

UM MODELO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE CURTO E LONGO PRAZO - EXEMPLO DOS PRODUTOS SIDERÚRGICOS LONGOS COMUNS.

Luiz Bigonha Gazzola¹

Resumo

Este trabalho apresenta um modelo inovador de previsão de demanda no curto e longo prazos, extremamente útil tanto no planejamento estratégico e de capacidades da empresa quanto no gerenciamento logístico. Como exemplo mostramos o modelo de curto prazo aplicado aos vergalhões com estimativa da sua precisão, e, também, um modelo de previsão da demanda de longos comuns até 2010, desenvolvido junto a Belgo Mineira.

O modelo de curto prazo se baseia nas propriedades das séries temporais, ao mesmo tempo em que leva em conta a contribuição do modelo causal aplicado à demanda de longo prazo. Entretanto, o aspecto original deste modelo de curto prazo é interagir com o gerente de vendas captando sua percepção do mercado e compondo sua estimativa com a do próprio modelo, numa proporção continuamente reavaliada em função do desempenho do gerente no acerto das previsões. O modelo de longo prazo é causal, mas com uma abordagem estocástica utilizando uma simulação de Monte Carlo para determinação do intervalo de confiança.

No caso do vergalhão de aço, apesar de o ruído da série ser bem elevado, chegou-se a um erro de 7,7% MAPE (média percentual do erro absoluto), sem a exclusão dos dados anômalos. Este resultado foi o melhor comparado com outras técnicas de previsão, inclusive um modelo de redes neurais e poderá ser ainda melhorado dependendo da interação com o gerente. O melhor modelo de longo prazo para longos comuns atingiu uma correlação de 98% que permite às empresas do setor ter uma maior segurança quanto à natureza e intensidade dos investimentos a fazer.

Palavras-chave: logística – planejamento - vendas

XXIII SEMINÁRIO DE LOGÍSTICA – 2004 – INTERNACIONAL;
SUPRIMENTOS E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO; 16 A 18
DE JUNHO, 2004 - BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS – BRASIL;

(1) Engenheiro Metalúrgico pela Universidade Federal de Ouro Preto;
MBA executivo pela Harvard Business School;
Consultor de Empresas

INTRODUÇÃO:

Se há um ponto comum entre a miríade de escolas de estratégia e modelos de gestão, este é a insistente recomendação para que a empresa se volte para fora e construa o hábito de pensar no futuro, hábito que deveria aos poucos se transformar em uma cultura empresarial. Prahalad¹, por exemplo, lamenta que em suas pesquisas nas empresas onde prestou consultoria, constatou que o executivo médio gasta menos que 3% do seu tempo na construção de uma perspectiva da empresa no futuro. Godet², diz que existem quatro atitudes diante do futuro: a da avestruz, a do bombeiro, a da seguradora e a do conspirador, mais proativo que, em vez de prever, constrói o futuro.

No campo da logística Chopra³ diz que “a previsão da demanda futura é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento da empresa”. Não surpreende, portanto, o grande desenvolvimento deste campo da estatística e a grande oferta de softwares voltados para este tema surgidos ultimamente. Entretanto, a prática de previsão e demanda nas empresas não tem sido sempre uma história de sucesso, devido, entre outros fatores, à falta de customização do modelo ao mercado da empresa, à complexidade dos modelos, e à falta de integração com os ERPs, que, por sua vez, não conseguem de todo evitar estes vícios. O que se propõe aqui é uma tentativa de contribuição para minimizar estas falhas, propondo um sistema customizado e que dê espaço para interação com os gerentes envolvidos e que, também, possa viabilizar programas de CPFR ao longo da cadeia.

CONCEITOS

Na previsão de demanda convém distinguir:

- A **demanda primária**, formada na ponta da cadeia de valor, representada pela compra do consumidor final;
- A **demanda secundária**, representada pelas compras de qualquer elemento da cadeia ao anterior.

