

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Guaratinguetá

Guaratinguetá

2013

LUIZ GUSTAVO DUARTE DA SILVA

ANÁLISE QUANTITATIVA DE DEMANDA EM UMA EMPRESA
SIDERÚRGICA

Trabalho de Graduação apresentado
ao Conselho de Curso de
Graduação em Engenharia
Mecânica da Faculdade de
Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para obtenção do
diploma de Graduação em
Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá

2013

S586a	Silva, Luiz Gustavo Duarte da Análise quantitativa de demanda em uma empresa siderúrgica / Luiz Gustavo Duarte da Silva – Guaratinguetá : [s.n], 2013. 38 f : il. Bibliografia: f. 37-38 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013. Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins 1. Oferta e procura 2. Produção (Teoria econômica) I. Título CDU 339.13
-------	---

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

ANÁLISE QUANTITATIVA DE DEMANDA EM UMA EMPRESA SIDERÚRGICA

LUIZ GUSTAVO DUARTE DA SILVA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE DO REQUISITO
PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

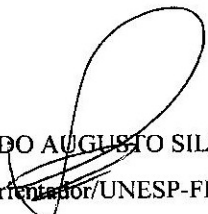
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Dr. ANTÔNIO WAGNER FORTI

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS

Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE DE OLIVEIRA

UNESP-FEG



Prof. Dr. MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS

UNESP-FEG

DADOS CURRICULARES

LUIZ GUSTAVO DUARTE DA SILVA

NASCIMENTO	08.02.1988 – SÃO PAULO / SP
FILIAÇÃO	José Agostinho da Silva Maria Auxiliadora Duarte da Silva
2007/2013	Curso de Graduação Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me guiar pelo caminho certo e mesmo nas dificuldades sempre tive a certeza que ele estava comigo.

A minha esposa, Andreza de Freitas Duarte, que nos momentos de fraqueza me deu forças, nos momentos de tristeza me trouxe alegria e sempre acreditou em mim.

Ao meu filho Arthur que trouxe a alegria e a força para me superar.

A minha família, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos decisivos de minha vida. Em especial meu Pai José Agostinho da Silva, que me ensinou a ter fé e lutar honestamente pelos meus objetivos, minha Mãe Maria Auxiliadora Duarte da Silva, por seu amor e preocupação comigo e meu Irmão Raphael Duarte da Silva, que sempre torceu pelo meu sucesso.

A todos meus amigos, em especial Rafael Augusto e Rafael Guedes da Silva que se tornaram parte de minha família e estiveram sempre presentes nos momentos decisivos de minha vida com sua fiel amizade, e a todos que de alguma maneira ajudaram a alcançar esta importante etapa de minha vida. Cito também Rafael Kawasaka, Thiago Minoru, Lucas Andrade e Marcelo Renó que conheci na faculdade, mas que considero amigos para a vida toda.

Ao Professor Dr. Fernando Augusto Silva Marins por todo apoio e dedicação à conclusão deste trabalho.

“Você não pode conectar os pontos olhando adiante, você só pode conectá-los olhando para trás. Então você tem que confiar que os pontos de algum jeito vão se conectar em seu futuro. Você tem que confiar em alguma coisa seu Deus, destino, vida, carma, seja o que for porque acreditar que os pontos vão se ligar em um momento vai te dar confiança para seguir seu coração, mesmo que te leve para um caminho diferente do previsto, e isso fará toda a diferença.”

Steve Jobs

SILVA, L. G. D. da **Análise Quantitativa de demanda em uma empresa siderúrgica – Planejamento operacional**. 2013. 38 f. Trabalho de Graduação de Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

RESUMO

As empresas, de forma geral, funcionam devido ao trabalho de seus subsistemas e isso é possível graças ao planejamento operacional que tenta promover a melhor maneira de integrá-los sem abrir mão da missão, visão e valores da empresa. O objetivo principal de uma empresa é atender seus clientes, mas para ser bem sucedida deve levar em conta outros fatores como sua sobrevivência, lucratividade, crescimento e do ponto de vista operacional para utilizar seus recursos de maneira efetiva. A utilização de ferramentas para apoiar o processo gerencial de análise de tomadas de decisão vem ganhando importância em um contexto de competitividade no mercado mundial. O objetivo deste trabalho é apresentar uma simulação do processo de previsão de demanda visando obter os resultados ideais para uma empresa siderúrgica, comparar com os resultados reais de entrada de pedidos e avaliar a magnitude do erro.

PALAVRAS-CHAVE: Subsistemas, Planejamento, Produção, Demanda

SILVA, L. G. D. da. **Quantitative Analysis of demand for a steel company**. 2013. 38 f. Undergraduate Work of Mechanical Engineering - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2013.

ABSTRACT

Companies, in general, operate due to the work of its subsystems and this is possible thanks to operational planning that tries to promote the best way to integrate them without giving up the mission, vision and values of the company. The main purpose of a business is to serve customers, but to be successful must take into account other factors such as survival, profitability, growth and operational standpoint to use their resources effectively. The use of tools to support the process of analysis of management decision-making is gaining importance in the context of competitiveness in the world market. The objective of this paper is to present a simulation of the process of forecasting demand to obtain optimal results for a steel company, compare the actual results with order entry and assess the magnitude of the error

KEYWORDS: Subsystems, Planning, Production, Demand.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Acurácia x Custo.....	15
Figura 2: Métodos de Previsão	16
Figura 3: Características de uma série temporal	18
Figura 4: Comparação com os valores reais de entrada de pedidos – Média.....	28
Figura 5: Comparação com os valores reais de entrada de pedidos - Média Móvel.....	29
Figura 6: Média Móvel Dupla com os valores reais de entrada de pedidos.....	30
Figura 7: Amortecimento Exponencial: Comparação com os valores reais de entrada de pedidos.	31
Figura 8: AED – Brown Comparação com os valores reais de entrada de pedidos.....	32
Figura 9: AED – Duplo Comparação com os valores reais de entrada de pedidos.....	33
Figura 10: Aderência dos Métodos de Previsão de demanda com a entrada real de pedidos.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tendências comuns em métodos qualitativos (Adaptado de MAKRIDAKIS, 1988).....	17
Tabela 2: Média do período de 2011 a 2012	27
Tabela 3: Média Móvel do período de 2011 a 2012.....	28
Tabela 4: Média Móvel Dupla do período de 2011 a 2012.....	29
Tabela 5: Amortecimento Exponencial Simples do período de 2011 a 2012.	30
Tabela 6: Amortecimento Exponencial Duplo do período de 2011 a 2012	31
Tabela 7: Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Holt) do período de 2011 a 2012	33
Tabela 8 : Seleção de Modelo.	34

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.2. OBJETIVOS.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1. MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA.....	12
2.2. Métodos Qualitativos	16
2.3. Métodos Quantitativos	18
2.3.2 Média Simples	19
2.3.3 Média Móvel.....	20
2.3.4 Média Móvel Simples:.....	20
2.3.5 Média Móvel Dupla – MMD	21
2.3.6 Suavização Exponencial Simples	22
2.3.7 Suavização Exponencial Duplo (Método de Brown)	22
2.3.8 Suavização Exponencial Duplo (Método de Holt)	23
2.4 Medidas de Erro na previsão	24
2.4.1 Erro Absoluto Médio (MAD)	25
2.4.2 Erro Percentual Médio (MPE)	25
2.4.3 Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)	26
2.4.4 Erro quadrático médio (MSE)	26
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS	26
3.1. MEMORIAL DE CÁLCULOS.....	27
3.1.1 Previsão 1 – Média:	27
3.1.2 Previsão 2 – Média Móvel Simples:	28
3.1.3 Previsão 3 – Média Móvel Dupla:	29

3.1.4 Previsão 4 – Amortecimento Exponencial Simples:	30
3.1.5 Previsão 5 – Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Brown):	31
3.1.6 Previsão 6 – Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Holt):	32
4. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

As empresas estão num processo contínuo de mudanças e para se adequar ao mercado devem absorver e se adaptar às diferentes demandas o mais rápido possível, pois a concorrência é grande e hoje por pequenos detalhes uma empresa se sobressai sobre a outra. Portanto a empresa sofre influência direta do meio em que está inserida e deve ter um planejamento para que não sofra com possíveis variações do mercado.

Para uma empresa sobreviver no concorrido mercado de trabalho ela deve ser flexível desde o mercado externo (clientes, fornecedores, instituições governamentais, etc.) até no ambiente interno (subsistemas) para que possíveis mudanças no mercado não interfiram no relacionamento entre os meios.

