

## Aplicação de Técnicas de Previsão de Demanda em uma Associação de Materiais Recicláveis localizada no estado do Paraná

Vander Luiz da Silva 1 (Unespar/Campus de Campo Mourão) [vander-luiz@hotmail.com](mailto:vander-luiz@hotmail.com)  
Giovana Defendi de Oliveira 2 (Unespar/Campus de Campo Mourão) [gio\\_defendi@hotmail.com](mailto:gio_defendi@hotmail.com)  
Ana Paula Kozechen 3 (Unespar/Campus de Campo Mourão) [anapaulakozechen@hotmail.com](mailto:anapaulakozechen@hotmail.com)  
Camila Maria Uller 4 (Unespar/Campus de Campo Mourão) [camila\\_mila\\_uller@hotmail.com](mailto:camila_mila_uller@hotmail.com)  
Rony Peterson da Rocha 5 (Unespar/Campus de Campo Mourão) [ronypeterson\\_eng@hotmail.com](mailto:ronypeterson_eng@hotmail.com)

**Resumo:** As previsões de demanda proporcionam às empresas uma ampla visão da sua necessidade e capacidade produtiva, possibilitando a escolha de maquinários, reposições de estoques no momento certo e garantia de cumprimento das ações em tempo certo. Ao adotarem o uso de previsões de demanda, as empresas passam a se destacar no mercado, apresentando um diferencial competitivo, assim, proporcionando benefícios referentes às suas atividades estratégicas. O artigo baseia-se em um estudo realizado em uma Associação de recicladores, localizada em um pequeno município do estado do Paraná. As pesquisas foram realizadas em setembro de 2014 e são classificadas quanto aos meios como explicativa e quanto aos fins como bibliográfica e virtual. A técnica escolhida para os cálculos da previsão de demanda foi suscetível, apresentando valores muito próximos da realidade.

**Palavras chave:** Dados históricos de demanda, Modelo de previsões, Técnicas quantitativas.

## Application of Techniques of Demand Forecasting in an Association of Recyclable Materials in Paraná

**Abstract:** The demand forecasts provide companies a broad view of their need and capacity manufacturing, enabling the choice of machinery, spares inventory at the right time and the guarantee of compliance actions at the right time. Adopting the use of demand forecasts, companies start to stand out in the market, presenting a competitive advantage, thus, providing benefits for its strategic activities. The article is based on a study made in an Association of recyclers located in a small city in Paraná. The searches were developed in September of 2014 and are classified, about the purpose, as explanatory and about the means as bibliographic and virtual. The technique chosen for the calculations of the demand forecast was susceptible, because it presented values very close to reality.

**Key-words:** Historical demand information, Model of predictions, Quantitative techniques.

### 1. Introdução

Desde o surgimento do homem na Terra até a metade do século XVIII os resíduos de produtos consumidos (papel e papelão, tecidos, entre outros) eram produzidos em pequena escala. Entretanto, com a revolução industrial a quantidade de resíduos gerados teve um aumento considerável. Assim, como alternativa para reaproveitamento de alguns materiais não orgânicos, inicia-se um procedimento denominado de reciclagem (NEVES; SERIKAWA; RAYMUNDO, 2008).

Em Associações de recicladores, a prática de reciclagem de materiais assume grande importância, pois além de ser uma fonte de renda aos trabalhadores, evita-se o acúmulo de tais materiais no ambiente. Para isto, é indispensável a previsão de demanda, permitindo a

Associação conhecer sua capacidade produtiva, bem como tomar decisões adequadas, em tempo real.

As previsões de demanda são utilizadas nas organizações em diversas situações, como controle de estoques, análise de lançamento de novos produtos, planejamento da produção, planejamento da capacidade, entre outras (PROTO; MESQUITA, 2003).

Segundo Petrônio e Laugeni (2005), a previsão de demanda possibilita utilizar máquinas de maneira adequada, repor estoques no momento e em quantidade adequadas, garantir a programação correta de todas as operações, entre outros.

Ao adotarem o uso de previsões de demandas, as empresas de maneira geral, passam a apresentar um diferencial competitivo, proporcionando benefícios referentes à execução de suas atividades estratégicas, bem como, apoio ao processo de planejamento da organização (GARCIA, 2011). Entretanto, para o autor, essas devem possuir um processo de previsão de demanda devidamente estruturado.

