência e sazonalidade, é necessário escolher o modelo estatístico quantitativo que mais se adequa as famílias escolhidas. O objetivo desse modelo quantitativo é fornecer uma previsão estatística para as famílias que ainda não possuem essa análise, possuindo grande erros de acurácia e grande inventário, como foi relatado nos setores anteriores. O objetivo é então diminuir os erros de acurácia para melhorar, desta maneira, a produção e evitar grandes excessos de inventário.

Além do modelo, o trabalho desenvolvido visa desenvolver uma planilha de fácil manutenção e acesso aos *demand planners*, para que eles consultem e consigam utilizar com facilidade, sendo uma ferramenta de construção da previsão, mas também suporte para análises.

A previsão realizada será mensal e por família. Para a escolha do modelo, alguns critérios foram levados em consideração. Segundo Whellwright e Makridakis (1980) seis fatores devem ser levados em conta na escolha de um modelo de previsão:

Horizonte de Previsão

Para os modelos serão utilizados o horizonte de previsão de 3 meses. Como o horizonte é considerado de médio prazo, modelos como a média e a média móvel não são considerado ideais, uma vez que se adequam melhor a horizontes de previsão mais curtos.

Comportamento da demanda

Identificar a existência dos componentes de uma série temporal é essencial para a construção e escolha do modelo. Como visto no setor anterior, as séries analisadas não possuem sazonalidade, porém possuem a presença do fator de tendência. Desta maneira, modelos como a suavização Exponencial com sazonalidade e o método de Holt Winter's não serão considerados na escolha entre os modelos, por serem adequados a séries com um comportamento diferenciado das analisadas.

Propriedades do método

Sendo um critério mais qualitativo de comparação entre os modelos, as propriedades consideradas podem ser facilidade de implementação, de análise e de manutenção do modelo.

Custo associado ao método

Custos como os recursos utilizados, armazenagem de dados, de coleta e de desenvolvimento do modelo devem ser analisados para a escolha. É importante que os benefícios obtidos com o modelo sejam maiores do que os custos associados a ele. No caso da empresa em questão, um sistema de armazenagem de dados e de coleta já existem e não serão considerados custos adicionais.

Complexidade do modelo

A complexidade do modelo deve ser um fator importante, pois deve ser de fácil entendimento e usabilidade para os empregados da empresa. As conclusões devem ser tiradas sem complexidade e auxiliar a rápida tomada de decisão. No início para o entendimento do modelo e das ferramentas desenvolvidas pode ser necessário um treinamento.

Acurácia

Os valores de MAE e de MAPE são essenciais para a escolha de um modelo, pois indicam a sua eficiência e consequentemente o efeito em toda a cadeia de produção. Para este trabalho, o fator principal escolhido para a acurácia será o MAPE, por ser uma medida relativa, facilitando a comparação com a situação anterior e com os outros métodos, obtendo mais facilmente as melhorias obtidas. O MAPE foi calculado com um horizonte de 3 meses de previsão, uma vez que é o utilizado oficialmente pela companhia.

É importante ressaltar que a acurácia não é único critério a ser levado em consideração na escolha e sim uma combinação dos seis critérios citados acima.

Segue abaixo uma matriz de decisão para a escolha dos modelos a serem testados, o fator acurácia será analisado depois dos testes dos modelos escolhidos. Os critérios serão avaliados entre 1 e 5, sendo 1 – não apropriado as séries e 5- apropriado.

Família A

Metodo	MAE	MAPEX
Media Simples	6,981	61.9%
Media movel (K=3)	5,545	41.4%
Media movel (K=6)	4,115	32.0%
Media movel (K=9)	4,375	35.6%
Media movel (K=12)	4,274	36.2%
Suavizacao com tendencia	3,758	6.5%
Suavizacao exponencial simples	8,786	44.7%

Tabela 6-2- Resultado dos testes dos modelos de previsão para a família A

Família F

Metodo	MAE	MAPEX
Media Simples	12,516	26.2%
Media movel (K=3)	11,832	24.5%
Media movel (K=6)	11,406	26.9%
Media movel (K=9)	12,618	28.8%
Media movel (K=12)	11,718	24.5%
Suavizacao com tendencia	4,198	7.9%
Suavizacao exponencial simples	4,116	10.4%
Holt		

Tabela 6-3- Resultado dos testes dos modelos de previsão para a família F

Família C

Devido ao fato da família C não possuir um grande período de dados históricos, foi optado pela utilização apenas do método de Suavização exponencial com tendência, uma vez que ela possui uma componente de tendência em sua série ($R^2=0.47$) e poucos dados em seu histórico, modelos como a média e a média simples resultariam em modelos pouco precisos.

Após os testes, e a análise do MAPE, o modelo escolhido foi o Suavização exponencial com tendência para as três famílias analisadas, por apresentar os menores erros perante aos outros modelos. Abaixo estão as equações que o definem:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = L_t + mb_t$$

Onde, $m=1,2,3$ de acordo com o horizonte de previsão desejado.

6.6 MODELO ESCOLHIDO

Escolhido o modelo, foram definidas as constantes α e β para cada família. As constantes escolhidas foram as que, em combinação, indicaram um menor MAPE no período de validação. Utilizando o programa Excel, especialmente a programação de tabela de dados, definiu-se a combinação entre as duas constantes que geraria o menor erro MAPE.

No período de inicialização foi realizada uma regressão linear a fim de se obter os parâmetros de nível e tendência que determinarão o ponto inicial da previsão. Abaixo veja o modelo construído para a família F.

No modelo abaixo pode-se ver

- Count e Meses (primeira e segunda coluna): meses que compõe o período de validação.
- Coluna REAL (terceira coluna): valores reais da demanda de cada mês
- Coluna L(t) nível da série no período t
- Coluna b(t): tendência da série no período t
- Coluna F(t): Previsão de demanda no período t.(Nesse caso para com o horizonte de previsão de 3 meses)
- Coluna MAPE: erro MAPE calculado para a previsão realizada nos 3 meses.

INICIALIZAÇÃO

B 24,561
A 1,525

VARIÁVEIS	
m	3
ALFA	0.29
BETA	0.03

COUNT	MESES	REAL	b	a	F(t)			Sum	MAPE3
			Lt	Bt	m=1	m=2	m=3		
12	Jun'13	33,527	24,561	1,525	26,086.55	27,611.94	29,137.34	82,835.83	
13	Jul'13	37,890	29,509.61	1,331.18	30,840.79	32,171.98	33,503.16	96,515.93	
14	Aug'13	30,180	30,649.24	1,257	31,906.30	33,163.36	34,420.42	99,490.08	
15	Sep'13	38,615	33,851.81	1,123	34,975.08	36,098.35	37,221.62	108,295.05	22%
16	Oct'13	33,457	34,534.94	1,069	35,604.02	36,673.09	37,742.17	110,019.28	6%
17	Nov'13	32,913	34,823.49	1,028	35,851.84	36,880.19	37,908.54	110,640.57	5%
18	Dec'13	41,965	37,624.62	913	38,538.08	39,451.55	40,365.01	118,354.64	0%
19	Jan'14	40,612	39,139.62	841	39,980.23	40,820.84	41,661.45	122,462.51	5%
20	Feb'14	42,426	40,689.47	769	41,458.37	42,227.26	42,996.16	126,681.79	11%
21	Mar'14	34,000	39,295.44	788	40,083.09	40,870.74	41,658.39	122,612.22	1%
22	Apr'14	33,397	38,144.26	799	38,942.81	39,741.37	40,539.92	119,224.11	12%
23	May'14	32,643	37,115.96	805	37,921.40	38,726.85	39,532.30	116,180.56	27%
24	Jun'14	38,308	38,033.61	754	38,787.37	39,541.12	40,294.88	118,623.37	18%
25	Jul'14	47,766	41,391.17	630	42,021.59	42,652.00	43,282.42	127,956.01	0%
26	Aug'14	33,005	39,406.73	671	40,077.77	40,748.81	41,419.84	122,246.42	2%
27	Sep'14	35,345	38,705.29	672	39,377.24	40,049.19	40,721.14	120,147.57	2%
28	Oct'14	36,820	38,635.54	654	39,289.43	39,943.31	40,597.19	119,829.93	22%
29	Nov'14	42,000	40,075.49	591	40,666.56	41,257.63	41,848.70	123,772.89	7%
30	Dec'14	45,400	42,039.26	514	42,553.68	43,068.10	43,582.53	129,204.31	3%
31	Jan'15	46,000	43,553.11	454	44,006.69	44,460.26	44,913.84	133,380.79	10%
32	Feb'15	41,711	43,340.79	446	43,787.13	44,233.47	44,679.80	132,700.40	7%
33	Mar'15	47,703	44,922.59	385	45,308.08	45,693.57	46,079.07	137,080.72	5%
34	Apr'15	45,470	45,355.04	361	45,715.99	46,076.95	46,437.90	138,230.84	1%
35	May'15	45,374	45,616.67	342	45,958.95	46,301.22	46,643.50	138,903.67	4%
36	June'15	42,943	45,084.35	348	45,432.33	45,780.30	46,128.28	137,340.91	2%
37	Jul'15	-							
38	Aug'15	-							
39	Sep'15	-							

Figura 6-11- Modelo de suavização exponencial com tendência para a Família F

Foi realizado também uma análise de sensibilidade em relação aos parâmetros estabelecidos, α e β . Na figura abaixo, nas colunas podem ser observados os valores de beta e nas linhas os valores de alfa. Desta maneira cada célula da tabela representa o erro da previsão calculado com a combinação de α e β . A região verde indica menores erros de demanda (MAPE) enquanto a região vermelha indica a combinação com maiores erros:

		MAPEX																				
		FORMULA	BETA																			
		8.34%	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
A L P H A	0.05		10.19%	15.72%	19.84%	22.29%	23.90%	25.03%	25.87%	26.51%	27.03%	27.44%	27.79%	28.08%	28.33%	28.55%	28.74%	28.91%	29.05%	29.19%	29.33%	29.55%
	0.1	9.34%	13.33%	16.40%	18.61%	20.07%	21.11%	21.87%	22.47%	22.94%	23.33%	23.65%	23.92%	24.15%	24.35%	24.52%	24.68%	24.82%	24.95%	25.08%	25.27%	
	0.15	9.00%	12.11%	14.26%	15.93%	17.25%	18.18%	18.88%	19.42%	19.84%	20.19%	20.48%	20.72%	20.93%	21.12%	21.28%	21.42%	21.55%	21.67%	21.79%	21.96%	
	0.2	8.77%	11.26%	12.98%	14.27%	15.13%	15.97%	16.59%	17.08%	17.46%	17.78%	18.04%	18.26%	18.45%	18.61%	18.76%	18.89%	19.00%	19.11%	19.23%	19.42%	
	0.25	8.60%	10.65%	12.19%	13.21%	13.97%	14.49%	14.87%	15.26%	15.61%	15.89%	16.13%	16.33%	16.50%	16.65%	16.81%	17.02%	17.28%	17.49%	17.61%	17.92%	
	0.3	8.46%	10.30%	11.58%	12.46%	13.07%	13.54%	13.87%	14.11%	14.29%	14.52%	14.75%	14.96%	15.17%	15.49%	15.81%	16.13%	16.43%	16.69%	16.86%	17.19%	
	0.35	8.34%	10.04%	11.10%	11.92%	12.47%	12.88%	13.19%	13.44%	13.64%	13.82%	13.99%	14.29%	14.61%	14.93%	15.23%	15.54%	15.84%	16.14%	16.46%	16.83%	
	0.4	8.36%	9.84%	10.72%	11.49%	12.01%	12.39%	12.69%	12.92%	13.12%	13.29%	13.55%	13.87%	14.22%	14.57%	14.91%	15.24%	15.58%	15.91%	16.26%	16.63%	
	0.45	8.49%	9.67%	10.51%	11.13%	11.63%	11.99%	12.27%	12.50%	12.69%	12.96%	13.24%	13.55%	13.94%	14.31%	14.69%	15.06%	15.43%	15.80%	16.17%	16.95%	
	0.5	8.62%	9.54%	10.33%	10.83%	11.31%	11.66%	11.93%	12.15%	12.40%	12.69%	12.99%	13.31%	13.73%	14.14%	14.55%	14.95%	15.36%	15.76%	16.23%	17.40%	
	0.55	8.86%	9.43%	10.18%	10.62%	11.04%	11.37%	11.64%	11.85%	12.16%	12.47%	12.78%	13.14%	13.58%	14.03%	14.47%	14.91%	15.35%	15.81%	16.61%	17.91%	
	0.6	9.09%	9.41%	10.06%	10.48%	10.80%	11.13%	11.39%	11.64%	11.96%	12.28%	12.61%	13.00%	13.49%	13.97%	14.45%	14.98%	15.53%	16.21%	17.32%	18.62%	
	0.65	9.40%	9.53%	9.95%	10.35%	10.64%	10.92%	11.17%	11.45%	11.79%	12.13%	12.47%	12.91%	13.43%	13.94%	14.55%	15.15%	15.77%	16.71%	18.04%	19.48%	
	0.7	9.72%	9.66%	9.85%	10.24%	10.52%	10.74%	10.98%	11.29%	11.64%	12.00%	12.36%	12.84%	13.42%	14.05%	14.70%	15.36%	16.20%	17.36%	18.80%	20.41%	
	0.75	10.05%	9.88%	9.85%	10.14%	10.41%	10.63%	10.82%	11.15%	11.52%	11.89%	12.27%	12.85%	13.51%	14.16%	14.88%	15.61%	16.66%	18.07%	19.68%	21.34%	
	0.8	10.36%	10.13%	9.88%	10.05%	10.32%	10.54%	10.72%	11.07%	11.44%	11.84%	12.28%	12.91%	13.61%	14.33%	15.07%	16.02%	17.29%	18.86%	20.51%	22.28%	
0.85	10.67%	10.37%	9.97%	9.97%	10.23%	10.45%	10.64%	11.01%	11.41%	11.84%	12.30%	12.98%	13.73%	14.50%	15.32%	16.55%	18.02%	19.65%	21.38%	23.21%		
0.9	10.98%	10.62%	10.11%	9.94%	10.15%	10.37%	10.56%	10.96%	11.39%	11.84%	12.33%	13.07%	13.86%	14.68%	15.79%	17.14%	18.75%	20.46%	22.25%	24.14%		
0.95	11.33%	10.87%	10.31%	9.99%	10.08%	10.30%	10.49%	10.92%	11.37%	11.86%	12.38%	13.17%	14.01%	14.96%	16.29%	17.81%	19.50%	21.27%	23.13%	25.08%		
1	11.72%	11.13%	10.53%	10.05%	10.01%	10.23%	10.43%	10.89%	11.37%	11.88%	12.44%	13.29%	14.18%	15.40%	16.81%	18.49%	20.25%	22.09%	24.01%	26.01%		

Figura 6-12- Análise de sensibilidade dos parâmetros alfa e beta

Percebe-se então que quanto menor os valores de α e β , menores o MAPE obtido. Para a família A e C, as análises estão presentes no Anexo.

Dessa maneira, os parâmetros utilizados para cada família e os erros totais, resultantes dos modelo de suavização exponencial com tendência aplicado estão dispostos na figura abaixo:

SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL COM TENDÊNCIA			
	FAMÍLIA F	FAMÍLIA A	FAMÍLIA C
Parâmetro β	0.03	0.02	0.04
Parâmetro α	0.29	0.12	0.01
MAPE	7,86%	6,48%	20,5%

Tabela 6-4- Parâmetros e MAPE do modelo de previsão

Pelos resultados, percebe-se que os alfas e betas obtidos se encontram no intervalo (entre 0 e 0.35) recomendado, indicando um bom resultado das combinações. A baixo, veja os gráficos da previsão de cada família e relação ao real:

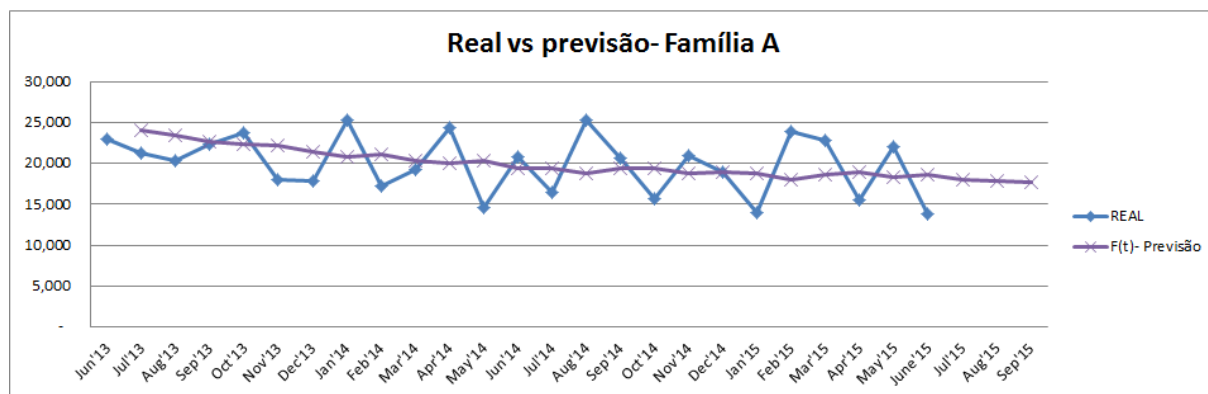


Figura 6-13- Curva de previsão vs Curva real da família A

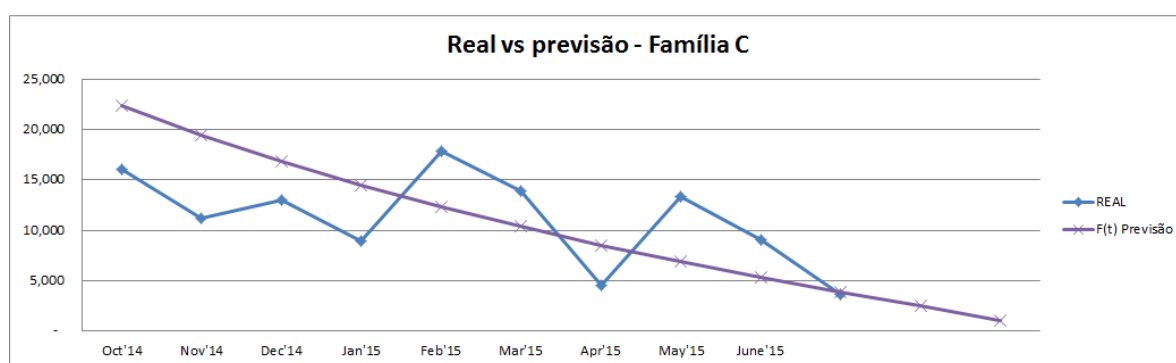


Figura 6-14- Curva de previsão vs Curva real da família C

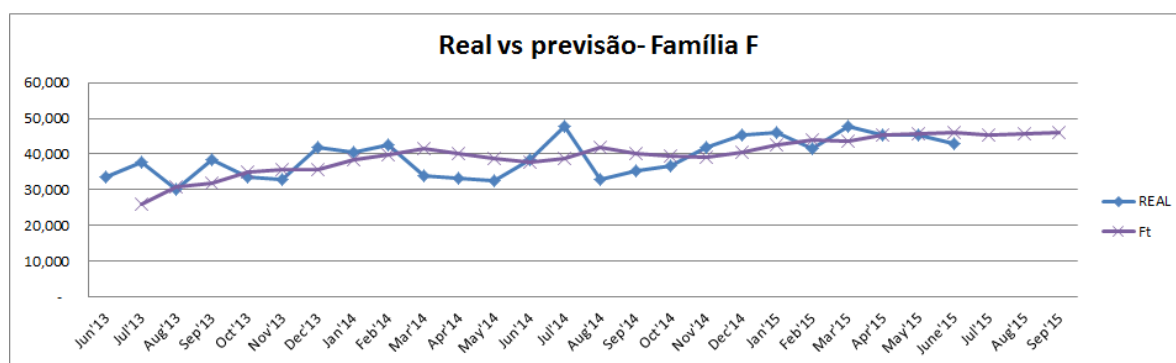


Figura 6-15- Curva de previsão vs Curva real da família F

Comparando com o modelo de previsão atual, o modelo proposto possui grande melhora em relação ao MAPE, o que indica um benefício de uso do modelo quantitativo desenvolvido, e consequentemente de todo o planejamento de produção.

Abaixo veja as comparações da média do MAPE atual e com o modelo proposto para cada família:

Família	MAPE atual	MAPE modelo proposto	Diferença
Família A	63%	7%	57%
Família F	21%	8%	13%
Família C	185%	21%	165%

Tabela 6-5- Comparação do MAPE atual vs o obtido com o modelo proposto

6.7 INTERFACE E MELHORIAS

Após as análises foi desenvolvida desta maneira uma interface para a demanda das famílias em questão. Nessa interface o usuário pode ver os modelos, o gráfico de previsão e a análise de sensibilidade dos parâmetros alfa e beta. Essa interface foi desenvolvida com a ajuda do *demand planner*, para que ele tenha as informações necessária para análises.



