

# **METODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA PEÇAS DE REPOSIÇÃO AGRÍCOLA**

**Eduardo Fernando de Oliveira**

**Orientador: Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio**

**Co - Orientadora: Dra. Regina Branski**

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

## **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo comparar alguns métodos estatísticos de previsão de demanda, utilizando como ferramenta, planilhas do Excel, com o intuito de aumentarmos a acuracidade das previsões de vendas e em consequência, redução dos níveis de estoque, aumento no nível de serviço de vendas, redução do numero de back order, redução do efeito chicote na cadeia de suprimentos. Um dos modelos escolhidos apresentou melhor acuracidade nas informações quando os dados históricos foram agregados por trimestre, dessa forma tivemos um desvio absoluto médio menor e conseguimos eliminar algumas variáveis aleatórias.

## **ABSTRACT**

This article aims to compare some statistical methods of demand forecasting, using as a tool, Excel spreadsheets, in order to increase the accuracy of sales forecasts and consequently, reduction of inventory levels, increase in the level of sales service, reducing the back order, reducing the bullwhip effect in supply chain. One of the chosen models showed better accuracy of the information when the historical data were aggregated by quarter, so we had an average absolute deviation smaller and can eliminate some random variables.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na última década, a globalização passou a ser a palavra-chave no mercado mundial.

As empresas que desejam se manter nele, ou mesmo em seus mercados locais, precisam, antes de tudo, analisar a situação que as rodeiam e atentar aos rumos tomados no âmbito da globalização.

A competitividade tem feito com que as empresas produtoras de bens ou de serviços, busquem novas alternativas, visando à qualidade e a produtividade, para assegurar sua participação nos mercados que atuam. Não é suficiente uma empresa ter boa imagem, ser reconhecida pela qualidade e apresentar custos competitivos, também é fundamental que uma empresa esteja estruturada para dimensionar a quantidade de bens ou serviços que irá produzir ou comprar para o mercado de reposição, de forma que possa prever e atender a demanda proveniente do mercado consumidor.

Para a maioria das empresas do mercado de peças de reposição, a projeção do grande número de produtos pode variar na casa dos milhões. Estes enormes volumes de dados podem impedir o monitoramento, avaliação e alteração de modelos de projeção em base permanente. Para tanto, urge a necessidade de uma ferramenta de projeção de demanda inteligente o suficiente para tratar com eficácia estes processos de negócios.

Para Ballou (2006) a previsão dos níveis de demanda é vital para a empresa como um todo, à medida que proporciona a entrada básica para o planejamento e controle de todas as áreas funcionais, entre as quais logística, marketing, produção e finanças. Os níveis de demanda e

os momentos em que ocorrem afetam fundamentalmente os índices de capacidade, as necessidades financeiras e estrutura geral de qualquer negócio.

Segundo Bowersox (2007), atender as solicitações do cliente na maioria dos arranjos da cadeia de suprimentos inevitavelmente exige uma previsão para orientar o processo. A previsão é uma definição específica do que será vendido, quando e onde.

Os processos e técnicas de previsão de demanda proporcionam um desempenho logístico superior, buscando o dogma de criar, produzir ou servir mais, com menos recursos disponíveis, para isso, dependemos de estimativas acuradas dos volumes de produtos e serviços a serem processados pela cadeia de suprimentos.

O objetivo deste estudo será avaliar alguns métodos de previsão de demanda aplicados em uma empresa que atua no mercado de peças de reposição, comparando os resultados, os erros e utilizando o modelo que apresentar menor desvio entre a previsão e o realizado. O resultado esperado será de aumentarmos a acuracidade das previsões de vendas e em consequência, redução dos níveis de estoque, aumento no nível de serviço de vendas, redução do numero de back order, redução do efeito chicote na cadeia de suprimentos.

## 2. PROCESSO DE PREVISÃO DE DEMANDA E VENDAS

Por definição da APICS (*American Production and Inventory Control Society*) a gestão da demanda é “a função de identificar todas as demandas de produtos e serviços de modo a suportar o atendimento ao mercado. Envolve tudo que é necessário para permitir que a demanda aconteça, além de priorizar a demanda na situação de restrição de oferta. A gestão de demanda adequada facilita o planejamento e o uso dos recursos para gerar bons resultados ao negócio”. Inclui, conforme podemos visualizar na Figura 1, atividades de previsão, cadastramento de pedidos, promessa de prazos de entrega, além da determinação das necessidades de fornecimento à centros de distribuição, transferências entre unidades produtivas e necessidades de peças de reposição. Todas essas decisões estão intrinsecamente ligadas, por vezes não tão explícitas, mas todas se influenciam entre si.



**Figura 1** – Principais elementos da gestão da demanda

**Fonte:** Sanches, 2010, FEC-616, Aulas 2 e 3

O processo de previsão de demanda e vendas é possivelmente o mais importante dentro da função da gestão de demanda.

O Sistema de previsão de vendas, segundo Correa, Giansi e Caon (2009), é o conjunto de procedimento de coleta, tratamento e análise de informações que visa gerar uma estimativa das vendas futuras, medidas em unidades de produtos (ou famílias de produtos) em cada unidade de tempo (semanas, meses, etc.). As principais informações que devem ser consideradas pelo sistema de previsão são;

- Dados históricos de vendas, período a período;
- Informações relevantes que expliquem comportamentos atípicos das vendas passadas;
- Dados de variáveis correlacionadas às vendas que ajudem a explicar o comportamento das vendas passadas;
- Situação atual de variáveis que podem afetar o comportamento das vendas no futuro ou estejam a ele correlacionadas;
- Previsão da situação futura de variáveis que podem afetar o comportamento das vendas no futuro ou estejam a ele correlacionadas;
- Conhecimento sobre a conjuntura econômica atual e previsão da conjuntura econômica no futuro;
- Informações de clientes que possam indicar seu comportamento de compra futuro;
- Informações relevantes sobre a atuação de concorrentes que influenciam o comportamento das vendas;
- Informações sobre decisões da área comercial que podem influenciar o comportamento das vendas;

A Figura 2 ilustra uma configuração genérica de um sistema de previsão de vendas. Esse modelo apresenta inicialmente o tratamento estatístico, por meio de modelos temporais ou causais, dos dados históricos de vendas e de outras variáveis que ajudem a explicar o comportamento das vendas no passado.