Esta pesquisa tem como objetivos apresentar as principais técnicas quantitativas e qualitativas de previsão de demanda, e, aplicar aquelas que melhor se adequem às necessidades atuais de uma Associação de materiais recicláveis, localizada em um pequeno município do estado do Paraná.

## 2. Processo de previsão de demanda

Martins e Laugeni (2005) definem a previsão como um processo metodológico para determinação de dados futuros, a partir da utilização de modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos, sendo as previsões de curto prazo (até 3 meses), médio prazo (entre 2 e 3 anos) ou longo prazo (superior a 2 anos).

### 2.1 Etapas de um modelo de previsão

Um modelo de previsão de demanda consiste em cinco etapas, sendo elas: objetivo do modelo; coleta e análise dos dados; seleção da técnica de previsão; obtenção das previsões e; monitoração do modelo (TUBINO, 2009). Essas estão detalhadas na Figura 1.

Etapa	Descrição
Objetivo do modelo	Consiste na definição da razão pela qual se necessita de previsões.
Coleta e análise de dados	Consiste na coleta e análise de dados, a fim de identificar, desenvolver a técnica de previsão que melhor se adapte.
Seleção da técnica da previsão	Consiste em decidir a técnica mais apropriada para o caso, podendo ser qualitativas ou quantitativas.
Obtenções das previsões	Consiste na obtenção das projeções futuras de demanda, onde quanto maior for o horizonte pretendido menor a confiabilidade da demanda prevista.
Monitoração do modelo	Consiste em monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista, com intuito de verificar se a técnica e os parâmetros empregados são válidos. Caso não sejam inicia-se o processo novamente.

Fonte: Adaptado de Tubino (2009).

Figura 1 – Etapas do modelo de previsão de demanda

### 2.2 Técnicas de previsão de demanda

As técnicas de previsão de demanda podem ser classificadas em dois grupos, as qualitativas e quantitativas (GARCIA, 2011). Werner e Ribeiro (2003) ressaltam que as previsões de demanda são elaboradas a partir de técnicas quantitativas, qualitativas ou a junção de ambas.

### **2.2.1 Técnicas qualitativas**

Consistem em previsões de demanda baseadas em julgamentos realizados por especialistas, não sendo explicada matematicamente (PROTO; MESQUITA, 2003).

As técnicas qualitativas abordadas neste trabalho serão: Técnica Delphi, Consenso do Comitê Executivo, Analogia Histórica, Pesquisa de Mercado e, Pesquisa de Equipe de Venda.

#### **2.2.1.1 Técnica Delphi**

Nesta técnica os executivos respondem anonimamente uma série de perguntas em turnos consecutivos e então, cada resposta é repassada a todos os participantes dos diferentes turnos, e assim o processo é repetido em até seis turnos para que se possa atingir um consenso (GAITHER; FRAZIER, 2002).

A principal vantagem desta técnica está em permitir a obtenção de dados pessoais sem que haja interações dentro do grupo, que poderiam distorcer os resultados, além do uso eficiente das ideias de especialistas, resultados de fácil compreensão, comunicação não equivocada e documentação do procedimento (LEMOS, 2006). Quanto a sua desvantagem, o autor ressalta a possibilidade de geração de imprecisão nas questões ou custo elevados na elaboração e obtenção de resultados.

#### **2.2.1.2 Consenso do comitê executivo**

Nesta técnica é formado um comitê de executivos, cujos mesmos possuem a capacidade de discernimento de diversos departamentos da organização, tendo a responsabilidade de desenvolver previsões de demanda (GAITHER; FRAZIER, 2002).

As previsões são baseadas na opinião dos executivos, pois eles conhecem as atividades desenvolvidas em seus respectivos setores, contribuindo para com a disseminação de informações e, conseqüentemente, melhor visão sistêmica de todo o processo da organização (ROSSETTO *et al.*, 2011).

#### **2.2.1.3 Analogia Histórica**

De acordo com Chase, Jacobs e Aquilano (2006), a técnica de analogia histórica é importante no planejamento de produtos novos.

Essa técnica consiste em uma análise comparativa de ingresso e crescimento de novos produtos com produtos de padrões similares, baseando-se em padrões de similaridade, sendo muito usada para o lançamento de produtos no mercado (GUIMARÃES 2008). Para Gaither e Frazier (2002) tal técnica utiliza as informações básicas de um produto similar, como as várias etapas do seu ciclo de vida, visando a estimativa de venda do novo produto em questão.