No longo prazo a demanda ao longo de qualquer ponto da cadeia pode ser considerada a mesma, mas no curto prazo, devido ao Efeito Forrester (ou efeito chicote⁴), pode haver consideráveis diferenças entre, por exemplo, a demanda na ponta e a que o produtor está experimentando no mesmo momento.

No caso dos produtos siderúrgicos, os dados disponíveis para estudos são quase sempre referentes à demanda secundária, porque representam histórico de vendas dos produtores à cadeia de distribuição.

No processo de modelagem, também é necessário distinguir:

- A demanda de **curto prazo**, situada num período dentro do ciclo de sazonalidade do produto, no qual as variações de tendência são

irrelevantes. Para construir estes modelos utilizamos principalmente as propriedades das séries temporais.

- Demanda de **longo prazo**, situada em um horizonte muito além do ciclo sazonal, cuja variação pode ser buscada entre as variáveis macroeconômicas ou ambientais que definem o sistema empresa-mercado. Os modelos utilizados aqui são chamados causais.

MODELO DE CURTO PRAZO

O modelo de curto prazo desenvolvido aqui se baseia nos conceitos clássicos dos modelos de amortecimento exponencial e do modelo ARIMA, desenvolvido por Box e Jenkins^{5,6}. Entretanto, uma vantagem inovadora, não encontrada em outros modelos é sua interação com o gerente de vendas que permite incorporar, na previsão, fatores não contemplados no modelo, mas percebidos pelo gerente experiente. Isto se dá da seguinte maneira, conforme indicado na figura 1:

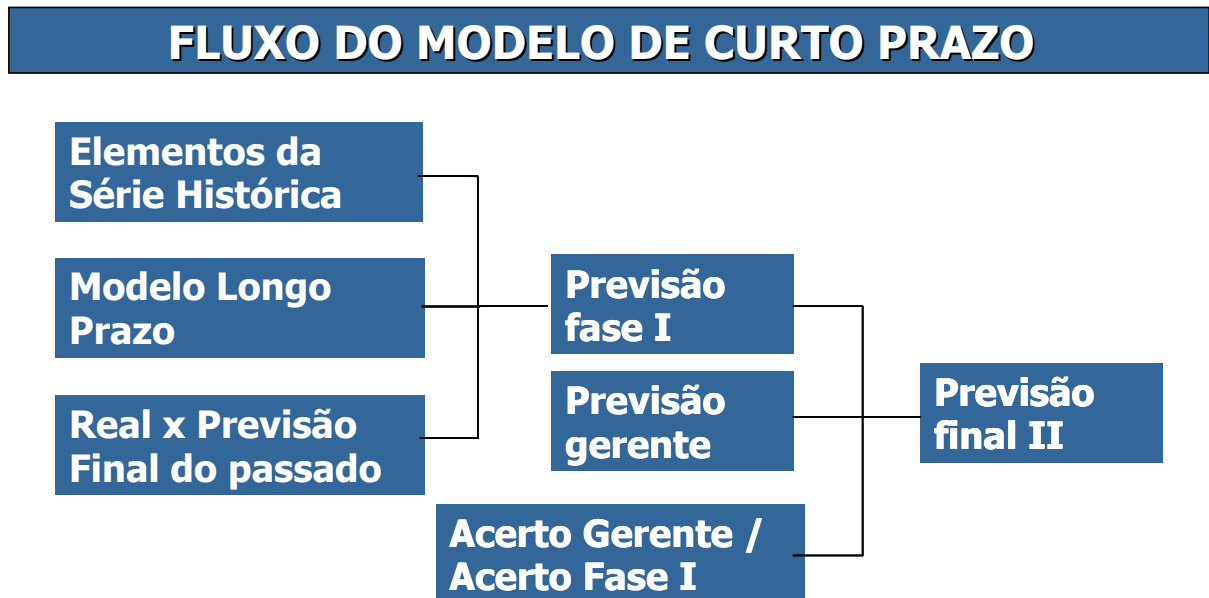


Figura 1: fluxo do modelo de curto prazo

Numa primeira instância gera-se a previsão **fase I** com base na série histórica da variável em questão, com base no histórico recente dos erros de previsão e, e aqui vem outro diferencial, com base também nas indicações do modelo causal de longo prazo que apresentaremos mais adiante. Esta previsão **fase I** é ponderada com a do gerente, segundo uma proporção continuamente reavaliada em função do desempenho do gerente e do modelo quanto aos erros de suas previsões, calculados nos últimos seis meses, gerando, assim, a previsão final **fase II**, conforme mostrado na tabela 2. Assim, se o gerente for se mostrando muito preciso em suas previsões, o peso do modelo na ponderação vai continuamente diminuindo, podendo chegar ao ponto de o modelo automaticamente se anular. Ou o

contrário, gerentes com previsões muito ruins terão pouco peso na formação da previsão final, podendo, também chegar a zero.

SERIE TEMPORAL DA DEMANDA MENSAL DE VERGALHÕES (000 ton)

mês / ano	modelo longo prazo = f(pibc) suavizada (000 ton)	demanda real cf. IBS (000 ton)	demanda prevista FASE I (000 ton)	estimativa do gerente (000 ton)	FATOR ÓTIMO do gerente	demanda prevista FASE II (000 ton)	diferença real - modelo (000 ton)
jan/91	78,2	79,0	76	79,0	20,0% = parâmetro de amortecimento exponencial otimizado		
fev/91	78,2	54,9	69	73,0			
mar/91	95,9	106,1	97	67,7			
abr/91	113,6	124,6	107	110,7			
mai/91	131,4	123,0	144	124,2			
jun/91	138,9	137,6	129	126,6			
jul/91	146,5	138,8	162	137,9	38%	153	-14,1
ago/91	154,0	143,1	171	139,8	46%	157	-13,7
set/91	141,7	147,2	150	144,1	65%	146	1,2
out/91	129,4	131,1	137	143,2	91%	143	-11,6
nov/91	117,1	94,3	108	121,9	78%	119	-24,6
dez/91	111,0	73,8	85	89,2	49%	87	-13,1
jan/92	104,8	115,6	100	84,3	39%	94	22,0
fev/92	98,7	109,1	89	114,0	34%	97	11,6
jun/01	175,5	171,6	174	212,4	56%	195	-23,7
jul/01	167,0	242,6	185	189,3	41%	186	56,1
ago/01	158,6	206,8	193	233,6	39%	209	-2,1
set/01	157,0	248,2	178	217,1	30%	190	58,2
out/01	155,5	167,9	182	228,1	40%	200	-32,6
nov/01	154,0	164,8	144	167,1	37%	153	12,0
dez/01	154,7	143,6	126,6	159,5	37%	138,7	4,9
jan/02	155,5	164,0	156,2	177,6	37%	164,0	0,0
fev/02	156,3	159,4	139,3	182,8	46%	159,4	0,0
mar/02	156,9	170,0	167,7	172,8	46%	170,0	0,0
abr/02	157,5	167,8	148,5	217,1	28%	167,8	0,0

Tabela 2: parte da série histórica utilizada na construção do modelo

Neste exemplo da série vergalhões de aço para construção civil, as previsões ex-post do modelo, feitas com um mês de antecedência, comparadas com a realidade estão mostradas também na figura 3, que dá uma idéia visual do nível de erro

