

FACULDADE DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO DE RUBIATABA – FACER

ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS

JHONATA VENÂNCIO DOS SANTOS

MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

RUBIATABA – GO

2008

JHONATA VENÂNCIO DOS SANTOS

MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Monografia apresentada à Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba – FACER, como requisito para a obtenção do Grau de Bacharel em Administração de Empresas. Sob a orientação do Professor Marcos de Moraes.

RUBIATABA – GO

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Jhonata Venâncio dos

Métodos quantitativos de previsão e demanda / Jhonata Venâncio dos Santos – Rubiataba
- GO: FACER- Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba, 2008.
78f.

Orientador: Marcos de Moraes (Especialista)
Monografia (Graduação) FACER- Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba.
Curso de Graduação em Administração de Empresas

Bibliografia.

1.Administração de vendas. 2. Planejamento estratégico. 3. Modelos matemáticos de
previsão. I. FACER- Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba. Curso de Graduação
em Administração de Empresas. II. Título.

CDU658.81

Elaborada pela biblioteconomista Célia Romano do Amaral Mariano – CRB/1-1528

JHONATA VENÂNCIO DOS SANTOS

Métodos Quantitativos de Previsão de Demanda

COMISSÃO JULGADORA

MONOGRAFIA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE GRADUADO PELA FACULDADE
DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO DE RUBIATABA

RESULTADO _____

Orientador _____

Ms. Marcos de Moraes

2º Examinador _____

Ms. Dayse Nysmar Tavares Rodrigues

3º Examinador _____

Ms. Luiz Maurício Aires

Rubiataba – GO, 15 de janeiro de 2008

“Dedico este trabalho à minha família, pelo apoio de cada dia, pelo ombro amigo e pelas palavras de incentivo, dadas, quando eu mais precisei. Hoje se não fosse por este apoio talvez não estivesse entre tantos outros, me formando. Portanto, é a eles que dedico com muito carinho, este trabalho.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar vida, saúde e pessoas como: minha Mãe Suely Venâncio Xavier dos Santos, meu Pai Vicente Soares dos Santos, meu Irmão Dhiago Venâncio dos Santos, minha noiva Leide Grasielle da Silva, amigos como Jean de Oliveira e sua família, ao Professor e Orientador Marcos de Moraes e todos os que ao decorrer do curso contribuíram de forma expressiva para meu crescimento pessoal. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos e um muito obrigado.

RESUMO

Atualmente o mercado empresarial é formado por organizações de nível competitivo muito alto, instituído em suas políticas organizacionais, que devem ser cumpridos sob qualquer circunstância. As empresas utilizam de muitas ferramentas administrativas para que possam ser mais competitiva neste mercado. Fazer previsões é uma ação necessária para todo tipo de atividade, pois, se é preciso vender, tem-se então que atender a uma demanda específica dos produtos, logo, previsão de demanda é uma destas ferramentas que tem importância para o planejamento de uma empresa. O objetivo deste trabalho consistiu na avaliação da demanda da empresa, a constatação do modelo de previsão utilizado por esta, o desenvolvimento de um modelo com base em métodos quantitativos e depois a sugestão de um modelo de previsão que fosse adequado para este tipo de demanda. Neste trabalho foi coletada uma série de dados da demanda real da empresa Via Charmy, de calça e camisa de forma agregada, para se propor um modelo de previsão que mais explicasse a variação da demanda em determinadas épocas do ano. Foram utilizados vários modelos e métodos de previsão de demanda. Utilizou-se os seguintes métodos: a média móvel de 3 e 5 meses, suavização exponencial com fator 0,15 e regressão linear. Foram utilizados também alguns modelos de funções matemáticas não lineares para melhor adequação como: exponencial, potência, logarítmica, polinomial de ordem 2, 3, 4, 5 e 6. Para avaliação dos modelos foi utilizado o desvio padrão. A demanda em estudo teve variações bastante bruscas. Conclui-se, portanto, que os melhores modelos foram as funções não-lineares, mais precisamente as funções polinomiais de ordem 5 e 6, que resultaram os melhores R^2 .

Palavras-chave: previsão de vendas, modelos matemáticos de previsão, desvio padrão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Média móvel	26
Figura 2 – Quadro de utilização da média móvel	28
Figura 3 – Média móvel ponderada com pesos 3, 2 e 1	29
Figura 4 – Demanda real em unidades	29
Figura 5 – Reta b	39
Figura 6 – Reta a	39
Figura 7 – Organograma da empresa Via Charmy	44
Figura 8 – Curvas da demanda agregada	46
Figura 9 – Média móvel de 3 meses	48
Figura 10 – Média móvel de 5 meses	50
Figura 11 – Suavização exponencial com fator 0,15	52
Figura 12 – Regressão linear simples	54
Figura 13 – Regressão não linear função potência	56
Figura 14 – Regressão não linear função logarítmica	59
Figura 15 – Regressão não linear função Exponencial	61
Figura 16 – Regressão não linear função polinomial de ordem 2	63
Figura 17 – Regressão não linear função polinomial de ordem 3	65
Figura 18 – Regressão não linear função polinomial de ordem 4	67
Figura 19 – Regressão não linear função polinomial de ordem 5	69
Figura 20 – Regressão não linear função polinomial de ordem 6	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média móvel de 3 meses	27
Tabela 2 – Índices de correlação	34
Tabela 3 – Divergência de Coeficientes	35
Tabela 4 – Demanda agregada real da empresa	45
Tabela 5 – Média móvel de 3 meses	47
Tabela 6 – Média móvel de 5 meses	49
Tabela 7 – Suavização exponencial com fator 0,15	51
Tabela 8 – Projeção de demanda	53
Tabela 9 – Regressão linear simples	54
Tabela 10 – Regressão não linear função potência	56
Tabela 11 – Regressão não linear função logarítmica	58
Tabela 12 – Regressão não linear função exponencial	60
Tabela 13 – Regressão não linear função polinomial de ordem 2	62
Tabela 14 – Regressão não linear função polinomial de ordem 3	64
Tabela 15 – Regressão não linear função polinomial de ordem 4	66
Tabela 16 – Regressão não linear função polinomial de ordem 5	68
Tabela 17 – Regressão não linear função polinomial de ordem 6	70
Tabela 18 – Métodos de avaliação	72
Tabela 19 – Média móvel de 3 meses	79
Tabela 20 – Média móvel de 5 meses	80
Tabela 21 – Suavização exponencial com fator 0,15	81
Tabela 22 – Regressão linear simples	82
Tabela 23 - Regressão não linear função potência	83
Tabela 24 - Regressão não linear função exponencial	84
Tabela 25 - Regressão não linear função logarítmica	85
Tabela 26 - Regressão não linear função polinomial de ordem 2	86
Tabela 27 - Regressão não linear função polinomial de ordem 3	87
Tabela 28 - Regressão não linear função polinomial de ordem 4	88
Tabela 29 - Regressão não linear função polinomial de ordem 5	89
Tabela 30 - Regressão não linear função polinomial de ordem 6	90

LISTA DE SÍMBOLOS

α - alfa

Σ - soma

r – Coeficiente de Correlação

R^2 – Coeficiente de Determinação

n – Período de Tempo

LISTA DE SIGLAS

SAE – Soma Acumulada dos Erros

EQM – Erro Quadrático Médio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problemática	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	MERCADO	17
5	PREVISÃO DE VENDAS	19
5.1	Métodos de Previsão	22
5.1.1	Métodos Qualitativos	22
5.1.1.1	Método Delphi	22
5.1.1.2	Opinião de Forças de Vendas	23
5.1.2	Métodos Quantitativos	24
5.1.2.1	Séries Temporais	24
5.1.2.2	Métodos Baseados em Médias	25
5.1.2.2.1	Média Móvel	25
5.1.2.2.2	Média Móvel Ponderada	27
5.1.2.2.3	Média Móvel com Ajustamento Exponencial	29
5.1.3	Métodos Causais	29
5.1.3.1	Métodos de Regressão e Correlação	30
5.1.3.2	Suavização Exponencial	30
6	ESCOLHA DO MÉTODO DE PREVISÃO	32
7	METODOLOGIA	35
7.1	Tipo de Pesquisa	35
7.2	Unidade Empírica de Análise	35
7.3	Métodos de Pesquisa	35
7.3.1	Média Móvel	36
7.3.2	Suavização Exponencial com Fator 0,15	36
7.3.3	Regressão Linear	37
7.3.4	Outros Métodos de Avaliação	38

7.4	Plano ou Delineamento da Pesquisa	38
7.5	Definição da Área ou População-Alvo de Estudo	39
7.6	Plano de Coleta de Dados	40
7.7	Instrumento de Coleta de Dados	40
7.8	Tabulação e Análise dos Dados	40
8	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
8.1	Histórico	42
8.1.1	Histórico da Empresa	42
8.1.2	Organograma	43
8.1.3	Método de Previsão Utilizado Pela Empresa	43
8.2	Avaliação da Demanda	44
8.3	Modelagem Matemática	46
8.3.1	Média Móvel de 3 Meses	46
8.3.2	Média móvel de 5 Meses	48
8.3.3	Suavização Exponencial com Fator 0,15	50
8.3.4	Regressão Linear	52
8.3.5	Regressões Não Lineares	54
8.3.5.1	Regressão Não Linear Função Potência	54
8.3.5.2	Regressão Não Linear Função Logarítmica	57
8.3.5.3	Regressão Não Linear Função Exponencial	59
8.3.5.4	Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 2	61
8.3.5.5	Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 3	63
8.3.5.6	Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 4	65
8.3.5.7	Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 5	67
8.3.5.8	Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 6	69
9	AVALIAÇÃO DOS MODELOS	71
10	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
	APÊNDICE A	78
	Média Móvel de 3 Meses	78
	Média móvel de 5 Meses	79
	Suavização Exponencial com Fator 0,15	80
	Regressão Linear Simples	81
	Regressão Não Linear Função Potência	82

Regressão Não Linear Função Exponencial	31
Regressão Não Linear Função Logarítmica	84
Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 2	85
Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 3	86
Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 4	87
Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 5	88
Regressão Não Linear Função Polinomial de Ordem 6	89

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas do nosso país sofrem com a indecisão do consumidor. O mesmo a cada dia que passa, muda seu estilo. Essa mudança torna o trabalho de quem faz previsões de demanda ainda mais difícil. A ferramenta previsão de demanda é utilizada pelos profissionais especializados na área de produção, para tentarem identificar as tendências futurísticas do mercado. Se bem utilizada, a previsão de demanda pode entender onde elas ocorrem e por que elas ocorrem.

Esta pesquisa teve como objetivo a avaliação da demanda da empresa, depois desta avaliação, a verificação do modelo de previsão utilizado pela empresa se constatada a utilização de algum, a partir daí o desenvolvimento de um modelo com base em métodos quantitativos e sugestão de um modelo de previsão adequado para este tipo de demanda.

Serão encontrados neste trabalho os estudos que foram realizados com base em métodos de previsão conceituados e explicados por muitos autores como Corrêa e Corrêa (2006), Monks (1987), Martins e Laugen (2001) e outros de muita importância para o desenvolvimento destas ferramentas de melhoria de produção.

Estes métodos são estudados pelas empresas, antes de se apropriar de um modelo específico, pois, não se pode estudar e avaliar apenas um modelo e dizer que o mesmo é o mais adequado para um tipo de demanda.

Nesta pesquisa foram utilizados vários métodos de previsão de demanda, como: média móvel de 3 e 5 meses, suavização exponencial com fator 0,15, modelos de regressão linear simples e regressões não lineares de funções matemáticas. Foram obtidos resultados gratificantes, que expressam a verdade sobre modelos de previsão de demanda e a demanda em estudo.

Muitos métodos foram utilizados neste trabalho e, alguns dos mesmos foram considerados melhores que outros. Logo, entende-se que, os melhores foram os que mais se adequaram às variações da demanda desta empresa.

1.1 Problemática

As empresas hoje dependem de muitos fatores que desenham sua participação no mercado, ou seja, sua aceitação pelo mesmo. Um dos fatores que medem esta aceitação é a demanda. Esta que é reconhecida através do índice de vendas que a empresa realiza ao longo do tempo.

Hoje existem várias ferramentas de previsão de demanda que auxiliam os gestores das organizações a tomarem importantes decisões. Estas que podem ser a curto, médio e longo prazo.

Alguns profissionais da área observam a demanda e fazem este estudo chamado previsão de demanda. Que pode ser feito de várias formas e de vários modelos. Logo escolhido um modelo de previsão para análise junto à demanda, este adquire características próprias do modelo.

Temos então a quase obrigação de nos atermos de um modelo de previsão junto a área de produção. Este que possibilitaria maior flexibilidade e organização dos recursos de todas as áreas da empresa.

As ferramentas de previsão foram desenvolvidas com o intuito de melhorar a capacidade produtiva das empresas. Contudo, temos ainda empresas que são resistentes às mudanças e não se atualizam, para melhor atender o mercado. Poderíamos ter como exemplo uma confecção que precisa saber do mercado, o que produzir e o quanto produzir para cada época do ano. Estas deveriam sim utilizar de bons modelos de previsão, no entanto muitas vezes não utiliza nenhum. Então quais as ferramentas dos modelos de previsão de demanda mais se adéquam a uma fábrica de confecção?

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Estudar a demanda atual e propor um modelo de previsão baseado em métodos estatísticos.

2.2 Específicos

- Avaliar a demanda da organização;
- Verificar o modelo de previsão atualmente utilizado pela empresa;
- Desenvolver um modelo de previsão de vendas baseado em modelos quantitativos;
- Avaliar os modelos desenvolvidos e propor um que se adéqüe à realidade da demanda.

3 JUSTIFICATIVA

Todas as empresas dependem fortemente das vendas de seus produtos para se estabilizarem no mercado. Boa parte delas conta com ferramentas indispensáveis para se chegar ao sucesso. Muitos profissionais fazem parte destas empresas, devido sua grande capacidade de fazer o bom uso da ferramenta previsão de demanda e contribuir com desenvolvimento do grupo empresarial.

No intuito de avaliar, estudar, manusear e modificar resultados de previsões através de ferramentas e modelos de previsão de demanda, é que entendemos e nos damos oportunidades de aprofundar nossos conhecimentos nesta área, que ainda poucas pessoas gostam de trabalhar e entender.

A partir das aulas de Administração da Produção e Operações é que foi despertado o desejo e a curiosidade de poder trabalhar com a área de produção, mais especificamente, previsão de demanda. Esta atividade possibilitaria fazer da teoria de sala de aula, uma realidade fora da faculdade. No sentido de fazer um trabalho com dados reais da empresa Via Charmy.

A gratificação trazida pela realização deste trabalho é imensa, pois, resulta de uma superação de obstáculos. Previsão de demanda é um tema de muita especulação e que nos faz ser ainda melhores do que já somos. Nos faz mergulhar cada vez mais fundo em busca do desconhecido, na procura por explicações fáceis para problemas complexos, mas que sem o conhecimento adequado não é de possível resolução.

4 MERCADO

O mercado é um espaço físico ou geográfico que fica localizado em um determinado local onde se pode ocorrer a comercialização de produtos ou a barganha dos mesmos. Neste mercado estão presentes os consumidores que tem necessidade ou que apenas querem comprar algum tipo de mercadoria, então neste espaço se deseja vender um determinado produto ou serviço. Podemos então compreender que o mercado é onde há a compra, venda ou a troca de produtos através de moeda ou barganhas.

Demanda de mercado por um produto é o volume total que seria comprado por um grupo de clientes definido, em uma área geográfica definida, em um período definido, em um ambiente de marketing definido e sob um programa de marketing definido. (KOTLER, 2000, p. 142)

O grupo de consumidores que muitas vezes deseja o mesmo tipo de produto é chamado de demanda de mercado, que é a parcela do mercado que deseja um determinado produto ou serviço. Este desejar é o que chamamos de demanda, ou seja, desejar um produto.

Dentro de um espaço físico ou geográfico pode-se medir a demanda através de pesquisas, as conhecidas, pesquisas de mercado. Este tipo de pesquisa tem por objetivo conhecer qual parcela de mercado é a demanda de um determinado produto, ou seja, deseja um determinado produto. O mesmo produto pode ser demandado por apenas uma parte da sociedade, devido suas disponibilidades de poder aquisitivo, como também pode ser demandado pelos consumidores da classe A, como também os da classe B, e igualmente os da classe C.

Segundo Kotler (2000, p. 142) “Potencial de mercado é o limite a que se aproxima a demanda de mercado, à medida que os gastos setoriais em marketing chegam perto de se tornarem infinitos em um determinado ambiente de marketing”.

Hoje, as empresas têm demandas especiais, produtos que são fabricados somente sob encomenda. Há também outros tipos de demanda, que são mais especializados e focalizados em um determinado grupo de produtos. Através destes

as empresas buscam cada vez mais minimizar os custos da produção, minimizando também no valor da entrega deste produto para o consumidor final. O que pode maximizar a sua receita facilmente, se não houver omissão dos passos a serem dados para a implantação destes modelos de serviço.