#### **2.2.1.4 Pesquisa de Mercado**

Consiste na coleta de dados, por meio de pesquisas e entrevistas, bem como testes de hipóteses sobre o mercado estudado, visando à identificação de desejos e necessidades dos consumidores (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

De maneira geral, é empregada na busca de ideias relacionadas ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos, sendo levantados determinados questionamentos, tais como os prós e contras dos produtos existentes, os produtos competitivos preferíveis em uma classe de produtos, entre outros (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006).

### 2.2.1.5 Pesquisa da equipe de venda

Nesta técnica, as estimativas de vendas em âmbito regional são obtidas por meio de membros individuais da equipe de vendas e, posteriormente, combinadas em uma única informação para todas as regiões (GAITHER; FRAZIER, 2002). Assim, Rossetto *et al.* (2011) considera a opinião da equipe de vendas de suma importância no processo de elaboração das previsões, uma vez que os vendedores estão em contato direto com a demanda.

### 2.2.2 Técnicas quantitativas

Consistem na aplicação de técnicas de análise numérica de dados históricos, isentos de opiniões pessoais de especialistas (FUSCO; SACOMANO, 2007).

As técnicas quantitativas abordadas nesta pesquisa serão: Previsões baseadas em séries temporais; técnica para previsão de tendência; técnica para previsão de sazonalidade e; previsões baseadas em correlações.

#### 2.2.2.1 Previsões baseadas em series temporais

“Os modelos presumem que os dados históricos da demanda se ajustam a uma função matemática, utilizada para projeção de demandas futuras” (PROTO; MESQUITA, 2003, p.3).

##### 2.2.2.1.1 Média móvel

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), a abordagem da média móvel para previsão considera os dados de demanda real nos  $n$  períodos anteriores, a qual calcula-se a demanda média nesses  $n$  períodos e usa tal média como a previsão para o próximo período. A média móvel pode ser calculada a partir da equação (1).

$$Mm_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

Onde:  $Mm_n$  = Média móvel de  $n$  períodos;  $D_i$  = Demanda percorrida no período  $i$ ;  $n$  = número de períodos;  $i$  = índice do período ( $i = 1,2,3,\dots$ ).

Esse procedimento, embora bastante simples, tende a produzir estimativas muito variáveis, pois incorpora na previsão toda a variação da demanda (LUSTOSA *et al.*, 2008).

##### 2.2.2.1.2 Média exponencial móvel

Na média exponencial móvel, o peso de cada observação decresce no tempo em progressão geométrica ou de forma exponencial. Em sua forma de apresentação mais simples, cada nova previsão é obtida com base na previsão anterior, acrescida do erro cometido na previsão anterior, corrigido por um coeficiente de ponderação (TUBINO, 2009). A média exponencial móvel pode ser calculada a partir da equação (2).

$$M_t = M_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (2)$$

Onde:  $M_t$  = Previsão no período  $t$ ;  $M_{t-1}$  = Previsão para o período  $t-1$ ;  $\alpha$  = coeficiente de ponderação;  $D_{t-1}$  = demanda no período  $t-1$ .

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o coeficiente de ponderação ( $\alpha$ ) é constante e determina o equilíbrio entre a sensibilidade e a estabilidade das previsões. Tubino (2009) ressalta que  $\alpha$  encontra-se sempre dentro de uma faixa de 0 a 1. Assim, quanto maior o seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma variação real da demanda e, quanto maior o seu valor, as previsões ficarão muito sujeitas às variações aleatórias da demanda. Contudo, caso o valor de  $\alpha$  for muito pequeno, as previsões poderão obter resultados muito diferentes da previsão real. Dessa forma, os pacotes computacionais que operam os modelos de previsão incluem simulações, com o intuito de ajustar o nível de  $\alpha$ , bem como reduzir o erro de previsão.

### 2.2.2.2 Técnicas para previsão de tendência

Refere-se ao movimento gradual a longo prazo da demanda, cuja estimativa é realizada a partir da identificação de uma função que descreve, matematicamente, tal movimento (FUSCO; SACOMANO, 2007). A mesma pode ser dividida em função linear e ajuste exponencial.

#### 2.2.2.2.1 Função linear

Segundo Fusco e Sacomano (2007), para um fácil entendimento do método, inicia-se com a representação de uma função linear, representada pela equação (3).

$$Y = a + bX \quad (3)$$

Onde: Y = a previsão da demanda para o período X; a = ordenada na origem, ou ponto onde a reta corta o eixo das ordenadas; b = o coeficiente angular da reta; X = o período para a previsão.