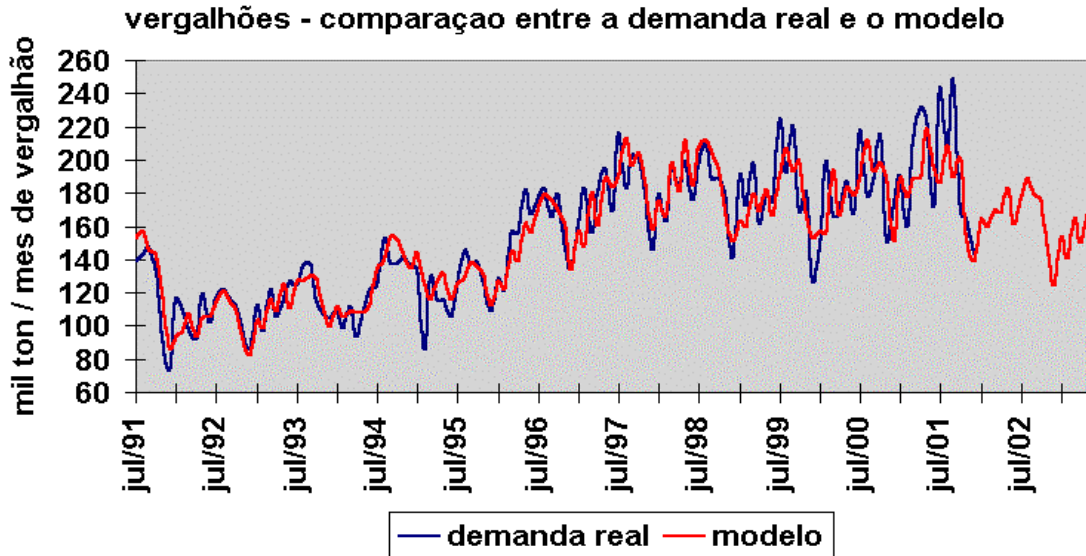


Figura 3: comparação entre a demanda mensal de vergalhões prevista um mês antes e a demanda real observada

PRECISÃO DO MODELO

A precisão do modelo se mede pelo seu erro, que é a diferença entre a previsão e o que foi observado. Para evitar que os erros positivos e negativos se anulem mutuamente, usamos vários índices de erros, entre os quais o desvio padrão das diferenças referidas. A principal causa do erro é o ruído, ou seja, aquelas variações de demanda que não estão ligadas a nenhuma

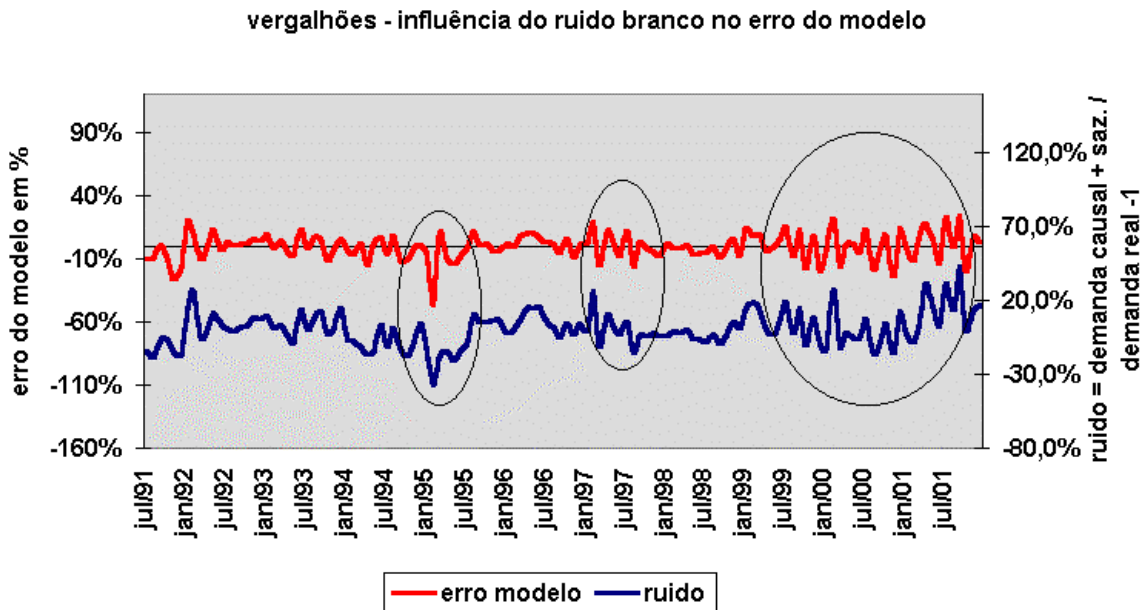


figura 4: como o ruído influencia o nível de erro do modelo

variável independente determinante da demanda e a nenhuma variação sazonal. Entretanto, é exatamente este o tipo de variação que o gerente consegue captar e avaliar. Daí a grande vantagem deste modelo: poder contar com as avaliações subjetivas do cenário do momento, coisa praticamente impossível para qualquer sistema de previsão.