Para Kotler (2000, p. 143) “Demanda da empresa é a participação estimada da empresa na demanda de mercado em níveis alternativos de esforço de marketing da empresa em um determinado período de tempo”.

Depois de se conhecer o espaço de mercado no qual se deseja penetrar, as empresas realizam as pesquisas de mercado para saberem qual a opinião do público a respeito de um determinado produto, mas especificamente sobre o produto que se deseja lançar naquele mercado e qual o índice de intenção de compra deste mesmo produto. Após a realização da pesquisa, tabulam-se os dados para se analisar dentre os modelos de previsão, um que seja capaz de identificar nesta possível demanda, qual será sua variação nas determinadas épocas do ano, em decorrência das variações da moda e outros aspectos que podem influenciar no desejo de compra do consumidor por um determinado produto ou serviço.

5 PREVISÃO DE VENDAS

Planejamento é o processo que define os caminhos e ações, a serem seguidos para alcançar determinado objetivo. Atividade que ao definir o objetivo deve ser realizada, para se traçar os meios e atividades que instruirão e guiarão os passos dos executores. Todas as atividades de uma empresa devem ser precedidas de um bom processo de planejamento, para a colheita de um bom resultado. Para Martins e Laugeni (2001, p. 173), “Planejamento é o processo lógico que descreve as atividades necessárias para ir do ponto no qual nos encontramos até o objetivo definido”.

Ao dar continuidade ao processo de planejamento detectamos também a predição, que é o ato de definir um acontecimento futurístico, que não seja baseado em dados históricos, mas, simplesmente em dados subjetivos que são de alto risco e confiabilidade, pois, estes não se utilizam de metodologias no seu processo de obtenção. Para Martins e Laugeni (2001, p. 173), predição é “[...] o processo para determinação de um acontecimento futuro baseado em dados completamente subjetivos e sem uma metodologia de trabalho clara”.

Em seqüência às predições temos então a previsão que é a definição de um acontecimento futurístico baseado em dados históricos, que pode ser representada por modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda através de modelos subjetivos que são apoiados por uma metodologia clara e previamente definida, ou seja, que tem um alto grau de confiabilidade, pois, é com base no passado que se tenta identificar como será o futuro.

Previsão é o processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida. (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 173).

As previsões são em sua totalidade benéficas para as organizações, pois, estimam com clareza os anseios da demanda de mercado. Para que as tomadas de decisões destas empresas sejam mais precisas e corretas, é necessário esse tipo de serviço. Ter um modelo de previsão de demanda é aconselhável para que a

empresa possa apoiar o sistema de produção orientado para a maximização dos resultados.

Kotler (2000) explica que: “Previsão de vendas da empresa é o nível esperado de vendas da empresa com base em um planejamento de marketing selecionado e em um ambiente de marketing hipotético”. (KOTLER, 2000, p. 143).

Isto quer dizer que as empresas devem realizar previsões pertinentes à produção, pois, se os mesmos forem realizados em conjunto, a previsão nunca deixará sobrecarregar, nem o maquinário muito menos a mão-de-obra, recursos estes que seriam utilizados em sua máxima capacidade, o que evitaria as paradas indesejadas e visar à produção enxuta, sem desperdícios.

Na concepção de Corrêa e Corrêa (2006, p. 250) “Previsões são estimativas de como vai se comportar o mercado demandante no futuro. São especulações sobre o potencial de compra do mercado”. Ou seja, utilizar os valores de médias e especulações do presente, para tentar aproximar, com base nesses dados os valores que se esperam ter em um determinado futuro seja ele distante ou não, do tempo em que se coletam as informações necessárias para a formação da previsão.

É com base em modelos estatísticos, matemáticos e econométricos pré-definidos que se pode chegar a um modelo confiável de previsão de demanda. Daí a empresa analisa com delicadeza as atividades de demanda do mercado e desenvolve um modelo de tomada de decisão que parte dos dados obtidos no mercado e apresentados pela previsão,

O papel da previsão é buscar dados de demanda do mercado, trabalhá-los da melhor maneira possível, gerar novas informações, estas que irão nortear e influenciar as futuras tomadas de decisões da área de produção. Voltado para o cumprimento das metas organizacionais.

As empresas no momento em que definem seu objetivo de mercado analisam em primeiro lugar suas condições financeiras. Daí passa ao aspecto organizacional que define o quê, e o quanto, o mercado estará demandando no período previsto. Segundo Monks (1987, p. 195) “O nível ótimo de previsão é aquele cujo custo de execução de um modelo de previsão compensa exatamente o custo de operação, decorrente de se trabalhar com uma previsão inferior ou inadequada”.

Previsões à longo prazo são necessárias para dar suporte às tomadas de decisões de grande importância para a empresa. As decisões de longo prazo exigem um longo e minucioso estudo da demanda de mercado, para que se possa

definir uma estratégia consistente e estruturá-la com base nas previsões. Já as de curto prazo geralmente são realizadas com base no histórico de vendas recente da empresa. A previsão de curto prazo auxilia nas atividades do dia-a-dia da empresa, como, produção, finanças e outros, mas, o estudo a longo prazo é realizado para que grandes decisões sejam tomadas dentro da organização, como: expansão da empresa, compra de grandes equipamentos e maquinários e outros do mesmo caráter.

5.1 Métodos de Previsão

5.1.1 Métodos qualitativos

Os métodos qualitativos são também conhecidos como métodos de julgamento. Estes são métodos que utilizam de pessoas com alto grau de conhecimento e experiência em determinadas áreas, como, produção, marketing, finanças e outros, para darem opiniões sucintas sobre assuntos pertinentes às suas áreas de formação e experiência. São feitas entrevistas e questionários para a obtenção de dados relevantes e consideráveis à tomada de decisão. Como Moreira (1993, p. 319) afirma, “Os métodos qualitativos são baseados no julgamento e na experiência de pessoas que possam, por suas próprias características e conhecimentos, emitir opiniões sobre eventos futuros de interesse”. E estas informações podem fazer parte de um quadro de decisões relevantes para a empresa, devido ao grau de importância que os executivos oferecem a estas informações.

A opinião de executivos da empresa é de grande importância para a pesquisa, pois, a experiência dos mesmos é capaz de dar informações ricas a respeito das futuras ações da demanda de mercado. Este grupo de executivos não pode ser formado por uma grande quantidade de pessoas, Moreira (1993, p. 320), afirma que: “Um grupo (geralmente pequeno) de altos executivos da empresa se reúne para desenvolver, em conjunto uma previsão. O grupo é formado por executivos vindos das áreas diversas, como Marketing, Finanças, Produção, etc”.

5.1.1.1 Método Delphi

Este método é de muita confiabilidade, pois, nele utiliza-se a opinião das pessoas mais experientes que trabalham na empresa e sabem lidar com o mercado muito bem, compreendendo-o mais que o necessário. Estas são pessoas que fazem parte da empresa a muito tempo e podem fazer afirmações sobre o mercado e dar opiniões relevantes sobre o assunto.

O método Delphi segundo Moreira (1993, p. 320) “[...] consiste na reunião de um grupo de pessoas que devem opinar sobre um certo assunto, dentro de regras determinadas para a coleta e a depuração das opiniões”. Opinião de pessoas com

base em regras estabelecidas anteriormente relacionadas ao assunto, delimitando as respostas, para um único objetivo. Para Corrêa e Corrêa (2006, p.263) o método Delphi é, “[...] interativo e permite que especialistas às vezes localizados distantes uns dos outros, incorporem o consenso de suas opiniões subjetivas ao processo de decisão”. Muitas vezes pessoas que trabalham na mesma empresa estão sem conexão, assim impedidas de mostrarem suas opiniões uns aos outros. O que poderia ser de necessidade da empresa, este tipo de junção de idéias dos considerados especialistas e que muitas vezes só é realizado nesta modalidade de atividade que exhibe a formação de opinião organizacional com base nas opiniões individuais.

Na concepção dos dois autores percebe-se uma grande semelhança. O que é muito bom, pois, podemos compreender que na verdade o conceito desta ferramenta mesmo analisado de dois ângulos totalmente diferentes, tem consistência, veracidade e coerência escrito por autores distintos. Além de dar mais segurança aos leitores que utilizam das mesmas obras para a construção de trabalhos científicos.

5.1.1.2 Opinião de força de vendas

Este modelo constrói-se a partir da coleta das informações vindas dos grupos de vendedores, estes que ficam frente a frente com o consumidor final de cada produto, então os mesmo tem condições perfeitas de opinarem a seus executivos com muita fidelidade devido a este contato. Opinião de força de vendas a partir do conceito de Moreira (1993, p. 320) ensina que “[...] esse pessoal tem contato tanto com os produtos da empresa quanto com os consumidores. Conhecem o desenvolvimento histórico dos produtos e percebem a evolução do mercado”. As opiniões destes componentes experientes da empresa são de grande importância para a formação do conhecimento que a empresa precisa sobre o mercado potencial de cada um de seus produtos.

O estudo destas opiniões analisado por Corrêa e Corrêa (2006, p. 264) diz que “[...] cada vendedor ou representante de força de vendas emite sua estimativa localizada e desagregada”. O que pode com certeza influenciar de forma considerável no resultado das vendas e do desenvolvimento dos produtos para

determinada região, pois, eles têm relação direta com o foco principal da pesquisa que é o consumidor final.

Ao analisarmos o mesmo aspecto pela visão de vários autores, como foi feito acima, podemos observar que os mesmos têm linhas de conhecimentos parecidas enquanto se trata do tema opinião de forças de vendas. As obras expressam com bastante clareza a semelhança entre os conceitos, embora, eles possivelmente tenham estudado outros autores antes de formarem suas próprias opiniões.

5.1.2 Métodos quantitativos

São métodos que utilizam números e funções matemáticas para sua execução. Funções que precisam de séries de dados temporais que sejam baseadas em dados históricos de uma empresa. Por esta razão, denominados de quantitativos, e porque, se dá muita importância à quantidade dos dados coletados e, não simplesmente à sua qualidade, mas, sempre dados coletados de qualidade não duvidosa.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006) os métodos quantitativos são

[...] métodos de previsão baseados em séries de dados históricos nas quais se procura, através de análises, identificar padrões de comportamento para que estes sejam então projetados para o futuro. (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 264)

Nesta metodologia constrói-se uma série de dados que é baseada nos dados históricos da empresa, escolhe-se uma série de dados de um ou dois anos anteriores ou mais, o que for mais conveniente. Tabulam-se estes dados para elaboração da previsão, por esta razão estes são modelos baseados no passado. Esse tipo de método é importante, pois, possibilita a verificação e o estudo de muitas variações, que outros modelos não permitem. Os dados são colhidos pela empresa da maneira que for mais viável, e de maior utilidade dos dados.

5.1.2.1 Séries temporais

Uma série temporal é um grupo de observações de uma variável em um determinado período de tempo. Estas observações são gravadas em uma espécie de arquivo para posteriores análises junto às demais observações. Na intenção de obter os valores que possam descrever a variável dependente do tempo.

Uma série temporal é um grupo de observações de uma variável no tempo. É geralmente catalogada para mostrar a natureza da dependência do tempo. Os componentes de uma série temporal são geralmente classificados como tendência, *T*; cíclica, *C*; sazonal, *S*; aleatório ou irregular, *R*. (MONKS, 1987, p. 198)

Estas séries temporais são denominadas desta forma, pois, utilizam dados históricos de uma demanda real que possibilita a construção de modelos estatísticos baseados nestes dados.

5.1.2.2 Métodos baseados em médias

5.1.2.2.1 Média móvel

A média móvel é um dos melhores modelos, pois, o deslocamento da soma das três médias anteriores, ou seja, dos três meses anteriores ao em estudo, faz-se alusão ao dado futurístico e a possibilidade de variação é previsível. Segundo Corrêa e Corrêa (2006, p. 266) “Modelos de médias móveis assumem que a melhor estimativa do futuro é dada pela média dos *n* últimos períodos. Podem-se usar médias móveis de três (MM3) períodos, de quatro (MM4) períodos ou mais.”

A fórmula de cálculo da média móvel é a seguinte, onde: *n* = período de tempo que se deseja prever.

$$\text{Média Móvel} = \frac{\Sigma \text{Demanda dos } n \text{ períodos prévios}}{n}$$

Figura 1 – Média móvel

Fonte: Corrêa e Corrêa (2006, p. 266)

Onde:

n = total de meses que se coletou os dados

Esta fórmula pode ser aplicada na utilização da média móvel, tanto de 3, 4 ou 5 meses. Isso depende da necessidade do ambiente a que se propõe fazer a previsão.

À luz de Moreira (1993, p. 338) observa-se que:

Tabela 1 – Média móvel de 3 meses

Mês	Demanda
Junho	10
Julho	12
Agosto	15
Setembro	14

} 3 – meses

Fonte – Moreira (1993, p. 338)

Para se calcular a média do mês de outubro, foram necessários, os dados históricos dos três últimos meses. Os dados dos meses de julho, agosto e setembro foram somados.

$$(\text{Outubro}) = (12+15+14) / 3 = 13,7 \quad (1)$$

Logo após a soma, dividiu-se o resultado, pela quantidade de meses utilizados na soma que é igual a 3. Então se obtêm o resultado da previsão para o mês de outubro.

Esta fórmula exhibe o que se precisa. A média para o próximo mês a partir do resultado dos três meses anteriores. Logo, pode-se entender que basta somar os três últimos períodos e dividir pela quantidade de períodos que se somou, assim obtêm-se a média móvel.

Sempre se somam os resultados dos últimos períodos. Para se saber a média móvel de três meses, utiliza-se dos dados dos três períodos anteriores ao que se deseja fazer a previsão.

	Vendas reais de copos	Média móvel de três períodos MM3
Janeiro	154	
Fevereiro	114	
Março	165	
Abril	152	$(154 + 114 + 165)/3 = 144,3$
Maio	176	$(114 + 165 + 152)/3 = 143,7$
Junho	134	$(165 + 152 + 176)/3 = 164,3$
Julho	123	$(152 + 176 + 134)/3 = 154,0$
Agosto	154	$(176 + 134 + 123)/3 = 144,3$
Setembro	134	$(134 + 123 + 154)/3 = 137,0$
Outubro	156	$(123 + 154 + 134)/3 = 137,0$
Novembro	123	$(154 + 134 + 156)/3 = 148,0$
Dezembro	145	$(134 + 156 + 123)/3 = 137,7$

Figura 2 – Quadro de utilização da média móvel
 Fonte: Corrêa e Corrêa (2006, p. 266)

5.1.2.2.2 Média móvel ponderada

Esta média é calculada com um peso pré-estabelecido para cada um dos dados e somam-se as médias de uma série de meses anteriores ao mês em estudo, multiplicado por este peso, o que nos dá o valor futuro.

Todos os dados são ponderados com um peso específico. Este peso será multiplicado pelo valor da demanda dos períodos anteriores propostos. Após esta multiplicação, somaríamos os resultados e dividiríamos pela soma dos pesos, como está claro na figura a seguir.

	Vendas reais de copos	Média móvel de três períodos ponderada com pesos 3, 2 e 1
Janeiro	154	
Fevereiro	114	
Março	165	
Abril	152	$[(1 \cdot 154) + (2 \cdot 114) + (3 \cdot 165)]/6 = 146,2$
Maio	176	$[(1 \cdot 114) + (2 \cdot 165) + (3 \cdot 152)]/6 = 150,0$
Junho	134	$[(1 \cdot 165) + (2 \cdot 152) + (3 \cdot 176)]/6 = 166,2$
Julho	123	$[(1 \cdot 152) + (2 \cdot 176) + (3 \cdot 134)]/6 = 151,0$
Agosto	154	$[(1 \cdot 176) + (2 \cdot 134) + (3 \cdot 123)]/6 = 135,5$
Setembro	134	$[(1 \cdot 134) + (2 \cdot 123) + (3 \cdot 154)]/6 = 140,3$
Outubro	156	$[(1 \cdot 123) + (2 \cdot 154) + (3 \cdot 134)]/6 = 138,8$
Novembro	123	$[(1 \cdot 154) + (2 \cdot 134) + (3 \cdot 156)]/6 = 148,3$
Dezembro	145	$[(1 \cdot 134) + (2 \cdot 156) + (3 \cdot 123)]/6 = 135,8$

Figura 3 – Média móvel ponderada com pesos de 3, 2 e 1

Fonte: Corrêa e Corrêa (2006, p. 267)

O mesmo método em estudo por Martins e Laugeni (2001) pode-se perceber que os autores estimam um teto para a ponderação em que a soma dos pesos deve ser igual a 1, já outros autores não fazem esta regra, mais, colocam a ponderação dentro de um mínimo esperado.

Nesse método atribui-se um peso a cada um dos dados. Sendo que a soma dos pesos deve ser igual a 1.