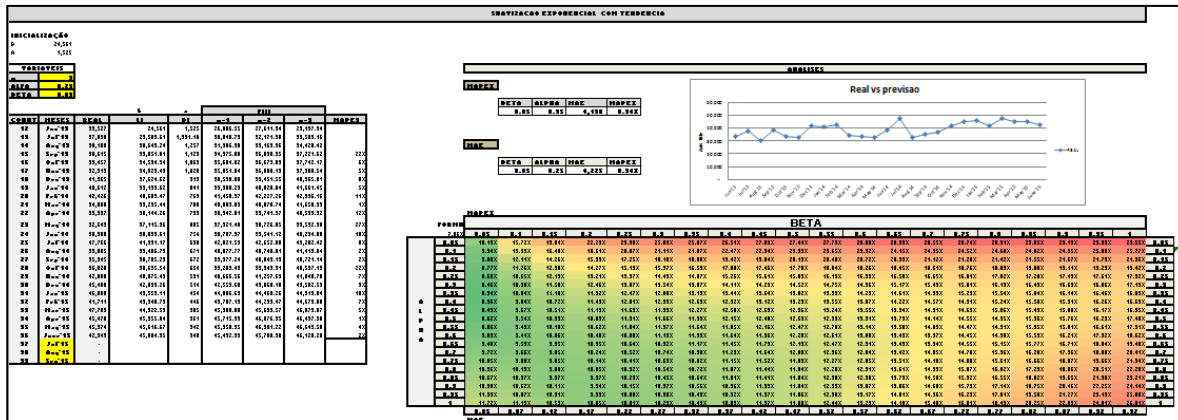


Figura 6-16- Interface para análise do modelo de previsão

Oportunidades de melhorias para o trabalho realizado seriam a análise de fatores que influenciam a demanda, adicionando a análise modelos de explicações, como a aplicação da regressão linear simples ou múltipla, podendo obter as relações da demanda com por exemplo, o aumento ou diminuição de preços, preços dos concorrentes e presença de mídia

7 MELHORIAS NO PROCESSO DE DEMANDA DE INICIATIVAS

Como mostrado no setor 4, um dos principais problemas identificados é o grande inventário de produtos remanescentes. Esses produtos são na sua grande maioria advindos de iniciativas comerciais e de lançamentos de novos produtos, que tem como principal objetivo ganhar mercado (aumentar *market share*), ou causar o *trade up* dos consumidores, ou seja, fazer com que eles migrem o consumo para produtos com maior valor agregado, que possuam maior margem.

Desta maneira, em média 6 novos produtos e 4 iniciativas comerciais são realizadas por ano na categoria de lâminas de barbear. No ano passado, 3 das iniciativas resultaram em um inventário remanescente de 1.6 milhões de dólares, grande parte desse erro pode ser atribuído ao erro na demanda inicial que teve erros de acurácia de 25%-70%. Além do impacto de inventário, o erro resulta em grande trabalho envolvido dos times de *supply chain*, Vendas e Marketing e também de investimentos adicionais como descontos.

A partir dessas informações, este trabalho irá propor um novo processo para a previsão da demanda das novas iniciativas e produtos a fim de melhorar os erros de acurácia e diminuir a geração de inventário remanescente.

7.1 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO ATUAL

Para realizar o mapeamento do processo descrito a abaixo, foram realizadas entrevistas com os principais funcionários do processo.

A empresa em questão é uma empresa multinacional, onde parte das decisões são tomadas pelas chamadas unidades regionais, que abrigam em seu leque um conjunto de países, no caso do Brasil, da América Latina.

A previsão de demanda e a definição de iniciativas são tomadas, então, pela unidade regional que segue o seguinte processo:

Primeiramente, ocorre uma análise de inteligência de mercado, onde a partir de dados fornecidos por órgãos de pesquisa, como a Nielsen, avalia três principais aspectos:

Potencial de mercado: A área de inteligência do consumidor avalia baseado nos dados fornecidos pelos órgãos de pesquisa, o mercado potencial de consumidores deste novo

produto, avaliando fatores como potenciais clientes, os componentes dos produtos, o mercado foco.

Preço de venda: Avalia e define a partir da margem de lucro desejada e do retorno esperado para a iniciativa, o preço de venda, interferindo na demanda.

Market Share: Avalia o potencial de ganho de mercado e o investimento necessário para este ganho.

A partir destes componentes, ou seja, baseado no potencial existente e nos resultados a que se quer chegar, é definido a demanda de um novo produto ou de uma iniciativa. Definido a demanda, ela é então enviada a unidade do Brasil, iniciando o planejamento de produção, o planejamento de marketing, e de vendas.

No geral, este processo leva em torno de 6 meses e é na sua maioria comandado pela unidade regional, tendo intervenção com a unidade do Brasil apenas no final do processo, para a execução de todas as atividades necessárias para que se atinja os resultados esperados. Mesmo a área de planejamento de demanda do Brasil, não influencia a demanda final, tendo que se adequar ao número, planejando, então a canibalização dos produtos e ajustando a demanda dos SKUs existentes.

Abaixo, no diagrama 7-1, se encontra o diagrama do processo atual:



Figura 7-1- Processo atual de previsão de demanda de iniciativas

7.2 ENTREVISTAS E PONTOS FOCOS DE MELHORIA

Para identificar os pontos de melhoria no processo atual e os gaps existentes foram entrevistados também outros agentes participantes do processo. Procurou-se também a opinião de um time multidisciplinar, para obter diferentes pontos de vistas e foco de melhora. Nessas entrevistas, foram perguntados dois principais pontos, relacionados às fraquezas e oportunidades:

- Na sua opinião, quais são as principais fraquezas do processo de previsão de demanda de iniciativas?
- Para a sua área, quais são os fatores que facilitariam na execução da iniciativa posteriormente e melhoraria os resultados?

Os resultados serão detalhados a seguir, resumindo os pontos levantados pelas principais áreas.

Vendas

Para vendas a principal fraqueza relatada foi a falta de proximidade com os clientes do Brasil, uma vez que a unidade regional não tem contato nem conhecimento direto com eles. Segundo o entrevistado, eles analisam bases de consumo que originam de consumidores e não clientes da empresa. Essa divergência causa um impacto nas iniciativas e nos volumes estimados, uma vez que não se analisam fatores como inventário do cliente, espaço nas gôndolas e nas lojas . “É muito importante saber o perfil de compra dos nossos clientes, e por eles digo o cliente direto, como o varejo, para se determinar o volume das novas iniciativas. A falta de proximidade desses clientes causa um tempo de reação muito longo.”

Outro fator apontado é que a execução de uma iniciativa exige um grande planejamento, uma vez que será aplicado na maioria das lojas do Brasil. O erro do volume previsto faz com que se utilize recursos desnecessários e mal dimensionados.

Para o entrevistado, uma grande oportunidade é que o planejador de demanda regional tenha uma relação mais próxima com o time de vendas nacional.

Marketing

O principal fator levantado é a dinamicidade do mercado brasileiro, que a unidade regional não considera em suas análises. Segundo o entrevistado: “Para se desenhar uma iniciativa ou

um novo produto, conhecer seu mercado, situação atual do país e vontades do consumidor é essencial. Estar presente no mercado é muito importante! Pelo fato de a unidade regional se basear em uma meta de *market share*, há, geralmente, uma superestimação do mercado”

Além disso, as experiências do time com outros produtos e lançamentos já vividos poderiam agregar valor no planejamento da demanda e que, no processo atual, não são analisados.

Finanças

Os pontos de fraqueza são a falta de comunicação com o mercado brasileiro e a falta de conhecimento de todo o processo de vendas nacional, onde o conhecimento das pessoas da marca poderia ter grande valor.

Logística

Os pontos apontados foram que para atingir metas de retorno no investimento e ganho de *market share*, as iniciativas são muitas vezes superestimadas. Além disso, alguns pontos como a canibalização dos produtos atuais com as novas iniciativas não são levados em consideração, afetando a venda de outros produtos. Uma oportunidade seria se basear em produtos similares e experiências passadas para realizar a previsão, levando em conta todos os fatores como o investimento presente, descontos dados e acordos feitos com os clientes.

Analisando as entrevistas, define-se os principais pontos levantados:

- Falta de comunicação com a unidade nacional para a previsão de demanda, uma vez que a unidade nacional possui mais proximidade com o mercado e clientes (gap 1 no esquema 7-2)
- Grande viés da demanda dada pelas metas propostas de *market share* e retorno de investimento (gap 2 no esquema abaixo)
- Falta de consideração de alguns pontos na previsão de demanda como canibalização dos produtos existentes, inventário do cliente e espaços nas gôndolas e lojas. (gap 3 no esquema abaixo)



Figura 7-2- Análise dos GAPs existentes no processo atual

7.3 PROPOSTA DE UM NOVO MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA

Após identificado os principais gaps no processo de previsão de demanda de iniciativas e novos SKUs , um novo processo de previsão de demanda foi desenvolvido.

Abaixo, foi realizada uma síntese dos fatores críticos da solução em relação aos problemas encontrados:

PROBLEMA	FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DA SOLUÇÃO
FALTA DE COMUNICAÇÃO COM A UNIDADE NACIONAL	• Visão multidisciplinar para realizar a previsão
	• Facilitar a comunicação entre as unidades
	• Formalização da comunicação
	• Estabelecimento em conjunto dos fatores que influenciarão a previsão
ENVIEZAMENTO DA DEMANDA	• Considerar fatores estabelecidos pelo time regional e nacional na construção da demanda
	• Fazer comparações com produtos similares no passado
	• Analisar riscos e oportunidades e estabelecer planos de ações
FALTA DE CONSIDERAÇÃO DE	• Alinhamento de fatores importantes para a previsão de demanda

Tabela 7-1- Fatores críticos de sucesso para a solução

Definido os fatores críticos de sucesso da solução, foram analisados os modelos qualitativos que mais contribuiriam para a resolução dos problemas, contendo também os fatores críticos citados acima: Método Delphi, painel de especialistas e analogia histórica. Esses métodos auxiliarão nos problemas descritos, como falta de comunicação, integração entre a unidade regional e a unidade nacional do Brasil e grande viés do número.

Como por exemplo, o *método Delphi* proporciona a integração das opiniões de especialistas, criando uma previsão de demanda completa e com diferentes visões, contribuindo diretamente para a falta de comunicação entre as unidades. O *painel de especialista*, por ter a vantagem de um menor tempo de execução, auxilia, além da multidisciplinaridade, o alinhamento rápido da previsão, obtendo um bom tempo de reação e facilitando a tomada de decisão. No caso de novos produtos e novas iniciativas, a *analogia história* é considerada um bom parâmetro para a previsão de SKUs sem histórico de dados, a analogia histórica auxilia também na definição dos riscos, diminuindo o viés da demanda.