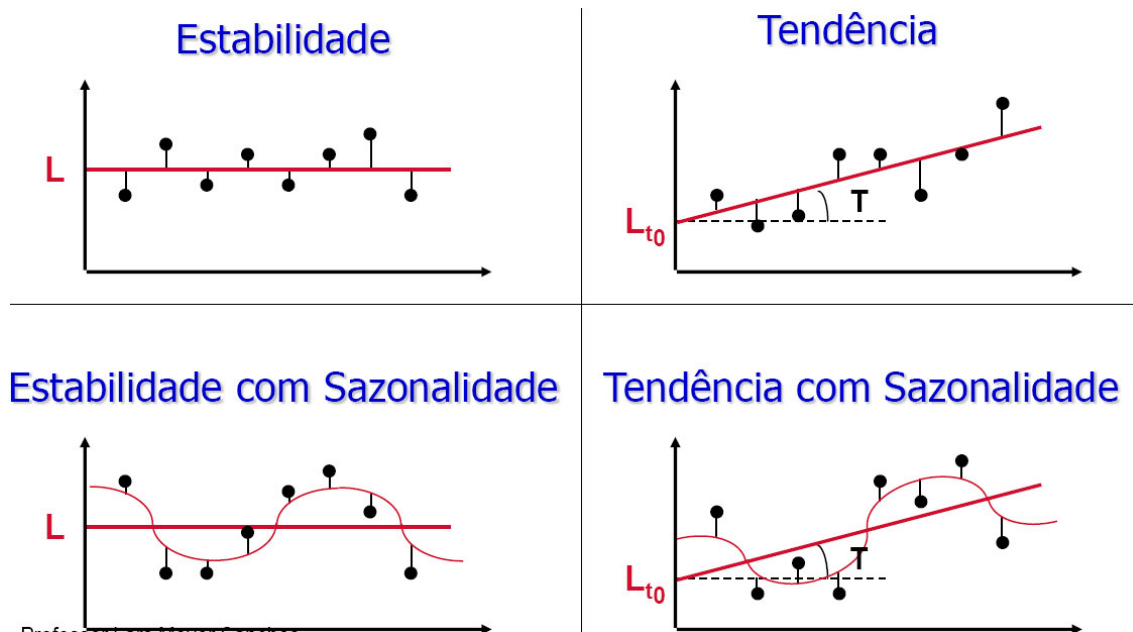
**Figura 2** – Sistema genérico de previsão de vendas.

**Fonte:** Correa, Giansesi e Caon, 2009, pág. 245

Todas essas informações devem ser coletadas de forma sistemática e, para isso, procedimentos específicos devem ser estabelecidos e sistemas de informação adequados devem ser desenvolvidos.

O objetivo então é adequar os melhores métodos estatísticos tanto, qualitativos como quantitativos no intuito de minimizar os erros.

Alguns métodos estatísticos de previsão podem ser escolhidos de acordo com as hipóteses de comportamento de vendas, conforme figura 3.



**Figura 3** Quatro hipóteses de comportamento de vendas

Fonte: Correa, Giansi e Caon, 2009, pág. 248.

No gráfico de estabilidade, admite-se que as vendas têm comportamento estável e uniforme, sem tendência de aumento ou decréscimo nem sazonalidade que possa ser identificada, na hipótese de tendência as vendas têm comportamento de aumento ou decréscimo a determinada taxa uniforme, mas sem sazonalidade que possa ser identificada, no gráfico de estabilidade com sazonalidade, admite-se que há sazonalidade que pode ser identificada e justificada, mas sem tendência de aumento ou decréscimo na média de vendas, já no caso da hipótese de tendência com sazonalidade, a mais complexa, há sazonalidade que pode ser identificada e justificada, com tendência de aumento a determinada taxa uniforme.

Uma vez escolhida a hipótese de comportamento a ser adotada, trata-se de escolher um modelo de previsão mais adequado.

Inúmeros são os métodos de previsões, bem como a quantidade de software existentes no mercado, com capacidade de executar simultaneamente milhares de cálculos e minimizar o desvio entre o que foi previsto e realizado. O foco deste estudo não está em explanar sobre todos os métodos existentes e suas peculiaridades, mas destacar 4 modelos de previsão que permitem de uma forma rápida e objetiva, e sem a necessidade de grandes recursos de software, além de uma planilha de Excel, demonstrar qual método apresenta o menor desvio para o histórico de vendas apresentado. Os 4 modelos estudados foram; Média Móvel, Suavizamento Exponencial Simples, Suavizamento Exponencial com Tendência e Regressão Linear.

A escolha dos modelos estudados utilizou o critério de atendimento as 4 clássicos comportamentos de vendas da figura 3.

## 2.1 Média Móvel

Para Correa, Giansesi e Caon (2009), os modelos de média móvel são adequados quando se adota hipótese de permanência, isto é, sem que se identifique tendência de aumento ou decréscimo acentuado nas vendas no futuro. Neste caso, assume-se que as variações de vendas reais são na maioria devidas a causas aleatórias e distribuídas de forma simetria em relação à média. Assim, procura-se, por meio desse modelo, suavizar essas variações, assumindo que a melhor previsão das vendas no período é a média dos últimos N valores das vendas passadas, conforme mostra a equação seguinte

(1)

Onde:

= Previsão do mês

= Vendas Reais dos períodos anteriores

$N$  = Quantidade de períodos anteriores

Quanto maior o valor de  $N$ , isto é, quanto maior o número de períodos passados utilizados no cálculo da média móvel, maior será o suavizamento das variações aleatórias e menor será a sensibilidade do modelo à mudanças de patamar nas vendas, caso isso ocorra. Isto pode ser visualizado no Gráfico 1.