Como exemplo da dependência do erro (resíduo) do modelo com o ruído, apresentamos a seguir na figura 4, o caso dos vergalhões de aço, onde se vê que, nos períodos de grande ruído, marcado pelos círculos, temos erros de previsão mais elevados. Estes ruídos, entretanto, tem suas causas, e muitas delas podem ser antecipadas pelo gerente, que poderá, portanto, melhorar a performance do modelo.

Neste caso dos vergalhões de aço a grande causa de ruído são as expectativas de aumentos de preços anunciados pelos produtores. O impacto destes aumentos pode, também, ser incorporado ao modelo, em vez de se deixar ao julgamento do gerente..

COMPARAÇÃO DA PRECISÃO DESTE MODELO COM OUTROS

A mesma série histórica do mercado de vergalhões foi submetida a três outros modelos de previsão, mostrando ser este o mais preciso, conforme tabela abaixo, onde o modelo aqui apresentado é chamado **fp**

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DOS MODELOS			
MODELO	TIPO	PERÍODO	ERRO
modelo fp	fase II	jan/92 a dez/00	15,0
modelo fp	fase I	jan/92 a dez/00	16,0
John Galt ⁷	Holt-Winters	jan/92 a dez/00	16,1
John Galt	Box-Jenkins	jan/92 a dez/00	17,7
Alyuda ⁸	modelo neural	jan/92 a dez/00	15,8
fp depois Alyuda	combinado	jan/92 a dez/00	13,1
fp + Alyuda	combinado	jan/92 a dez/00	13,4

Tabela5: comparação do desempenho de vários modelos (o modelo aqui apresentado é o fp)

Entretanto, observa-se que o modelo ainda pode ser melhorado se combinado com um modelo baseado em redes neurais, adaptação fácil de ser implementada.

MODELO DE LONGO PRAZO

O modelo de longo prazo consiste em estudos de regressões entre a variável resposta, no caso o mercado de longos comuns, e as variáveis independentes, num total de 17 julgadas relevantes na determinação da demanda dos aços longos comuns, conforme quadro abaixo:

VARIÁVEIS INDEPENDENTES ESTUDADAS

1	PIB da Agropecuária	agrp
2	PIB da Indústria	indu
3	PIB dos Serviços	serv
4	PIB Geral	pibr
5	Consumo das Famílias	conf
6	Consumo do Governo	cong
7	Formação Bruta de Capital Fixo	fbkf
8	Variação de estoques	vare
9	produção automotiva 1991=100 do IPEA	auto
10	massa de salários cf. IPEA	mass
11	PIB da construção civil IPEA 1990=100	pibc
12	população brasileira IPEA interpolado no trimestre	popb
13	venda de cimento	cime
14	Produção de bens de capital	bcap
15	bens de consumo duráveis	bdur
16	produção da industria mecânica	imec
17	produção da industria metalúrgica	imet
18	População sem casa própria	psem

Tabela 6: variáveis independentes estudadas no modelo longo prazo de longos comuns

O processo de seleção do melhor modelo de longo prazo utilizou o pacote MINITAB e envolveu estudos de alternativas quanto a:

- **Forma da correlação:** foram estudadas alternativas linear, exponencial e potencia, sendo esta última a escolhida pelo fato de corresponder a uma relação com elasticidade constante;
- Quanto ao **nível de agregação** dos dados: foram analisadas os dados em forma de totais anuais, totais trimestrais, e em média móvel de quatro trimestres, que se apresentou como melhor alternativa porque elimina a sazonalidade;
- Quanto à existência de **correlação cruzada**; estudo de possíveis correlações defasadas no tempo: não foi detetado nada significativo;
- Pesquisa do melhor conjunto de **variáveis independentes**; todas as variáveis acima foram estudadas tanto individualmente tanto em combinação com outras representando um grande número de alternativas, que foi reduzido a um número factível pelo comando “best set” disponível no MINITAB.
Após estes estudos foram selecionados os três modelos seguintes:

VARIÁVEIS INDEPENDENTES	FORMA DE AGREGAÇÃO	CORRELAÇÃO	ERRO PERCENTUAL MÉDIO
PIB	Dados anuais	94,7%	4,6%
PIB, CONSUMO GOVERNO, PIBcc	Média móvel trimestral	98,7%	1,9%
PIB	Média móvel trimestral	94,7%	4,6%

Aplicando o princípio da parcimônia advogado por Armstrong⁹ que privilegia modelos mais simples e construídos sobre variáveis independentes de previsão mais fácil, foi eleito o modelo da última linha, que coloca a demanda de longos comuns como dependente somente do PIB trimestral, apesar de apresentar um grau de correlação menor que os demais modelos, mais complexos.

A equação deste modelo é a seguinte:

$$\text{LONGOS} = 0,00266 \times (\text{PIB})^{2,06},$$

sendo o **PIB** expresso em bilhões de reais de 2002 e **LONGOS** em milhares de toneladas / ano.

Para determinação do cone de probabilidades representando o intervalo de confiança a Diretoria da Belgo propôs um cenário para o PIB introduzindo incerteza através da indicação de uma faixa para a taxa de crescimento:

PIB Brasil	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
mínimo	0,6%	2,5%	3,0%	3,0%	1,5%	2,5%	3,0%	3,0%
media	0,6%	3,0%	3,5%	3,5%	2,8%	3,3%	3,5%	3,5%
máximo	0,6%	3,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%

Com isto a demanda prevista de longos em cada ano ficou sujeita a duas incertezas: a incerteza do modelo, representada pela distribuição de frequência dos parâmetros da equação (distribuição t) e a incerteza do PIB, com uma distribuição suposta triangular dentro das faixas acima. Aplicando uma simulação de Monte Carlo nas condições acima chega-se aos intervalos de confiança da figura 7, representado pelos cones em azul (externo) e marrom (interno).