A novo modelo sugere a criação de uma zona de integração entre a unidade regional e a nacional no processo. Atualmente, as decisões e análises são tomadas pela unidade regional, onde apenas a execução cabe a unidade nacional. No modelo proposto, o processo ficaria dividido em 3 principais períodos:

- 1) Período analítico, onde a unidade regional será responsável pelas análises base da previsão de demanda mas com base nos *inputs* dados pela unidade nacional.
- 2) Período de integração: responsável pela construção da previsão da demanda
- 3) Período de execução: onde a unidade nacional será responsável pela execução da iniciativa (plano de produção, compras, plano de marketing e de vendas). Veja o esquema abaixo:

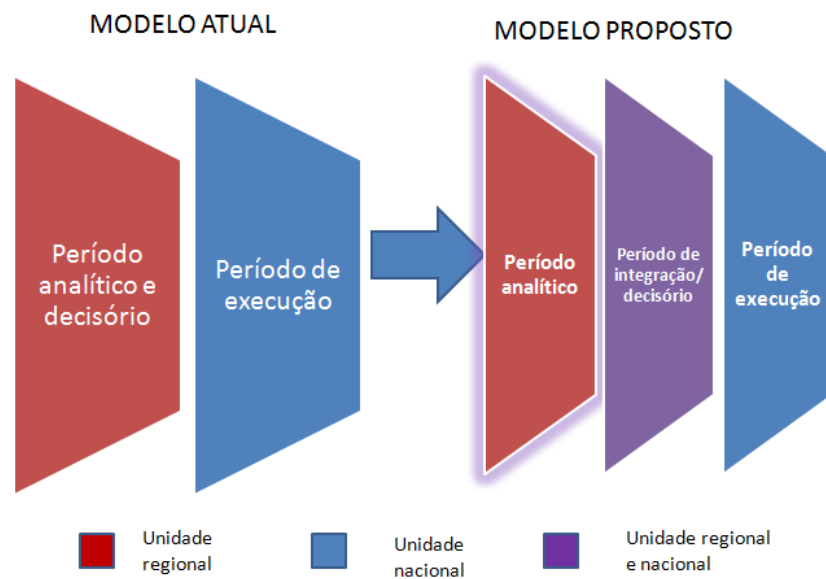


Figura 7-3- Detalhamento das mudanças sugeridas no processo

A seguir será detalhado cada período com seus principais processos, sub processos, modelo utilizado e setores envolvidos:

Período analítico

O período analítico é definido como o período de levantamento de dados e *inputs* para a construção da previsão da demanda. Desta maneira, a partir dos dados e opiniões serão construídas análises que servirão de base para previsão. A unidade regional é a responsável desta etapa, mas diferentemente do processo atual, a unidade nacional contribuirá para o fornecimento de informações e de experiências, uma vez que os profissionais desta unidade possuem mais contato com os clientes e com o mercado brasileiro.

Neste período, os processos serão baseados no método Delphi, onde as informações colhidas serão fruto das opiniões e das informações fornecidas pelos profissionais envolvidos em cada um dos fatores a serem analisados. A ideia é que para cada ponto de análise, os resultados sejam baseados não só nos órgãos de pesquisa, mas também nas experiências de quem está mais próximo do mercado.

Após conversas com o time nacional e regional, foram definidos 5 fatores a serem analisados para a construção da demanda:

Potencial de mercado

Este fator definirá pelas pesquisas com os consumidores, qual é o possível mercado para tal iniciativa. Para complementar, no novo processo, será levado em consideração a experiência e feedbacks dos departamentos de Vendas e Marketing.

Cliente direto

Será analisado subfatores como o inventário do cliente de produtos similares, opinião do cliente sobre a iniciativa, espaço disponível na loja e gondolas e elasticidade em relação ao preço.

Retorno do investimento

Junto com o departamento de finanças nacional, será analisado o preço a ser definido para a iniciativa ou produto, junto com o retorno do investimento necessário.

Market Share

Com o auxílio de marketing e do planejador de demanda, serão feitas análises do crescimento de *market share*, levando em conta os fatores do mercado nacional.

Canibalização do portfólio atual

A canibalização de outros produtos do portfólio influencia em todos os outros fatores citados acima, sendo uma análise sobre sua influência essencial para a consistência da previsão. O auxílio do *demand planner* nesta etapa será essencial, pois ele detém o conhecimento sobre todo o portfólio e perfis de demanda.

Definido os fatores, a unidade regional será responsável por aplicar o método Delphi para cada um deles. Como são menos pessoas envolvidas em cada um dos fatores, o tempo de ciclo será menor, juntamente com o custo da execução. Sendo assim, para as pessoas relacionadas a aos fatores serão enviados questionários, seguindo as seguintes etapas:

- 1) Previsões e inputs dos profissionais escolhidos por e-mail
- 2) Resumo dos resultados agrupados pela unidade regional e divulgação aos envolvidos juntamente com novas questões
- 3) Novo resumo dos resultados, com refinamento das previsões e novas perguntas
- 4) Continuar o ciclo até que haja um consenso.

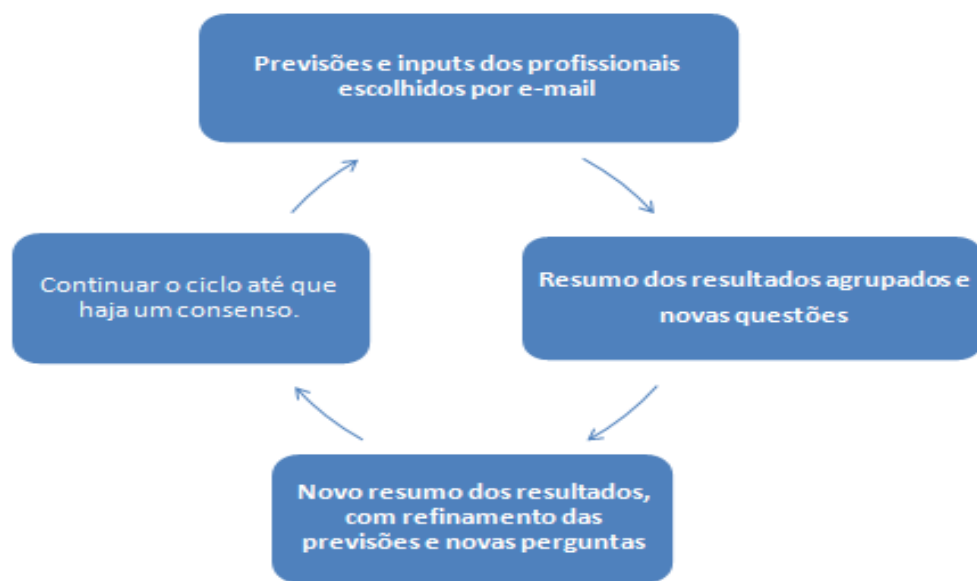


Figura 7-4- Processo do Método de Delphi

Após a realização de todo o ciclo do método de Delphi e com o levantamento dos principais dados e *inputs* é chegado a prévia da previsão e ao fim do período analítico. Abaixo está um mapeamento dos processos do funcionamento deste período:

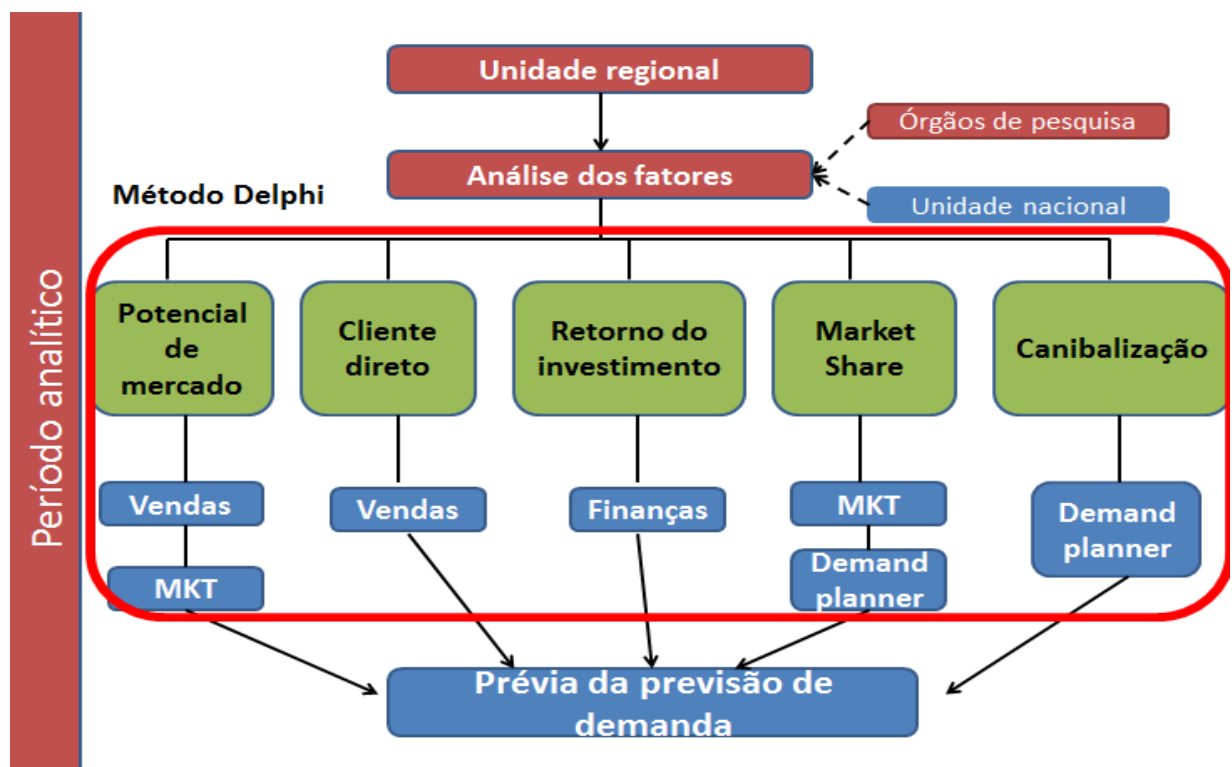


Figura 7-5- Detalhamento dos processos no período analítico

Período de integração

O período de integração tem como principal objetivo fazer com que a previsão da demanda de iniciativas seja uma decisão em conjunto com as duas unidades, a regional e a nacional. Como foi dito anteriormente, atualmente, a previsão é feita apenas pela unidade regional e a execução apenas pela unidade nacional.