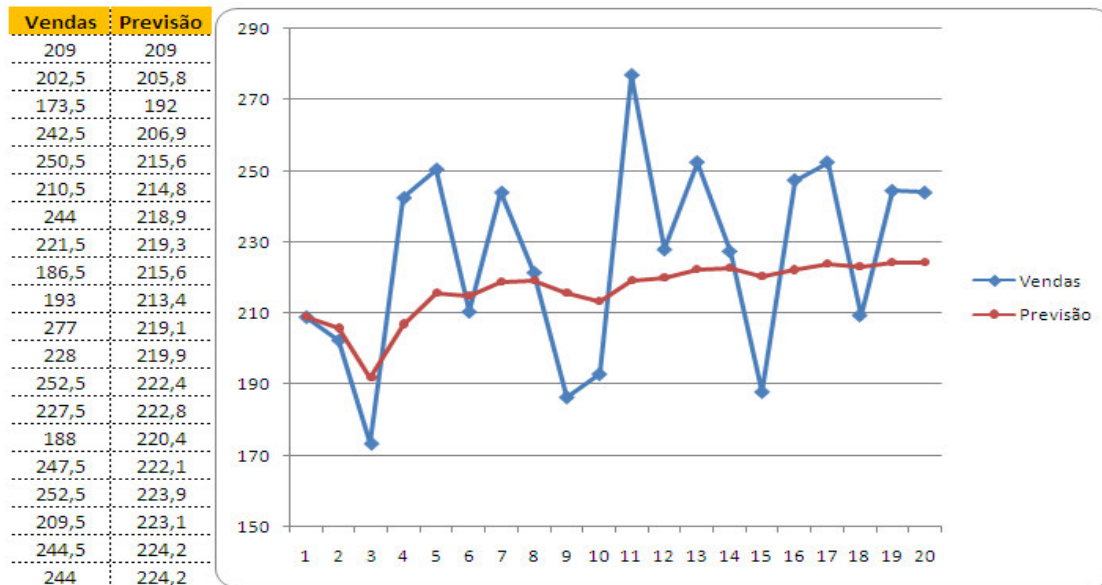


Gráfico 1 – Vendas reais x previsão com média móvel

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme os períodos  $N$  foram aumentando ao longo do tempo, a linha vermelha que representa a previsão foi aumentando o grau de permanência linear, sem grandes variações, mesmo com as vendas reais, representada pela linha azul, variando constantemente.

## 2.2 Suavizamento Exponencial Simples

É uma técnica similar à média móvel, exceto por seus pontos mais recentes receberem maior peso.

Quanto menor for o valor  $\alpha$  mais estáveis serão as previsões finais, uma vez que a utilização de baixo valor de  $\alpha$  implica que pesos maiores são dados às observações passadas e, conseqüentemente, qualquer flutuação aleatória, no presente, exercerá um peso menor no cálculo da previsão.

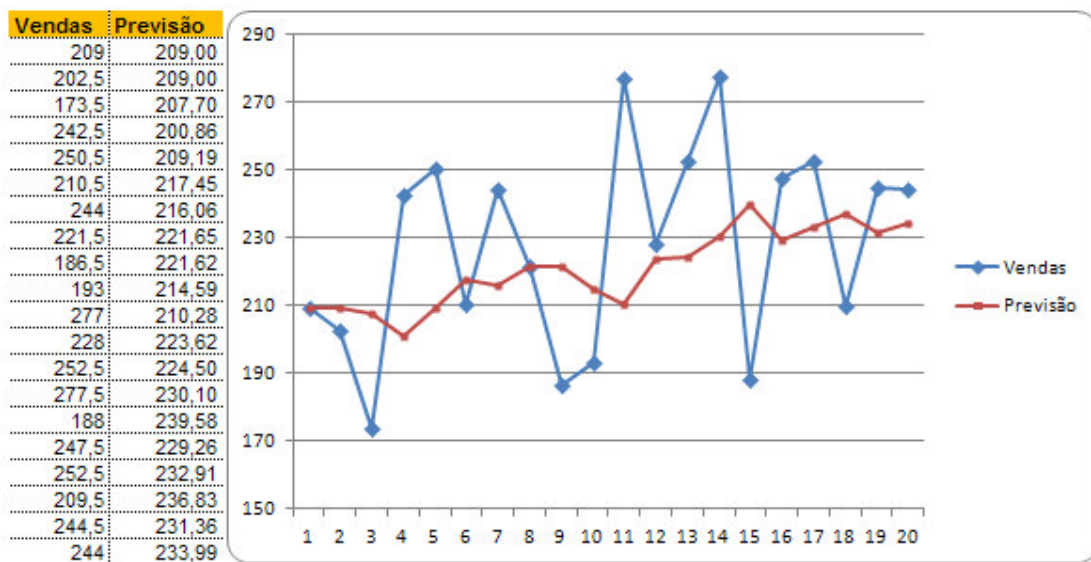
A principal desvantagem do método é a dificuldade em determinar o valor mais apropriado da constante de suavização.

(2)

Onde:

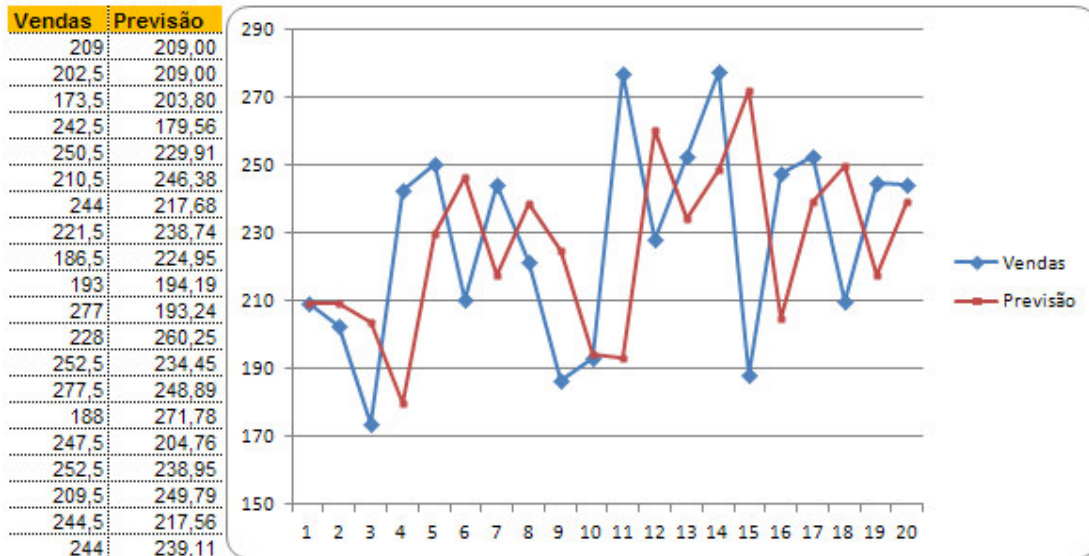
- = Estimativa do mês
- = Estimativa do mês anterior
- = Coeficiente de suavizamento  $0 < \alpha < 1$
- = Vendas Reais do mês anterior

Utilizando os mesmos valores gráficos da média móvel, notamos no Gráfico 2, que com o coeficiente de ponderação  $\alpha$  com valor abaixo de 0,2, as flutuações nas previsão são baixas, ao contrário do que ocorre com  $\alpha$  alto, no valor de 0,8, mostrado através do Gráfico 3.