Neste sentido é importante que as empresas disponham de sistemas de previsão de demanda visto que um planejamento de produção, manutenção de estoques e recursos logísticos são essenciais para entregar no prazo acordado, na quantidade certa, na qualidade correta, gerando lucro e satisfazendo os clientes.

1.2.OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi analisar métodos quantitativos de demanda para serem utilizados em uma empresa siderúrgica.

Como objetivo específico buscou-se comparar os resultados encontrados com a demanda real e o método utilizado atualmente na empresa de forma a selecionar aquele que possui melhor aderência ao perfil de demanda em questão.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado como segue: no capítulo 2 a introdução, com a teoria necessária para desenvolver o estudo, no capítulo 3, a metodologia utilizada, no item 3.1 os resultados e no item 3.2 o memorial de cálculos contendo as tabelas e gráficos gerados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

De acordo com A Associação para gerenciamento de Operações - APICS (The Association for Operations Management), A maioria das empresas parece usar métodos simples de previsão de demanda que são de fácil entendimento, os quais levam em conta a opinião dos membros e a experiência de cada um (Métodos Qualitativos).

Por outro lado muitas previsões de demanda são feitas com métodos cujos resultados sejam mais otimistas, sendo muito mais confortável utilizar este método mesmo que não seja o mais eficaz.

Os métodos são mais utilizados para definir metas do que propriamente pra previsão e isto acaba influenciando diretamente nos valores obtidos por conta da pressão exercida para atingir a meta estipulada.

As empresas iniciam seu planejamento a partir da meta definida pelos membros do comitê executivo e planejamento estratégico (corporativo) que em função das expectativas do mercado estabelecem um ritmo de crescimento anual. Desta forma a meta individual de cada unidade e setor é estabelecida levando em conta a capacidade real de produção.

A meta estabelecida pelo corporativo é chamada de estratégica e tem caráter anual, a previsão de vendas e operações - S&OP (*Sales and Operations Planning*) é utilizada para períodos menores (em geral para três meses), podendo ser revisada e adequada conforme o desempenho do mercado tornando-se assim uma meta secundária a ser perseguida caso o planejamento estratégico não esteja alinhado com a demanda.

Os métodos de previsão de demanda sejam estatísticos ou conceituais, são influenciados por fatores de mercado como sazonalidade, tendência e outras influências externas não previstas. Isto pode ser escrito pela seguinte equação: (Resultado atual = resultado previsto + casualidades).

O objetivo da previsão da demanda é justamente diminuir o impacto das casualidades no resultado e isto pode ser feito começando pela escolha do método correto. É importante lembrar que para cada situação que a previsão for aplicada existe um método que melhor se aplica, portanto deve-se analisar cada caso de forma que a escolha do método seja eficaz.

Os métodos de previsão de demanda são divididos em duas grandes categorias: Qualitativos e Quantitativos. Os métodos qualitativos são aqueles que dependem das avaliações subjetivas de uma pessoa ou grupo (O comitê executivo, por exemplo). Os

métodos quantitativos, também chamados de matemáticos, são aqueles que dependem do histórico de vendas que é uma relação entre o passado de vendas e algumas outras variáveis que serão discutidas adiante.

Apesar dos métodos serem divididos em duas grandes categorias é importante lembrar que a avaliação subjetiva está presente na grande maioria dos métodos. A visão do mercado é muito importante, se faz necessário avaliar o presente e ter uma previsão de como se comportará no futuro. As técnicas qualitativas mais usadas são: opinião independente, opinião do comitê, estimativas de vendas e opinião executiva.

Os métodos qualitativos são usualmente considerados a ultima opção, pois existem modelos matemáticos para previsão, o uso do método qualitativo fica por conta de não existir um histórico significativo de dados visto que o método quantitativo é baseado na série histórica de eventos. A utilização desse método ainda é comum nas organizações, possui uma série de desvantagens quando comparado com os métodos quantitativos já que são mais tendenciosos devido a opinião de especialistas no processo.

Existem dois principais tipos de divisão dentro da categoria quantitativa: série histórica (método unidimensional) e casual (método proativo ou multidimensional). A técnica da série histórica é feita com a premissa de que as vendas futuras seguirão o padrão das vendas passadas. Em outras palavras o método da série histórica leva em conta um padrão de sazonalidade, tendência ou ciclo somado a série histórica de vendas considerando que este padrão irá se repetir no futuro.

O mais básico dos métodos é conhecido como modelo simples (*naive model*) porque assume que as vendas futuras serão idênticas as do passado. É muito ingênuo considerar que as vendas serão exatamente iguais ao ano anterior visto que o mercado é muito dinâmico. Outro método da série histórica é chamado de média móvel (*moving averaging*). Esta técnica é também chamada de Suavização (*smoothing models*) uma vez que haja pequenas flutuações. O método mais usado na série histórica é chamado de exponencial. A premissa básica deste método é que a previsão de vendas dos períodos mais recentes tem maior impacto na previsão do que o histórico mais antigo.

O método mais avançado da série histórica é chamado de decomposição (*decomposition*). Essa técnica é baseada na hipótese que as vendas são afetadas por quatro elementos: tendência, influência sazonal, influências cíclicas e influências do acaso (irregulares). A técnica mais avançada da série histórica é chamada de “Box-Jenkins” que combina elementos chave da série histórica e os modelos de regressão. A autocorrelação dos coeficientes identifica a associação entre as mesmas variáveis em qualquer período de análise.

Apesar do sucesso desta previsão este é um dos métodos menos usados, isto é devido a sua complexidade que desestimula os responsáveis pela previsão da demanda.

O que se observa, de maneira geral, são sistemas de previsão que trabalham com uma integração de ambos os métodos: quantitativos e qualitativos. Dessa forma é possível aliar a consistência do método quantitativo à flexibilidade do método qualitativo. Enquanto o método qualitativo consegue identificar novas variáveis e são flexíveis para se adaptar e antecipar a mudanças, o método quantitativo pode trabalhar com uma grande quantidade de dados e não são tendenciosos (BLATTBERG; HOCH, 1990; GOODWIN, 2002).

Assim, a previsão subjetiva se concentra na predição da influência de mudanças em padrões e relações estabelecidas enquanto previsões quantitativas (estatísticas) se concentram na predição da continuação de tais padrões/relações (MAKRIDAKIS, 1988).

Dessa forma, a escolha do método ideal, depende dos seguintes fatores (MONTGOMERY *et al.*, 1990, p.10):

- forma requerida de previsão
- período, horizonte e intervalo de previsão
- disponibilidade de dados
- acurácia requerida
- padrões de demanda
- custo de desenvolvimento, instalação e operação
- facilidade de operação
- compreensão e cooperação da administração

Pode-se observar que quanto mais precisa a previsão, maior é seu custo e os custos aliados às incertezas do modelo diminuem. Assim pode-se verificar a existência de um ponto ótimo conforme Figura 1.

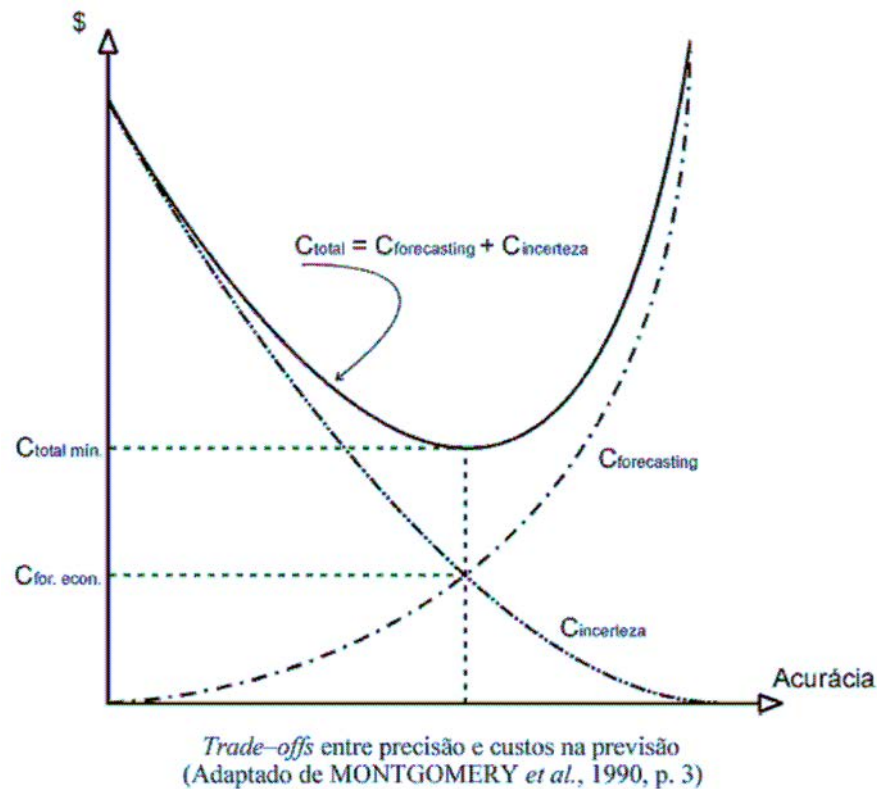


Figura 1: Acurácia x Custo

Os dados de uma série temporal podem sofrer a influência de vários fatores, como alterações econômicas de maneira geral, mudanças de padrão tecnológico, variações nas condições da natureza ou mesmo podem ser afetadas por fenômenos imprevisíveis (CORRAR & THEÓFILO, 2004).