Para esta parte do processo, foram escolhidos os modelos de painel de especialistas e de analogia histórica.

Painel de especialistas:

O painel tem como objetivo alinhar os pontos finais e principalmente analisar os riscos e oportunidades existentes na previsão prévia, baseados na analogia histórica realizada, definindo-se planos de mitigação e ação para os riscos. É nessa reunião que se definirá também como será a demanda de longo prazo, e a divisão por períodos, uma vez que a unidade nacional tem mais conhecimento de como a demanda da iniciativa se adequará com a demanda do portfólio convencional.

A reunião terá uma duração aproximada de duas horas e será comandada pela unidade regional e pelo *demand planner* da unidade nacional.

Analogia histórica:

Será um trabalho prévio ao painel de especialistas, onde se pretende levantar os riscos e oportunidades através da análise dos dados de produtos similares no passado. Neste processo, deve-se analisar as potenciais semelhanças e também as diferenças com o produto escolhido, fazendo as devidas alterações. Neste processo a unidade regional e o *demand planner* da unidade nacional definirão o produto e realizarão as análises.

Sendo assim, definido os riscos e oportunidades advindos das análises e analogias, através do painel de especialistas se obtém a previsão final. A seguir, na figura 7-6, segue o fluxo do processo do período de integração:

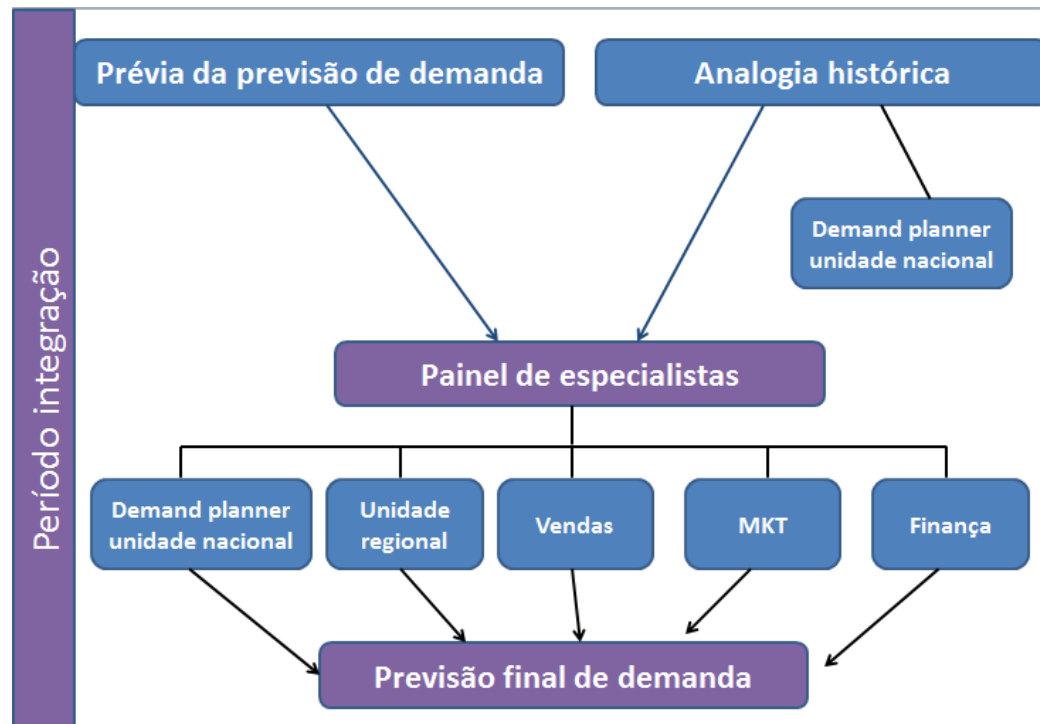


Figura 7-6- Detalhamento dos processos no período de integração

Período de execução

Definida a previsão de demanda, a unidade nacional fica responsável pelo planejamento da execução, desde as compras dos materiais até a efetiva venda e execução nas lojas dos clientes. Com o novo modelo, como a unidade nacional está envolvida desde o começo no processo de definição de demanda, a execução será facilitada, uma vez que, através da integração gerada pelo método de Delphi, já se conhece os detalhes referentes a sua área, e os principais pontos relatados no painel de especialistas.

Enfim, veja a seguir, todo o processo como um todo, unindo os três períodos descritos anteriormente:

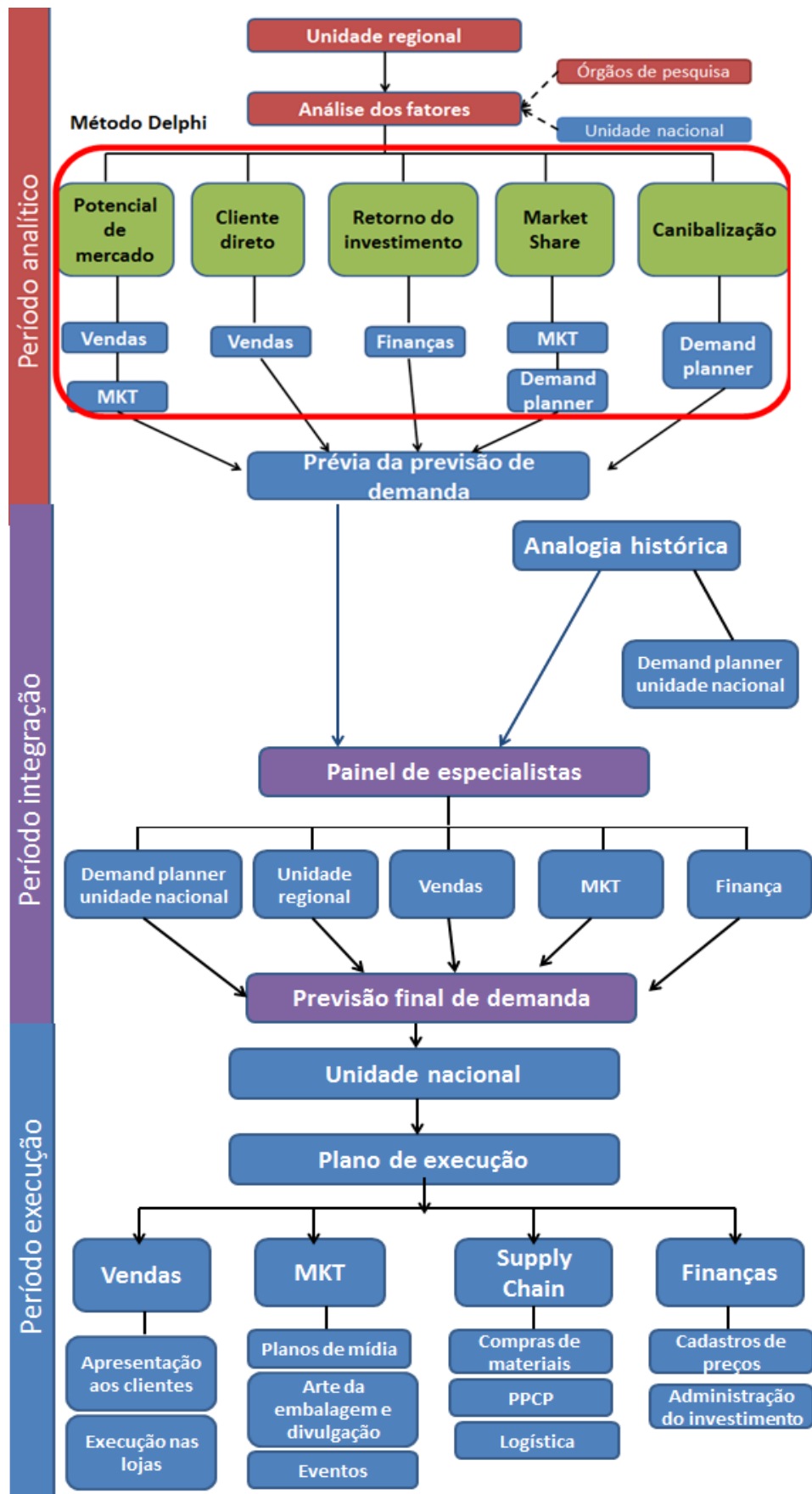


Figura 7-7- Detalhamento do novo processo proposto

7.4 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO, FUNCIONAMENTO E PRÓXIMOS PASSOS

Para a realização do novo processo é necessário se definir tempos de cada processo para que se tenham prazos definidos e se alcance o tempo esperado para o acontecimento da iniciativa. Abaixo, foi estabelecido, junto com os gestores, um tempo médio para cada etapa:

PERÍODO	ETAPA	TEMPO ESTIMADO
Período analítico	análise dos fatores/ método de Delphi	3 MESES
Período de integração	Analogia histórica	2 SEMANAS
	painel de especialistas	1 DIA
Período de execução	Execução	4 MESES

Tabela 7-2- Estudo de tempo do processo

Além disso, terá um responsável por acompanhar o processo e seus prazos, uma espécie de PMO, na unidade regional e na unidade nacional, pessoa responsável também por tirar dúvidas do processo e decidir sobre qualquer mudança referente a previsão de demanda. No início, os responsáveis serão os *demand planners* de cada categoria aqui no Brasil e na unidade regional.

A implantação começará com um projeto piloto para a próxima iniciativa para a categoria de lâminas de barbear. A data de início é dezembro de 2015 e o plano de implantação segue a baixo:

- Treinamento sobre o método de Delphi, painel de especialistas e analogia histórica fornecido pelo *demand planner* nacional e regional
- Explicação do processo para todas as áreas e funções
- Formulação de relatórios parciais de andamento do projeto
- Estabelecimento de reuniões entre as unidades para troca de aprendizado e melhorias no processo.

7.5 EXECUÇÃO DO PROCESSO: ACOMPANHAMENTO E MANUTENÇÃO

A aplicação dos modelos qualitativos no novo processo trará algumas melhorias como um alinhamento maior entre as unidades, a construção de um número mais sustentável, construído através de dados quantitativos, mas também com influência de profissionais especialistas na área.