Exemplo:

Tabela 8.1

Ano 1	Demanda (unidades)											Ano 2	
	Mês	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov		dez
Consumo real		102	101	104	102	101	102	103	103	103	104	103	104

Figura 4 – Demanda em unidades

Fonte: Martins e Laugeni (2001, p. 176)

Considere os dados da tabela 8.1. Prever o mês de janeiro do ano 2 utilizando uma média móvel trimestral com fator de ajustamento 0,7 para dezembro, 0,2 para novembro e 0,1 para outubro.

A previsão para janeiro do ano 2 = $0,7 \times 103 + 0,2 \times 104 + 0,1 \times 103 = 103,8$.

Caso fosse ser previsto o mês de fevereiro do ano 2, sabendo que o consumo real de janeiro foi de 104, utilizaríamos os dados de janeiro do ano 2, dezembro do ano 1 e novembro do ano 1 com os coeficientes de 0,7, 0,2, 0,1, respectivamente.

A previsão de fevereiro do ano 2 = $0,7 \times 104 + 0,2 \times 103 + 0,1 \times 104 = 103,8$. (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 176).

Entende-se então neste modelo que, o peso pondera as demandas reais, que fazem com que a previsão seja suavizada e ou, ponderada dentro de um coeficiente de avaliação.

5.1.2.2.3 Média Móvel com Ajustamento Exponencial

Neste método os meses são dependentes dos períodos de previsões anteriores, para a construção da nova previsão.

Segundo Martins e Laugeni (2001, p. 176)

[...] a previsão P é calculada a partir da última previsão realizada no período $(t - 1)$ adicionada ou subtraída de um coeficiente α que multiplica o consumo real (C) e a previsão no período (P_{t-1}) , de acordo com a expressão a seguir:

$$P_t = P_{t-1} + \alpha (C_{t-1} - P_{t-1}), \text{ sendo } 0 < \alpha < 1 \text{ (geralmente entre } 0,1 \text{ e } 0,3) \quad (2)$$

Este, por ser um modelo que precisa da última previsão, não é muito utilizado pelos conceituadores de modelos de boa previsão.

5.1.3 Métodos causais

Estes métodos são utilizados para a previsão com dados históricos que podem ser coletados com maior facilidade dentro da empresa. Daí o passo as previsões de demanda.

Os métodos causais são usados quando dados históricos encontram-se disponíveis e as relações entre o fator a ser previsto e outros fatores externos ou internos (por exemplo: medidas do governo ou campanhas de propaganda) podem ser identificadas. (RITZMAN, 2004, p. 266)

Os modelos de previsão causais são muito bons como afirma Ritzman (2004, p. 266) “Os métodos causais constituem as ferramentas de previsão mais sofisticadas e são muito bons para prever pontos de inflexão na demanda e preparar previsões à longo prazo”.

A importância a este tipo de modelo é dada, devido o seu grau de influência nas decisões à longo prazo tomadas pela empresa.

5.1.3.1 Métodos de regressão e correlação

Já este modelo apresenta um melhor alinhamento com as curvas da demanda real, pois, ele tenta se aproximar da mesma e faz como que o método seja tido como bom método de previsão de demanda.

As técnicas de regressão e correlação quantificam a associação estatística entre duas ou mais variáveis.

Regressão simples exprime a conexão entre uma variável dependente **Y** e uma variável independente **X** em termos de uma reta de melhor ajuste relacionando as duas variáveis.

Correlação simples exprime o grau de proximidade de conexão entre duas variáveis em termos de um coeficiente de correlação que proporciona um método indireto de variabilidade de pontos da reta de melhor ajuste. (MONKS, 1987, p. 204)

5.1.3.2 Suavização exponencial

É um método sofisticado que tenta ao máximo suavizar as curvas da previsão do modelo às curvas da demanda real da empresa, como pode ser identificado na obra de Corrêa e Corrêa (2006).

Um caso particular de médias ponderadas de dados do passado, com peso de ponderação caindo exponencialmente, quanto mais antigos forem os dados, é aquele resultante do uso da técnica, bastante divulgada, de suavizamento exponencial. A fórmula básica do suavizamento exponencial é:

Nova previsão = [(demanda real do último período) x (α)] + [(última previsão) x (1 - α)]

- Onde (α) é a chamada “constante de suavizamento”, que é um número entre 0 e 1, e dá a influência percentual da demanda real do último período na previsão do próximo período.

- (1 - α) é a taxa exponencial com que caem os pesos de ponderação dos dados históricos, de α (referente ao mês passado mais recente “t”) para $\alpha(1 - \alpha)$ para o mês anterior “t - 1” para $\alpha(1 -$

$\alpha)^2$ para o mês “t – 2” e assim por diante. (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 267)

6 ESCOLHA DO MÉTODO DE PREVISÃO

A escolha do método de previsão de demanda foi feita através dos seguintes métodos de avaliação: Erro, Coeficiente de Determinação e Desvio Padrão. Todos estes métodos foram utilizados para a melhor identificação do modelo que seria mais adequado à demanda em estudo.

O Erro é a diferença que se obtêm subtraindo a demanda pela previsão feita pelo método de previsão de cada período. Já o Erro Quadrado Médio é a soma dos erros quadrados dividido pela quantidade de valores que se somou, ou seja, se eleva cada erro ao quadrado e depois os soma e divide pela quantidade dos mesmos. Desta forma é encontrado o valor do erro quadrado médio (EQM) que é utilizado para se encontrar o Desvio padrão.

O Coeficiente de Determinação é a verificação da possível relação entre as variáveis, demanda real e previsão, demanda real e período de tempo (meses) ou previsão de demanda e período de tempo (meses) em estudo. Martins e Laugeni (2001) definem quem 0,7 é um coeficiente que explica até 70% da variações da variável dependente. “Para uma boa correlação, a experiência recomenda que $r > 0,7$ em valor absoluto”. (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 178). Se depois da verificação da existência dessa relação for entendido que existe relação, é necessário que se faça a linha de tendência devido à verificação do R^2 que foi maior que 0,7% ou 70%.

Desvio padrão à luz de (MILONE: ANGELINI, 1993, p. 90) diz que: “É a raiz quadrada positiva da variância. Também se pode dizer que o desvio padrão é a média quadrática dos desvios de um conjunto de dados em relação à sua média”. Por fim a utilização do Desvio Padrão que é o valor da raiz do EQM de cada modelo de previsão, ou seja, primeiro se encontra o Erro, depois o EQM e logo após se encontra raiz do EQM que é conhecida e reconhecida como Desvio Padrão do modelo utilizado. Assim foi feita a verificação de qual seria o melhor modelo de previsão para esse tipo de demanda.

Há divergências de opiniões dos autores quanto à utilização do r e R^2 . O autor Stevenson (2001), define que o R^2 quanto mais próximo de 1 melhor, e que, acima de 0,8 é um índice de previsão adequado.

O quadrado do coeficiente de correlação, r^2 , fornece uma medida de quão bem uma linha de regressão se ajusta aos dados. Os valores possíveis para r^2 variam de 0 a 1,00. Quanto mais próximo de 1,00 for o valor de r^2 , tanto melhor será o ajustamento; r^2 indica para o nosso modelo, o percentual de variação da variável dependente (aquela cujos valores tentamos prever) que pode ser atribuída à variável independente. Um valor elevado para r^2 , digamos 0,80 ou mais, indicaria que a variável independente constitui um bom previsor de valores da variável dependente. Um valor baixo, digamos 0,25 ou menos, indicaria ela ser um previsor deficiente para os valores da variável dependente, e um valor entre 0,25 e 0,80 indicaria que a variável independente é um previsor moderado. (STEVENSON, 2001, p. 82)

Já os autores Martins e Laugeni (2001) definem que:

Os coeficientes de correlação iguais a 1 (em valor absoluto) significam que a reta ajustada passa exatamente sobre cada um dos pontos (correlação perfeita). Por outro lado, um coeficiente de correlação igual a 0,5 significa que uma reta paralela ao eixo X (abscissa) teria sido ajustada. Para uma boa correlação, a experiência recomenda que $r > 0,7$ em valor absoluto. (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 178)

Moreira (1993) sugere que a correlação seja estudada a partir do seguinte quadro:

Tabela 2 – Índices de Correlação

r	Correlação
0 a 0,2	Muito baixa
0,2 a 0,4	Baixa
0,4 a 0,6	Média
0,6 a 0,8	Alta
0,8 a 1,0	Muito alta

Fonte: Moreira (1993, p. 327)

Segundo Moreira (1993), “O coeficiente de determinação é interpretado como sendo a proporção de variância comum entre Y e X, ou seja, a proporção da variação de Y explicada pela variação de X”. (MOREIRA, 1993, p. 327).

Tabela 3 – Divergência de Coeficientes

Autor	Coefficiente Indicado
Stevensen (2001)	0,80 ou 80%
Martins e Laugen (2001)	0,70 ou 70%

Fonte: Elaborado pelo autor / 2008

A Tabela 3 mostra a divergência dos autores quanto a utilização do r e r^2 .

7 METODOLOGIA

7.1 Tipo de Pesquisa

Esta é uma pesquisa de caráter quantitativo, pois, a mesma utilizou uma série de dados históricos para possibilitar uma análise estatística no estudo. Esta pesquisa dependia inteiramente da integridade destes dados.

A pesquisa realizada teve como característica a sugestão de um método de previsão de demanda ao fim do estudo, que seria considerado pela pesquisa o modelo de previsão mais adequado para uma fábrica de confecção, e que, deveria ser apresentado para o proprietário da empresa como resultado e contrapartida pelo empenho e fornecimento dos dados relacionados à empresa, acima estudados.

A coleta de dados visou a quantidade dos dados e a sua veracidade, pois, o bom resultado só seria possível se houvesse o vínculo real das variáveis (quantidade e período de tempo), exemplo: dados omissos teríamos resultados inverídicos e um modelo impossível de ser o mais adequado à demanda.

7.2 Unidade Empírica de Análise

A unidade de estudo e fonte dos dados analisados foi a Indústria de Confecção Via Charmy, que está localizada na Av. Bálsamo, nº 482, Setor Vila Esperança, Rubiataba - GO.

7.3 Métodos de Pesquisa

Esta pesquisa é de caráter exploratório e ao mesmo tempo um experimento de campo, pois, após a análise dos dados, foram realizados testes para a elaboração de um modelo de previsão de demanda o mais adequado possível à quantidade de vendas da empresa. Segundo a definição de (GIL, 1995, p. 44) afirma que: “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver,

esclarecer e modificar conceitos e idéias, com vistas na formulação de problemas mais precisos e hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores”.

Essa pesquisa teve como uma de suas características a, exploração dos dados à busca pela realidade e veracidade das informações para que se pudesse realizar um estudo importante e de aceitável implantação após os resultados obtidos.

Os métodos estatísticos utilizados nesta pesquisa são: Média móvel de 3 e 5 meses, suavização exponencial com fatores 0,15, regressão linear simples e regressão não linear ou funções matemáticas: exponencial, potência, logarítmica, polinomial de ordem 2, 3, 4, 5 e 6.

7.3.1 Média móvel

A média móvel é um modelo de grande importância para este estudo, pois, o mesmo utiliza os dados recentes e a soma dos dados de anteriores ao mês em estudo e os dados obtidos para o futuro, são de grande confiança devido ao grau de relevância colocado nas séries de dados de estudo. A variação é previsível e estimada pela média da soma dos n últimos períodos, dividindo-os pela quantidade de meses de coletas de dados. Podem-se usar médias móveis de três períodos, de quatro períodos ou mais, à medida do necessário.

Como pode ser observado na Figura 5 da utilização da media móvel, são somados os valores dos três últimos períodos, para se realizar o cálculo.

7.3.2 Suavização exponencial com fator de 0,15

É um método sofisticado que tenta ao máximo suavizar as curvas da previsão do modelo às curvas da demanda real da empresa. Para a execução deste método é preciso ter o cálculo do fator de suavização que no caso foi de 0,15. O valor de α pode ser determinado segundo Martins e Laugeni (2006, p. 229) em função do período considerado, a partir do seguinte cálculo:

$$\alpha = 2/n + 1 \quad (3)$$

Onde: n = número de períodos que se coletou dados.

Outros autores utilizam nomenclatura um pouco diferente, mas, que ainda tem o mesmo significado.

Para Stevenson (2001):

Cada nova previsão é a soma da previsão anterior com um percentual da diferença entre o valor real da série no ponto considerado e a previsão anterior. Escrevendo isso sob a forma de equação, temos:

Nova previsão = Previsão anterior + α (Valor real – Previsão anterior)
(STEVENSON, 2001 p. 71)

A fórmula de cálculo do ajustamento exponencial é feita da seguinte forma:

7.3.3 Regressão linear

Este método utiliza de uma reta entre a variação da demanda real e a previsão, que mostra onde seria mais apropriado que a demanda estivesse em determinado período. Segundo Ritzman (2004, p. 267) “O objetivo da regressão linear consiste em determinar os valores de a e b que minimizem a soma dos quadrados dos desvios dos dados reais em relação à linha”.

Segundo Stevenson (2001, p. 80)

O objetivo na regressão linear é obter a equação de uma linha reta que minimiza a soma dos quadrados dos desvios verticais entre os pontos de dados e a reta considerada. Esta reta de mínimos quadrados tem a seguinte equação:

$$Y_c = a + bx \quad (4)$$

Onde

y_c = variável prevista (dependente)

x = variável previsora (independente)

b = inclinação da reta

a = valor de y_c quando $x = 0$ (a ordenada do ponto de interseção da reta com o eixo dos y)

Os coeficientes da reta a e b são calculados por meio das seguintes equações:

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Figura 5 – Reta b

Fonte: Stevenson (2001, p. 80)

$$a = \frac{\sum y - b\sum x}{n} \quad \text{ou} \quad y - bx$$

Figura 6 – Reta a

Fonte: Stevenson (2001, p. 80)

(STEVENSON, 2001, p. 80).

7.3.4 Outros Métodos de Avaliação

Para melhor investigar a tendência da demanda, foram realizados experimentos, com as seguintes funções matemáticas: potência; logarítmica; polinomial com ordem 2, 3, 4, 5 e 6 e exponencial.

7.4 Plano ou Delineamento da Pesquisa

Este estudo foi realizado em um banco de dados que era o histórico da empresa Via Charmy. Foi solicitado ao proprietário da empresa, dados relacionados à demanda da mesma, para que o estudo pudesse abranger com clareza o mercado da empresa dos produtos calça e camisa, agregados, com o intuito de não abranger todo o portfólio da mesma.

A pesquisa teve como característica a busca de dados de apenas dois tipos de produtos do mix da empresa. Os produtos que seriam, segundo a empresa, de maior importância para a mesma. Quanto maior a qualidade dos dados maior a confiabilidade dos resultados, pois, após a conclusão do estudo e avaliação dos resultados, o modelo de previsão mais adequado à demanda seria proposto à empresa.

O delineamento da pesquisa, conforme esclarece Oppenheim (1993), consiste em tornar o problema pesquisável; deve "... especificar como nossa amostra será extraída, quais subgrupos esta deverá conter, quais comparações serão feitas, se serão necessários grupos de controle, quais medidas serão mensuradas (quando e em que intervalos) e como estas medidas serão relacionadas a eventos externos. (OPPENHEIM, 1993, apud ROESCH, 2006, p. 126)

O estudo teve como principal fonte de pesquisa os dados de vendas da Empresa Via Charmy. As vendas dos produtos calça e camisa, do período de julho de 2007 até julho de 2008. Segundo a empresa foram veridicamente contadas todas as vendas dos mesmos no respectivo período de tempo. O estudo foi realizado com base nestes dados, verificou-se qual era a média mensal de demanda dos produtos agregados. Os passos seguintes foram os testes dos modelos de previsão de demanda propostos para o estudo, com os dados da empresa. Depois de realizadas todas as verificações com os modelos propostos, os resultados nos permitiria conhecer com precisão qual seria o modelo mais adequado de previsão de demanda para a empresa.

O elemento mais importante para a identificação de um delineamento é o procedimento adotado para a coleta de dados. Assim, podem ser definidos dois grandes grupos de delineamentos: aqueles que se valem das chamadas fontes de "papel" e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas. No primeiro estão a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. No segundo estão a pesquisa experimental, a pesquisa ex-post-facto, o levantamento e o estudo de caso. (GIL, 1995, p. 71)

7.5 Definição da Área ou População-Alvo de Estudo

A área de estudo foi decidida, após a escolha do tema, previsão de demanda. As pesquisas foram realizadas com grande dificuldade em sua estruturação. Contudo houve ainda uma grande quantidade de dados para analisar e respectivamente estudar. Os dados coletados diziam respeito às vendas da empresa. Foram coletadas todas as quantidades de dados referidas às vendas desta empresa no período proposto.

A venda dos dois produtos no final dos doze meses, resultou em: 22.952 peças de camisas, 41.200 peças de calças e 64.152 peças de produtos agregados

ao final do período proposto. Estes dados foram analisados com base em métodos de previsão de demanda, métodos estatísticos e funções matemáticas.