Assim, no processo de escolha do método de previsão de demanda é sugerido rever os dados relacionados aos períodos de demandas para que possíveis anormalidades não comprometam o grau de confiabilidade do método.

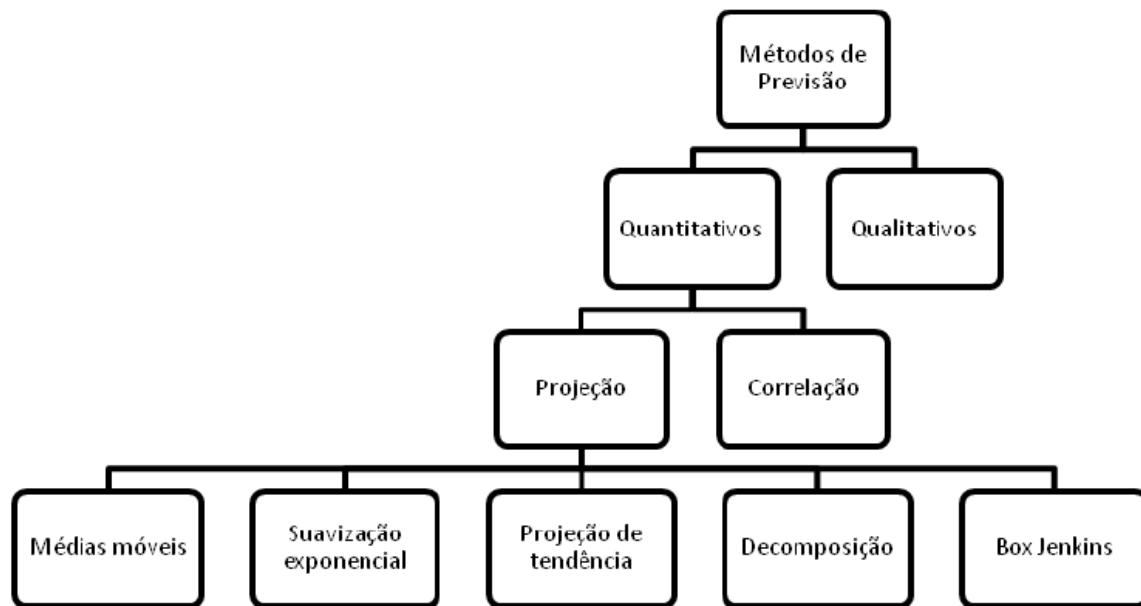


Figura 2: Métodos de Previsão

2.2. Métodos Qualitativos

A utilização de uma análise subjetiva para a realização de previsões é um dos métodos mais comuns nos dias de hoje. Entretanto essa análise não é sustentada em métodos estruturados, os chamados métodos qualitativos.

Esses modelos são baseados nos resultados de entrevistas realizadas com especialistas ou com pessoas que, de certa forma, são fundamentais para o processo (clientes, fornecedores, etc.) e são muito utilizados em previsões de médio e longo prazo, ou em situações onde não se tem uma série histórica robusta o suficiente para a aplicação dos métodos quantitativos (CHAMBERS; MULLICK; SMITH, 1971; GEORGOFF; MURDICK, 1986).

Existem também os modelos de escolha discreta, que tentam avaliar a atração por um serviço ou produto, através das preferências declaradas dos possíveis consumidores. Tais modelos valem-se da teoria da preferência declarada e geralmente não são tendenciosos, mas ainda estão em desenvolvimento.

Assim, o uso desse tipo de modelo é muito observado quando da necessidade do desenvolvimento de estratégias de longo e médio prazo e de novos produtos onde a taxa de aceitação do mesmo no mercado é ainda incerta (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998). Quando utilizado em conjunto com métodos quantitativos, pode reduzir erros de previsão através da flexibilidade do modelo e da adição de informações ao mesmo.

Os métodos qualitativos, se aplicados equivocadamente, geram tendências que podem influenciar os resultados, comprometendo a eficácia de sua previsão. A Tabela 1 indica quais

são as tendências mais comumente observadas e sugere formas de amenizar as consequências das mesmas no processo preditivo (SPEDDING; CHANN, 2000).

Tabela 1: Tendências comuns em métodos qualitativos (Adaptado de MAKRIDAKIS, 1988)

TIPO DE TENDÊNCIA	TENDÊNCIA	ORIENTAÇÃO
Otimismo	Previsão reflete os resultados desejados pelos tomadores de decisão.	Fazer a previsão em grupos de reuniões.
Inconsistência	Incapacidade de aplicar o mesmo critério de decisão em situações similares.	Formalizar o processo de tomada de decisão.
Novidades	Os eventos mais recentes são considerados mais importantes que eventos mais antigos, que são minimizados ou ignorados.	Considerar os fatores fundamentais que afetam o evento de interesse. Perceber que ciclos e sazonalidades existem.
Disponibilidade	Facilidade com a qual informações específicas podem ser reutilizadas quando necessário.	Apresentar informações completas que apontem todos os aspectos da situação a ser considerada.
Correlações Ilusórias	Acreditar na existência de padrões e/ou que variáveis são relacionadas quando isto não é verdade.	Verificar significância estatística dos padrões. Modelar relações, se possível, em termos de mudanças.
Conservadorismo	Não mudar ou mudar lentamente o ponto de vista quando novas informações / evidências estão disponíveis.	Monitorar as mudanças e elaborar procedimentos para atuar quando mudanças sistemáticas são identificadas.
Percepção seletiva	Tendência de ver problemas baseado na própria experiência.	Fazer com que pessoas com diferentes experiências façam previsões independentes.

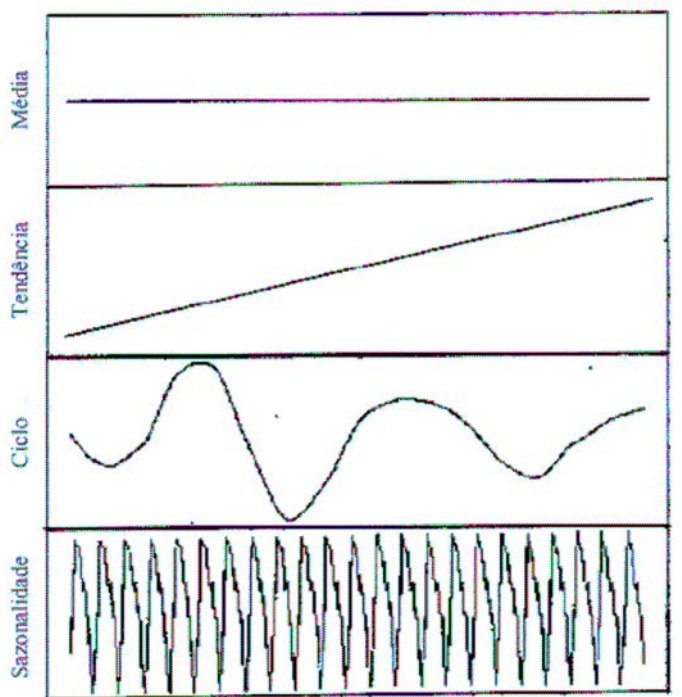
Dentre os principais métodos qualitativos estão o método Delphi, o *Role Playing* e a Pesquisa de Intenção. Estes não serão objetos de estudo desse trabalho uma vez que o foco da pesquisa está relacionado à seleção de um modelo quantitativo.

2.3. Métodos Quantitativos

A previsão da demanda pode ser realizada por diversos modelos através de métodos quantitativos. A escolha de um determinado modelo é feita em função do comportamento da série temporal estudada. Segundo Makridakis (1998), uma série temporal pode possuir até quatro características conhecidas: média, tendência, sazonalidade e ciclo.