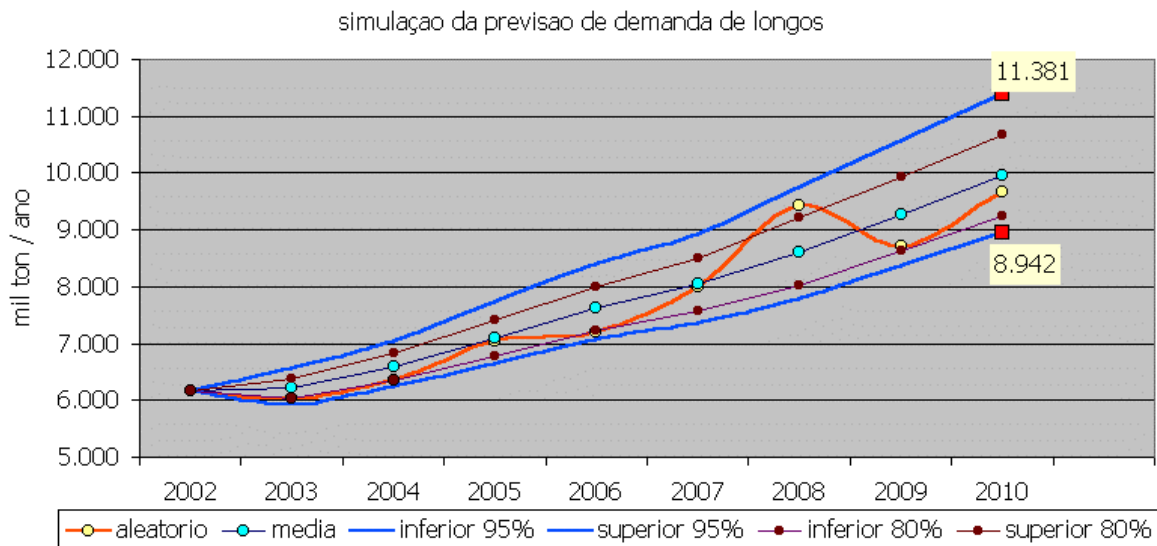


Figura 7: previsão da demanda de longos comuns até 2010 e cone de probabilidades com 80% e 95% de confiança construído com simulação de Monte Carlo.

Conhecendo-se o mercado futuro, e estabelecidas as metas de participação, a empresa pode estimar suas vendas em forma de uma distribuição de frequência e assim obter o resultado financeiro expresso em forma de uma outra distribuição de frequência permitindo fazer uma análise de risco dos seus investimentos.

Esta metodologia pode ser aplicada a qualquer tipo de produto ou mercado, desde que se disponha de uma série histórica suficientemente grande da variável que se deseja prever.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Prahalad, C.K. Competindo pelo Futuro. Rio de Janeiro, Campus, 1995.
- (2) Godet, M. Manual de Prospectiva Estratégica, Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1993.
- (3) Chopra, S. Meindl, P. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. São Paulo, Prentice Hall, 2003.
- (4) Simchi-Levi, D; Kaminsky, P. Simchi-Levi, E. Cadeia de Suprimentos – Projeto e Gestão, Porto Alegre, Bookman, 2003, pág.103.
- (5) Box, George E. P.; Jenkins, Gwilym M. Time Series Analysis, Holden-Day, 1976
- (6) Makridakis, S. Wheelwright, S. C. Hyndman R. J. Forecasting Methods and Applications, Third Edition, 1998, John Wiley & Sons, Inc.
- (7) Jonh Galt Solutions – forecastX www.johngalt.com
- (8) Alyuda Neuro Intelligence – forecasterXL www.allyuda.com
- (9) Armstrong, J.S. Principles of Forecasting, Kluwer Publishing, 2001.

A SALES FORECASTING MODEL FOR SHORT AND LONG TERM – EXAMPLE FOR THE STEEL LONG PRODUCTS.

Luiz Bigonha Gazzola¹

ABSTRACT

This paper presents an innovative sales forecasting model for short and long term, extremely useful both to the strategic planning and capacity planning as to the logistic Management. As an example, we show the short term model applied do the steel rebars Brazilian market, including the precision estimates as well as a long term forecasting model applied to the steel long products up to the year 2010, in partnership with Belgo Mineira.

The short term model is based on the properties of time series at the same time taking into account the contribution of the causal model developed for the long term situations. However, the most innovative feature of this short term model is its ability to interact with the sales manager capturing his market perception allowing a weighted average between the two estimates, in a proportion continually reevaluated according to the Sales manager performance in doing correct forecasts. The long term model is causal, but with a probabilistic approach using Monte Carlo simulations to estimate the confidence interval.

As to the steel rebars, in spite of the high “noise” level, we could arrive at 7,7% error measured as MAPE, anomalous data not excluded. This was the best result compared to other forecasting methodologies, including a neural network model, and can even be improved further depending on a proper interaction with the manager. As to the long term model applied to the steel long products, the best regression reached 98% using GDP as independent variable, allowing the companies to risk less when deciding on the nature and intensity of investments to be made.

Key words: logistics – planning - forecasting

**XXIII SEMINÁRIO DE LOGÍSTICA – 2004 – INTERNACIONAL;
SUPRIMENTOS E PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO; 16 A
18 DE JUNHO, 2004 - BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS – BRASIL;**

**(1) Engenheiro Metalúrgico pela Universidade Federal de Ouro Preto;
MBA executivo pela Harvard Business School;
Consultor de Empresas**