7.6 Plano de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada pelos proprietários da empresa. Segundo os mesmos foram de forma bastante atenciosa e simples. Foi feita a contagem nas notas fiscais, dos produtos camisa e calça, desde o mês de julho de 2007 até o mês de julho de 2008, com o intuito de buscar a quantidade de vendas de cada produto, para que fosse feita a agregação dos mesmos para a realização deste estudo.

7.7 Instrumentos de Coleta de Dados

Os instrumentos utilizados na realização desta pesquisa foram: papel chamex para anotações diversas, caneta, computador para edição dos dados, as ferramentas computacionais Excel e Word, notas fiscais (fonte das pesquisas) e material humano (funcionários da empresa).

7.8 Tabulação e Análise dos Dados

Depois desta coleta foi feito uma série histórica contemplando o período analisado. A tabulação destes dados foi feita eletronicamente com o uso da ferramenta computacional Excel. A avaliação dos modelos de previsão desenvolvidos foi feita através dos métodos de avaliação: Erro, Coeficiente de determinação e Desvio padrão. Toda a utilização de coeficientes de determinação foi feita à luz dos autores Martins e Laugeni (2001). O coeficiente de correlação definido à luz de (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 178) tem-se que: “Para uma boa correlação, a experiência recomenda que $r > 0,7$ em valor absoluto”. Então, logo, os modelos foram considerados adequados somente os que mantiveram seu coeficiente acima do valor recomendado por Martins e Laugeni (2001), que é de 0,7 ou 70%. Onde estes 70% consistem na capacidade de uma variável explicar a outra e saber por meio desta qual é a quantidade que é explicada por outros fatores independentes.

A definição de desvio padrão à luz de Milone e Angelini (1993): “É a raiz quadrada positiva da variância. Também se pode dizer que o desvio padrão é a

média quadrática dos desvios de um conjunto de dados em relação à sua média".
(MILONE; ANGELINI, 1993, p. 90).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 Histórico

8.1.1 Histórico da empresa

A empresa Via Charmy, foi inaugurada no dia 20 de Julho de 1994, com 2 máquinas de costura. Seu nome seria Charmy, mas, devido a existência de outros produtos com este nome, o proprietário desta foi aconselhado a mudar, pois, até então a empresa que lhe prestava assessoria recomendou acrescentar a palavra Via antes de Charmy, então foi patenteado o nome Via Charmy. No início haviam dois sócios, Alvino de Paula e Benedito, mas esta sociedade durou apenas um ano. Logo após a dissolução desta primeira sociedade, encontra-se uma nova sociedade agora com o sócio Divino, mas logo esta também se dissolveu. No momento a empresa é de um único dono, o senhor Alvino de Paula.

Com o passar do tempo a empresa foi se desenvolvendo e crescendo a cada dia mais. Atualmente a empresa possui além da confecção, uma lavanderia, e uma loja na cidade de Rubiataba – GO. Esta empresa hoje conta com aproximadamente 29 funcionários e, em determinadas épocas do ano contrata-se facção para atender a toda a demanda. Hoje a empresa entrega seus produtos nos estados de Goiás, Tocantins, Pará, Mato Grosso e Bahia.

8.1.2 Organograma

A empresa tem a estrutura demonstrada pelo organograma abaixo:

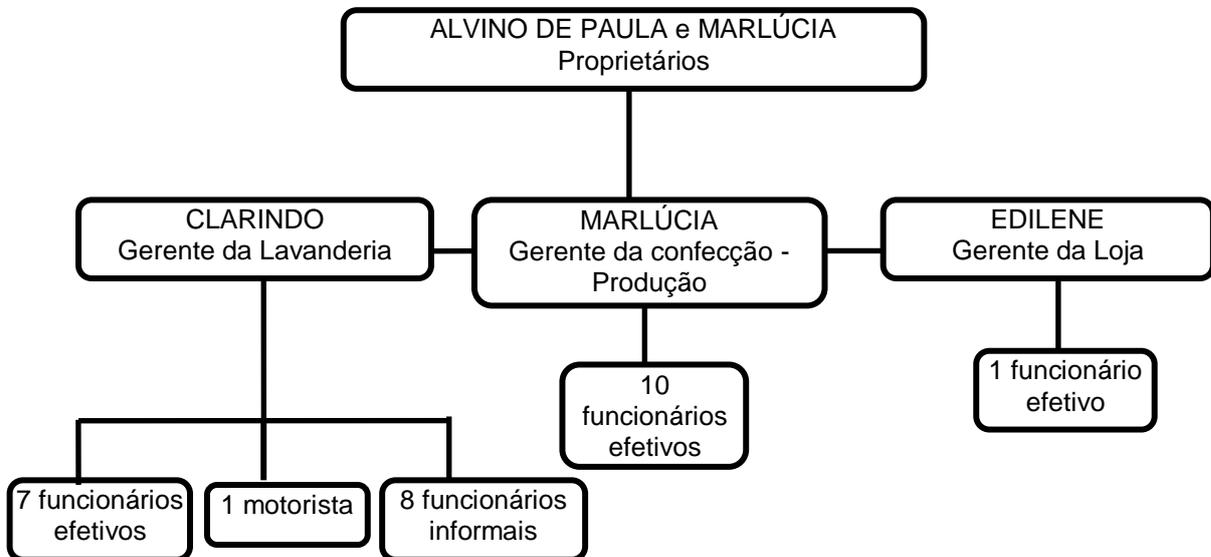


Figura 7 – Organograma da empresa Via Charmy

Fonte: Empresa Via Charmy, 2008

O número de Empregados é de vinte e quatro funcionários formais e oito funcionários informais. As principais metas da empresa são: atender bem os clientes e oferecer qualidade em seus serviços sempre em busca do sucesso. Os produtos desenvolvidos pela empresa são o jeans, camisas, camisetas e etc. Seus principais recursos que fazem nascer produto final: Tecidos, máquinas, mão de obra, insumos.

8.1.3 Método de previsão utilizado pela empresa

Foi constatado no início das pesquisas que a empresa de confecção Via Charmy, não utilizava nenhum modelo de previsão de demanda. O que ocorria era somente o atendimento dos pedidos recebidos. Não havia um estudo específico a ser feito para se explicar a grande variação da demanda durante o ano. Os pedidos que já estavam relacionados para entrega eram atendidos com preocupação de atendimento à data marcada para entrega. O proprietário foi quem forneceu todos os dados utilizados e apresentados neste trabalho.

A partir da coleta dos dados, foi ofertado ao proprietário da empresa, a apresentação de um modelo de previsão de vendas que fosse adequado à demanda da sua organização. Assim pode-se definir que a empresa não utiliza nenhum método de previsão de demanda em suas instalações. Tudo é feito de forma empírica e com espírito de empreendedorismo.

8.2 Avaliação da Demanda

A demanda atual da empresa apresenta uma variação de mês para mês bastante considerável. Faz entender que a receita mensal é de grande instabilidade.

A tabela 4 abaixo apresenta a demanda agregada real da empresa, que mostra a demanda dos dados de vendas de calças e camisas que são os principais produtos vendidos pela empresa. Estes dados foram coletados no período de julho de dois mil e sete até julho de dois mil e oito.

Tabela 4 – Demanda agregada real da empresa

Demanda Agregada	
Meses	Quantidade
jul/07	6000
ago/07	3500
set/07	4800
out/07	6500
nov/07	7500
dez/07	9500
jan/08	1500
fev/08	1500
mar/08	2800
abr/08	3650
mai/08	4850
jun/08	9000
jul/08	4552

Fonte – Elaborado pelo autor / 2008

A Figura 8 apresenta as curvas da demanda agregada, que representa as oscilações da demanda e coloca em análise os valores e suas respectivas variações dentro dos meses citados. Esta figura demonstra com detalhes as variações mensais ocorridas dentro do período em estudo. A análise desta demanda feita de

forma agregada possibilita o maior entendimento sobre a demanda da empresa em questão, como afirmam Martins e Laugeni (2001):

Deve-se definir uma metodologia de “agrupar” ou “agregar” a demanda desses vários produtos em um único (ou em um número bem baixo) que seja representativo do todo. A demanda prevista para esse produto básico é denominada demanda agregada. (MARTINS; LAUGENI, 2001, p. 198)

Para Ritzman (2004, p. 262)

[...] os erros de previsão para itens individuais podem ser muito maiores. Para agrupar diversos produtos ou serviços em um processo denominado agregação, as empresas podem obter previsões mais adequadas.

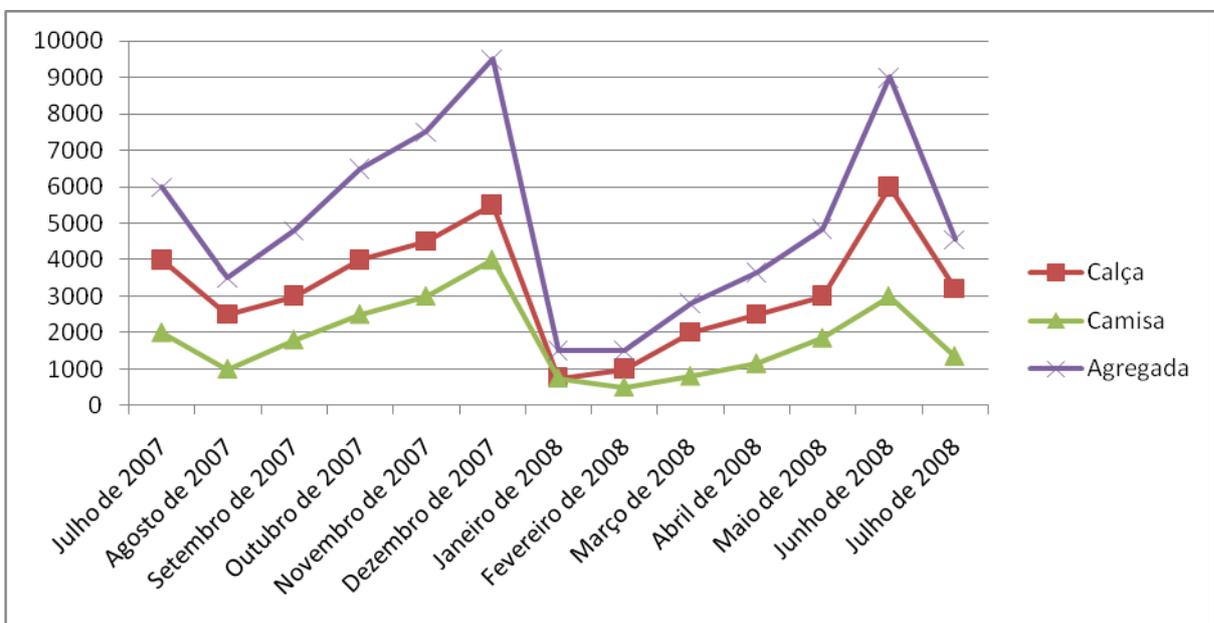


Figura 8 – Curvas da demanda agregada

Fonte: Elaborado pelo autor , 2008

A demanda apresenta um crescimento que parte do mês de janeiro. E ao chegar ao mês de julho, apresenta uma pequena queda com relação aos meses anteriores, e novamente entra em crescimento e chega ao máximo no mês de dezembro e obtém uma queda no mês de janeiro do ano seguinte, o que influencia fortemente no resultado da pesquisa, pois, as curvas de ajustamento em análise não conseguem acompanhar com exatidão os resultados da demanda real da empresa

dentro do período analisado, e deixam, portanto os resultados muito longe do real esperado.

8.3 Modelagem Matemática

Esta parte consiste em apresentar os estudos e testes realizados com os métodos de previsão de demanda propostos pelo trabalho e seu conteúdo explica detalhadamente quais foram as dificuldades na utilização de cada método.

8.3.1 Média móvel de 3 meses

A seguir pode-se observar através da tabela 5 da média móvel de 3 meses quais os resultados obtidos por meio deste método. A análise feita por este modelo apresentou uma variação bastante distante do real vendido pela empresa.

Tabela 5 – Média móvel de 3 meses

Mês	Valor Real	Previsão Média Móvel de 3 meses
jul/07	6000	
ago/07	3500	
set/07	4800	
out/07	6.500	4.767
nov/07	7.500	4.933
dez/07	9.500	6.267
jan/08	1.500	7.833
fev/08	1.500	6.167
mar/08	2.800	4.167
abr/08	3.650	1.933
mai/08	4.850	2.650
jun/08	9.000	3.767
jul/08	4.552	5.833

Fonte: Elaborado pelo autor / 2008

Na tabela 5 da Média móvel de 3 meses disposta acima, é apresentado a demanda real dos meses e, quando comparada ao previsto pelo Método de previsão, tem diferenças muito significativas que fazem com que a previsão fique a desejar.

Na figura 9 da média móvel de 3 meses, pode-se entender melhor como são as variações da previsão relacionadas à demanda real.

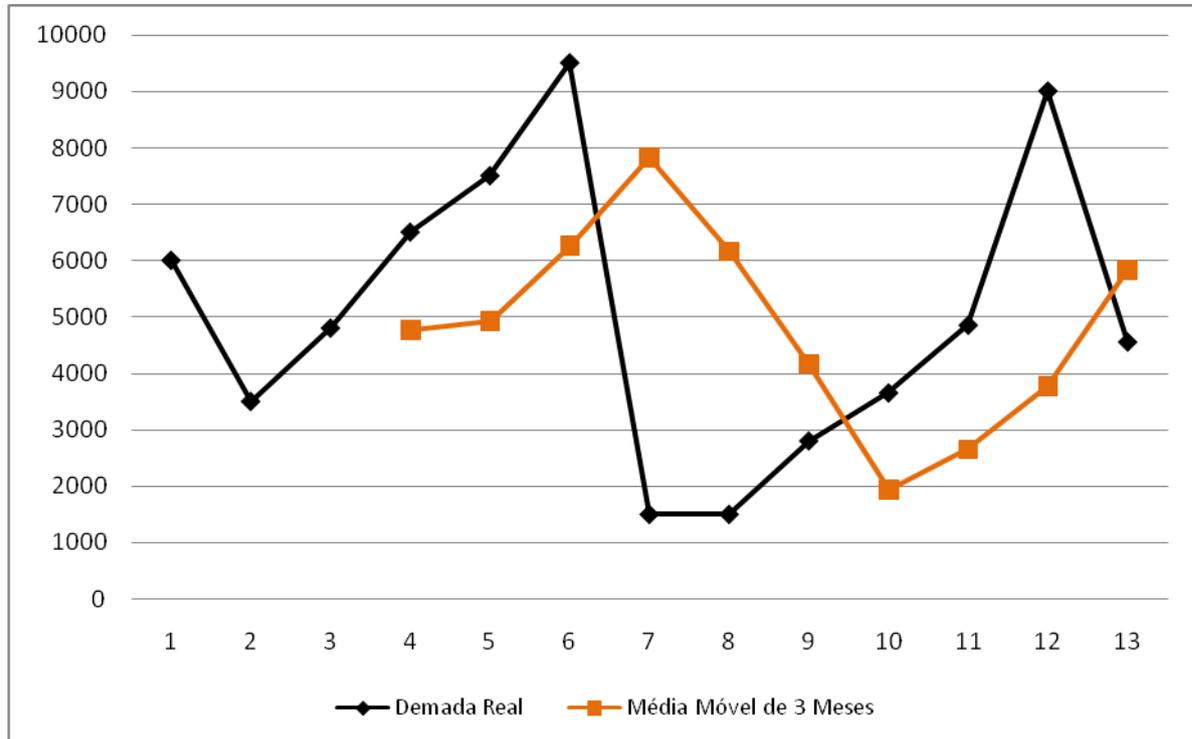


Figura 9 – Média móvel de 3 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Ao se analisar as variações desta demanda, existem perfeitas condições de se ter uma pré definição sobre o método. Visivelmente percebe-se que as linhas da previsão acompanham bem às curvas da demanda, mas, se for bem observado quando a linha da demanda real está em baixo, a da previsão está muito encima, então logo o modelo não apresenta exatidão nas suas previsões.

8.3.2 Média móvel de 5 meses

Agora temos em observação o método da Média Móvel de 5 meses mostrada na Tabela 6, que busca como todos os modelos a melhor previsão possível para este tipo de demanda. Vemos então que o método apresenta uma variação muito grande se comparada à demanda real da empresa. Os períodos têm sua demanda muito maior ou às vezes menor, do que a previsão é capaz de prever, pois, a oscilação da demanda real é muito grande nos períodos de meio e final de ano. Pelo fato de a demanda ter essa forte variação, o modelo não demonstrou bom comportamento.