As variações não explicadas por essas características são consideradas aleatórias e, geralmente, provenientes do ambiente externo (políticas, promoções, economia, etc.) podendo ser minimizadas com a aplicação dos métodos qualitativos em conjunto os quantitativos. Explicando cada característica, tem-se:

- Média: ocorre quando os valores de uma série oscilam entre um valor médio constante.
- Sazonalidade: ocorre quando existem padrões cíclicos de variação que se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo.
- Ciclo: ocorre quando a série apresenta variações ascendentes e descendentes não regulares no tempo.
- Tendência: Existe quando a série, de uma maneira geral, apresenta uma tendência ascendente ou descendente quando analisado um longo período de tempo.



Características de uma série temporal. (Adaptado de Makridakis *et al.*, 1998).

Figura 3: Características de uma série temporal

2.3.1 Extrapolação

Métodos estatísticos de extrapolação são essenciais na idéia de que os padrões existentes na série histórica podem se repetir no futuro. Isso possui maior probabilidade de ocorrer em horizontes de curto prazo. Assim, os métodos baseados nessa técnica possuem maior confiabilidade para previsões de um futuro imediato ou extremamente estável. (CHAMBERS; MULLICK; SMITH, 1971; ARMSTRONG, 2001d).

Segundo Mentzer e Gomes (1989), os métodos de extrapolação podem ser classificados em: (i) métodos com modelos matemáticos fixos (FMTS – *fixed-model time series*); e (ii) métodos com modelos matemáticos ajustáveis ou abertos (OMTS – *open model time series*).

Os métodos FMTS, como o próprio nome diz, são compostos por equações fixas que são responsáveis por extrair da série histórica suas principais componentes (nível, tendência, sazonalidade, ciclo e erro aleatório) para projetar um futuro moldado no padrão dos dados passados. São muito utilizados nas empresas por serem métodos extremamente baratos, simples e de fácil entendimento, proporcionando um ambiente mais flexível para previsões emergenciais de curto prazo. Os métodos de Média Móvel e de Suavização Exponencial são métodos FMTS (MENTZER; GOMES, 1989).

Os modelos que se enquadram na classe OMTS só realizam a previsão depois de identificar matematicamente os componentes existentes na série histórica de demanda. Embora muita pesquisa acadêmica seja conduzida com métodos OMTS, no ambiente empresarial estes ainda são pouco utilizados devido à sua complexidade e limitado ganho de confiabilidade em relação aos métodos FMTS (MENTZER; COX, 1984). O método de Box-Jenkins é um método OMTS (MENTZER; GOMES, 1989).

Esse trabalho abordará os seguintes métodos: Média, Média Móvel e Amortecimento exponencial.

2.3.2 Média Simples

A média aritmética é a técnica mais simples que se pode utilizar para previsão de demanda. Este método não é indicado quando há tendência ou sazonalidade.

A previsão pode ser obtida dividindo-se o somatório de todas as vendas passadas com o número de períodos no histórico, pode ser obtido por (1):

$$P_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (1)$$

Sendo,

: R_t - Previsão para o próximo período;

P_{t+1} - Valor real observado no período t;

n - Número de períodos no histórico de vendas passadas

2.3.3 Média Móvel

O método da média móvel é um modelo comum nas empresas por ser extremamente simples e necessitar poucos dados históricos. Ele é indicado para previsões de curto prazo onde as componentes de tendência e sazonalidade são inexistentes ou possam ser desprezadas (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

Esse modelo é uma técnica simples de previsão exponencial onde são considerados os n últimos dados históricos e assim é realizado uma média aritmética ou ponderada para prever o valor do próximo período. O número de observações em cada cálculo da média permanece constante e é estipulado de maneira a tentar eliminar da melhor forma possível as componentes de tendência e sazonalidade. (CHAMBERS; MULLICK; SMITH, 1971; ARCHER, 1980; MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998).

As desvantagens desse modelo estão relacionadas à falta de confiabilidade ao lidar com séries históricas que apresentam tendência ou sazonalidade visto que, nesse método, a previsão para o próximo período envolve a adição de novos dados e a desconsideração dos anteriores. Uma alternativa para amenizar esse erro é a utilização da média ponderada para tentar construir um padrão mais próximo à realidade. A desvantagem na utilização da média móvel ponderada é a necessidade de conhecimento para determinar os pesos a serem utilizados (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

2.3.4 Média Móvel Simples:

A média móvel simples dá uma previsão do valor médio das vendas nos próximos períodos, aplicado para série de dados que não tenham tendência perceptível ou sazonalidade, sendo a previsão calculada por (2):

$$P_{t+1} = M_t = \frac{(R_t + R_{t-1} + R_{t-2} + \dots + R_{t-n+1})}{n} \quad (2)$$

Sendo: P_{t+1} - previsão para o próximo período;

M_t - média móvel no período t ;

R_t - valor real observado no período t ;

n - número de períodos considerados na média móvel.

2.3.5 Média Móvel Dupla – MMD

De acordo com Corrar & Theófilo (2004), este método é aplicável a séries de dados que apresentam tendência, ou seja, que apresentem algum crescimento ou decrescimento linear ou exponencial ao longo do tempo.

Para calcular a previsão através deste método é necessário calcular primeiramente a média móvel simples que, posteriormente, será utilizada no cálculo da média das médias móveis, conforme (3). O passo seguinte é calcular a diferença entre o dobro da média móvel e a média móvel das médias móveis, de acordo com (4). Como este método é sensível à tendência existente na série de dados, é necessário adicionar um fator de tendência que pode ser calculado por (5):

$$M' = \frac{(M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-n+1})}{n} \quad (3)$$

$$a_t = M_t + (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t \quad (4)$$

$$b_t = \frac{2}{n-1}(M_t - M'_t) \quad (5)$$

$$P_{t+p} = a_t + b_t p \quad (6)$$

sendo,

M_t - média móvel no período t ;

b_t - Fator de ajuste adicional – (Tendência – Coeficiente Angular);

P_{t+p} - previsão para o próximo período;

2.3.6 Suavização Exponencial Simples

O método da Suavização Exponencial Simples é utilizado para séries temporais que se mantêm constante sobre um nível médio, permite atribuir um maior peso em valores mais recentes, assumindo que estes são mais importantes na determinação do valor previsto (WANKE et al., 2006). As expressões para os cálculos necessários estão em (7) e (8):

$$P_{t+1} = \alpha R_t + \alpha(1-\alpha)R_{t-1} + \alpha(1-\alpha)^2 R_{t-2} + \dots \quad (7)$$

ou ainda,

$$P_{t+1} = \alpha R_t + (1-\alpha)P_t \quad (8)$$

Sendo α o coeficiente de amortecimento, se α é próximo de 1 significa que a previsão é mais sensível ao último valor observado.

2.3.7 Suavização Exponencial Duplo (Método de Brown)

O Método de Brown consiste em um método de previsão de séries temporárias, baseado no arranjo exponencial utilizado quando existe uma tendência. A previsão pode ser calculada de acordo com (9) – (13):

$$\text{Primeiro amortecimento:} \quad A_t = \alpha R_t + (1-\alpha)A_{t-1} \quad (9)$$

$$\text{Segundo amortecimento:} \quad A'_t = \alpha A_t + (1-\alpha)A'_{t-1} \quad (10)$$

$$\text{Sua diferença:} \quad a_t = 2A_t - A'_t \quad (11)$$

$$\text{Fator de ajuste adicional:} \quad b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(A_t - A'_t) \quad (12)$$

$$\text{Previsão:} \quad P_{t+p} = a_t + b_t p \quad (13)$$

Ao utilizar a Suavização Exponencial dupla deve-se atentar aos valores iniciais “ A_0 ” e “ A'_0 ”, pois a utilização da primeira observação para estes valores implica em subestimar a tendência existente em uma série, conforme (14) – (15):

$$A_0 = a_0 - \frac{(1-\alpha)}{\alpha} b_0 \quad (14)$$

$$A'_0 = a_0 - 2 \frac{(1-\alpha)}{\alpha} b_0 \quad (15)$$

sendo,

- a_0 : Coeficiente linear da regressão dos valores da série (variável dependente) pelos números dos períodos (variável independente).
- b_0 : Coeficiente angular da regressão dos valores da série (variável dependente) pelos números dos períodos (variável independente).