**Gráfico 2** – Vendas reais x previsão com Suavizamento Exponencial  $\alpha$  0,2

**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Gráfico 3** – Vendas reais x previsão com Suavizamento Exponencial  $\alpha$  0,8

Fonte: Elaborado pelo autor

### 2.3 Suavizamento Exponencial com Tendência

O método de Suavizamento Exponencial Simples quando aplicado a uma série que apresenta tendência linear positiva (ou negativa), fornece previsões que subestimam continuamente os valores reais. Para evitar esse erro sistemático, um dos métodos aplicáveis é o Suavizamento Exponencial com Tendência. Esse método é similar, em princípio, ao anterior. A diferença é que ao invés de suavizar só o nível, ele utiliza uma nova constante de alisamento para "modelar" a tendência da série.

(3)

(4)

(5)

(6)

$$0 < \alpha \text{ e } \beta < 1$$

Onde:

= Previsão das vendas para o período  $t$

= Previsão das vendas para o período  $t+n$

= Valor da Base dessazonalizada calculado no instante  $t$

= Valor do coeficiente de sazonalidade para o período  $t$

= Valor da taxa de tendência calculado no período  $T$

$\alpha$  = Constante de Suavizamento da base

$\beta$  = Constante de Suavizamento da tendência

= Valor das Vendas reais no período



## 2.4 Regressão Linear

O objetivo da regressão linear simples consiste em encontrar uma equação linear de previsão, do tipo  $Y = a + bX$  (onde  $Y$  é a variável dependente a ser prevista e  $X$  a variável independente da previsão), de forma que a soma dos quadrados dos erros de previsão ( $b$ ) seja a mínima possível. Este método também é conhecido como “regressão dos mínimos quadrados”. De uma forma simples, o método faz relação entre demanda e outras variáveis que explicam seu nível. As variáveis são selecionadas no campo da significância estatística. Normalmente assume-se correlação entre as variáveis, quando o  $r^2$  da linha de tendência é maior ou igual a 0,8.

Utilizando ainda os dados dos gráficos anteriores podemos, podemos notar que na dispersão apresentada, temos um  $r^2$  aproximadamente igual a 0,12, o que demonstra que não existe uma forte correlação entre a variável dependente e a independente

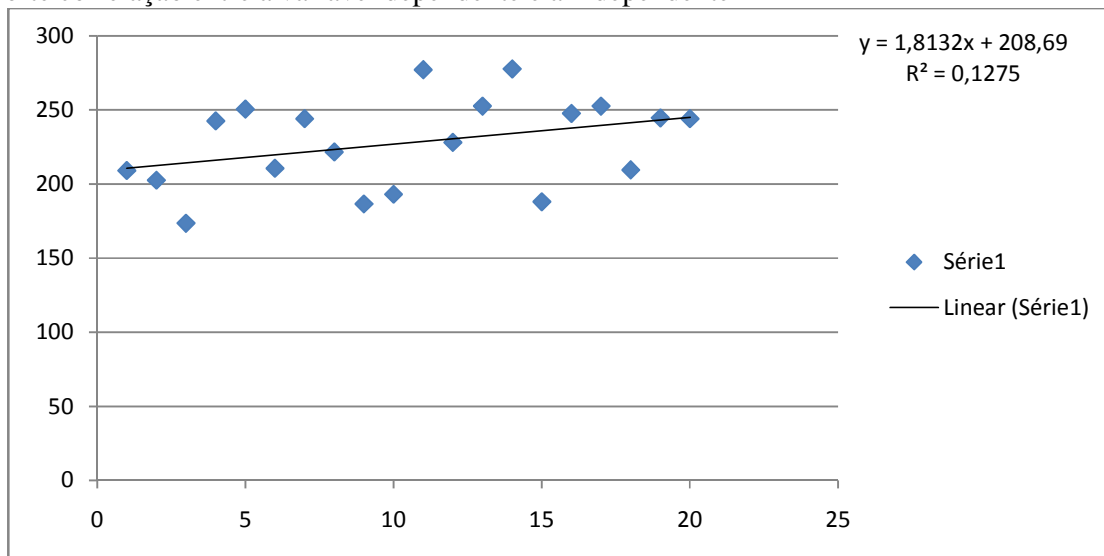


Gráfico 4 – Dispersão dos valores de X e Y.

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.5 Erros de Previsão

A preocupação final é como tirar o máximo proveito das técnicas de previsão disponíveis, mas nenhum esforço de previsão terá sucesso se os erros não forem apontados e analisados com o objetivo de reavaliar as hipóteses, modificar o método de previsão e ganhar o comprometimento com a melhoria do processo.

Da mesma forma que o futuro não é exatamente o espelhamento do passado, a previsão da demanda futura incorrerá quase sempre em algum nível de erro. O erro na previsão refere-se à diferença entre o verdadeiro nível de demanda e a previsão.

Para Correa, Giansi e Caon (2009), dois principais indicadores dos erros de previsão são: Desvio Absoluto Médio (DAM) e *Tracking Signal* (TS).

Não é objetivo desse trabalho explorar como são calculados ou quais são os métodos utilizados para o controle dos erros da previsão de demanda. Isto poderá ser explorado na vasta bibliografia disponível sobre o assunto.