Tabela 6 – Média móvel de 5 meses

Mês	Valor Real	Previsão Média Móvel de 5 meses
7	6000	
8	3500	
9	4800	
10	6.500	
11	7.500	
12	9.500	5.660
1	1.500	6.010
2	1.500	5.993
3	2.800	5.820
4	3.650	5.568
5	4.850	5.194
6	9.000	4.494
7	4.552	4.174

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Na demonstração feita na tabela 6 de Média Móvel de 5 meses, pode perceber que os valores encontrados não são próximos do valor da demanda real. Isso permite dizer que o modelo não foi capaz de satisfazer o principal objetivo, que é prever com menor erro possível a variação da demanda. Este modelo apresentou grande facilidade de aplicação e obtenção de resultado.

A seguir é observado na Figura 10 da Média Móvel de 5 meses que apresenta, como o modelo é capaz de acompanhar a demanda e suas variações.

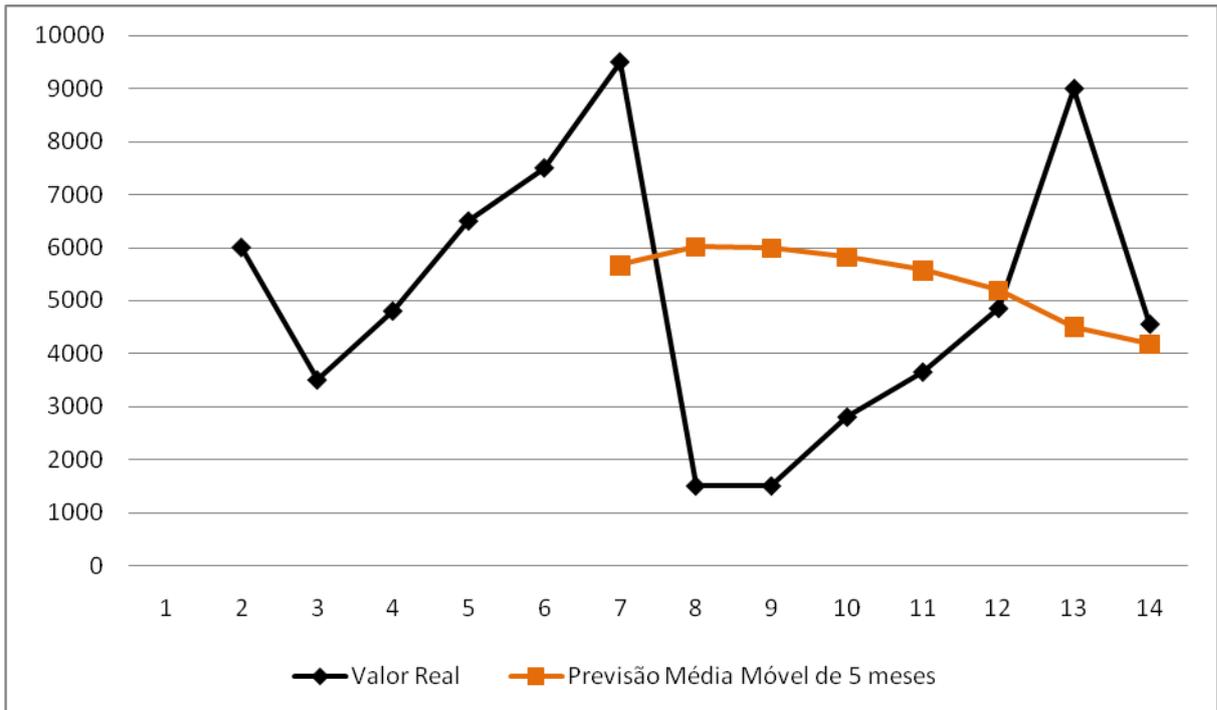


Figura 10 – Média móvel de 5 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A Figura 10 apresentada acima apresentou a variação deste método de previsão que foi muito diferente da variação real, o que para o objetivo do trabalho fica a desejar. A tendência desta demanda tem uma forte variação do final de um ano para o início do outro. É onde este método depende de números mais expressivos que façam a previsão conhecer a realidade, mas não foi capaz de fazê-lo devido o forte declínio do período coletado.

8.3.3 Suavização exponencial com fator 0,15

Abaixo tem a Tabela 7 que retrata a suavização exponencial com fator 0,15 que contém os dados e valores de forma ainda mais simples e de fácil entendimento. Ela mostra as diferenças da demanda real para a previsão feita com este modelo de previsão.

Tabela 7 – Suavização exponencial com fator 0,15

Mês	Valor Real	Suavização Exponencial com fator de 0,15
7		
8		
9		
10		
11	7.500	4.248
12	9.500	4.146
1	1.500	5.268
2	1.500	5.166
3	2.800	5.064
4	3.650	4.962
5	4.850	4.860
6	9.000	4.758
7	4.552	4.656

Fonte: Elaborado pelo autor / 2008

A previsão feita com este modelo de previsão apresenta grande diferença da demanda real dos períodos. A diferença deste método também é variável, e de forma expressiva, pois, como ocorreu com os modelos anteriores, não conseguem acompanhar a variação da demanda.

Abaixo pode-se observar mais facilmente através da Figura 11, que demonstra a suavização exponencial com fator 0,15, e suas reais variações de previsão, obtidas pela utilização do método.

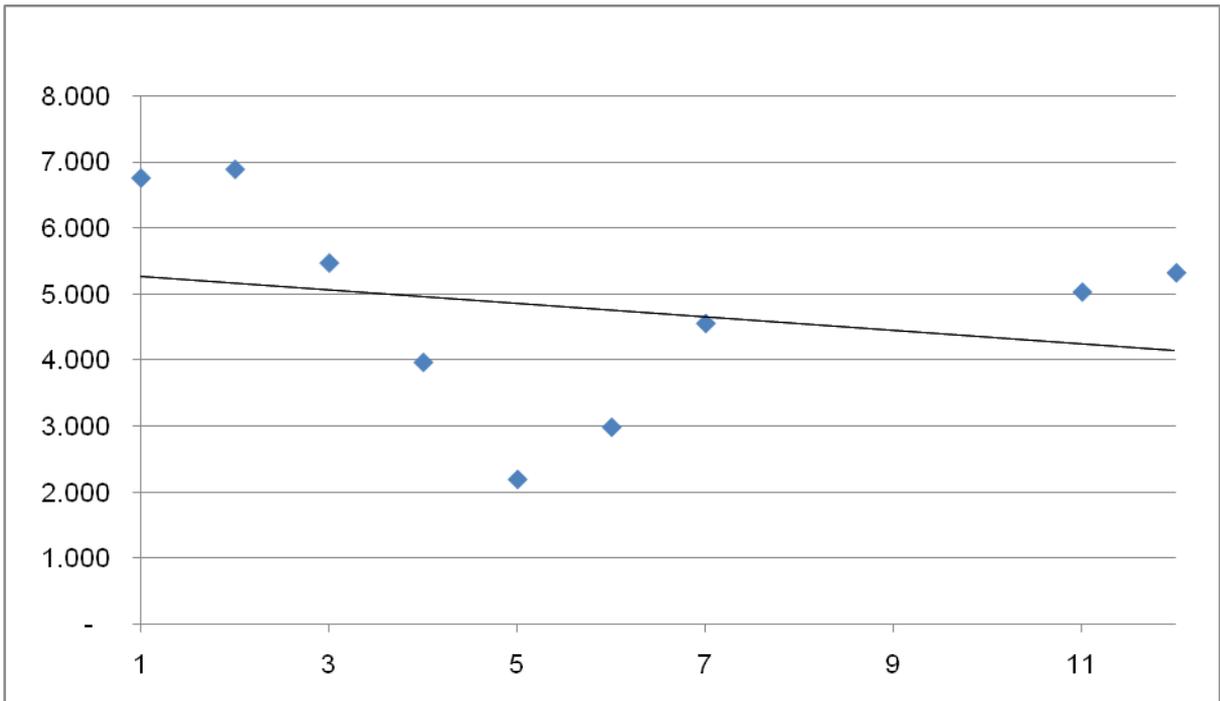


Figura 11 – Suavização exponencial com fator 0,15
 Fonte: Elaborado pelo autor / 2008

A previsão de demanda com este modelo foi feita através desta fórmula:

$$y = -102,0x + 5370, \quad (5)$$

O coeficiente de determinação gerado pela utilização deste método foi o seguinte:

$$R^2 = 0,061$$

A partir da observação da Figura 12, o que se pode entender é que a demanda se comporta de maneira complexa, e que a linha de tendência deste método de previsão não é capaz de acompanhar a variação da mesma, devido à demanda ser de alta variação. Esta linha de tendência é ascendente e seu R^2 não é bom, devido ser menor que 0,7.

8.3.4 Regressão linear

Neste método de previsão utilizam-se dados reais da demanda para se obter os valores futuros, o R^2 e a linha de tendência. A princípio tem a tabela 8 de projeção de demanda, que apresenta as vendas dentro do período proposto.

Tabela 8 – Projeção de demanda

Projeção de Demanda	
Meses	Vendas
7	5318
8	5898
9	6477
10	7057
11	7637
12	8217
1	1839
2	2419
3	2998
4	3578
5	4158
6	4738
7	5318

Fonte: Elaborado pelo autor / 2008

Esta é a projeção real da empresa, foi apresentada para compreensão deste modelo que exige o uso real da demanda para sua execução e demonstração.

A função desenvolvida pelo método da regressão linear é a seguinte:

$$y = 579,8x + 1258, \quad (6)$$

O coeficiente de determinação deste método não apresenta um bom resultado, o mesmo está apresentado abaixo:

$$R^2 = 0,606$$

Este coeficiente não é bom para o objetivo do método, o mesmo deveria atingir no mínimo 0,7.

A seguir tem a tabela 9 que apresenta a utilização da regressão linear simples.

Tabela 9 – Regressão linear simples

Mês	Valor Real	Regressão Linear Simples
7	6000	5318
8	3500	5898
9	4800	6477
10	6.500	7057
11	7.500	7637
12	9.500	8217
1	1.500	1839
2	1.500	2419
3	2.800	2998
4	3.650	3578
5	4.850	4158
6	9.000	4738
7	4.552	5318

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Pode-se perceber através do modelo da regressão linear mostrado na tabela 9, que a demanda ainda é composta de variações que o modelo de previsão não é capaz de acompanhar. A seguir, pode-se observar na Figura 12 as curvas da variação do modelo, que não permitiu uma boa conclusão sobre o método.

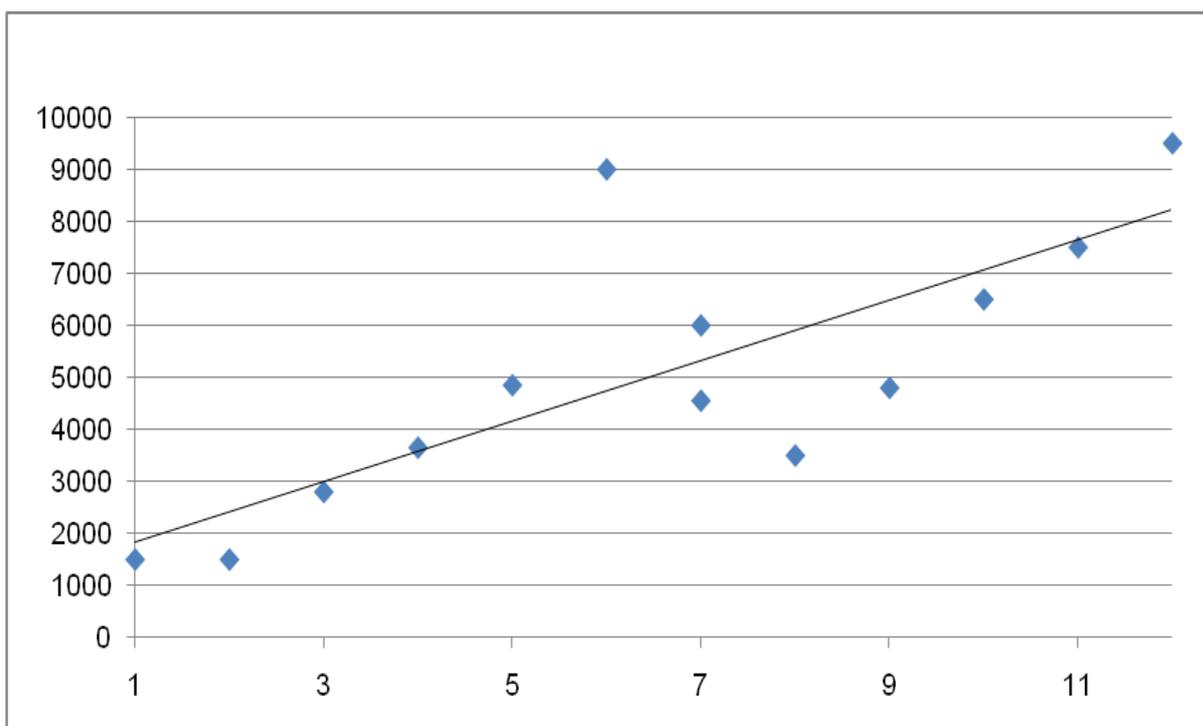


Figura 12 – Regressão linear

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Os meses devem ser iniciados no número 7 para indicação do mês real da previsão, a que se refere à figura acima apresenta o número 1, pois, a ferramenta Excel não aceitou utilização de outra forma.

No método da Regressão Linear Simples, tem-se uma linha de tendência que não acompanha a demanda real e que não possibilita ao modelo conclusões interessantes ao trabalho devido sua incapacidade de suavização da previsão de acordo com demanda existente.

8.3.5 Regressões não lineares

Nesta parte do trabalho foram utilizadas regressões não lineares que são as seguintes funções matemáticas: potência, logarítmica, exponencial e polinomial de ordem 2, 3, 4, 5 e 6.

8.3.5.1 regressão não linear função potência

Segundo Dowling (1984) afirma que:

Uma função potência é uma função de forma $y=x^a$, onde, y = variável da dependente, x = variável independente e a = um expoente constante. Por definição, $x^0 = 1$, como qualquer número elevado à potência zero. Um número ou variável sem um expoente é por hipótese considerado como elevado à primeira potência, isto é, $x = x^1$, $8 = 8^1$. (DOWLING, 1984, p. 17)

Nesta função a previsão de demanda foi feita com os mesmos dados da demanda real utilizados nos modelos anteriores.

Na tabela 10 citada abaixo, pode-se observar que as variações da demanda com relação à previsão da demanda feita com este modelo são muito diferentes e fazem com que a previsão seja distante do real, o que não é o ideal.

Tabela 10 – Regressão não linear função Potência

Mês	Valor Real	Potência
7	6000	5.262
8	3500	5.790
9	4800	6.299
10	6500	6.793
11	7500	7.272
12	9500	7.740
1	1500	1.306
2	1500	2.146
3	2800	2.869
4	3650	3.525
5	4850	4.135
6	9000	4.712
7	4552	5.262

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Neste modelo a variação da previsão também não consegue acompanhar com exatidão as curvas feitas pela demanda real. Pode-se compreender melhor estas curvas na Figura 13, que mostra os dados do modelo não linear da função potência, de forma mais clara e de fácil entendimento.

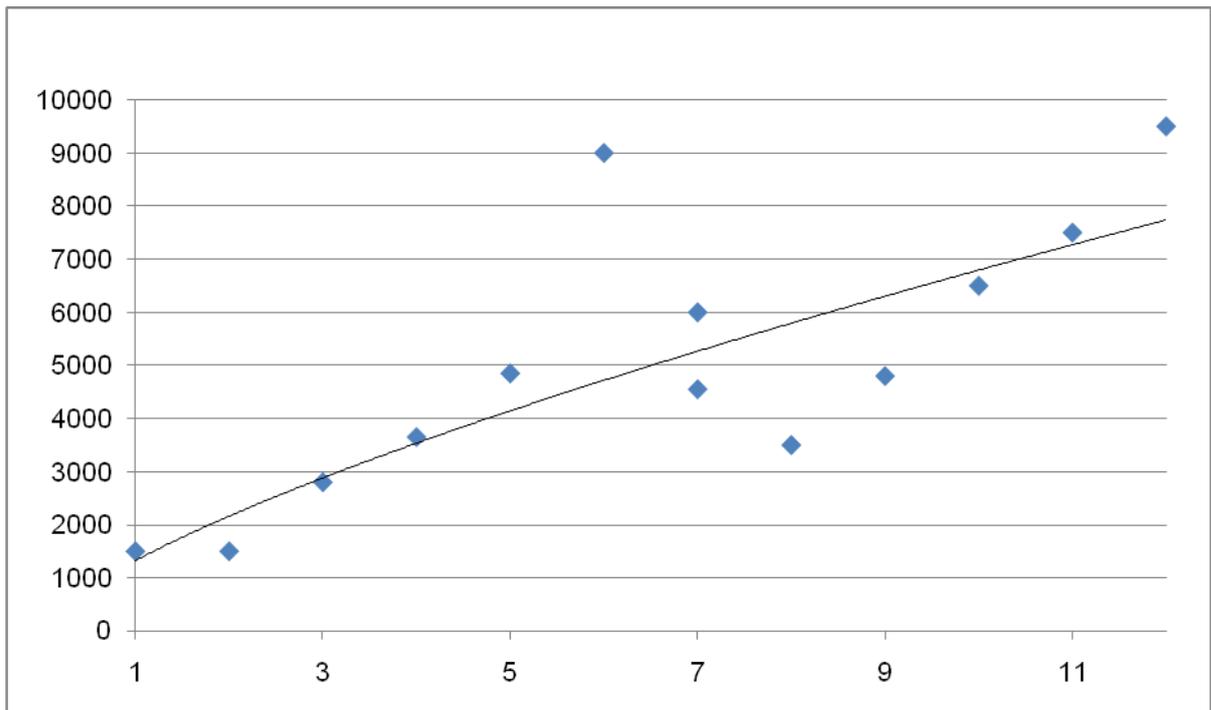


Figura 13 – Regressão não linear função potência

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Para a construção da Figura 13 apresentada acima, utilizou a seguinte função matemática:

$$y = 1306,716x \quad (7)$$

O modelo em discussão tem o R^2 importante para a avaliação, pois, apresentou ser maior que 0,7, o que é imprescindível para a utilização do modelo.

$$R^2 = 0,764$$

A linha da variação deste modelo de previsão não linear apresentou uma curva que não acompanha de forma adequada o parâmetro necessário para se dizer que esta previsão seria viável.