2.3.8 Suavização Exponencial Duplo (Método de Holt)

O método da Suavização Exponencial duplo é utilizado para uma série histórica que apresente um componente de tendência linear de crescimento ou decrescimento. A previsão pode ser calculada de acordo com (16) – (18):

$$N_t = \alpha R_t + (1-\alpha)(N_{t-1} + T_{t-1}) \quad (16)$$

$$T_t = \beta(N_t - N_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (17)$$

$$P_{t+p} = N_t + pT_t \quad (18)$$

sendo,

N_t : Componente nível

T_t : Componente tendência

β : Coeficiente de amortecimento para a estimativa da tendência – $0 \leq \beta \leq 1$

α : Coeficiente de amortecimento – $0 \leq \alpha \leq 1$

p : número de períodos futuros a serem previstos

2.4 Medidas de Erro na previsão

O processo de previsão de demanda tem como pressuposto que para se obter uma boa diretriz sobre o que acontecerá no futuro deve-se utilizar informações passadas. Entretanto, não é garantido que as informações tenham exatidão sobre o que acontecerá no futuro, sempre haverá incertezas agregadas a previsão. Assim é necessário acompanhar o desempenho do modelo de previsão proposto de forma a avaliar sua precisão.

O erro absoluto percentual – APE (*Absolute Percentual Error*) ou resíduo é valor absoluto da diferença entre a demanda realizada e a previsão, busca-se sempre a menor diferença entre os dois para se obter maior precisão. Assim como os dados passados trazem informações relevantes sobre o comportamento futuro, também é necessário se atentar aos erros decorrentes de previsões, pois estes podem trazer questões importantes sobre o processo em gestão.

Dois aspectos justificam a análise do erro na previsão:

1. Com base no histórico de erros pode-se chegar à conclusão que é necessário ajustar ou até mesmo trocar o método de previsão, ou seja, deseja-se o nível de desempenho do método aplicado;
2. Com uma estimativa precisa do erro é possível montar planos de contingência e otimizar o processo;

Para calcular o erro usa-se (19):

$$APE = ABS\left(\frac{(R_T - P_T)}{R_T}\right) \quad (19)$$

sendo,

P_T - Previsão para o período t;

R_T - Demanda real ocorrido em t;

Observe-se que o erro negativo indica que a previsão gerada ficou acima do realizado, e o positivo indica que ficou abaixo do realizado. Existem várias maneiras de determinar a precisão dos métodos de previsão. A seguir alguns deles são apresentados:

2.4.1 Erro Absoluto Médio (MAD)

Utilizado para avaliar o erro na mesma unidade de medida da série original. O valor absoluto é para se evitar que os erros negativos anulem os positivos. A previsão pode ser calculada de acordo com (20).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |R_t - P_t|}{n} \quad (20)$$

Sendo:

R_t : Valores reais de venda;

P_t : Valores Previstos;

n : Número de períodos de previsão;

2.4.2 Erro Percentual Médio (MPE)

Mede se os valores previstos estão sistematicamente acima ou abaixo das vendas reais:

Se o valor de MPE for positivo, tem-se que a previsão está freqüentemente abaixo da venda real;

Se o valor de MPE for negativo, tem-se que a previsão está freqüentemente acima da venda real. A previsão pode ser calculada de acordo com (16) – (18)

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(R_t - P_t)}{R_t}}{n} \quad (21)$$

Onde: R_t : Valores reais de venda

P_t : Valores Previstos

n : Número de períodos de previsão

2.4.3 Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)

É o erro médio em porcentagem, ao invés de quantidade. Este indicador serve para determinar a amplitude do erro da previsão em relação aos valores da série.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|R_t - P_t|}{R_t}}{n} \quad (21)$$

Sendo:

R_t : Valores reais de venda;

P_t : Valores Previstos;

n : Número de períodos de previsão;

2.4.4 Erro quadrático médio (MSE)

Esta medida destaca os grandes erros devido ao cálculo da média ao quadrado isso pode ser resolvido tirando a raiz. A previsão pode ser calculada de acordo com (21)

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(R_t - P_t)^2}{n}} \quad (21)$$

Onde:

R_t : Valores reais de venda;

P_t : Valores Previstos;

n : Número de períodos de previsão;

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E RESULTADOS

O trabalho consistiu em calcular as previsões de demanda de um segmento específico da empresa siderúrgica em questão com os dados de 2011 e 2012 através de diferentes métodos utilizando-se de planilhas de Excel e comparar os resultados com as previsões reais. Com os resultados em mãos (gráficos e tabelas) foi selecionado o melhor método avaliando o erro acumulado.

3.1. MEMORIAL DE CÁLCULOS

Para a realização dos cálculos de previsão serão utilizadas as equações descritas no capítulo anterior, relacionadas com os métodos de previsão: Média, Média Móvel Simples, Média Móvel Dupla, Amortecimento Exponencial Simples, Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Brown) e Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Holt).

3.1.1 Previsão 1 – Média:

A Tabela 2 mostra a previsão feita pelo método da média e o erro obtido.

Tabela 2: Média do período de 2011 a 2012

Média		2011/2012		
A			Média	APE
Período	Mês	Real	Previsão	Erro
1	jan/11	0		
2	fev/11	33.958	29.161	14,1%
3	mar/11	15.113	16.979	12,4%
4	abr/11	33.936	16.357	51,8%
5	mai/11	39.645	20.752	47,7%
6	jun/11	42.423	24.530	42,2%
7	jul/11	40.674	27.513	32,4%
8	ago/11	26.447	29.393	11,1%
9	set/11	31.487	29.025	7,8%
10	out/11	19.515	29.298	50,1%
11	nov/11	14.604	28.320	93,9%
12	dez/11	22.311	27.073	21,3%
1	jan/12	30.017	26.676	11,1%
2	fev/12	28.350	26.933	5,0%
3	mar/12	27.590	27.034	2,0%
4	abr/12	26.831	27.071	0,9%
5	mai/12	24.318	27.056	11,3%
6	jun/12	20.866	26.895	28,9%
7	jul/12	21.231	26.560	25,1%
8	ago/12	12.389	26.280	112,1%
9	set/12	21.995	25.585	16,3%
Erro médio:				30,7%

Assim pode-se construir o gráfico, conforme figura 4, comparando a demanda prevista com a real.

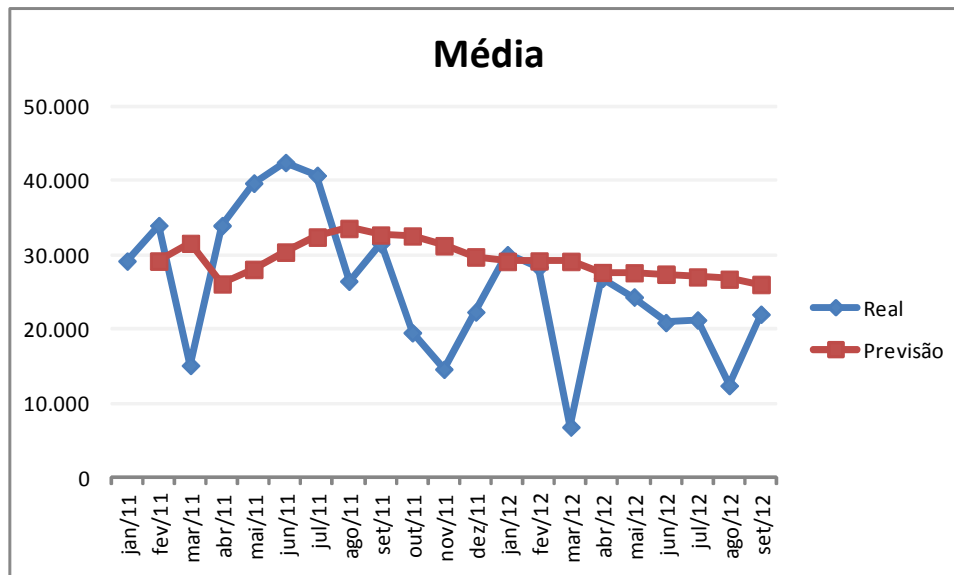


Figura 4: Comparação com os valores reais de entrada de pedidos – Média

Analisando a tabela 2 e a figura 4 comprova-se a simplicidade do método sendo o que possui menor aderência com a previsão real.

3.1.2 Previsão 2 – Média Móvel Simples:

A Tabela 3 mostra a previsão feita pelo método da média móvel simples e o erro obtido.