Na equação (3), as variáveis “a” e “b” podem ser determinadas por meio das equações (4) e (5), respectivamente.

$$b = \frac{n(\sum X.Y) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot (\sum X)}{n} \quad (5)$$

Onde: n = número de períodos; X = variável independente e; Y = variável dependente.

A partir das equações (4) e (5), utilizando o período X, é possível determinar o valor de Y, representado na equação (3), ou seja, a demanda prevista naquele espaço de tempo (FUSCO; SACOMANO, 2007).

#### 2.2.2.2.2 Ajustamento exponencial

Segundo Fusco e Sacomano (2007), é a variação da técnica da média exponencial móvel, sendo mais indicada em previsões de pequenas variações. A mesma é expressa pela equação (6), que por sua vez, depende da adição entre as equações (7) e (8), respectivamente.

$$P_{t+1} = M_t + T_t \quad (6)$$

$$M_t = P_t + \alpha_1 (D_t - P_t) \quad (7)$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2 (P_t - P_{t-1} - T_{t-1}) \quad (8)$$

Onde:  $P_{t+1}$  = Previsão da demanda para o período  $P_{t+1}$ ;  $P_t$  = Previsão no período t;  $P_{t-1}$  = Previsão da demanda para o período  $P_{t-1}$ ;  $M_t$  = Previsão da média exponencial móvel da demanda para o período t;  $T_t$  = Previsão da demanda para o período t;  $\alpha_1$  = Coeficiente de ponderação da média;  $\alpha_2$  = Coeficiente de ponderação de tendência;  $D_t$  = Demanda no período t.

### 2.2.2.3 Técnicas para previsão de sazonalidade

A sazonalidade é caracterizada pela ocorrência de variações, tanto para cima, como para baixo, havendo intervalos regulares nas séries temporais da demanda (TUBINO, 2009).

Heizer e Render (2001) ponderam as seguintes etapas envolvidas na previsão sazonal de demanda:

- Identificar a demanda histórica média de cada período, somando a demanda daquele mês, por exemplo, em cada ano. Em seguida, dividir o mesmo pelo número de dados disponíveis;
- Calcular a demanda média dos períodos, dividindo a demanda média anual pelo número de estações;



- c) Calcular um índice sazonal para cada estação, dividindo a demanda histórica real daquele mês pela demanda média de todos os meses do período estudado;
- d) Estimar a demanda para o período desejado; e
- e) Dividir a estimativa da demanda anual pelo número de estações e, posteriormente, multiplicar o resultado obtido pelo índice sazonal daquele mês, resultando na previsão sazonal.

#### 2.2.2.4 Previsões baseadas em correlações

Buscam estabelecer uma função matemática, correlacionando a demanda com uma série de variáveis independentes, com o intuito de gerar novas previsões (PROTO; MESQUITA, 2003). Assim, a partir da equação (9) é possível medir a existência de correlação entre duas variáveis.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2] [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (9)$$

Onde: r = coeficiente de correlação.

#### 2.2.3 Cálculo do erro

O erro refere-se a diferença entre o valor da previsão e o que realmente ocorreu. O Desvio Médio Absoluto (MAD) é a média de erro nas previsões utilizando valores absolutos (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006). O MAD é expresso pela equação (10).

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A-F|}{n} \quad (10)$$

Onde: A = demanda real e; F = demanda prevista.

### 3. Materiais e métodos

Na aplicação de técnicas de previsão de demanda em uma Associação de materiais recicláveis, elaborou-se um modelo de previsão, seguindo a estrutura de um modelo padrão proposto por Tubino (2009). As etapas desse modelo estão detalhadas abaixo.

#### 3.1 Definição do objetivo

O estudo foi realizado em uma Associação de materiais recicláveis, localizada na Região Noroeste do Paraná.

O objetivo da previsão foi definido a partir da necessidade da Associação em questão, em ter conhecimento de sua capacidade produtiva, bem como tomar as seguintes decisões: adotar políticas conscientizadoras, caso a demanda prevista fosse inferior a esperada; ou, expandir a instalação e/ou obter novos equipamentos e/ou contratar funcionários, caso a demanda prevista assumisse um crescimento significativo.

#### 3.2 Coleta e análise de dados

Os dados necessários foram cedidos pela Associação e correspondem à quantidade de materiais, em kg, devidamente separados e prensados, ou seja, prontos para serem comercializados. Os mesmos referem-se ao período de janeiro de 2012 a setembro de 2014.