Para acompanhar o resultado das melhorias do processo, para cada futura iniciativa será realizado um *Balance Scorecard*, contendo os critérios como MAPE1, MAPE3, MAE1, MAE3, nível de inventário, inventário nos clientes e *market share* do produto. Abaixo está o layout do BSC desenvolvido:

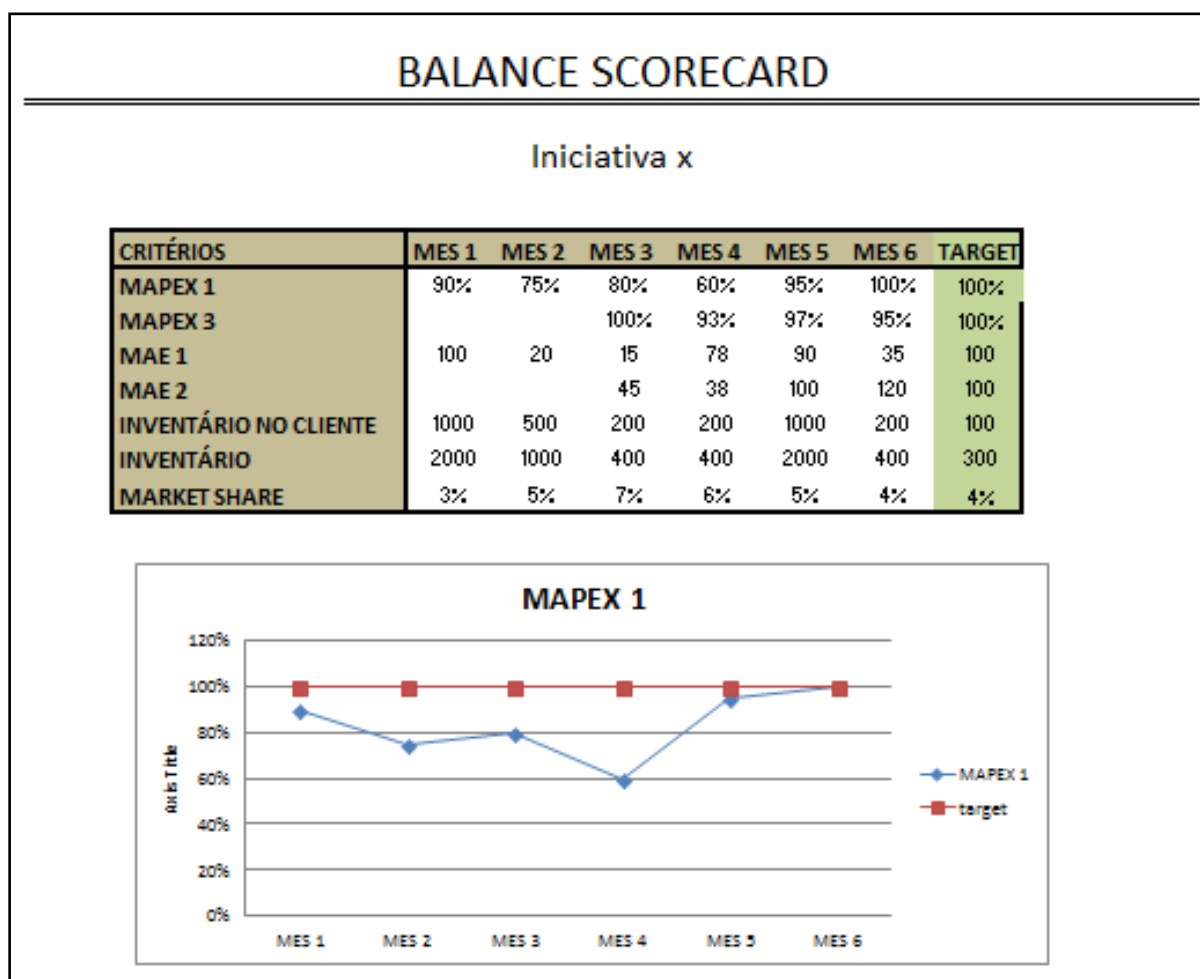


Tabela 7-3- Layout do Balance Score Card de acompanhamento das iniciativas

Os valores *target* serão definidos em conjunto com a unidade regional e a nacional, e poderão variar em relação a cada iniciativa.

Manutenção da demanda

Após a definição da demanda, a cada mês haverá uma reunião com os *demand planners* de cada unidade para fazer as manutenções durante os períodos e também refletir na previsão qualquer mudança que surja durante o processo. Cabe, desta maneira, a cada *demand planner* colher os inputs de sua unidade para refletir na previsão e realizar os ajustes necessários.

8 CONCLUSÃO

8.1 CONCLUSÕES

Melhorar o fluxo de caixa, a produtividade e o valor agregado às atividades é essencial para melhorar os resultados obtidos nas empresas e consequentemente diminuir os custos implicados em toda a cadeia de suprimentos. Tendo em vista esses aspectos, este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo de previsão de demanda e um novo processo que contribuísse para um melhor alinhamento em todas as outras funções da empresa, desde o próprio planejamento de produção até a execução das atividades de vendas e marketing.

Desta maneira, através do diagnóstico feito, percebe-se que o erro de acurácia de demanda (MAPE) estava em uma média de 55% para a previsão realizada em um horizonte de 3 meses. Essa elevada taxa causa problemas como o excesso de inventário, a sobra de produtos remanescentes e necessidade de mudanças não planejadas na demanda, que causam custos adicionais. Percebe-se também, pelo estudo de acurácia que a demanda das iniciativas comerciais apresentava grande erro, principalmente em nível SKU, gerando um alto nível de inventário remanescente que necessita de grandes investimentos para ser eliminado, como por exemplo, descontos.

Baseando-se nessas informações, foi desenvolvido um novo modelo de previsão de demanda. Por apresentarem maior taxa de erros de acurácia e por razões de processos internos da empresa, o modelo foi desenvolvido para 3 famílias das 6 descritas: família A, C e F. Após a análise das propriedades de seus perfis de demanda como a ciclicidade e tendência e as características dos modelos escritos do Capítulo 4, foi definido que seria aplicado o modelo de Suavização exponencial com tendência, também conhecido como método de Holt's.

O modelo foi desenvolvido no programa Excel, bem como a análise e definição de seus parâmetros. Os resultados obtidos foram satisfatórios, oferecendo uma melhora nos erros de acurácia de 57% para a Família A, de 13 % para a família F e de 165% para a família C. Foi desenvolvida também uma plataforma de fácil visualização dos resultados, onde o *demand planner* poderá consultar os dados e prever a demanda para os próximos meses. Essa plataforma está parcialmente implementada da empresa, sendo utilizada com uma ferramenta de análise e previsão para esta categoria.

Para a solução da previsão de demanda para iniciativas comerciais foi realizado primeiramente um mapeamento do processo atual baseado em entrevistas realizadas com os setores envolvidos e com os gerentes tanto da unidade nacional, como da unidade regional.

A partir do mapeamento foi identificado os gaps existentes e definidos os fatores críticos de sucesso para a nova solução. Adicionalmente, foram analisados os métodos qualitativos de previsão de demanda, como o Método de Delphi e o painel de especialistas para a construção de um novo modelo.

Desta maneira, a nova proposta define um processo com mais interligação entre as unidades nacionais e regionais, contemplando as experiência de diversos profissionais, auxiliando na medida de acurácia e também no alinhamento da cadeia de suprimentos desde o início. O modelo foi apresentado aos gerentes envolvidos, aprovado, e será aplicado no lançamento da próxima iniciativa, em dezembro de 2015.

Enfim, as soluções propostas permitem um melhor alinhamento em toda a cadeia de suprimentos, possibilitando uma tomada de decisão mais rápida e um melhor planejamento estratégico.

8.2 OPORTUNIDADES E MELHORIAS

Para que as melhorias propostas no trabalho ocorram é necessário a implementação das propostas descritas, desde ao modelo previsão de demanda até as mudanças nos processos de previsão de iniciativas. Assim, como a participação e envolvimento de todos os envolvidos nesse novo modelo. Sendo assim, um próximo passo para o processo sugerido é uma apresentação formal para os funcionários da área, explicando cada passo, seu objetivo e as mudanças que ocorrerão em suas atividades. Além disso, é recomendado rever, após a implementação do projeto, uma mudança nas métricas de desempenho. Por exemplo, o excesso de inventário de iniciativas advindos dos erros de previsão serem métricas de todo o time envolvido e não apenas dos planejadores de produção, o que reforçará o empenho de todos os setores.

Como o método de previsão de demanda qualitativo só foi aplicado para as família A,C e F, uma sugestão é reaplicá-lo para as outras famílias, e também para as outras categorias da empresa, começando pelas quais apresentam maiores erros de acurácia. Sendo uma

oportunidade para a diminuição dos problemas descritos de um maneira geral na empresa, potencializando ainda mais os benefícios.

Outra sugestão é o aprimoramento da interface criada, podendo ser desenvolvida uma parceria com o setor de Softwares da empresa para a criação de uma ferramenta ainda mais automatizada e mais ergonômica para os usuários.

Por fim, sugere-se uma análise de custo benefício do modelo proposto, uma análise que possui certa complexidade por não ser tão trivial a mensuração prévia dos benefícios que o modelo de previsão fornecerá.

Enfim, conclui-se que os resultados obtidos no trabalho são consistentes e os modelos propostos implementáveis e desenvolvidos em parceria com a empresa e os funcionários envolvidos. Desta maneira, trarão para a empresa benefícios para uma melhor tomada de decisão, aumento de fluxo de caixa e redução de custos ao longo da cadeia de suprimentos.

9 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

AC NIELSEN. **Estudo fornecido para a empresa sobre o mercado de lâminas de barbear.** São Paulo, 2015.

AC NIELSEN. **O mercado e o shopper masculino.** São Paulo, 2011.

BALJKO, J. L. **Expert Warns of Bullwhip Effect.** Electronic Buyers' News, n. 1170, p. 5-6.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial.** 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2003

CASTRO, R.A. **Estudo do planejamento de demanda no varejo através de modelos de previsão-** Trabalho de Formatura. Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2009.

CALIXTO; M.A. **Gestão da demanda: avaliação do processo em uma empresa de bens de consumo.** São Carlos, 2012.

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações: manufatura serviços: uma abordagem estratégica.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FERNANDES, F.C.F., SANTORO M.C., **Avaliação do grau de prioridade e do foco do planejamento e controle da produção (PCP): Modelos e estudos de caso.** Gestão & Produção. v.12, n.1, p25-38, jan-abril, 2005

GUIMARÃES, L.C. **Processo de previsão de demanda para empresa têxtil-** Trabalho de Formatura. Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 2008.

LEE, Hau L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, Seungjin. **The Bullwhip Effect in supply chains.** Sloan Management Review, v. 38, n. 3, p.93-102, 1997.

HANKE, J.E.; REITSCH, A.G. **Business forecasting.** 6th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

HEIKKILÄ, Jussi. **From supply to demand chain management: efficiency and customer satisfaction.** Journal of Operations Management, v. 20, n. 6, p. 747-767, 2002.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.C.; HYNDMAN, R.J. **Forecasting: methods and applications.** 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1998

PIRES, Sílvia R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos** – Supply chain management. 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

PROUD, J. F. **Master Scheduling**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

SOBRAL, E. **O sabor da inovação**. Revista Dinheiro. São Paulo, 2011.