8.3.5.2 Regressão não linear função logarítmica

Segundo Bongiovanni (1994, p. 114) “Em geral, função logarítmica é toda função cuja lei é dada pela equação $y = \log_b x$, sendo b um número real positivo e diferente de 1”.

A Tabela 11 mostra a previsão feita com este método:

Tabela 11 – Regressão não linear função Logarítmica

Mês	Valor Real	Previsão Média Móvel de meses
7	6000	5753
8	3500	6115
9	4800	6435
10	6.500	6721
11	7.500	6980
12	9.500	7216
1	1.500	470
2	1.500	2352
3	2.800	3452
4	3.650	4233
5	4.850	4839
6	9.000	5334
7	4.552	5753

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Através da utilização do método não linear da função logarítmica representado pela tabela 11, logo acima, pôde ser compreendido que a variação da demanda não pode ser acompanhada pela reação deste modelo, às suas variações.

Estas reações podem ser observadas na Figura 14 que mostra a previsão da função logarítmica.

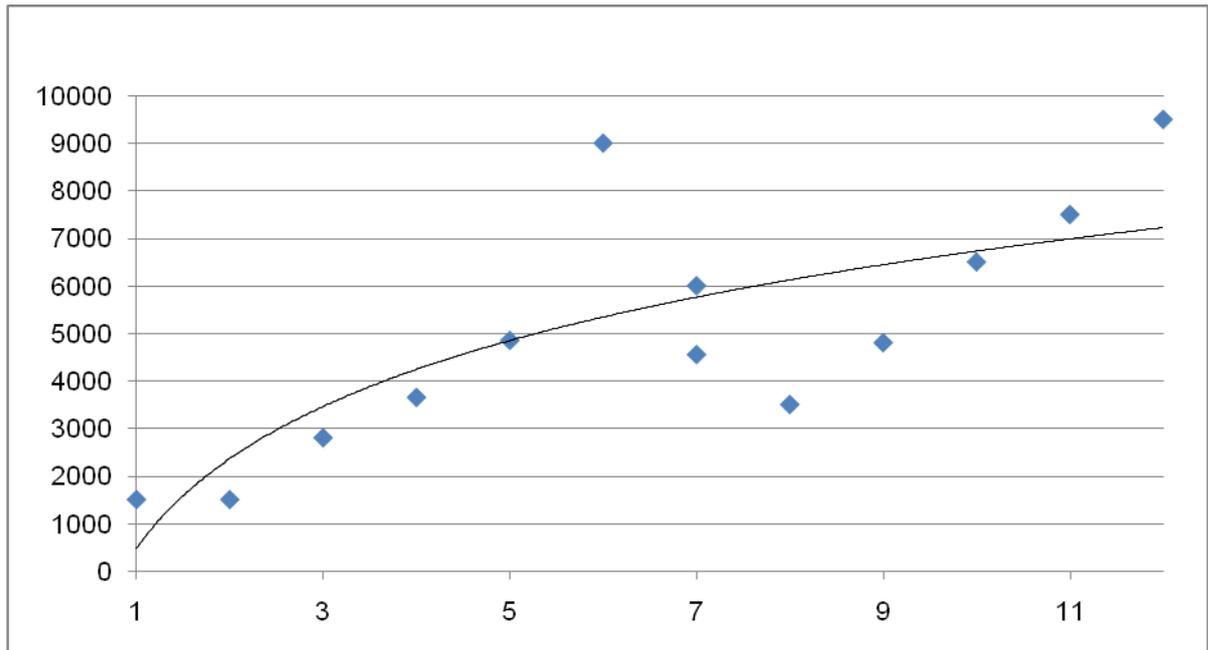


Figura 14 - Função Logarítmica
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A fórmula utilizada e desenvolvida através deste método de previsão, é:

$$y = 2714, \ln(x) + 469,8 \quad (8)$$

O coeficiente de determinação desenvolvido por este modelo apresenta o seguinte R^2 :

$$R^2 = 0,590$$

Na Figura 15 acima, tem uma variação ainda muito grande por parte da previsão, devido à grande variação que a demanda sofre nos meses de pico. A linha de tendência que deveria acompanhar com exatidão os pontos da demanda real, ficam um pouco desligadas do real, assim não é permitido sua conceituação como método adequado, devido à grande diferença nos períodos de pico, que são o mês de dezembro e julho.

8.3.5.3 Regressão não linear função exponencial

Segundo Bongiovanni (1994, p. 83) “Em geral, função exponencial é toda função cuja lei é dada pela equação $y = a^x$, sendo a um número real positivo e diferente de 1.” A partir do conceito de função exponencial tem um gráfico obtido através da utilização deste modelo de regressão não linear exponencial.

A Tabela 12 representa os dados da previsão feita com o atual modelo.

Tabela 12 – Regressão não linear função Exponencial

Mês	Valor Real	Exponencial
7	6000	4668
8	3500	5381
9	4800	6202
10	6.500	7149
11	7.500	8241
12	9.500	9499
1	1.500	1990
2	1.500	2294
3	2.800	2644
4	3.650	3048
5	4.850	3513
6	9.000	4050
7	4.552	4668

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Através da regressão não linear função exponencial apresentada na tabela 12 entende-se que a demanda varia de forma brusca e não permite o modelo de previsão fazer um perfeito acompanhamento. Isso pode deixar como entendimento que a demanda é de difícil previsão devido sua grande variação em duas épocas do ano. A seguir pode-se observar na Figura 15 quais as variações da previsão deste modelo para a demanda real.

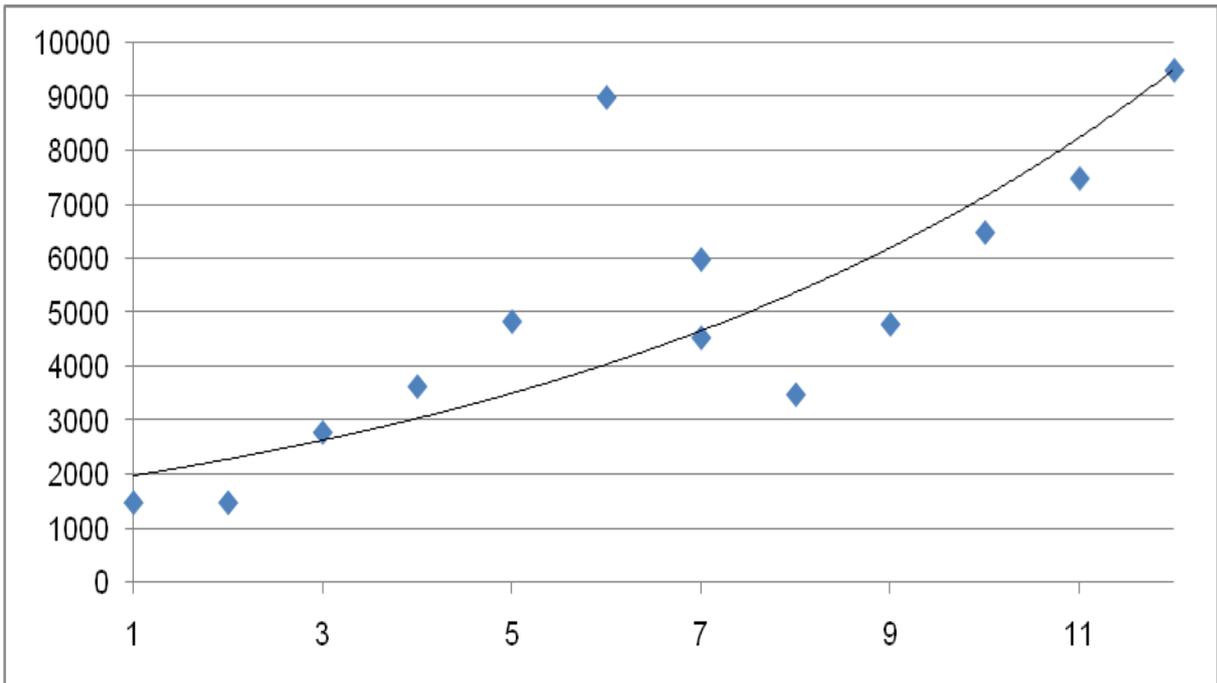


Figura 15 – Regressão não linear função Exponencial
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A fórmula utilizada que foi desenvolvida através deste método de previsão, é:

$$y = 1726, e^{0,142x} \quad (9)$$

O coeficiente de determinação desenvolvido por este método é o seguinte:

$$R^2 = 0,678$$

Em utilização da regressão não linear função exponencial pode-se observar uma curva de ajustamento ascendente mas que não apresenta boa adequação à demanda.

8.3.5.4 Regressão não linear função polinomial de ordem 2

Para todos os modelos de função polinomial considere a seguinte citação: Segundo Bongiovanni (1994, p. 378).

A função $f: \mathbb{R}$ em \mathbb{R} é chamada de função polinomial, ou simplesmente *polinômio*, quando está na forma:

$$y = f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_1 x + a_0 \quad (10)$$

onde a_n, \dots, a_1, a_0 são números reais, n é um número natural e x é uma variável real.

Nas tabelas que seguem, tem-se os meses que se iniciam no mês de julho do ano de 2007, por esta razão o número sete de início. E ainda o valor da demanda, a função matemática polinomial de ordem dois. Esta que é obtida através da seguinte fórmula:

$$y = -10,20x^2 + 712,1x + 942,7 \quad (11)$$

Abaixo é apresentada a Tabela 13 da regressão não linear função polinomial de ordem 2 e suas variações diante da demanda.

Tabela 13 – Regressão não linear Polinomial de ordem 2

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 2
7	6000	5427
8	3500	5987
9	4800	6525
10	6.500	7043
11	7.500	7541
12	9.500	8019
1	1.500	1645
2	1.500	2326
3	2.800	2987
4	3.650	3628
5	4.850	4248
6	9.000	4848
7	4.552	5427

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

As muitas variações da demanda fizeram este modelo inadequado, pois, a variação do mesmo não acompanha a demanda de maneira previsível.

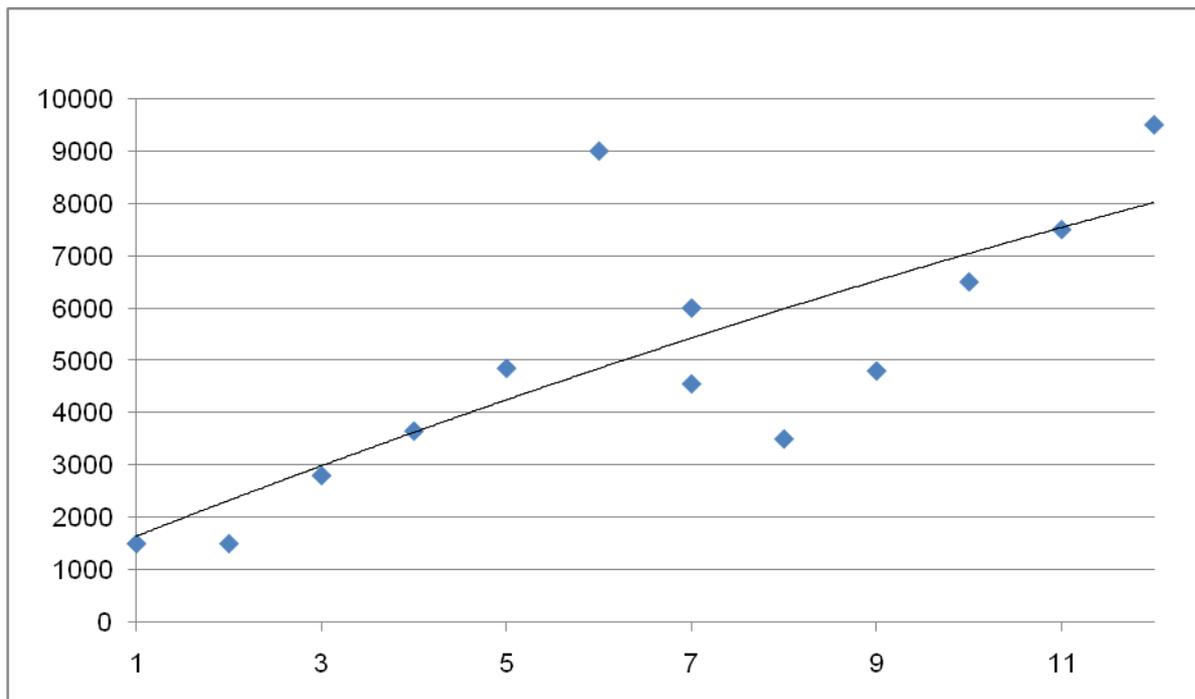


Figura 16 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 2
Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Na figura 16 apresentada acima demonstra a relação existente entre a demanda e a previsão real feita por este método de previsão. A figura mostra a linha de tendência fora dos valores reais da demanda. Pode-se então compreender que o modelo não acompanhar com exatidão as curvas da demanda real da empresa.

A equação utilizada para uma previsão de demanda a partir deste modelo é igual:

$$y = -10,20x^2 + 712,1x + 942,7 \quad (12)$$

O coeficiente de determinação deste modelo de previsão de demanda é:

$$R^2 = 0,608$$

8.3.5.5 Regressão não linear função polinomial de ordem 3

Na função polinomial de ordem 3 pode-se observar através da Tabela 14 que o modelo apresenta uma variação muito grande em relação aos demais modelos de previsão de demanda.

Tabela 14 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 3

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 3
7	6000	5209
8	3500	5320
9	4800	5630
10	6.500	6285
11	7.500	7436
12	9.500	9229
1	1.500	401
2	1.500	2436
3	2.800	3781
4	3.650	4582
5	4.850	4988
6	9.000	5148
7	4.552	5209

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Na Tabela 14 polinomial de ordem 3 apresentada acima mostra a relação entre a demanda e a previsão. Este método de previsão também não apresentou uma linha de tendência adequada à demanda. A figura 17 a seguir mostra que a linha de tendência da previsão não pode acompanhar as curvas da demanda apresentada.

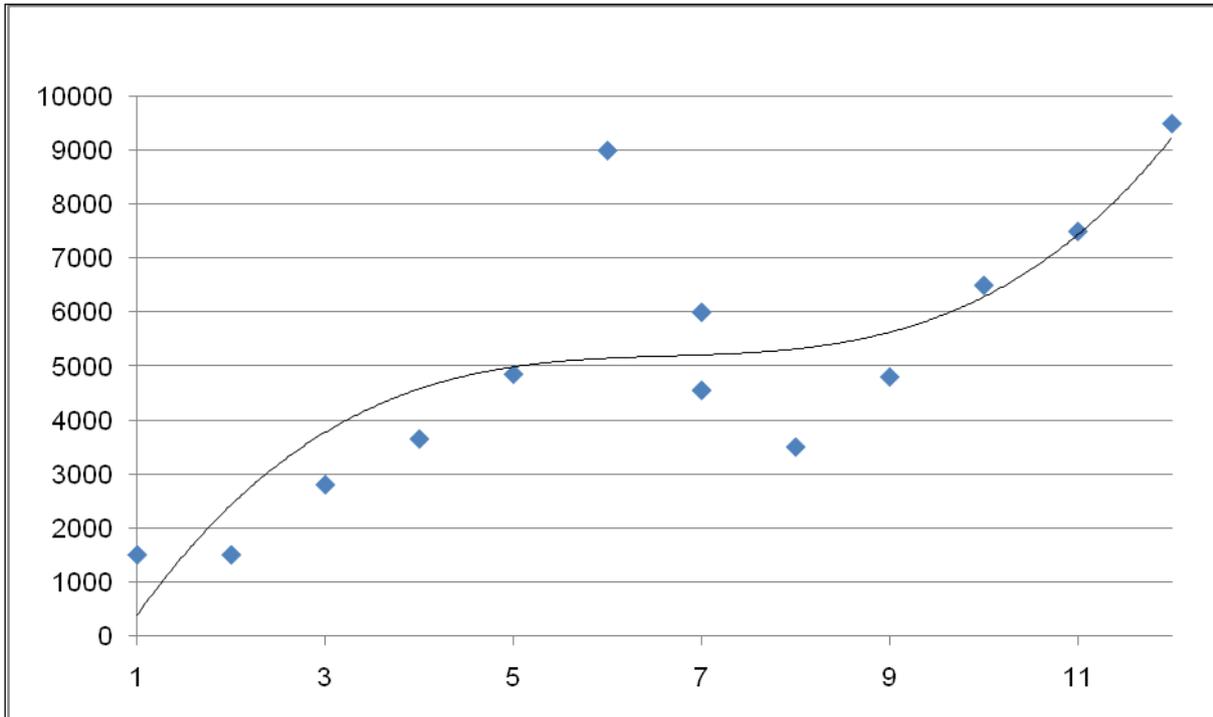


Figura 17 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A figura 17 da função polinomial de ordem 3 apresenta uma variação muito grande e deixa o entendimento de que o modelo de previsão não prevê o que realmente acontece com a demanda, ou seja, às vezes apresenta números satisfatórios e às vezes não.