### 3. METODO

#### 3.1 Levantamento dos dados históricos

Para avaliação do estudo, fizemos levantamento do histórico de vendas dos últimos 36 meses de um item específico de alto giro, fizemos as análises nos primeiros 24 meses e os comparativos nos 12 meses mais recentes, veja tabela 1 abaixo com os valores históricos das vendas realizadas

**Tabela 1:** Levantamento histórico de vendas de Jan/08 até Dez/10

Código	Descrição	Mês	Realizado	Mês	Realizado	Mês	Realizado
3760061M91	INTERRUPTOR FREIO	jan/08	61	jan/09	81	jan/10	272
		fev/08	145	fev/09	212	fev/10	609
		mar/08	98	mar/09	179	mar/10	602
		abr/08	279	abr/09	156	abr/10	82
		mai/08	86	mai/09	210	mai/10	326
		jun/08	159	jun/09	200	jun/10	377
		jul/08	109	jul/09	331	jul/10	269
		ago/08	135	ago/09	272	ago/10	297
		set/08	64	set/09	203	set/10	187
		out/08	71	out/09	122	out/10	137
		nov/08	128	nov/09	171	nov/10	111
		dez/08	110	dez/09	422	dez/10	118

#### 3.2 Aplicação do método de previsão

Com base nos dados da Tabela 1, avaliamos os modelos de Média Móvel Simples com 3 meses, Média Móvel Ponderada com 3 meses, Suavizamento Exponencial com Permanência e  $\alpha = 0,2$ , Suavizamento Exponencial Sazonal  $\alpha = 0,2$  e Regressão Linear.

#### 3.3 Análise dos Erros de Previsão

Com base nos resultados das previsões montamos as tabelas abaixo com as análises do desvio absoluto médio e tracking signal

**Tabela 2:** Análise de DAM e TS para média móvel

		MÉDIA MÓVEL SIMPLES 3M											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	238	288	434	494	431	337	262	324	314	251	207	145
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	34	321	168	(412)	(105)	40	7	(27)	(127)	(114)	(96)	(27)
4	Desvio Acum.	34	354	522	110	5	45	52	25	(102)	(216)	(312)	(339)
5	Desvio Absoluto	34	321	168	412	105	40	7	27	127	114	96	27
6	Desvio Abs. Acum.	34	354	522	934	1.039	1.080	1.087	1.114	1.241	1.355	1.451	1.478
7	Desvio Abs Méd	34	177	174	234	208	180	155	139	138	136	132	123
8	Tracking Signal	1	2	3	0	0	0	0	0	(1)	(2)	(2)	(3)

**Tabela 3:** Análise de DAM e TS para média ponderada

		MÉDIA MÓVEL PONDERADA 3M											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	197	267	414	439	502	391	214	330	329	261	232	157
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	75	343	188	(357)	(176)	(14)	55	(33)	(142)	(124)	(121)	(39)
4	Desvio Acum.	75	418	605	248	73	59	114	81	(61)	(185)	(306)	(345)
5	Desvio Absoluto	75	343	188	357	176	14	55	33	142	124	121	39
6	Desvio Abs. Acum.	75	418	605	963	1.138	1.152	1.207	1.240	1.381	1.505	1.626	1.665
7	Desvio Abs Méd	75	209	202	241	228	192	172	155	153	151	148	139
8	Tracking Signal	1	2	3	1	0	0	1	1	(0)	(1)	(2)	(2)

**Tabela 4:** Análise de DAM e TS para suavizamento exponencial com permanência

		SUAVIZAMENTO EXPONENCIAL COM PERMANÊNCIA ( $\alpha = 0,2$ )											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	235	242	316	373	315	317	329	317	313	288	258	228
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	37	367	286	(291)	11	60	(60)	(20)	(126)	(151)	(147)	(110)
4	Desvio Acum.	37	404	690	399	411	471	411	391	265	114	(33)	(143)
5	Desvio Absoluto	37	367	286	291	11	60	60	20	126	151	147	110
6	Desvio Abs. Acum.	37	404	690	981	992	1.052	1.112	1.132	1.258	1.409	1.556	1.666
7	Desvio Abs Méd	37	202	230	245	198	175	159	142	140	141	141	139
8	Tracking Signal	1	2	3	2	2	3	3	3	2	1	(0)	(1)

**Tabela 5:** Análise de DAM e TS para suavizamento exponencial com tendência

		SUAVIZAMENTO EXPONENCIAL SAZONAL ( $\alpha=0,2$ )											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	216	203	232	255	221	247	279	284	294	277	285	280
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	56	406	370	(173)	105	130	(10)	13	(107)	(140)	(174)	(162)
4	Desvio Acum.	56	462	832	659	764	893	883	897	790	650	476	314
5	Desvio Absoluto	56	406	370	173	105	130	10	13	107	140	174	162
6	Desvio Abs. Acum.	56	462	832	1.004	1.109	1.239	1.249	1.262	1.369	1.508	1.683	1.845
7	Desvio Abs Méd	56	231	277	251	222	206	178	158	152	151	153	154
8	Tracking Signal	1	2	3	3	3	4	5	6	5	4	3	2

**Tabela 6:** Análise de DAM e TS para regressão linear

		REGRESSÃO LINEAR											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	501	501	501	265	265	265	255	255	255	124	124	124
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	(229)	108	101	(183)	61	112	14	42	(68)	13	(13)	(6)
4	Desvio Acum.	(229)	(122)	(21)	(204)	(144)	(32)	(17)	25	(43)	(29)	(42)	(48)
5	Desvio Absoluto	229	108	101	183	61	112	14	42	68	13	13	6
6	Desvio Abs. Acum.	229	337	438	621	682	793	808	850	918	931	944	950
7	Desvio Abs Méd	229	169	146	155	136	132	115	106	102	93	86	79
8	Tracking Signal	(1)	(1)	(0)	(1)	(1)	(0)	(0)	0	(0)	(0)	(0)	(1)

#### 4. PERFIL DA EMPRESA

A empresa é fabricante e distribuidora global de equipamentos agrícolas controla algumas das mais respeitadas marcas do setor. Com sede em Duluth, na Georgia, EUA, investe constantemente em tecnologia, além de possuir um grande diferencial em atendimento por meio de suas mais de 2.800 concessionárias independentes e distribuidores em mais de 140 países.

Oferece uma linha completa de produtos, incluindo tratores, colheitadeiras, equipamentos para fenação e forragem, pulverizadores, equipamentos para preparo de solo, implementos e peças de reposição. A companhia iniciou sua participação no mercado brasileiro em 1994. Historicamente, as operações da empresa tiveram início no século XIX.