Após serem analisados, os dados foram organizados na forma de gráficos, relacionando a demanda de materiais e os meses de cada ano.

#### 3.3 Seleção da técnica de previsão

As técnicas de previsão de demanda podem ser quantitativas ou qualitativas. Neste caso, serão utilizadas as quantitativas, tendo em vista que as mesmas envolvem dados históricos.

Com o auxílio do gráfico 1, foi possível visualizar o comportamento da linha (formada pela união de dados) e determinar a(s) técnica(s) mais apropriada(s). Neste caso, a média exponencial móvel e ajustamento exponencial para a tendência foram às escolhidas.

Nas previsões, com a aplicação da técnica de média móvel exponencial utilizou-se a equação (2). Já no ajustamento exponencial para a tendência se fez necessário o uso das equações (6), (7) e (8).

Devido ambas as técnicas exigirem diversos cálculos matemáticos, os dados foram executados com auxílio de recursos computacionais, bem como utilização das equações mencionadas. Para tanto, utilizou-se o método de abordagem quantitativo e, pesquisas virtuais e bibliográficas.

### 3.4 Obtenções das previsões

As previsões foram obtidas a partir de cálculos matemáticos e análises dos resultados.

### 3.5 Monitoração do modelo

Para validação das previsões e monitoramento do modelo proposto, calculou-se o Desvio Médio Absoluto (MAD) que consiste na relação entre a demanda real e a prevista.

Os resultados obtidos estão descritos na próxima seção do artigo.

## 4. Resultados e discussão

O estudo foi realizado em uma Associação de recicladores, localizada em um pequeno município do estado do Paraná.

A Associação possui cerca de 15 funcionários, distribuídos entre as operações de coleta (consiste no recolhimento de materiais, depositados em vias públicas do município), separação (consiste na homogeneização dos materiais, permitindo o destino adequado para cada um deles) e prensagem (consiste na compactação dos materiais, visando a ocupação de menor espaço físico, bem como facilidade no transporte).

Após terem sido compactados, os materiais são destinados à outras empresas, responsáveis pelo processamento adequado dos mesmos. Tais materiais são diversificados e possuem variações de preços de comercialização/kg, como mostra a Tabela 1.

Produto	Preço/kg
Arame	R\$ 0,12
Sucata	R\$ 0,17
PET (Polietileno Tereftalato)	R\$ 1,27
Sacola branca	R\$ 0,77
Sacola colorida	R\$ 0,50
PP (Polipropileno)	R\$ 0,47
PET óleo	R\$ 0,32
Papelão	R\$ 0,12
Papel de terceira	R\$ 0,29

Fonte: Dados cedidos pela Associação (2014)

Tabela 1 – Materiais recicláveis comercializados pela Associação

Quanto à capacidade produtiva da Associação, a mesma possui dois equipamentos de prensagem, porém, utiliza apenas um deles. Entretanto, futuramente, com o aumento da demanda poderá ser possível a utilização de ambos.

Em relação à capacidade da instalação, tendo em vista que o mercado de materiais recicláveis está em plena expansão, principalmente na região, alocar todo esse material poderá exigir o aumento da instalação atual ou, caso viável, mudança para uma maior. Além disso, demais aspectos poderão ser levantados, como a contratação de mão de obra, adoção de políticas de conscientização destinadas à sociedade, entre outros. Para tanto, é importante que a associação tenha conhecimento de sua demanda.

Ressalta-se que neste estudo, optou-se a trabalhar com a demanda agregada, cuja mesma refere-se a quantidade total de produtos comercializados pela Associação em um determinado período (arames, sucatas, sacolas plásticas, e outros), como mostra a Tabela 2.