Tabela 3: Média Móvel do período de 2011 a 2012

Média Móvel		2011 - 2012								
A		N=2		APE	N=3		APE	N=4		APE
Período	Mês	Real	Previsão	Erro	Previsão	Erro	Previsão	Erro		
1	jan/11	29.161								
2	fev/11	33.958								
3	mar/11	15.113	31.560	108,8%						
4	abr/11	33.936	24.535	27,7%	26.077	23,2%				
5	mai/11	39.645	24.524	38,1%	27.669	30,2%	28.042	29,3%		
6	jun/11	42.423	36.791	13,3%	29.565	30,3%	30.663	27,7%		
7	jul/11	40.674	41.034	0,9%	38.668	4,9%	32.779	19,4%		
8	ago/11	26.447	41.548	57,1%	40.914	54,7%	39.170	48,1%		
9	set/11	31.487	33.560	6,6%	36.515	16,0%	37.297	18,5%		
10	out/11	19.515	28.967	48,4%	32.869	68,4%	35.258	80,7%		
11	nov/11	14.604	25.501	74,6%	25.816	76,8%	29.531	102,2%		
12	dez/11	22.311	17.059	23,5%	21.868	2,0%	23.013	3,1%		
1	jan/12	30.017	18.457	38,5%	18.810	37,3%	21.979	26,8%		
2	fev/12	28.350	26.164	7,7%	22.311	21,3%	21.612	23,8%		
3	mar/12	27.590	29.183	5,8%	26.892	2,5%	23.820	13,7%		
4	abr/12	26.831	27.970	4,2%	28.652	6,8%	27.067	0,9%		
5	mai/12	24.318	27.211	11,9%	27.590	13,5%	28.197	16,0%		
6	jun/12	20.866	25.574	22,6%	26.246	25,8%	26.772	28,3%		
7	jul/12	21.231	22.592	6,4%	24.005	13,1%	24.901	17,3%		
8	ago/12	12.389	21.048	69,9%	22.138	78,7%	23.311	88,2%		
9	set/12	21.995	16.810	23,6%	18.162	17,4%	19.701	10,4%		
Erro médio:				31.0%	29.0%		32.6%			

Assim pode-se construir o gráfico, conforme figura 6 comparando a demanda prevista com a real.

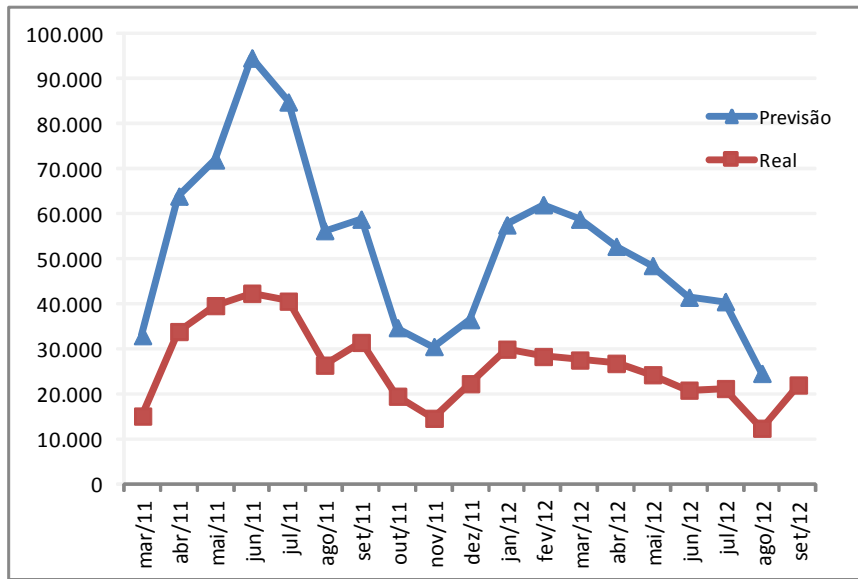


Figura 6: Média Móvel Dupla com os valores reais de entrada de pedidos.

Analisando a tabela 4 e a figura 6 nota-se que a previsão não possui uma boa aderência a demanda real, este método melhor se aplica a séries que possuam tendência.

3.1.4 Previsão 4 – Amortecimento Exponencial Simples:

A Tabela 5 mostra a previsão feita pelo método do Amortecimento Exponencial Simples e o erro obtido.

Tabela 5: Amortecimento Exponencial Simples do período de 2011 a 2012.

Amortecimento Exponencial				
A			Previsão	Erro (%)
Período	Mês	Real	AE	APE
1	JAN	29.161	0	
2	FEV	33.958	0	100,0%
3	MAR	15.113	21.733	43,8%
4	ABR	33.936	17.496	48,4%
5	MAI	39.645	28.018	29,3%
6	JUN	42.423	35.459	16,4%
7	JUL	40.674	39.916	1,9%
8	AGO	26.447	40.401	52,8%
9	SET	31.487	31.471	0,1%
10	OUT	19.515	31.481	61,3%
11	NOV	14.604	23.822	63,1%
12	DEZ	22.311	17.923	19,7%
1	JAN	30.017	20.731	30,9%
2	FEV	28.350	26.674	5,9%
3	MAR	27.590	27.747	0,6%
4	ABR	26.831	27.647	3,0%
5	MAI	24.318	27.124	11,5%
6	JUN	20.866	25.328	21,4%
7	JUL	21.231	22.473	5,8%
8	AGO	21.613	21.678	0,3%
9	SET	21.995	21.636	1,6%
ERRO MÉDIO				22,0%

Assim pode-se construir o gráfico, conforme figura 7, comparando a demanda prevista com a real.

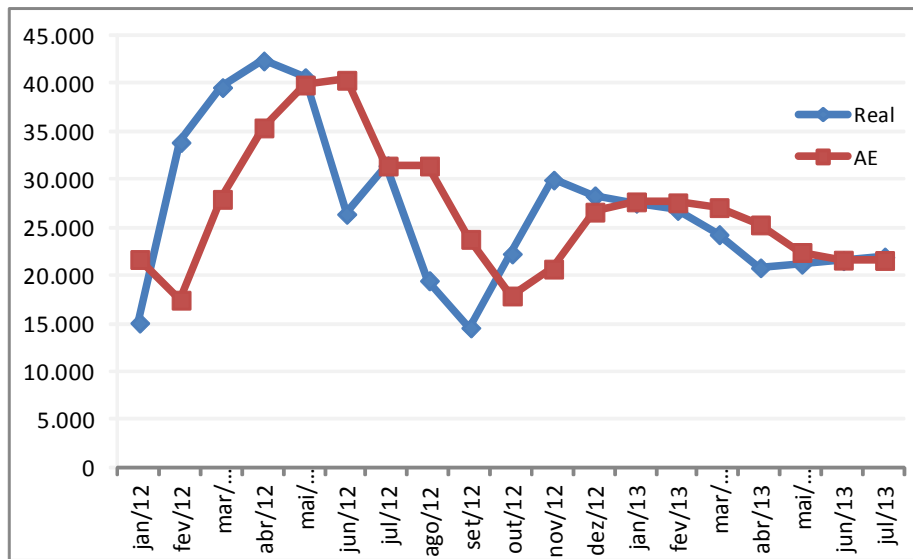


Figura 7: Amortecimento Exponencial: Comparação com os valores reais de entrada de pedidos.

Analisando a tabela 5 e a figura 7 nota-se uma melhor aderência a demanda real, mas é melhor aplicado a séries que se mantêm constante sobre um nível médio.

3.1.5 Previsão 5 – Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Brown):

A Tabela 6 mostra a previsão feita pelo método do Amortecimento Exponencial Duplo (método de Brown) e o erro obtido.

Tabela 6: Amortecimento Exponencial Duplo do período de 2011 a 2012

Período	Mês	Real	AE	AE2	at	bt	Previsão	APE
1	jan/11	29.161	0	0				
2	fev/11	33.958	13.414	6.171	20.658	6.171	26.829	21%
3	mar/11	15.113	22.865	13.850	31.879	7.679	39.559	162%
4	abr/11	33.936	19.299	16.356	22.241	2.506	24.748	27%
5	mai/11	39.645	26.032	20.807	31.257	4.451	35.708	10%
6	jun/11	42.423	32.294	26.091	38.497	5.284	43.781	3%
7	jul/11	40.674	36.953	31.088	42.819	4.997	47.816	18%
8	ago/11	26.447	38.665	34.573	42.756	3.485	46.242	75%
9	set/11	31.487	33.045	33.870	32.219	-703	31.516	0%
10	out/11	19.515	32.328	33.161	31.495	-709	30.786	58%
11	nov/11	14.604	26.434	30.066	22.801	-3.094	19.707	35%
12	dez/11	22.311	20.992	25.892	16.092	-4.174	11.918	47%
1	jan/12	30.017	21.599	23.917	19.280	-1.975	17.305	42%
2	fev/12	28.350	25.471	24.632	26.310	715	27.025	5%
3	mar/12	27.590	26.795	25.627	27.963	995	28.959	5%
4	abr/12	26.831	27.161	26.333	27.989	706	28.695	7%
5	mai/12	24.318	27.009	26.644	27.374	311	27.686	14%
6	jun/12	20.866	25.771	26.242	25.300	-401	24.899	19%
7	jul/12	21.231	23.515	24.988	22.042	-1.255	20.787	2%
8	ago/12	21.613	22.464	23.827	21.101	-1.161	19.940	8%
9	set/12	21.995	22.073	23.020	21.125	-807	20.318	8%

ERRO MÉDIO

21%

Assim pode-se construir o gráfico, conforme figura 8, comparando a demanda prevista com a real.