WALTERS, D., RAINBIRS, M., **The Demand Chain as an Integral Component of the Value Chain**. Journal of Consumer Marketing, V. 21, N. 7, p. 465-475, 2004.

10 ANEXO

10.1 PERFIL DE DEMANDA

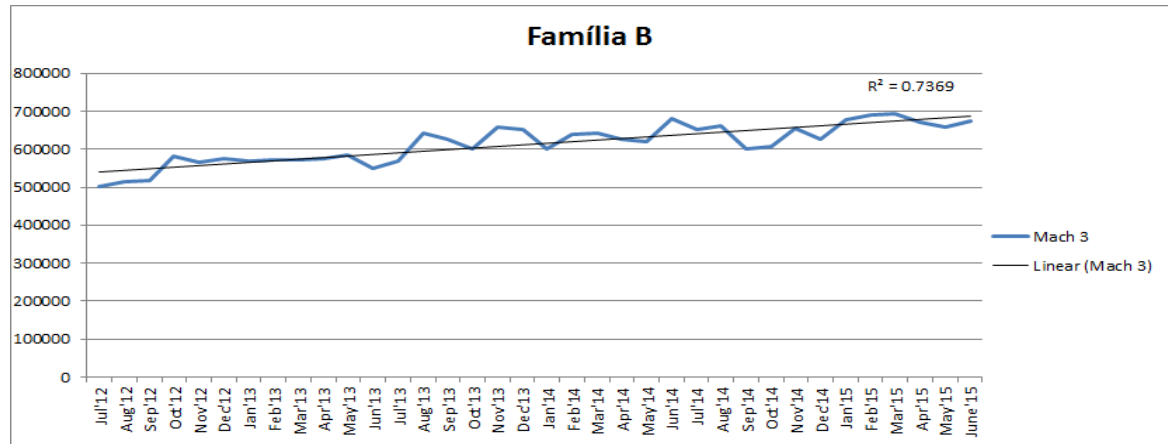


Figura 10-1- Perfil de demanda da família B

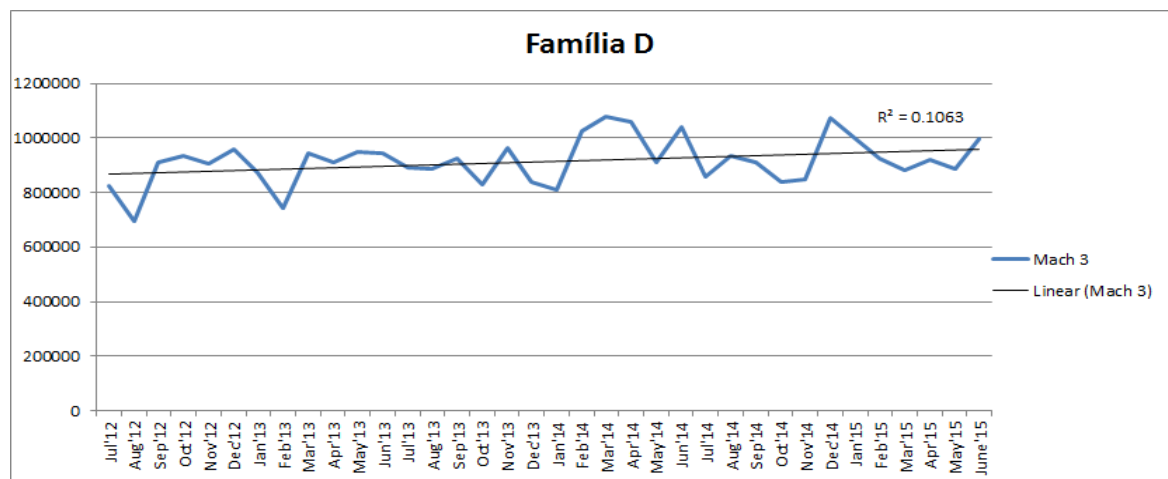


Figura 10-2- Perfil de demanda da família D

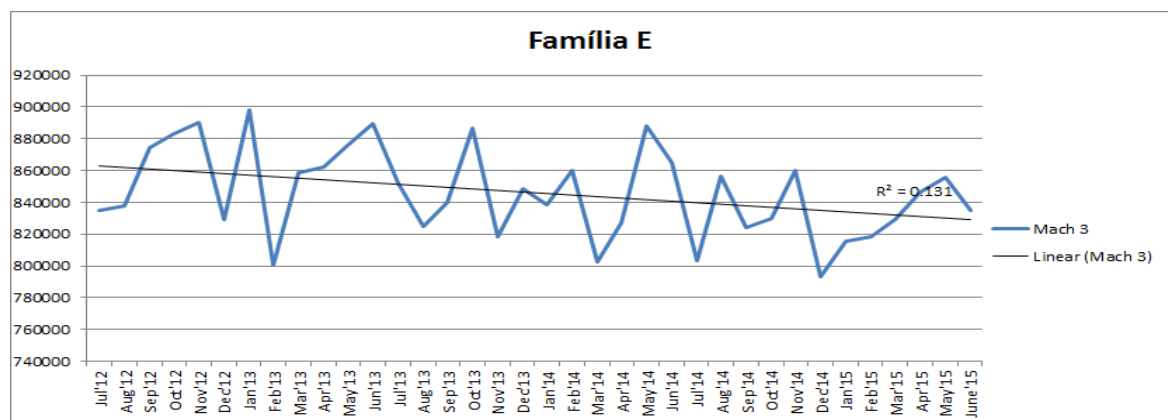


Figura 10-3- Perfil de demanda da família E

10.2 ANÁLISE DAS FAMÍLIAS A e C

FAMÍLIA A

INICIALIZAÇÃO
B 24,473
A - 359

VARIÁVEIS	
m	3
ALFA	0.12
BETA	0.02

COUNT	MESES	REAL	b	a	F(t)			MAPE3
			Lt	Bt	m=1	m=2	m=3	
12	Jun'13	22,985	24,473	- 359	24,114.49	23,755.69	23,396.89	
13	Jul'13	21,226	23,767.82	- 337.51	23,430.30	23,092.79	22,755.28	
14	Aug'13	20,280	23,052.23	- 316	22,735.78	22,419.33	22,102.88	
15	Sep'13	22,299	22,683.34	- 303	22,380.60	22,077.85	21,775.11	12%
16	Oct'13	23,695	22,538.32	- 294	22,244.53	21,950.74	21,656.95	5%
17	Nov'13	18,057	21,742.05	- 272	21,470.07	21,198.08	20,926.09	5%
18	Dec'13	17,898	21,041.42	- 253	20,788.88	20,536.35	20,283.81	11%
19	Jan'14	25,220	21,320.62	- 253	21,067.55	20,814.48	20,561.41	8%
20	Feb'14	17,180	20,601.00	- 234	20,367.38	20,133.77	19,900.15	5%
21	Mar'14	19,300	20,239.30	- 222	20,017.59	19,795.88	19,574.17	0%
22	Apr'14	24,340	20,536.28	- 223	20,313.06	20,089.85	19,866.63	3%
23	May'14	14,576	19,624.61	- 201	19,424.10	19,223.58	19,023.06	4%
24	Jun'14	20,774	19,586.09	- 196	19,390.35	19,194.61	18,998.88	1%
25	Jul'14	16,447	19,037.15	- 181	18,856.30	18,675.46	18,494.62	16%
26	Aug'14	25,351	19,635.69	- 189	19,446.49	19,257.30	19,068.10	8%
27	Sep'14	20,610	19,586.14	- 184	19,401.72	19,217.30	19,032.87	8%
28	Oct'14	15,630	18,949.11	- 168	18,781.11	18,613.12	18,445.13	9%
29	Nov'14	21,000	19,047.38	- 167	18,880.78	18,714.18	18,547.59	1%
30	Dec'14	19,000	18,895.09	- 160	18,734.87	18,574.65	18,414.43	4%
31	Jan'15	14,000	18,166.68	- 142	18,024.24	17,881.79	17,739.34	3%
32	Feb'15	23,904	18,729.81	- 151	18,578.95	18,428.08	18,277.22	1%
33	Mar'15	22,804	19,085.95	- 155	18,930.99	18,776.02	18,621.05	8%
34	Apr'15	15,500	18,519.27	- 141	18,378.73	18,238.20	18,097.66	14%
35	May'15	22,090	18,824.05	- 144	18,680.23	18,536.41	18,392.59	8%
36	June'15	13,891	18,105.57	- 127	17,978.99	17,852.42	17,725.85	9%
37	Jul'15	-						
38	Aug'15	-						
39	Sep'15	-						