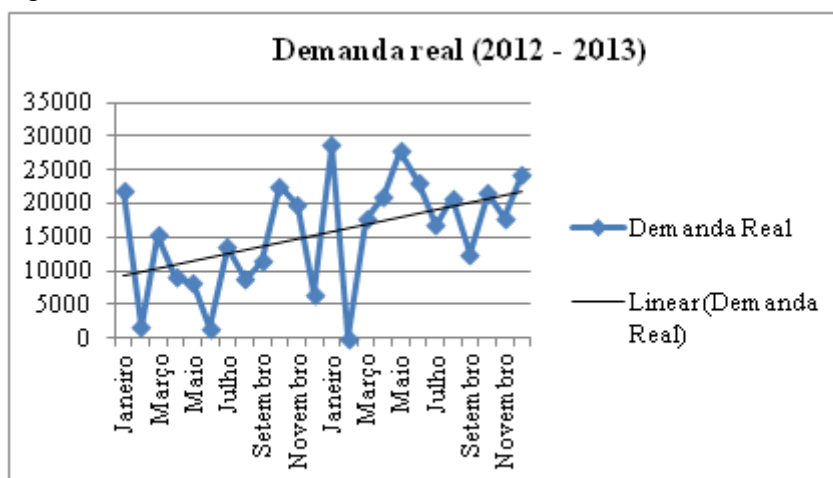
MÊS	ANO (*VALORES EM KG)	
	2012	2013
Janeiro	21984	28726
Fevereiro	1660	0
Março	15287	17740
Abril	9106	21039
Mai	8107	27870
Junho	1443	23127
Julho	13507	16750
Agosto	8750	20827
Setembro	11460	12470
Outubro	22630	21620
Novembro	19700	17760
Dezembro	6470	24360

Fonte: Dados cedidos pela Associação (2014)

Tabela 2 – Valores correspondentes aos materiais comercializados pela Associação no período

Observa-se que em fevereiro do ano de 2013 a quantidade, em kg, de materiais a serem comercializados assumiu um valor nulo. Isto ocorreu, pelo fato da Associação ter coletado uma quantidade inferior de materiais no mês, tornando-se viável, neste caso, comercializar tais materiais apenas no mês seguinte, visando custos relacionados às operações (separação e prensagem) e transporte dos mesmos, além de preservar o lucro.

Posteriormente, a partir dos dados expostos na Tabela 2, esboçou-se um gráfico, visando identificar a técnica de previsão mais apropriada (série temporal, tendência, sazonal, ou outras). A Figura 2 facilita tal análise.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação.

Figura 2 – Representação da demanda real da associação registrada no período



Ao ser traçado uma linha de tendência, apesar dos dados assumirem valores aleatórios, notou-se um crescimento considerável da demanda, devendo assim, serem aplicados os métodos de média (média exponencial móvel) e de tendência (ajustamento exponencial para a tendência), já que os mesmos são mais indicados para este fato.

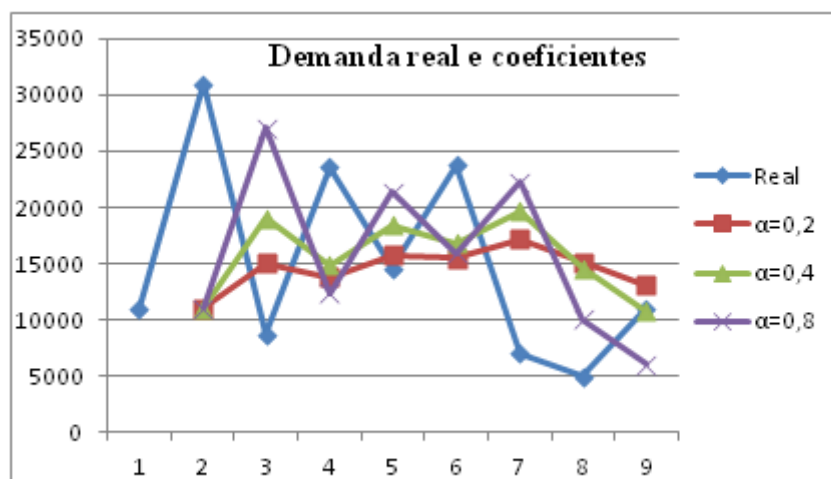
Utilizando a técnica da média exponencial móvel, adotando três diferentes coeficientes de ponderação ( $\alpha$ ), foi possível obter as previsões, referentes aos meses de janeiro a setembro de 2014, como mostra a Tabela 3.

Período	Demanda real	Previsão $\alpha=0,2$	Erro	Previsão $\alpha=0,4$	Erro	Previsão $\alpha=0,8$	Erro
1	11040	-	-	-	-	-	-
2	31030	11040	19990	11040	19990	11040	19990
3	8710	15038	-6328	19036	-10326	27032	-18322
4	23640	13772	9868	14906	8734	12374	11266
5	14560	15746	-1186	18399	-3839	21387	-6827
6	23790	15509	8281	16864	6926	15925	7865
7	7040	17165	-10125	19634	-12594	22217	-15177
8	5000	15140	-10140	14597	-9597	10075	-5075
9	11040	13112	-2072	10758	282	6015	5025

Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação

Tabela 3 – Previsões realizadas por meio da técnica da média exponencial móvel e os respectivos erros assumidos em cada previsão

Por meio dos dados expostos na Tabela 3, com o intuito de melhor visualização dos resultados, esboçou-se outro gráfico, relacionando a demanda real com as demais previsões, como mostra a Figura 3.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação.