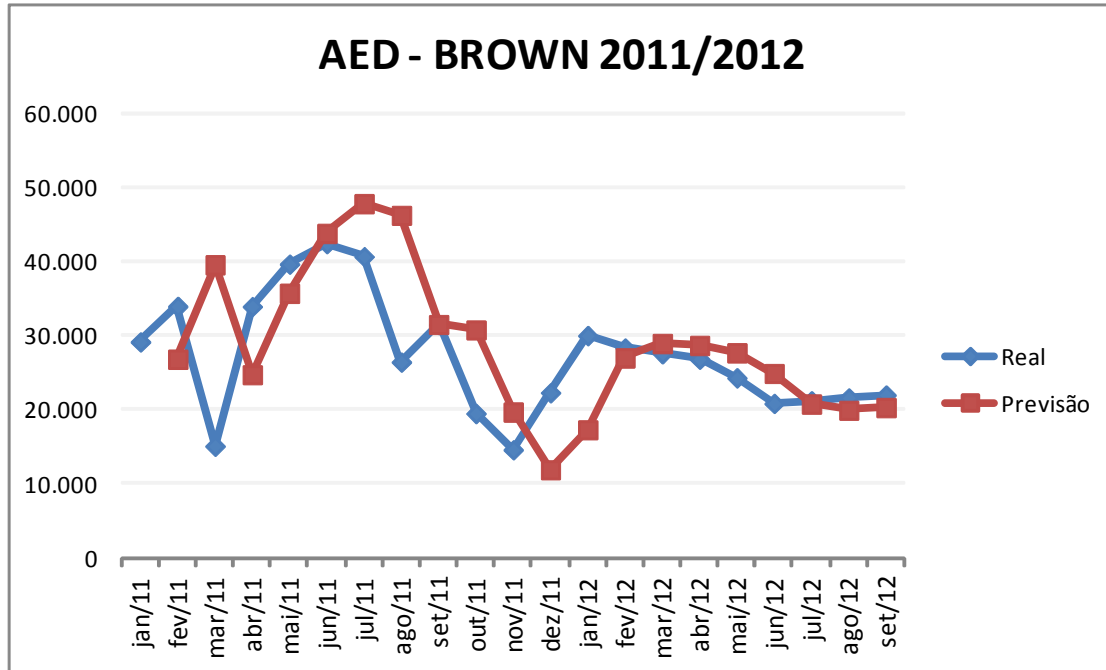


Figura 8: AED – Brown Comparação com os valores reais de entrada de pedidos.

Analisando a tabela 6 e a figura 8 nota-se a melhor aderência com a demanda real, este método é indicado para séries que possuam tendência.

3.1.6 Previsão 6 – Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Holt):

A Tabela 7 mostra a previsão feita pelo método do Amortecimento Exponencial Duplo (método de Holt) e o erro obtido.

Tabela 7: Amortecimento Exponencial Duplo (Método de Holt) do período de 2011 a 2012

Período	Mês	Real	Previsão				Erro (%)
			Nível	Tendência	Previsão	ERRO	
1	jan/11	29.161	0	0			
2	fev/11	33.958	29.161	3	0	100,0%	
3	mar/11	15.113	33.958	3	29.164	93,0%	
4	abr/11	33.936	15.113	2	33.962	0,1%	
5	mai/11	39.645	33.936	3	15.114	61,9%	
6	jun/11	42.423	39.645	4	33.940	20,0%	
7	jul/11	40.674	42.423	4	39.649	2,5%	
8	ago/11	26.447	40.674	4	42.428	60,4%	
9	set/11	31.487	26.447	3	40.678	29,2%	
10	out/11	19.515	31.487	3	26.450	35,5%	
11	nov/11	14.604	19.515	2	31.490	115,6%	
12	dez/11	22.311	14.604	1	19.517	12,5%	
13	jan/12	30.017	22.311	2	14.605	51,3%	
14	fev/12	28.350	30.017	3	22.313	21,3%	
15	mar/12	27.590	28.350	3	30.020	8,8%	
16	abr/12	26.831	27.590	3	28.353	5,7%	
17	mai/12	24.318	26.831	3	27.593	13,5%	
18	jun/12	20.866	24.318	2	26.834	28,6%	
19	jul/12	21.231	20.866	2	24.320	14,6%	
20	ago/12	21.613	21.231	2	20.868	3,4%	
21	set/12	21.995	21.613	2	21.233	3,5%	
ERRO MÉDIO						27,1%	

Assim pode-se construir o gráfico, conforme figura 9, comparando a demanda prevista com a real.

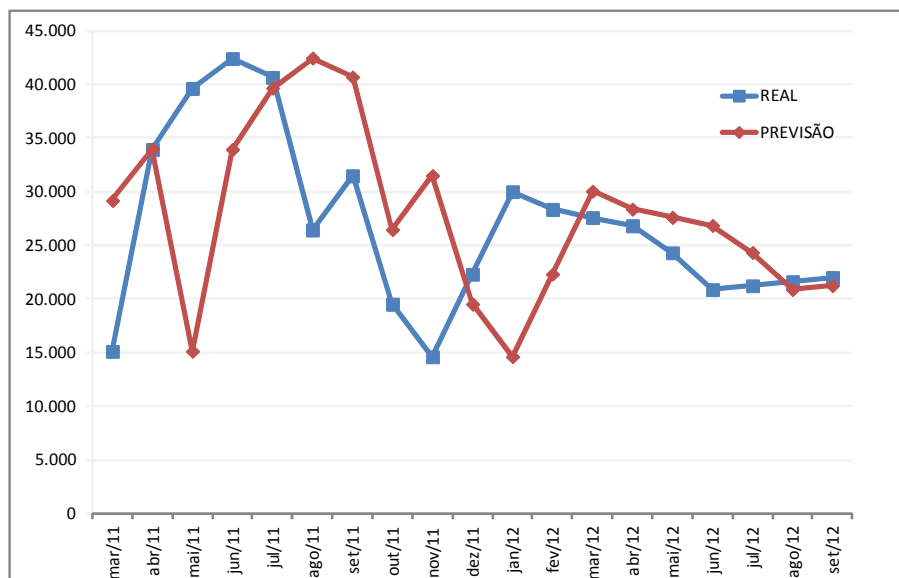


Figura 9: AED – Duplo Comparação com os valores reais de entrada de pedidos

Analisando a tabela 7 e a figura 9 nota-se que este método apresentou baixa aderência com a demanda real é indicado para séries com tendências lineares.

A partir dos resultados obtidos foi feita a seleção do melhor método para previsão levando-se em conta os erros associados a cada método, conforme Tabela 8.

Tabela 8 : Seleção de Modelo.

SELEÇÃO DO MELHOR MÉTODO						
MÉTODO	RANKING	ERRO MÉDIO	MAD	MPE	MAPE	RMSE
MÉDIA	6	37%	6.991	-0,2	0,34	8.825,17
MÉDIA MOVELSIMPLES	5	31%	6.029	-0,12	0,26	7.911
MÉDIA MOVEL DUPLA	3	31%	5.814	-0,03	0,44	15.333,92
AMORTECIMENTO EXPONENCIAL SIMPLES	2	22%	4.896	-0,05	0,20	7.103,68
AED (BROWN)	1	21%	4.604	-0,1	0,27	8.880,82
AED(HOLT)	4	27%	5.962	-0,07	0,23	8.988,85

Sendo os critérios de escolha adotados:

- (MAD): *Mean Absolute Deviation* - Se MAD for pequeno, os dados reais seguem estreitamente as previsões da variável dependente e o modelo de previsão fornece previsões acuradas;
- (MPE): *Mean Percentual Error* - Se MPE for maior que zero a previsão está abaixo da demanda real, se acima de zero a previsão está frequentemente acima da demanda real;
- (MAPE): *Mean Absolute Percentual Error* - Avalia a magnitude do erro com relação à série histórica;
- (R) MSE: *(Rooted) Mean Squared Error* - Os grandes erros se destacam devido ao cálculo da média ao quadrado.