Figura 10-4- Modelo de previsão da família A

FORMUL	BETA																			
	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
ALPHA	7.43%	8.10%	8.41%	8.48%	8.56%	8.62%	8.67%	8.71%	8.75%	8.78%	8.81%	8.84%	8.87%	8.90%	8.92%	8.95%	8.97%	8.99%	9.01%	9.03%
	0.05	7.44%	8.16%	8.47%	8.54%	8.61%	8.66%	8.70%	8.74%	8.77%	8.80%	8.83%	8.86%	8.89%	8.91%	8.94%	8.96%	8.98%	9.00%	9.02%
	0.1	7.12%	7.84%	8.15%	8.22%	8.29%	8.34%	8.38%	8.41%	8.44%	8.47%	8.50%	8.53%	8.56%	8.58%	8.61%	8.63%	8.65%	8.67%	8.69%
	0.15	7.00%	7.76%	8.07%	8.14%	8.21%	8.26%	8.30%	8.33%	8.36%	8.39%	8.42%	8.45%	8.48%	8.50%	8.53%	8.55%	8.57%	8.59%	8.61%
	0.2	7.06%	7.80%	8.11%	8.18%	8.25%	8.30%	8.34%	8.37%	8.40%	8.43%	8.46%	8.49%	8.52%	8.54%	8.57%	8.59%	8.61%	8.63%	8.65%
	0.25	7.24%	7.74%	8.04%	8.11%	8.18%	8.23%	8.27%	8.30%	8.33%	8.36%	8.39%	8.42%	8.45%	8.48%	8.51%	8.53%	8.55%	8.57%	8.59%
	0.3	7.43%	7.82%	8.16%	8.23%	8.30%	8.35%	8.39%	8.42%	8.45%	8.48%	8.51%	8.54%	8.57%	8.59%	8.62%	8.64%	8.66%	8.68%	8.70%
	0.35	7.65%	7.93%	8.13%	8.24%	8.31%	8.36%	8.40%	8.43%	8.46%	8.49%	8.52%	8.55%	8.58%	8.60%	8.63%	8.65%	8.67%	8.69%	8.71%
	0.4	7.94%	8.09%	8.23%	8.28%	8.36%	8.37%	8.39%	8.40%	8.41%	8.42%	8.43%	8.44%	8.45%	8.46%	8.47%	8.48%	8.49%	8.50%	8.51%
	0.45	8.29%	8.29%	8.36%	8.27%	8.29%	8.28%	8.23%	8.15%	8.10%	8.19%	8.49%	8.99%	9.68%	10.57%	11.72%	13.04%	14.45%	15.93%	17.44%
	0.5	8.79%	8.58%	8.51%	8.37%	8.25%	8.21%	8.13%	8.03%	7.95%	8.11%	8.52%	9.16%	9.90%	10.92%	12.23%	13.69%	15.27%	16.91%	18.71%
	0.55	9.39%	8.89%	8.68%	8.48%	8.25%	8.15%	8.05%	7.94%	7.82%	8.05%	8.62%	9.36%	10.16%	11.34%	12.76%	14.37%	16.10%	17.99%	20.00%
	0.6	10.09%	9.23%	8.86%	8.61%	8.29%	8.11%	7.93%	7.86%	7.72%	8.08%	8.76%	9.57%	10.49%	11.77%	13.34%	15.08%	16.98%	19.08%	21.27%
	0.65	10.80%	9.69%	9.07%	8.75%	8.38%	8.12%	7.95%	7.80%	7.64%	8.13%	8.93%	9.81%	10.85%	12.23%	13.94%	15.80%	17.91%	20.17%	22.54%
	0.7	11.52%	10.33%	9.33%	8.91%	8.48%	8.16%	7.92%	7.75%	7.59%	8.23%	9.11%	10.10%	11.23%	12.73%	14.55%	16.59%	18.84%	21.25%	23.80%
	0.75	12.25%	10.98%	9.71%	9.06%	8.60%	8.20%	7.93%	7.70%	7.57%	8.36%	9.30%	10.42%	11.63%	13.25%	15.20%	17.39%	19.77%	22.36%	25.05%
	0.8	12.99%	11.62%	10.27%	9.23%	8.72%	8.25%	7.96%	7.69%	7.59%	8.49%	9.56%	10.75%	12.04%	13.79%	15.89%	18.27%	20.90%	23.68%	26.63%
	0.85	13.72%	12.27%	10.83%	9.44%	8.85%	8.29%	8.00%	7.72%	7.63%	8.66%	9.82%	11.09%	12.47%	14.39%	16.65%	19.26%	22.06%	25.12%	28.32%
	0.9	14.45%	12.92%	11.39%	9.88%	9.39%	8.66%	8.04%	7.75%	7.76%	8.87%	10.10%	11.46%	12.97%	15.00%	17.51%	20.28%	23.35%	26.60%	30.02%
	0.95	15.17%	13.55%	11.95%	10.35%	9.12%	8.46%	8.08%	7.80%	7.82%	9.11%	10.43%	11.87%	13.51%	15.69%	18.39%	21.42%	24.65%	28.08%	31.70%
	1	0.05	0.07	0.12	0.17	0.22	0.27	0.32	0.37	0.42	0.47	0.52	0.57	0.62	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92
																				0.97

Figura 10-5- Análise de sensibilidade da combinação de alfa e beta para a família A

FAMÍLIA C

INICIALIZAÇÃO	
B	25,368
A	- 3,012
VARIÁVEIS	
m	3
ALFA	0.01
BETA	0.04

COUNT	MESES	REAL	a		B		F(t) Previsão	MAE	MAPEX	F(t)			Sum	MAPE3
			Lt	Bt						m=1	m=2	m=3		
12	Oct'14	16,000	25,368	-	3,012			16,000	0	22,355.91	19,343.83	16,331.75	58,031.49	
13	Nov'14	11,200	22,244.35	-	2,766.65		22,356	11,156	100%	19,477.70	16,711.04	13,944.39	50,133.13	
14	Dec'14	13,000	19,412.92	-	2,543		19,478	6,478	50%	16,870.19	14,327.46	11,784.73	42,982.38	75%
15	Jan'15	8,894	16,790.43	-	2,336		16,870	7,976	90%	14,454.31	12,118.18	9,782.06	36,354.55	26%
16	Feb'15	17,868	14,488.44	-	2,151		14,454	3,414	19%	12,337.84	10,187.25	8,036.65	30,561.74	6%
17	Mar'15	13,919	12,353.66	-	1,979		12,338	1,582	11%	10,374.48	8,395.29	6,416.11	25,185.88	0%
18	Apr'15	4,553	10,316.27	-	1,819		10,374	5,821	128%	8,497.75	6,679.23	4,860.71	20,037.68	4%
19	May'15	13,394	8,546.71	-	1,675		8,498	4,896	37%	6,871.71	5,196.71	3,521.72	15,590.14	7%
20	June'15	9,000	6,892.99	-	1,542		6,872	2,128	24%	5,351.14	3,809.30	2,267.45	11,427.89	23%
21	Jul'15	3,650	5,334.14	-	1,418		5,351	1,701	47%	3,916.32	2,498.50	1,080.68	7,495.49	23%
22	Aug'15													
23	Sep'15													
24	Oct'15													

Figura 10-6- Modelo de previsão da família C

FORMULA		MAPEX																			
		BETA																			
		2174%	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95
ALPHA	0.05	21.74%	49.50%	73.83%	91.10%	103.59%	112.85%	119.90%	125.41%	129.81%	133.40%	136.37%	138.86%	140.97%	142.80%	144.43%	146.01%	147.78%	150.16%	153.93%	160.33%
	0.1	23.33%	42.78%	66.48%	83.38%	95.66%	104.80%	111.77%	117.22%	121.56%	125.09%	127.98%	130.38%	132.40%	134.11%	135.63%	137.10%	138.75%	141.03%	144.65%	150.80%
	0.15	25.51%	37.55%	60.47%	76.88%	88.85%	97.77%	104.59%	109.91%	114.14%	117.54%	120.32%	122.59%	124.46%	126.03%	127.41%	128.72%	130.23%	132.33%	135.71%	141.51%
	0.2	27.40%	34.47%	55.54%	71.40%	82.99%	91.65%	98.25%	103.39%	107.45%	110.70%	113.32%	115.43%	117.14%	118.54%	119.73%	120.87%	122.18%	124.06%	127.15%	132.49%
	0.25	28.97%	33.37%	51.51%	66.77%	77.95%	86.29%	92.65%	97.57%	101.44%	104.51%	106.94%	108.86%	110.38%	111.59%	112.59%	113.52%	114.62%	116.23%	118.97%	123.77%
	0.3	30.23%	32.92%	48.18%	62.85%	73.59%	81.61%	87.69%	92.38%	96.03%	98.89%	101.12%	102.84%	104.15%	105.16%	105.94%	106.66%	107.51%	108.83%	111.18%	115.38%
	0.35	31.21%	33.44%	45.54%	59.52%	69.83%	77.50%	83.30%	87.74%	91.17%	93.80%	95.82%	97.32%	98.43%	99.21%	99.78%	100.26%	100.85%	101.86%	103.78%	108.15%
	0.4	32.58%	34.35%	44.30%	56.68%	66.57%	73.90%	79.41%	83.60%	86.78%	89.19%	90.98%	92.28%	93.16%	93.73%	94.07%	94.31%	94.63%	95.30%	96.77%	103.07%
	0.45	34.06%	35.38%	43.80%	54.25%	63.73%	70.73%	75.96%	79.88%	82.83%	85.01%	86.58%	87.66%	88.32%	88.67%	88.78%	88.77%	88.82%	89.15%	91.51%	98.26%
	0.5	35.39%	36.83%	43.46%	52.17%	61.26%	67.94%	72.88%	76.56%	79.26%	81.22%	82.57%	83.43%	83.88%	84.00%	83.89%	83.64%	83.40%	83.60%	87.68%	93.72%
0.55	37.23%	38.83%	43.24%	50.39%	58.10%	65.47%	70.15%	73.57%	76.04%	77.77%	78.91%	79.56%	79.80%	79.71%	79.37%	78.88%	78.37%	80.52%	84.13%	89.46%	
0.6	39.07%	40.88%	43.10%	48.98%	57.21%	63.29%	67.70%	70.88%	73.13%	74.64%	75.57%	76.01%	76.05%	75.75%	75.20%	74.47%	75.51%	77.71%	80.87%	85.82%	
0.65	40.83%	42.96%	43.38%	48.19%	55.56%	61.35%	65.51%	68.45%	70.48%	71.79%	72.51%	72.76%	72.60%	72.11%	71.35%	71.82%	73.26%	75.17%	77.87%	83.03%	
0.7	42.82%	45.07%	44.75%	47.72%	54.11%	59.63%	63.54%	66.26%	68.07%	69.18%	69.72%	69.78%	69.43%	68.75%	68.89%	69.39%	71.25%	72.87%	75.39%	83.95%	
0.75	45.49%	47.21%	46.44%	47.47%	52.85%	58.10%	61.77%	64.27%	65.88%	66.79%	67.15%	67.03%	66.51%	66.31%	67.36%	68.36%	69.45%	72.50%	80.12%	89.86%	
0.8	48.17%	49.37%	48.17%	47.28%	51.74%	56.74%	60.18%	62.47%	63.87%	64.60%	64.78%	64.49%	63.83%	65.01%	66.01%	66.92%	68.64%	76.26%	85.31%	95.76%	
0.85	50.85%	51.56%	49.93%	47.54%	50.79%	55.53%	58.74%	60.82%	62.03%	62.58%	62.59%	62.14%	62.67%	63.84%	64.81%	65.63%	71.97%	80.08%	90.56%	101.68%	
0.9	53.53%	53.78%	51.74%	48.10%	50.07%	54.46%	57.44%	59.31%	60.34%	60.71%	60.56%	60.17%	61.62%	62.80%	63.73%	67.01%	75.38%	84.66%	95.90%	107.85%	
0.95	56.22%	56.01%	53.57%	49.56%	49.72%	53.50%	56.27%	57.93%	58.78%	58.98%	58.67%	59.19%	60.66%	61.85%	62.75%	70.04%	78.89%	89.54%	101.35%	113.70%	
1	58.92%	58.27%	55.43%	51.06%	49.47%	52.66%	55.20%	56.67%	57.32%	57.36%	56.89%	58.27%	59.77%	60.96%	64.11%	73.17%	82.79%	94.57%	106.94%	119.88%	

Figura 10-7- Análise de sensibilidade da combinação de alfa e beta para a família C