A utilização deste modelo para a previsão foi feita através desta fórmula ou equação:

$$y = 24,70x^3 - 493,9x^2 + 3344x - 2474, \quad (13)$$

O coeficiente de determinação deste modelo também apresenta um valor razoável, se analisado junto aos outros modelos de previsão de demanda.

$$R^2 = 0,698$$

8.3.5.6 Regressão Não Linear Função Polinomial de ordem 4

Este modelo de previsão também é muito variável, devido à super variação da demanda. Isso pode ser observado na Tabela 15 logo abaixo:

Tabela 15 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 4

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 4
7	6000	5762
8	3500	5493
9	4800	5222
10	6.500	5434
11	7.500	6776
12	9.500	10061
1	1.500	1210
2	1.500	1802
3	2.800	2977
4	3.650	4224
5	4.850	5196
6	9.000	5714
7	4.552	5762

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A demanda apresentou uma grande variação de importância para o trabalho. Apresentado pela Tabela 15 citada acima, a fórmula ou equação para se chegar a estes resultados com esse modelo de previsão de demanda foi:

$$y = 6,903x^4 - 154,2x^3 + 1044,x^2 - 1565,x + 1878 \quad (14)$$

O coeficiente de determinação deste modelo é:

$$R^2 = 0,759$$

Abaixo é apresentada a Figura 18, que demonstra o trajeto realizado pela linha de tendência do modelo regressão não linear função polinomial de ordem 4.

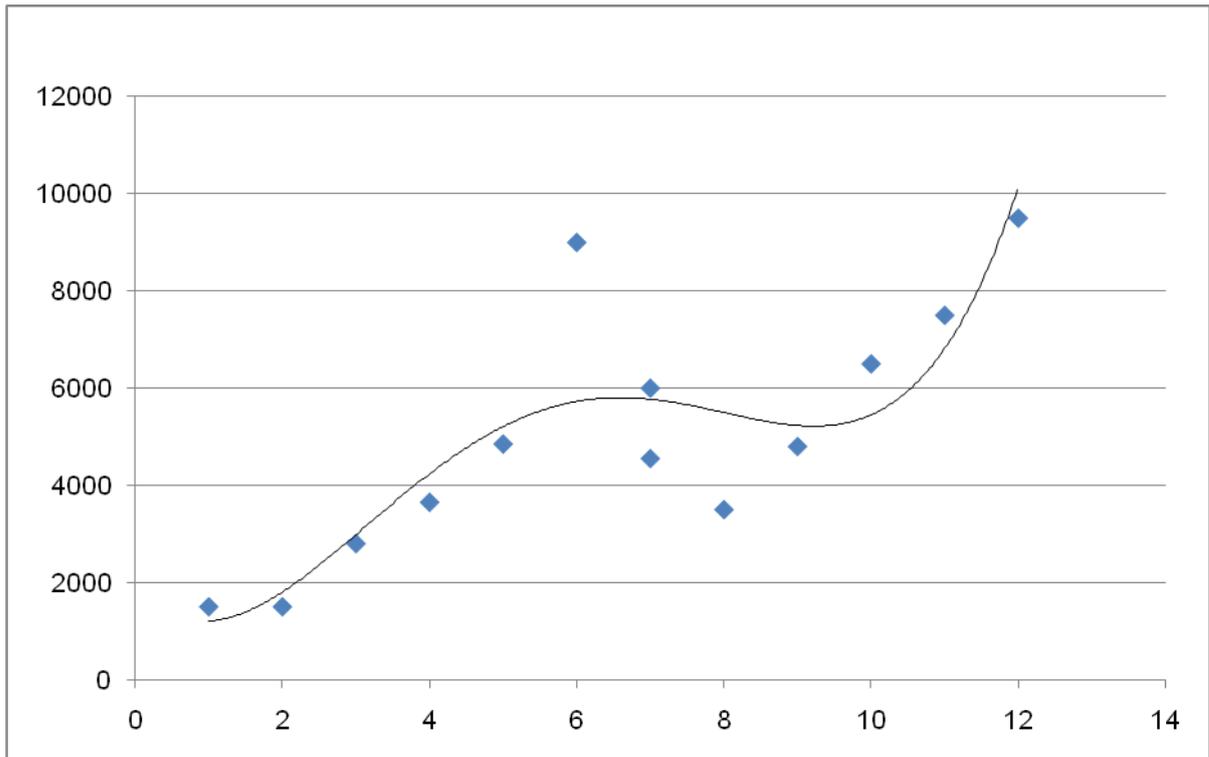


Figura 18 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 4

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A Figura 18 apresenta a previsão de demanda com um leve acompanhamento à demanda, só que infelizmente não foi o suficiente para uma boa previsão. A demanda tem curvas que este modelo não prevê, portanto, apresentou um desempenho razoável.

8.3.5.7 Regressão não linear função polinomial de ordem 5

Pode ser analisado na Tabela 16 da função polinomial de ordem 5 que a demanda real às vezes é superada pela previsão e às vezes não.

Tabela 16 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 5

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 5
7	6000	5496
8	3500	4812
9	4800	4749
10	6.500	5736
11	7.500	7633
12	9.500	9442
1	1.500	1768
2	1.500	842
3	2.800	2613
4	3.650	4709
5	4.850	5959
6	9.000	6103
7	4.552	5496

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A Tabela 16 citada acima mostra que o modelo de previsão erra de forma considerável em alguns meses se relacionado aos outros modelos. A equação encontrada para este modelo de previsão de demanda foi a seguinte:

$$y = -2,4595x^5 + 87,094x^4 - 1106,8x^3 + 6033,8x^2 - 12510x + 9265,9 \quad (15)$$

O R^2 deste modelo de previsão de demanda tem o seguinte valor:

$$R^2 = 0,8143$$

Estes dados são importantes, pois, fazem parte de um resultado de possibilidades para a empresa.

Logo a seguir a Figura 19 mostra a demanda prevista pela função polinomial de ordem 5. E faz comparações da demanda real e o previsto pelo modelo.

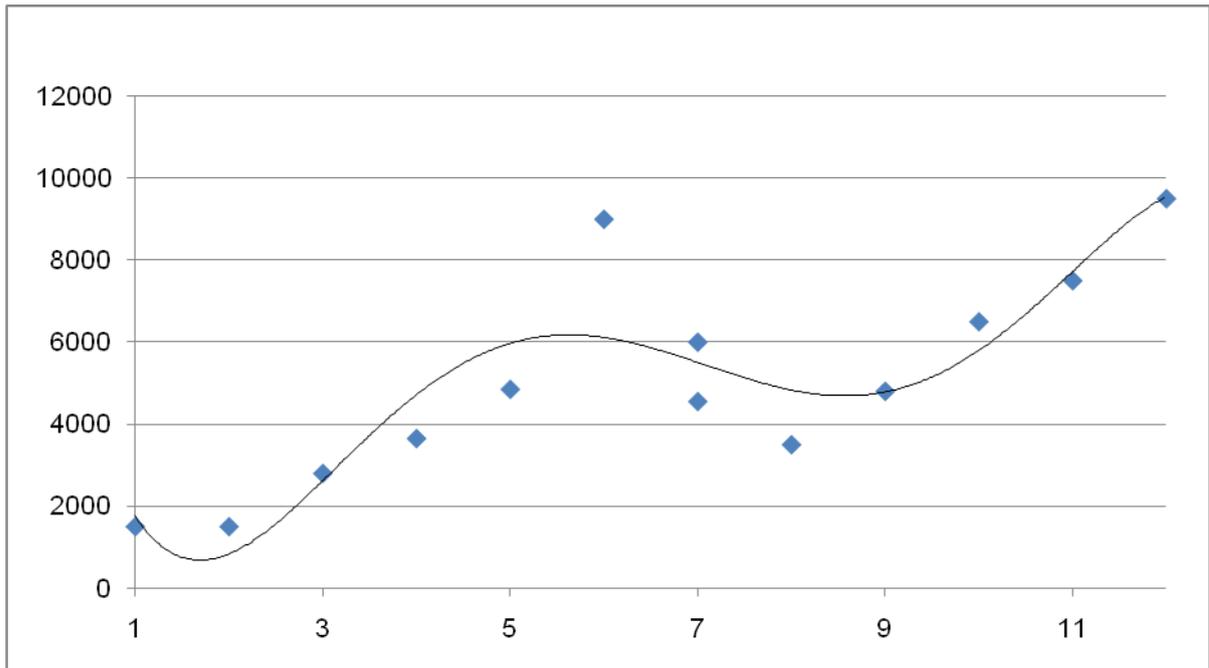


Figura 19 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 5
Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A Figura 19 apresentada acima mostra quais são as movimentações feitas pela linha de tendência deste modelo de previsão de demanda. A previsão deste modelo se fosse analisado somente a linha de tendência, teríamos uma boa conclusão sobre o método. A linha faz uma curva paralela a da demanda com pouca variação.

8.3.5.8 Regressão não linear função polinomial de ordem 6

Para este método de previsão a Tabela 17 apresenta o comparativo da demanda real da empresa com a quantidade prevista por modelo de previsão.

Tabela 17 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 6

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 6
7	6000	143723
8	3500	311983
9	4800	627255
10	6.500	1177852
11	7.500	2085070
12	9.500	3509643
1	1.500	1551
2	1.500	1520
3	2.800	3272
4	3.650	9031
5	4.850	24169
6	9.000	61120
7	4.552	143723

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Na tabela 17, apresentada acima pode-se perceber que este modelo apresentou uma má previsão para esta demanda, os valores obtidos por este método de previsão foram muito diferentes do real.

Logo abaixo tem-se em observação a Figura 20 que mostra a função polinomial de ordem 6 que apresenta uma linha de tendência bastante fiel ao que diz respeito à demanda, mas, não apresenta qualidade em sua previsão.

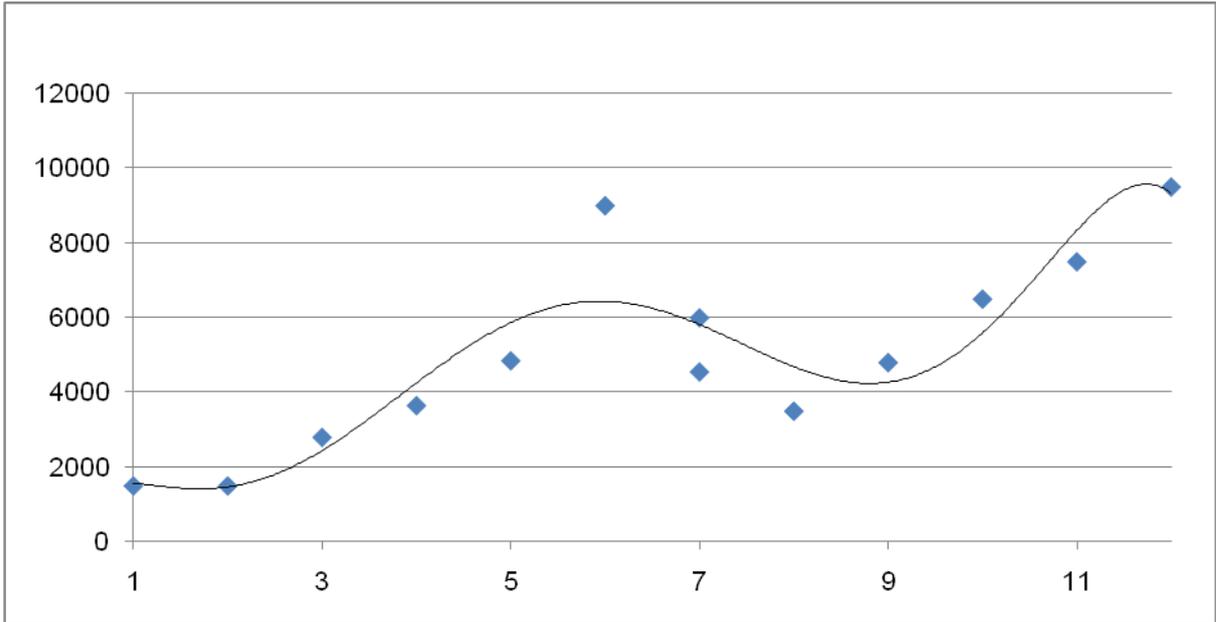


Figura 20 – Regressão não linear função Polinomial de ordem 6
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

A fórmula utilizada para a determinação deste modelo de previsão demanda foi a seguinte:

$$y = -0,5861x^6 + 20,344x^5 - 256,15x^4 + 1404,9x^3 - 3141,9x^2 + 2735,4x + 787,72 \quad (16)$$

O coeficiente de determinação deste modelo de previsão é:

$$R^2 = 0,836$$

O sexto modelo de previsão não linear com função matemática polinomial de ordem 6, apresentado pela Figura 20, apesar de apresentar o seu R^2 muito bom acima do que os autores Martins e Laugeni (2001) recomendam que é 0,7 ou 70%, quando calculados o erro e desvio padrão se tornou um modelo inadequado quanto ao que se esperava pelo R^2 que foi de 0,8365 ou 83%. Isso quer dizer que 83% das variações de demanda poderiam ser explicadas através do aspecto em estudo que é a época do ano.

9 AVALIAÇÃO DOS MODELOS

Depois da realização dos testes com todos os modelos apresentados acima, pode-se definir que os modelos e métodos de previsão de demanda podem ou não se adequar á uma fábrica de confecção.

Os estudos foram realizados com funções matemáticas que são os modelos de regressão não lineares e métodos definidos e conceituados de previsão de demanda. Então a princípio tinham-se duas possibilidades na realização do estudo. Estruturar um modelo adequado de previsão de demanda para a empresa, ou, não conseguir que nenhum dos modelos fosse adequado para ser implantado na empresa.

A tabela 18 mostra a avaliação dos modelos de previsão de demanda com a utilização dos métodos do erro, desvio padrão e coeficiente de determinação.

Tabela 18 – Métodos de avaliação

MÉTODO DE PREVISÃO	Métodos de Avaliação		
	Erro	Desvio Padrão	Determinação
Média móvel de 3 meses	3.035	3.473	
Média móvel de 5 meses	(5.561)	3.329	
Suavização exponencial com fator 0,15	1.721	3.193	
Regressão linear simples	3.393	1.307	R ² = 0,606
Regressão não linear função potência	5.593	1.333	R ² = 0,764
Regressão não linear função exponencial	4.255	1.482	R ² = 0,678
Regressão não linear função logarítmica	1	1.582	R ² = 0,590
Regressão não linear função polinomial de ordem 2	3.639	1.289	R ² = 0,608
Regressão não linear função polinomial de ordem 3	1.858	1.219	R ² = 0,698
Regressão não linear função polinomial de ordem 4	2.196	1.070	R ² = 0,759
Regressão não linear função polinomial de ordem 5	1.053	992	R ² = 0,814
Regressão não linear função polinomial de ordem 6	(6.965.598)	1.175.449	R ² = 0,836

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Percebe-se que o modelo não linear função logarítmica tem um erro muito pequeno, de 1 ponto. Essa diferença representa uma viabilidade do modelo se fosse avaliado apenas o fator do erro.

Foram analisados o erro e desvio padrão de todos os modelos e R² de todos os modelos baseados em regressão. Estão postados no apêndice 01, todos os

cálculos realizados com os métodos de previsão, para esclarecimento de dúvidas, maior confiabilidade e demonstrar integridade dos resultados.

Para se ter uma variação de demanda explicada pelas variáveis em estudo, a relação entre elas deve ser, de no mínimo 0,7 ou 70%. Isso como pôde ser percebido, foi alcançado em poucos modelos de previsão.