De posse dos valores de previsão de demanda para o período em questão foi possível realizar uma análise e comparar com a entrada real de pedidos.

Como já descrito na fundamentação teórica é necessário avaliar o erro de cada método associado ao perfil de demanda do segmento de aços assim podem-se obter todas as variáveis envolvidas resumidas na Tabela 8. O ranking foi feito comparando-se o erro médio e o MAD (técnica amplamente utilizada e muito acurada para dados distribuídos normalmente).

O método que melhor atendeu a demanda do mercado de aço foi o Amortecimento Exponencial Duplo (método de Brown). O erro médio foi de 21% representando o menor entre todos. O MAD foi de 4,604 e significa que a previsão forneceu um resultado confiável. O MPE obtido foi de -0,06 e significa que a previsão está frequentemente abaixo da demanda real.

Observa-se na Tabela 8 um monitoramento dos métodos de previsão de forma a garantir a acuracidade dos dados ao longo do tempo, possibilitando se necessário fazer ajustes e testar outros métodos.

A figura 10 mostra o comparativo entre o método de Brown e o método utilizado atualmente com a entrada real de pedidos. Observa-se que a aderência do método de Brown é superior ao método utilizado atualmente na empresa, o erro médio do método utilizado na empresa foi de 28%, superior ao método de Brown (21%), mostrando assim uma oportunidade de melhoria no processo.

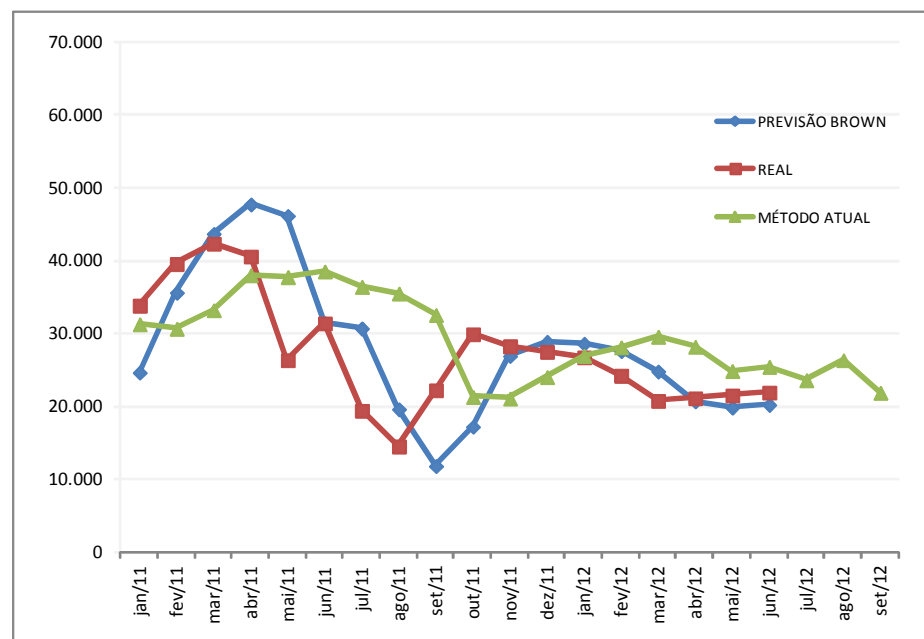


Figura 10: Aderência dos Métodos de Previsão de demanda com a entrada real de pedidos.

4. CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como principal finalidade a tentativa de encontrar métodos quantitativos de previsão de demanda que possam ser aplicados em uma empresa siderúrgica, de forma que seja possível ter uma melhor previsibilidade dos recursos empregados, visto que, em um sistema de trabalho que tem o conceito MTO (*make to order*) ou produção puxada, influencia diretamente no nível de estoques e atendimento aos clientes.

Para atingir tal objetivo foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os métodos mais utilizados para previsão e encontrar aquele que atende às necessidades da empresa. O método selecionado foi o da Suavização Exponencial (método de Brown) que possui uma melhor aderência à entrada de pedidos real quando comparado com o método utilizado atualmente na empresa. Faz-se necessário também um monitoramento do método escolhido para avaliar a magnitude do erro possibilitando se necessário fazer ajustes e testar outros métodos.

A previsão de demanda mostrou-se muito importante para toda a cadeia de suprimentos visto que um planejamento de produção, manutenção de estoques e recursos logísticos são essenciais para entregar no prazo acordado, na quantidade certa, na qualidade correta, gerando lucro e satisfazendo os clientes.

Conclui-se ainda que os métodos quantitativos são importantes para a empresa, pois apresentam uma modelagem matemática que utiliza o histórico de demanda para projetar os próximos períodos. Para uma melhor análise os métodos qualitativos devem também serem empregados, pois outras visões além da matemática como análise de mercado, política, infraestrutura, leis, taxas etc. serão determinantes para prever eventuais crises e períodos atípicos.

Este trabalho abre a oportunidade para um futuro aprofundamento na pesquisa de:

- separar componentes de tendência e sazonalidade da série de dados na tentativa melhora do desempenho;
- buscar outras variáveis de entrada que possam ser utilizadas no modelo;
- aplicar modelos paralelos e maior alcance da previsão;
- avaliar o desempenho de outros métodos de previsão não abordados neste trabalho como, por exemplo, as redes neurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. A. . Gestão da Produção. Planejar, acompanhar e intervir. 1. ed. Bauru - SP: Joarte Gráfica e Editora, 2011. v. 1. 300p.

Associação para gerenciamento de Operações – APICS (The Association for Operations Management), 2011, “Master Plannig of Resources” Version 4.0.

ARCHER, B. Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques. International Journal of Tourism Management. v.1, n.1, p. 5-12, 1980.

ARMSTRONG, J. Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.

BALLOU, R., 2006, Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. 5 ed., Porto Alegre: Bookman.

BARNES, R., Estudo de Tempos e Movimentos, Ed. Edgard Blucher, SP, 1986.

BLATTBERG, R. C.; HOCH, GOODWIN, S. J. Database Models and Managerial Intuition: 50% Model + 50% Manager. Management Science. v. 36, n. 8, p. 887-899, 1990.

BURBIDGE. J. L., Planejamento e Controle da Produção, Ed, Tlas, SP, 1983

CHAMBERS, J. C.; MULLICK, S. K.; SMITH, D. D. How to Choose the Right Forecasting Technique. Harvard Business Review. v. 49, July-August, p. 45-57, 1971.

CHIAVENATO, I., Introdução a Administração, ed. McGraw-Hill, SP, 1976.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.; CHASE, R., 2001, Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman.

FLEURY, P. F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. F., Logística Empresarial, Editora Atlas, São Paulo, 2000

GAITHER, N., FRAZIER, G., 2006, Administração da Produção e Operacoes. 8 ed. Sao Paulo: Thomson Pioneira.

GEORGOFF, D. M.; MURDICK, R. G. Manager’s Guide to Forecasting. Harvard Business Review. v. 64, n. 1, p. 110-120, 1986.

LEMOES, F. O., 2006, Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda. Tese de M.Sc., UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R., 1998, Forecasting :Methods and Applications. 3. ed., New York: John Wiley & Sons.

MENTZER, J. T.; GOMES, R. Evaluating a Decision Support Forecasting System. Industrial Marketing Management. v. 18, n. 4, p. 313 -323, 1989.

MENTZER, J. T.; COX, Jr. J. E. Familiarity, Application, and Performance of Sales Forecasting Techniques. *Journal of Forecasting*. v. 3, n.1, p. 27-36, 1984.

MONTGOMERY, D.; JOHNSON, L. & GARDINER, T. *Forecasting and Time Series Analysis*. New York: McGraw-Hill, 1990.

PELLEGRINI, F. R., 2000, Metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. Tese de M.Sc., UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

SPEDDING, T; CHAN, K. Forecasting Demand and Inventory Management Using Bayesian Time Series. *Integrated Manufacturing Systems*. v. 11, n. 5, p. 331-339, 2000.

WANKE, P.; JULIANELLI, L., 2006, *Previsão de Vendas*. 1 ed., Sao Paulo:Atlas.

CORRAR, Luiz João e THEÓFILO, Carlos Renato (coordenadores), *Pesquisa Operacional: para decisão em contabilidade e administração - Contabilometria*, Editora Atlas, 2004.