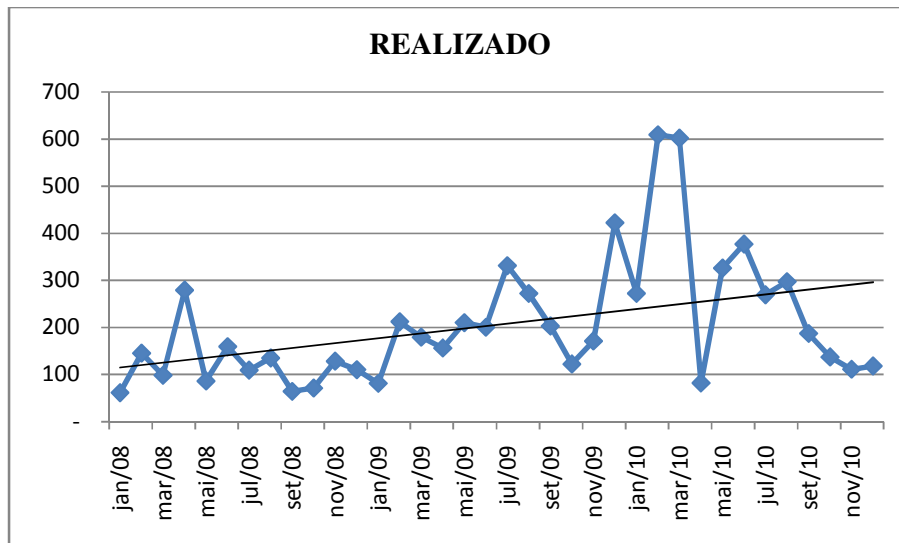
A produção brasileira de tratores, colheitadeiras e implementos é comercializada para mais de 80 países, com destaque para os mercados dos Estados Unidos, Argentina, Venezuela, Chile e África do Sul. As plantas no Brasil estão localizadas nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo. No Rio Grande do Sul, uma das fábricas fica em Canoas (tratores), tem 60,46 mil

metros quadrados de área construída e a capacidade anual de produção de 28.800 tratores. Outra planta está localizada em Santa Rosa, com área construída de 35,5 mil metros quadrados e capacidade de produção anual de 3 mil colheitadeiras. A terceira fábrica gaúcha está situada em Ibirubá, onde são produzidos 5 mil implementos agrícolas anualmente em uma área de 12,7 mil metros quadrados. A fábrica em São Paulo está localizada em Mogi das Cruzes, que produz 17 mil máquinas por ano em 56 mil metros quadrados de área construída.

## 5. DESENVOLVIMENTO

Utilizando os dados da tabela 1, montamos o gráfico 5 abaixo, para identificarmos qual a melhor hipótese de comportamento de vendas

Podemos notar que a hipótese de venda mais adequada para o comportamento do item seria Suavizamento Sazonal com Tendência.



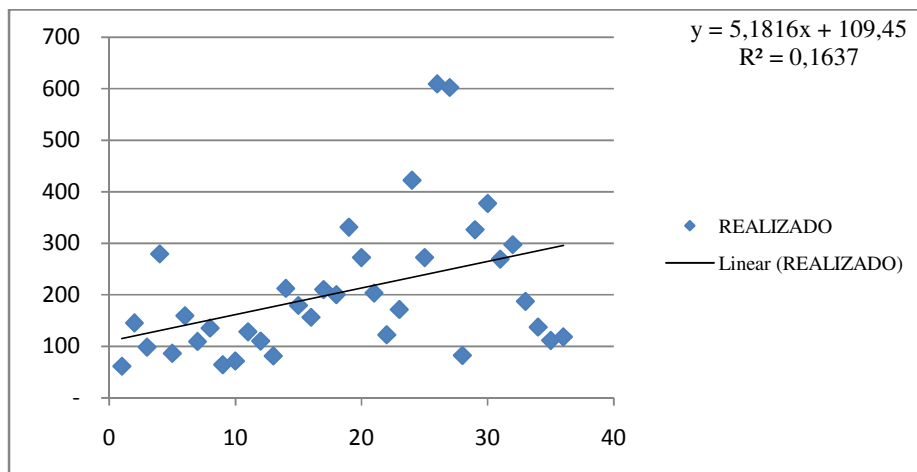
**Gráfico 5** – Vendas reais do período.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Durante a realização do estudo notamos os métodos lineares comuns não seriam capazes de nos criar uma previsão acurada para os meses futuros e essa é uma parte importante da previsão, pois como a maioria dos itens estudados são importados com *Leadtime* igual a 180 dias por exemplo, teríamos que prever as vendas para no mínimo os próximo 6 meses.

Um modelo que poderíamos utilizar seria Holt-Winters, este modelo é adequado para previsões cujos dados, agrupados em séries temporais, apresentam como componentes básicos, nível, ou um nível acompanhado de uma tendência, ou ainda, um nível acompanhado de uma tendência e mais um fator sazonal, além de um erro aleatório, porém, a não configuração da tendência mensal, apenas quando consolidada em períodos maiores, descaracteriza a utilização deste método.

Fazendo a análise da regressão linear mensalmente, identificamos na dispersão dos pontos que não existia correlação entre as variantes ficando com  $r^2$  aproximando de 0,16 conforme demonstrado no gráfico 6 abaixo.



**Gráfico 6** – Dispersão dos pontos X e Y do período

Fonte: Elaborado pelo autor

Decidimos então não mais trabalhar com valores mensais e sim anuais com acúmulos trimestrais, dessa forma conseguiríamos identificar os fatores de sazonalidade pelo trimestre e poder aplicar na previsão, veja o acumulo trimestral na tabela 7 abaixo.

**Tabela 7** – Acumulo trimestral do período

X		1	2	3	4	y
1	2008	304	524	308	309	1.445
2	2009	472	566	806	715	2.559
3	2010	1.483	785	753	366	3.387
		2.259	1.875	1.867	1.390	7.391
	2008	361,25	361,25	361,25	361,25	1445,00
	F. Sazonal	0,84	1,45	0,85	0,86	4,00
	2009	639,75	639,75	639,75	639,75	2559,00
	F. Sazonal	0,74	0,88	1,26	1,12	4,00
	2010	846,75	846,75	846,75	846,75	3387,00
	F. Sazonal	1,75	0,93	0,89	0,43	4,00