Depois de muitas pesquisas e resultados desconfortantes, um dos modelos de previsão teve o seu R^2 maior que todos, Regressão não linear função polinomial de ordem 6. Apesar de apresentar o seu R^2 muito bom acima do recomendado, 0,7 ou 70%, ao calcular o SAE que é a soma acumulada dos erros e o desvio padrão, se tornou um modelo inadequado, o que não se esperava pelo R^2 que foi de 0,836 ou 83%. Isso quer dizer que 83% das variações da demanda poderiam ser explicadas pelo período de tempo referente, através do aspecto em estudo que é a demanda em épocas do ano. O modelo de regressão não linear função polinomial de ordens 5, também teve seu coeficiente acima de 80% e contou ainda com um bom desempenho com relação ao erro e desvio padrão.

O modelo polinomial de ordem 5 apresentou o menor desvio padrão, o segundo maior R^2 e o segundo menor erro. Isso significa para este trabalho viabilidade deste método de previsão para o demanda em estudo.

10 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Muitas metodologias de previsão de demanda foram utilizadas neste trabalho, e fizeram com que o mesmo fosse enriquecido, devido à sua importância em termos de conhecimento a respeito de previsão, mercado de vendas, comercialização, previsão de demanda, métodos de previsão entre outros aspectos.

A demanda em estudo, da empresa Via Charmy, foi agregada para melhor conhecer suas reais variações nos períodos propostos. Os períodos de julho de 2007 a julho de 2008 apresentaram uma variação muito grande nesses mesmos meses. Estas variações foram tão expressivas que os modelos de previsão utilizados nesta pesquisa não foram capazes de acompanhar a demanda real. Pode-se presumir então que a demanda real desta empresa é de grande variação durante o ano, mais especial em algumas épocas.

Atualmente a empresa não utiliza nenhum tipo de previsão de demanda na sua área de produção ou vendas. A mesma utiliza apenas os pedidos e trabalha dentro do atendimento de cada pedido. A elevação das vendas em determinadas épocas do ano é que fazem os setores de produção conhecer sua demanda final de cada produto.

Foram estudados os modelos de previsão: média móvel de 3 e 5 meses, suavização exponencial com fator 0,15, regressão linear simples, os modelos de regressão não linear de funções matemáticas, potência, exponencial, logarítmica e polinomial de ordens 2, 3, 4, 5 e 6. Dentre todos eles foi observado que um se destacou pelo método de desvio padrão.

Após a utilização de todos os modelos de previsão de demanda citados acima e por estar em avaliação dos modelos, o método do desvio padrão, a regressão não linear função polinomial de ordem 5, apresentou o melhor resultado entre todos os modelos estudados.

A pesquisa realizada neste trabalho deixa como sugestão de modelo de previsão de demanda para a empresa Via Charmy, o método de previsão Regressão não linear função polinomial de ordem 5, pois, o mesmo apresentou diante dos outros modelos estudados o melhor desvio padrão, o segundo menor erro e o segundo maior R^2 , esta avaliação do modelo o faz ser o mais adequado para este

tipo de demanda e pode explicar a variação desta demanda pelas épocas do ano em até 81% de suas ocorrências, através do coeficiente de determinação que é o R^2 .

Assim pode-se concluir então que o acompanhamento das linhas de tendência deste modelo foram mais precisas com relação à demanda, se comparado aos outros modelos. Este método foi capaz de melhor prever as variações da demanda real da empresa, como foi o objetivo inicial do estudo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa foram frutos de muito trabalho e dedicação, pois, a distância das fontes de dados, gerou muitos conflitos de raciocínios e fizeram perder um bom tempo de pesquisa. A falta de tempo para pesquisar dentro da empresa, dificuldade por parte da empresa na obtenção dos dados, tudo isso fez com que durante muito tempo brotasse um pensamento de desistência. Mas estes pensamentos foram superados com muita força de vontade.

A partir da pesquisa realizada neste trabalho, podem ser deixados como sugestões para trabalhos futuros: a retirada dos valores discrepantes, que foram apresentados pela demanda em estudo e a reestruturação dos cálculos a partir de cada método de previsão e a análise dos resultados obtidos comparada aos resultados anteriores. Ainda como sugestão aos demais trabalhos, a aplicação das seguintes metodologias de previsão: a utilização para previsão de demanda, de métodos qualitativos que foram apenas citados nesta obra. Métodos como: Delphi e Opinião de força de vendas, que são de fácil aplicabilidade e de grande expressão para a previsão de forma geral. Estes que fazem parte de um conjunto de modelos conceituados em previsão de demanda.

A utilização dos métodos qualitativos pode ser feita em forma individual (método por método) ou de forma conjunta aos métodos qualitativos, o que enriqueceria ainda mais o trabalho e daria mais credibilidade à pesquisa realizada, por serem métodos de importância classificada e menor índice de pesquisas realizadas a respeito. A pesquisa conjunta agregaria ao trabalho uma carga de responsabilidade muito importante para o autor, por ser algo inédito e de grande estima para todos que trabalham e gostam da área de produção e operações.

Além destes, podem ser utilizados outros métodos quantitativos que não foram utilizados no trabalho, como: ajustamento sazonal, outros tipos de Média e Regressão linear múltipla. Além destes, alguns métodos heurísticos de Mineração de Dados tem sido empregado nos últimos anos com bons resultados (FAYYAD et.

AL., 2005; FERREIRA, 2005; LEMOS, et al., 2006) como: Redes Neurais, Árvores de Decisão, Lógica Fuzzy, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONGIOVANNI, Vincenzo; LEITE, Olímpio Rudinin Vissoto; LAUREANO, José Luiz Tavares. **Matemática**. São Paulo: Ática , 1994

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

DOWLING, Edward Thomas. **Elementos de matemática aplicada à economia e administração**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1984.

EDWARD, Dowling T.. **Elementos de matemática aplicada a economia e administração**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1984.

FAYYAD, Usama M.; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory.;SMYTH, Padhraic. From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. **American Association for Artificial Intelligence**. CA, USA: AAAI/MIT. pp.37-54. 1996.

FERREIRA, Jorge Brantes. **Mineração de dados na retenção de clientes em telefonia celular**. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-PUC-RIO. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

KOTLER, Philip. **Administração de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2000

LEMOS, Eliane Prezepiorski; STEINER, Maria Teresinha Arns; NIEVOLA, Julio César. Análise de crédito bancário por meio de redes neurais e árvores de decisão: uma aplicação simples de data mining. **Revista de Administração**. v. 40, n.3, p. 225-234, jul./ago./set. 2005.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2001.

_____. **Administração da produção**. 2.ed. rev, aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2006.

MILONE, Giuseppe; ANGELINI, Flavio. **Estatística geral**: descritiva, probabilidades, distribuições. São Paulo: Atlas, 1993.

MONKS, Joseph G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1993.

RITZMAN, Larry P. **Administração da produção e operações**. Tradução Roberto Galman. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo; colaboração Grace Vieira Backer, Maria Ivone de Mello. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

STEVENSON, Willian J. **Administração das operações de produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

Revisado por

Célia Romano Amaral Mariano
Biblioteconomista CRB/1-1528

APÊNDICE A

Média móvel de 3 meses

A numeração dos meses foram iniciadas em 7 devido a coleta de dados ter sido iniciada no mês de julho de 2007. Assim também termina em 7, pois, foi terminada a coleta de dados no mês de julho de 2008.

Tabela 19 – Média móvel de 3 meses

Mês	Valor Real	Previsão Média Móvel de meses	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000			
8	3500			
9	4800			
10	6.500	4.767	1.733	3.004.444
11	7.500	4.933	2.567	6.587.778
12	9.500	6.267	3.233	10.454.444
1	1.500	7.833	(6.333)	40.111.111
2	1.500	6.167	(4.667)	21.777.778
3	2.800	4.167	(1.367)	1.867.778
4	3.650	1.933	1.717	2.946.944
5	4.850	2.650	2.200	4.840.000
6	9.000	3.767	5.233	27.387.778
7	4.552	5.833	(1.281)	1.641.815
Total			3.035	120.619.871
EQM				12.061.987
Desvio Padrão				3.473

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 20 – Média móvel de 5 meses

Mês	Valor Real	Previsão Média Móvel de 5 meses	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000			
8	3500			
9	4800			
10	6.500			
11	7.500			
12	9.500	5.660	3.840	14.745.600
1	1.500	6.010	(4.510)	20.340.100
2	1.500	5.993	(4.493)	20.190.044
3	2.800	5.820	(3.020)	9.120.400
4	3.650	5.568	(1.918)	3.678.724
5	4.850	5.194	(344)	118.336
6	9.000	4.494	4.506	20.304.036
7	4.552	4.174	378	142.884
Total			(5.561)	88.640.124
EQM				11.080.016
Desvio Padrão				3.329

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 21 – Suavização exponencial com fator 0,15

Mês	Valor Real	Suavização Exponencial com fator de 0,15	Erro	Erro ao Quadrado
7				
8				
9				
10				
11	7.500	4.248	3.252	10.574.333
12	9.500	4.146	5.354	28.663.603
1	1.500	5.268	(3.768)	14.200.688
2	1.500	5.166	(3.666)	13.442.196
3	2.800	5.064	(2.264)	5.127.236
4	3.650	4.962	(1.312)	1.722.184
5	4.850	4.860	(10)	106
6	9.000	4.758	4.242	17.992.189
7	4.552	4.656	(104)	10.870
Total			1.721	91.733.404
EQM				10.192.600
Desvio Padrão				3.193

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 22 – Regressão linear simples

Mês	Valor Real	Regressão Linear Simples	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5318	682	465.424
8	3500	5898	(2.398)	5.748.582
9	4800	6477	(1.677)	2.813.872
10	6.500	7057	(557)	310.583
11	7.500	7637	(137)	18.807
12	9.500	8217	1.283	1.646.140
1	1.500	1839	(339)	114.745
2	1.500	2419	(919)	843.789
3	2.800	2998	(198)	39.370
4	3.650	3578	72	5.147
5	4.850	4158	692	478.726
6	9.000	4738	4.262	18.165.155
7	4.552	5318	(766)	586.419
Total			3.393	22.208.882
EQM				1.708.376
Desvio Padrão				1.307

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 23 – Regressão não linear função potência

Mês	Valor Real	Potência	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5.262	738	544.961
8	3500	5.790	(2.290)	5.242.683
9	4800	6.299	(1.499)	2.247.390
10	6500	6.793	(293)	85.678
11	7500	7.272	228	51.784
12	9500	7.740	1.760	3.097.867
1	1500	1.306	194	37.520
2	1500	2.146	(646)	417.001
3	2800	2.869	(69)	4.698
4	3650	3.525	125	15.709
5	4850	4.135	715	510.817
6	9000	4.712	4.288	18.387.508
7	4552	5.262	(710)	503.795
Total			5.593	23.112.378
EQM				1.777.875
Desvio Padrão				1.333

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 24 – Regressão não linear função exponencial

Mês	Valor Real	Exponencial	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	4668	1.332	1.774.129
8	3500	5381	(1.881)	3.537.434
9	4800	6202	(1.402)	1.966.761
10	6.500	7149	(649)	421.812
11	7.500	8241	(741)	549.284
12	9.500	9499	1	0
1	1.500	1990	(490)	240.107
2	1.500	2294	(794)	630.222
3	2.800	2644	156	24.299
4	3.650	3048	602	362.578
5	4.850	3513	1.337	1.786.931
6	9.000	4050	4.950	24.505.650
7	4.552	4668	(116)	13.464
Total			4.255	28.534.347
EQM				2.194.950
Desvio Padrão				1.482

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 25 – Regressão não linear função logarítmica

Mês	Valor Real	Logarítmica	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5753	247	61.228
8	3500	6115	(2.615)	6.838.580
9	4800	6435	(1.635)	2.672.654
10	6.500	6721	(221)	48.778
11	7.500	6980	520	270.810
12	9.500	7216	2.284	5.217.457
1	1.500	470	1.030	1.061.312
2	1.500	2352	(852)	725.148
3	2.800	3452	(652)	425.512
4	3.650	4233	(583)	340.253
5	4.850	4839	11	119
6	9.000	5334	3.666	13.439.053
7	4.552	5753	(1.201)	1.441.337
Total			1	32.542.240
EQM				2.503.249
Desvio Padrão				1.582

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 26 – Regressão não linear função polinomial de ordem 2

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 2	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5427	573	327.775
8	3500	5987	(2.487)	6.182.851
9	4800	6525	(1.725)	2.976.232
10	6.500	7043	(543)	295.294
11	7.500	7541	(41)	1.700
12	9.500	8019	1.481	2.194.386
1	1.500	1645	(145)	20.914
2	1.500	2326	(826)	682.464
3	2.800	2987	(187)	35.045
4	3.650	3628	22	489
5	4.850	4248	602	362.211
6	9.000	4848	4.152	17.238.888
7	4.552	5427	(875)	766.472
Total			3.639	21.597.865
EQM				1.661.374
Desvio Padrão				1.289

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 27 – Regressão não linear função polinomial de ordem 3

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 3	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5209	791	625.564
8	3500	5320	(1.820)	3.313.405
9	4800	5630	(830)	688.239
10	6.500	6285	215	46.096
11	7.500	7436	64	4.145
12	9.500	9229	271	73.547
1	1.500	401	1.099	1.208.729
2	1.500	2436	(936)	876.553
3	2.800	3781	(981)	961.470
4	3.650	4582	(932)	868.125
5	4.850	4988	(138)	19.058
6	9.000	5148	3.852	14.839.845
7	4.552	5209	(657)	431.746
Total			1.858	19.329.314
EQM				1.486.870
Desvio Padrão				1.219

Fonte: Elaborado pelo autor , 2008

Tabela 28 – Regressão não linear função polinomial de ordem 4

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 4	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5762	238	56.637
8	3500	5493	(1.993)	3.970.754
9	4800	5222	(422)	178.477
10	6.500	5434	1.066	1.136.356
11	7.500	6776	724	524.782
12	9.500	10061	(561)	314.949
1	1.500	1210	290	84.034
2	1.500	1802	(302)	91.409
3	2.800	2977	(177)	31.495
4	3.650	4224	(574)	329.461
5	4.850	5196	(346)	119.759
6	9.000	5714	3.286	10.800.719
7	4.552	5762	(1.210)	1.464.133
Total			2.196	14.897.099
EQM				1.145.931
Desvio Padrão				1.070

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 29 – Regressão não linear função polinomial de ordem 5

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 5	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	5496	504	254.442
8	3500	4812	(1.312)	1.720.368
9	4800	4749	51	2.579
10	6.500	5736	764	583.849
11	7.500	7633	(133)	17.747
12	9.500	9442	58	3.413
1	1.500	1768	(268)	71.575
2	1.500	842	658	433.622
3	2.800	2613	187	34.799
4	3.650	4709	(1.059)	1.121.557
5	4.850	5959	(1.109)	1.229.243
6	9.000	6103	2.897	8.394.625
7	4.552	5496	(944)	890.338
Total			1.053	12.780.770
EQM				983.136
Desvio Padrão				992

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

Tabela 30 – Regressão não linear função polinomial de ordem 6

Mês	Valor Real	Polinomial de ordem 6	Erro	Erro ao Quadrado
7	6000	143723	(137.723)	18.967.530.224
8	3500	311983	(308.483)	95.161.459.223
9	4800	627255	(622.455)	387.449.973.188
10	6.500	1177852	(1.171.352)	1.372.064.851.947
11	7.500	2085070	(2.077.570)	4.316.298.833.854
12	9.500	3509643	(3.500.143)	12.251.002.073.292
1	1.500	1551	(51)	2.591
2	1.500	1520	(20)	410
3	2.800	3272	(472)	222.623
4	3.650	9031	(5.381)	28.955.609
5	4.850	24169	(19.319)	373.215.357
6	9.000	61120	(52.120)	2.716.467.881
7	4.552	143723	(139.171)	19.368.471.742
Total			(6.965.598)	17.961.853.095.305
EQM				1.381.681.007.331
Desvio Padrão				1.175.449

Fonte: Elaborado pelo autor, 2008

DECLARAÇÃO

Eu, CÉLIA ROMANO DO AMARAL MARIANO, RG nº 5.714.022-4, formada em Biblioteconomia pela Faculdade de Sociologia e Política da USP com diploma registrado no MEC, inscrita no CONSELHO REGIONAL DE BIBLIOTECONOMIA – CRB/1-1528, DECLARO para os devidos fins acadêmicos que fiz a revisão das citações e referências bibliográficas da monografia de conclusão de **JHONATA VENÂNCIO DOS SANTOS** do Curso de Administração de Empresas da Faculdade de Ciências e Educação de Rubiataba – FACER.

Rubiataba, 26 de janeiro de 2009

Célia Romano do Amaral Mariano
Biblioteconomista – FACER
CRB/1- 1528