Figura 3 – Representação da demanda real da Associação e as previsões realizadas para o mesmo período, utilizando diferentes coeficientes de ponderação

É notório que o coeficiente de ponderação exerce influencia sobre a previsão de demanda, já que quanto maior o coeficiente de ponderação, maior será a aproximação do valor da demanda real, já que este responde mais rapidamente a uma variação real da demanda.

Quanto ao monitoramento do modelo, utilizando a equação (10), calculou-se o Desvio Médio Absoluto (MAD) e, em seguida, foi realizado um comparativo com o somatório dos erros (Tabela 3), como mostra a Tabela 4.

Elementos	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,8$
Erro	8288	-423	-1256
MAD	8499	9036	11193
4*MAD	33996	36144	44772
Faixa considerável	Aceitável	Aceitável	Aceitável

Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação

Tabela 4 – Elementos empregados no monitoramento do modelo proposto

A princípio, o modelo com  $\alpha = 0,2$ ;  $\alpha = 0,4$  e  $\alpha = 0,8$  está dentro da faixa aceitável de erro, sendo assim, apresenta certa precisão.

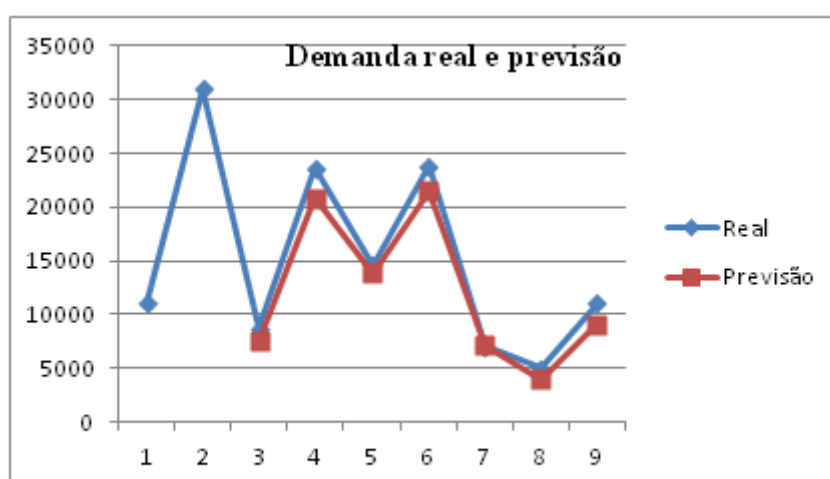
Utilizando a técnica do ajustamento exponencial para a tendência, empregando um coeficiente de média ( $\alpha_1$ ) e um coeficiente de tendência ( $\alpha_2$ ), obtiveram-se as previsões referentes ao ano de 2014, como mostra a Tabela 5.

Período	Demanda real	Mt	Tt	Pt+1
1	11040			
2	31030			
3	8710		-1165	7545
4	23640	22031	-1165	20866
5	14560	15191	-1326	13865
6	23790	22797	-1263	21535
7	7040	8489	-1362	7127
8	5000	5213	-1217	3996
9	11040	10336	-1196	9140

Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação

Tabela 5 – Previsões realizadas por meio da técnica de ajustamento exponencial de tendência

A partir da Tabela 5, com o intuito de melhor visualização dos resultados, esboçou-se um gráfico, relacionando a demanda real com as demais previsões, como mostra a Figura 4.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2014), a partir de dados cedidos pela Associação.

Figura 4 – Representação da quantidade de materiais coletados em cada mês do ano

Na aplicação da técnica de ajustamento exponencial para a tendência percebe-se que a previsão assume valores próximos a demanda real, sendo assim, esta técnica se aplica como melhor alternativa, se comparando com a técnica de média exponencial móvel.

## 5. Considerações finais

Nota-se que para a realização de previsões de demanda existem muitas técnicas disponíveis, cada qual com suas particularidades. Para tanto é de fundamental importância que sejam adotadas aquelas que melhor satisfazem a atual necessidade da organização.