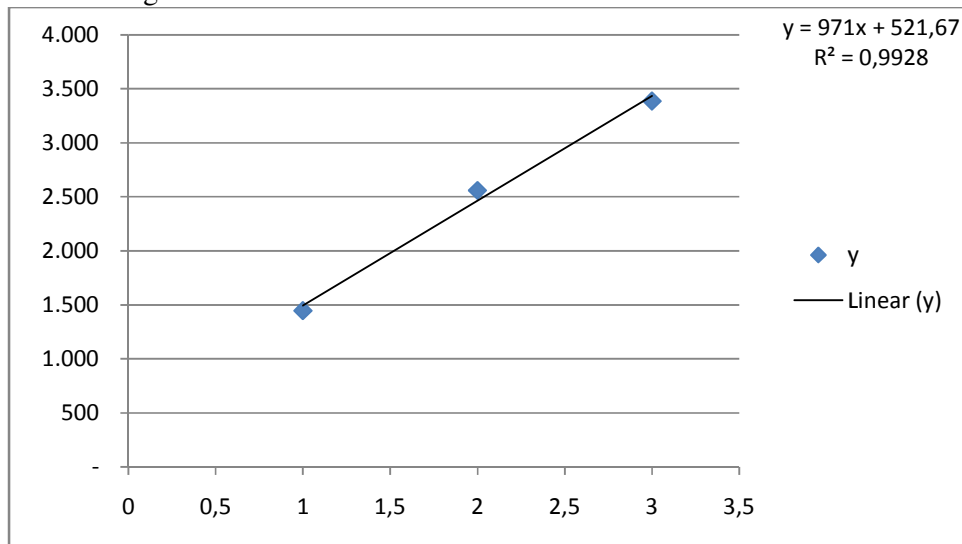
**Previsão para 2010 com a regressão Linear**

$$y = 971 \cdot 3 + 521,67 \quad y = 3.434,67 \quad 858,67$$

**Previsão**

2010	1.503,87	796,05	763,60	371,15	<b>3.434,67</b>
Mensal	501	265,35	254,53	123,72	3.434,67

Com os valores apresentados acima realizamos nova análise de dispersão o que nos apresentou um valor de  $R^2$  superior a 0,99, exibindo forte correlação entre os pontos, conforme indica o gráfico 7 abaixo



**Gráfico 7** – Dispersão dos pontos X e Y do período  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

Com esses dados pudemos fazer o estudo dos Erros de previsão e o método da regressão linear utilizando os valores anuais somados e médias trimestrais apresentou o menor DAM entre todas as análises, veja na tabela 8 abaixo.

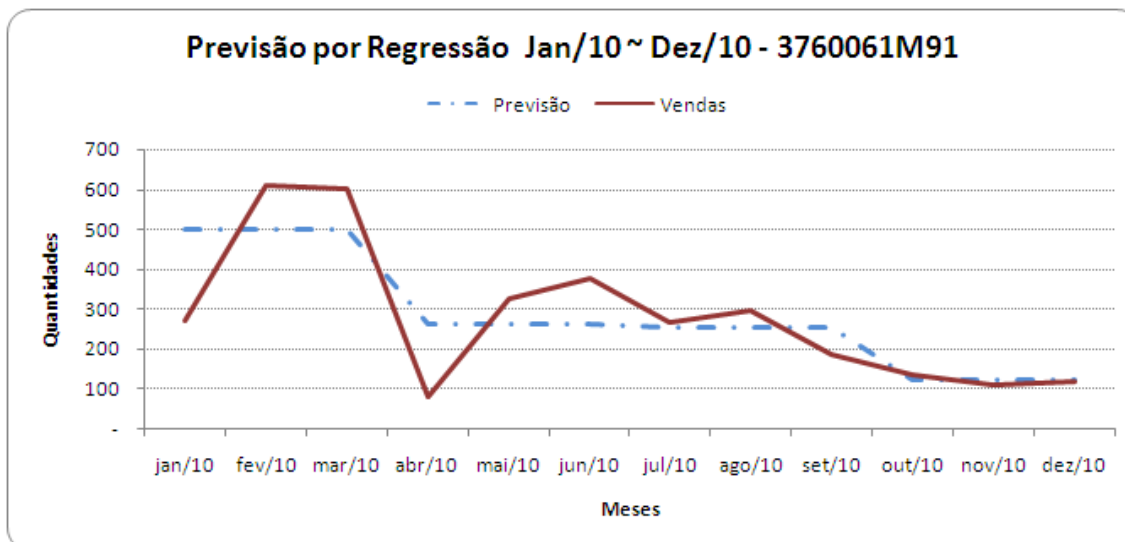
**Tabela 8** – Análise do Desvio Absoluto Médio e Track Signal

		REGRESSÃO LINEAR											
3760061M91		jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10
1	Previsão	501	501	501	265	265	265	255	255	255	124	124	124
2	Vendas	272	609	602	82	326	377	269	297	187	137	111	118
3	Desvio	(229)	108	101	(183)	61	112	14	42	(68)	13	(13)	(6)
4	Desvio Acum.	(229)	(122)	(21)	(204)	(144)	(32)	(17)	25	(43)	(29)	(42)	(48)
5	Desvio Absoluto	229	108	101	183	61	112	14	42	68	13	13	6
6	Desvio Abs. Acum.	229	337	438	621	682	793	808	850	918	931	944	950
7	Desvio Abs Méd	229	169	146	155	136	132	115	106	102	93	86	79
8	Tracking Signal	(1)	(1)	(0)	(1)	(1)	(0)	(0)	0	(0)	(0)	(0)	(1)

## 5.1 Análise dos Resultados

Neste caso a sugestão para eliminar algumas variáveis aleatórias foi agregar os dados históricos por trimestre, no intuito de diminuir o desvio padrão, que foi constatado pela Tabela 2, onde o Desvio Absoluto Médio foi o menor entre os métodos estudados.

Realizando a previsão com o método escolhido, podemos notar pelo gráfico 8 que a linha de vendas realizadas em 2010 em relação a linha de previsão estão próximas, sugerindo correlação entre as variantes.



**Gráfico 8 – Previsão x Realizadas 2010**

Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela 9, podemos conferir através do coeficiente de variação, que é a divisão do desvio padrão pela média das previsões ou vendas realizadas no período, que comparando o coeficiente utilizando a média móvel em relação ao coeficiente utilizando a regressão linear temos um ganho de 5 pontos percentuais na acuracidade.