Em Associações de materiais recicláveis, as previsões contribuem no planejamento da capacidade produtiva e de instalações, bem como em processos de tomada de decisões. Ou seja, atualmente, a Associação em questão possui uma determinada disponibilidade de equipamentos de prensagem, além do espaço físico para armazenar todo o material coletado. Dessa forma, caso seja previsto um crescimento na demanda, a Associação poderá alocar da melhor forma os recursos disponíveis, como utilizar outro equipamento de prensagem uma vez que, no momento, está sendo inutilizável. Entretanto, se a demanda decrescer, a Associação poderá adotar políticas de conscientização destinadas à sociedade.

Ressalta-se que o estudo somente foi realizado devido o fornecimento de dados, oriundos de uma Associação de recicladores, situada em um pequeno município do estado do Paraná.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, sendo alcançados por meio da aplicação de duas técnicas quantitativas de previsão, a média exponencial móvel e ajustamento exponencial para a tendência. Assim, pode-se analisar cada previsão individualmente e, posteriormente, compará-las entre si, mediante os parâmetros que variaram desde análises gráficas a desvios e erros de previsão.

Com a análise comparativa entre as duas técnicas empregadas em previsões, merece destaque a de ajustamento exponencial para a tendência, pois proporcionou resultados mais próximos da demanda real, admitindo-se menores índices de erros.

## Referências

**ABEPRO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.** *Áreas e sub-áreas de Engenharia de Produção*, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2014.

**CHASE, R.B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J.** Previsão. In: \_\_\_\_\_ *Administração da produção para a vantagem competitiva*. Porto Alegre: Bookman, 10 ed. 2006.

**FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B.** *Operações e gestão estratégica da produção*. São Paulo: Arte e Ciência, 2007.

**GAITHER, N.; FRAZIER, G.** *Previsões na APO: O ponto de partida para todo planejamento*. In \_\_\_\_\_: *Administração da produção e operações*. São Paulo: Thomson, 2002.

**GARCIA, R. A.** *Análise dos métodos de previsão da demanda: estudo de caso em unidades distintas de uma escola de idiomas*. 89 f. Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2011.

**GUIMARÃES, F. A. R.; FORTES, M.; PAIVA, R. V. C.** Revisão de métodos de previsão de demanda turística. *Reuna*, v. 13, n. 3, p. 55-65, 2008.

**GUIMARÃES, P.L.** *Processo de previsão de demanda para empresa têxtil*. Trabalho de Formatura em Engenharia de Produção, Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2008.

**HEIZER, J.; RENDER, B.** *Administração de Operações*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

**LEMO, F. O.** *Metodologia para Seleção de Métodos de Previsão de Demanda*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

- LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. J.** Previsão de demanda. In: \_\_\_\_\_Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MATTOS, A. C.** *Diretrizes para o dimensionamento do número de unidades habitacionais de hotéis resort*. 2004. 121f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica (Departamento de Engenharia de Construção Civil) – USP. São Paulo.
- MILESKI JÚNIOR, A.** *Análise de métodos de previsão de demanda baseados em séries temporais em uma empresa do setor de perfumes e cosméticos*. 2007. 100 f. Conclusão de curso (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2007.
- NEVES, P. D. M.; SERIKAWA, V. S.; RAYMUNDO, G. S.** *Reciclagem: uma questão ambiental, econômica e social*, 2008. Disponível em: <[http://www.dge.uem.br/semana/eixo6/trabalho\\_87.pdf](http://www.dge.uem.br/semana/eixo6/trabalho_87.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2014.
- PETRÔNIO, G. M.; LAUGENI, F. P.** *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.
- PINTO, L. R. L.; MAZZON, J. A.** *Proposição de um modelo de simulação de vendas: uma análise dos influenciadores das vendas da cesta de bens de consumo auditada pela Nielsen*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.
- PROTO, L. O. Z.; MESQUITA, M. A.** Previsão de demanda para planejamento da capacidade de empresa do setor cimenteiro. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto/MG. *Anais...* Ouro Preto/MG: Abepro, 2003.
- ROSSETTO, M.; DEIMLING, M. F.; ZANIN, A.; RODRIGUES M. P.; ROCHA NETO, A.** Técnicas qualitativas de previsão de demanda: um estudo multicase com empresas do ramo de alimentos. In: VIII SEGET – SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2011, Resende. *Anais...* Resende, 2011.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TUBINO, D. F.** *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D.** Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de computadores pessoais. *Revista Gestão e Produção*, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 47-67, 2003.
- YAMAMOTO, R. N.** *Modelo de previsão de demanda em uma indústria alimentícia utilizando um método quantitativo*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.