**Tabela 9 – Incremento na acuracidade.**

VENDAS REALIZADAS 2011			PREVISÃO DE VENDAS 2012		
jan/11	118	(202)	jan/12	276	(37)
fev/11	280	(40)	fev/12	670	357
mar/11	731	411	mar/12	569	256
abr/11	536	216	abr/12	86	(227)
mai/11	90	(230)	mai/12	424	111
jun/11	522	201	jun/12	396	83
jul/11	415	94	jul/12	305	(8)
ago/11	256	(65)	ago/12	262	(51)
set/11	386	66	set/12	342	28
out/11	150	(171)	out/12	154	(159)
nov/11	171	(149)	nov/12	150	(163)
dez/11	189	(132)	dez/12	126	(188)
<b>Dem. Média</b>	320		<b>Dem. Média</b>	313	
<b>Despad</b>	191		<b>Despad</b>	172	
<b>CV</b>	60%		<b>CV</b>	55%	

**INCREMENTO NA ACURACIDADE**  
5%

Considerando que uma melhor previsão de vendas nos permite melhorar nossos níveis de estoque de segurança, através da redução do desvio padrão e que neste caso específico conseguimos reduzir em 5%, transferindo esse ganho para o valor atual de estoque de segurança que é de R\$ 3.200.000,00, teremos um ganho de R\$ 160.000,00. Isso é um ganho

direto apenas com um modelo quantitativo de análise, para melhorar esses níveis poderemos aplicar métodos qualitativos as previsões, porém, esse não será discutido neste estudo.



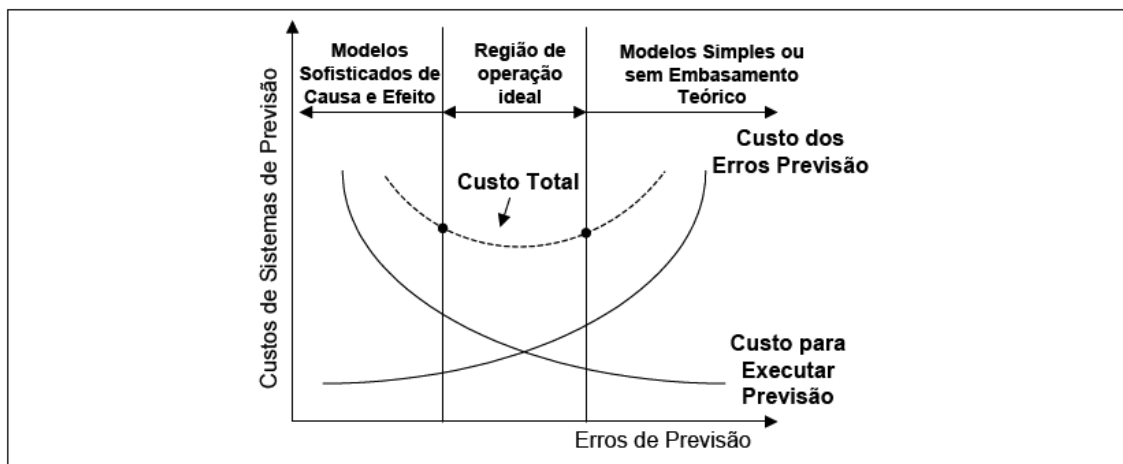
## 6. Conclusão

Como já mencionado anteriormente, inúmeros são os métodos, modelos e softwares que podemos utilizar para elaborar a previsão de demanda, bem como, inúmeras são as razões para que seja feita uma previsão acurada, como exemplos: redução de estoque, melhora no nível de serviço, melhor negociação com fornecedores e consequente redução de custos de aquisição, maior visibilidade do negócio, melhor interação entre áreas.

Para elaborar uma boa previsão de demanda a primeira etapa consiste em definir a razão pela qual necessitamos de previsões. Que produto, ou famílias de produtos, será previsto, com que grau de acuracidade de detalhe a previsão trabalhará, e que recursos estarão disponíveis para esta previsão.

A sofisticação e o detalhamento do modelo depende da importância relativa do produto, ou família de produtos, a ser previsto e do horizonte ao qual a previsão se destina. Itens pouco significativos podem ser previstos com maior margem de erro, empregando-se técnicas simples. Assim como admite-se margem de erro maior para previsões de longo prazo, empregando-se dados agregados de famílias de produtos.

Conforme Wanke (2004), uma vez compreendidas as reais necessidades de previsão, a empresa deve escolher o método mais apropriado para a região de operação ideal, ou seja, a região a que apresentar a melhor relação no *trade-off* custo/precisão, assim como mostra a figura 4 abaixo.



**Figura 4:** Relação custo/benefício de sistemas de previsão.

**Fonte:** Wanke, P (2004) - O processo de previsão de vendas nas empresas.

Um grande problema que deparamos no estudo foi o que BALLOU (2006) chamou de demanda irregular que representa a condição em que são tantas as variações aleatórias no padrão da demanda, que a tendência e padrões sazonais às vezes acabam sendo obscurecidos e não funcionando. A condição de demanda irregular ocorre quando duas ou três vezes o desvio padrão dos dados histórico excede a previsão do melhor modelo que pode ser adaptado as séries de tempo.

Inúmeras foram as dificuldades para conseguir elaborar o melhor método de previsão, podemos citar a grande quantidade de itens, na casa de 80.000, falta sistema integrado que

podéssemos retirar as informações precisas, o próprio mercado de peças de reposição que é muito inconstante gerando grandes vales e picos nas vendas, falta de alinhamento estratégico entre os departamentos envolvidos e retenção de informação. A expectativa com a melhoria na acuracidade da previsão de vendas, possamos melhorar o planejamento de compra, diminuindo o efeito chicote na cadeia de suprimentos, melhorando relacionamento com os fornecedores, inclusive melhorar o relacionamento interdepartamental, reduzir valores de estoques e aumentar nível de serviço.

## Referências Bibliográficas

**CORRÊA, GIANESI, CAON,** Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP. São Paulo: Editora Atlas, 5.<sup>a</sup> edição, 2009.

**BALLOU, RONALD H.** Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial. Porto Alegre: Editora Bookman, 5.<sup>a</sup> edição, 2006

**BOWERSOX, D. CLOSS, M. COOPER, M** Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2.<sup>a</sup> Edição, 2007

**MEDEIROS, V. Z. (coord):** Métodos Quantitativos com Excel. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2008.

**WANKE, P.** O processo de previsão de vendas nas empresas.

Disponível em: <http://www.coppead.ufrj.br/pesquisa/cel/new/fs-busca.htm?fr-previsao.htm>

Acesso em 16/03/2012

[www.agco.com.br](http://www.agco.com.br)

Acesso em 11/12/2011