

Método de previsão de demanda em uma indústria do setor têxtil

Luiz Gustavo dos Santos Baby (Universidade Regional de Blumenau - FURB) lgbaby@bellajanela.com.br

Nelson Hein (Universidade Regional de Blumenau - FURB) hein@furb.br

Adriana Kroenke (Universidade Regional de Blumenau - FURB) akroenke@furb.br

Resumo:

As metodologias de previsão de demanda estimam o que provavelmente ocorrerá no mercado e os planos de produção irão basear-se nessas previsões para atender essa demanda da melhor forma possível. Existem metodologias de previsão qualitativas e quantitativas. Nesta pesquisa serão analisados os métodos de previsão ingênua, previsão por decomposição e previsão por regressão linear. Assim, o objetivo deste estudo consiste em determinar o modelo mais apropriado de previsão de demanda a médio prazo (4 meses) para a principal família de produtos comercializados por uma empresa têxtil com base nos dados históricos. Para a realização da pesquisa foram coletados dados da demanda de uma família de produtos de uma empresa que atua no ramo têxtil brasileiro, a qual opera em um sistema de produção *Make to Stock*. Este sistema possui grande dependência de previsões para a realização das estimativas desses estoques. Sendo assim, a adoção de uma boa metodologia para a previsão de demanda refletirá em ganhos significativos ao sistema de produção da empresa. Por meio dos dados coletados na empresa, foram realizadas previsões de médio prazo (4 meses) e seus resultados foram medidos segundo três métodos de medição da qualidade de previsões: U de Theil, Sinal de Rastreamento (TS) e Discrepância Percentual Absoluta Média (MAPE). Os resultados das medições de qualidade das previsões foram comparados e conclui-se que o melhor método de previsão de médio prazo (4 meses) testado para a família de produtos analisada foi o método de decomposição.

Palavras chave: Previsão de demanda, Previsão ingênua, Previsão por decomposição, Previsão por regressão linear.

Demand forecasting method in an textile industry

Abstract

The demand forecasting methodologies estimate what is likely to occur in the market and production plans will be based on these forecasts to meet this demand in the best possible way. There are qualitative and quantitative forecasting methodologies. In this research the methods of naive preview, prediction by decomposition and forecasting linear regression will be analyzed. The objective of this study is to determine the most appropriate model in the medium-term demand forecast (four months) to the main family of products marketed by the textile company analyzed based on historical data. For the research data were collected demand of a family of products from a company that operates in the Brazilian textile industry, which operates on a production system *Make to Stock*. This system has great dependence on forecasts for the realization of estimates of these stocks. Thus, the adoption of a good methodology to reflect demand forecast significant gains in the company's production system. Through the data collected in the company, medium-term forecasts were made (4 months) and results were measured according to three methods of measuring the quality of forecasts: U Theil, Tracking signal (TS) and Discrepancy Absolute Percentage Average (MAPE). The results of the forecasts quality measurements were compared and it was concluded that the best medium-term prediction method (4 months) tested family of products was analyzed decomposition method.

Key-words: Forecasting methods, Naïve method, Decomposition method, Linear regression.

1. Introdução

As organizações se preocupam com sua produção para que os produtos não faltem no mercado mas que também não fiquem estocados por muito tempo. Rodrigues, Marins e Souza (2016) alertam para que as organizações se preocupem com sua produção mas também com a demanda de seus produtos e com sua cadeia de fornecedores visando um diferencial em relação aos concorrentes.

Empresas têxteis brasileiras veem o mercado ser dominado por produtos importados, sendo eles matérias primas ou produtos totalmente acabados. Países asiáticos conseguem fornecer produtos a preços baixíssimos devido à mão de obra barata explorada nesses países. As tendências não são animadoras, segundo dados divulgados pelo IEMI (2013). Estima-se que a participação do produto importado no mercado nacional têxtil suba para 16% até 2018. O dólar deve acumular baixas depreciações mantendo-se em um patamar elevado exigindo um capital de investimento mais elevado para aquisição de matérias primas importadas, afetando o fluxo de caixa das empresas que não estiverem bem dimensionadas.

Berry et al. (2011, p. 75, tradução nossa) reforçam que os administradores necessitam de previsões para tomar decisões como construir uma nova planta, melhorar a capacidade de fornecimento, expandir internacionalmente. Um método de previsão de demanda bem elaborado irá proporcionar uma boa assertividade na aquisição de insumos melhorando o fluxo de caixa e resultado financeiro da empresa bem como a produtividade e dimensionamentos nas linhas de produção.

Estudos apontam que empresas brasileiras de diversos ramos não possuem uma metodologia definida para a previsão de demanda. Segundo Samohyl, Souza e Miranda (2008) muitos empresários ainda não acreditam em um procedimento de previsão eficiente aos ambientes tão instáveis as quais estão inseridos, realizando assim, uma previsão informal altamente dependente da alta gerência.

Berry et al. (2011, p. 47, tradução nossa) dão o exemplo do planejamento de produção de um produto altamente sazonal, as pranchas de *snowboard*, onde a demanda é altamente elevada no outono e inverno enquanto no verão e primavera é muito baixa. Sendo assim o planejamento de produção deve distribuir a demanda de forma constante ao longo do ano para que a fábrica não precise contratar mão de obra durante o pico da demanda e demitir após esse período. Desse modo a previsão auxiliará o sistema de planejamento e controle da produção a desenvolver um cenário favorável para a execução do planejamento de produção.

A empresa objeto de estudo possui forte similaridade com a fábrica de pranchas de *snowboard*, pois geralmente apresenta uma demanda muito superior no segundo semestre comparada ao primeiro, além de grandes variações de demanda entre os meses do ano. Como a demanda não apresenta-se de forma linear a estrutura fabril não suporta que a empresa trabalhe para atender os pedidos, sistema *Make to Order*. Em alguns meses haveria capacidade ociosa enquanto em outros haveria capacidade insuficiente. Além disso a grande parte da matéria prima é proveniente da Ásia e leva pelo menos dois meses para chegar até a empresa. É necessário produzir para estoque, sistema *Make to Stock*, e para isso é preciso prever alguma demanda dos meses seguintes, a fim de que se possa antecipar a produção da mesma para um mês mais fraco.

Por depender de importação o tempo para correção de uma possível falta de matéria prima, decorrente da discrepância entre o valor vendido e projetado, fica muito extenso, causando a

suspensão das vendas de alguns artigos. Em contra partida, previsões muito otimistas geram excesso de estoques e grandes volumes de dinheiro para mantê-los e adquiri-los. Uma previsão de vendas assertiva vai reduzir o número de vendas perdidas por falta de matérias primas, bem como os excessos de estoques de material ou produtos acabados decorrentes de vendas previstas que não se concretizaram.

Com base no exposto, apresenta-se a questão de pesquisa: Qual o melhor método de previsão de demanda a médio prazo (4 meses) para a principal família de produtos comercializados pela empresa têxtil? Assim, o objetivo deste estudo é determinar o modelo mais apropriado de previsão de demanda a médio prazo (4 meses) para a principal família de produtos comercializados pela empresa têxtil analisada com base nos dados históricos.

2. Qualidade da metodologia de previsão

É sabido que o custo do processo de previsão informal realizado pela empresa é muito alto. Uma previsão ingênua, a qual utiliza o volume de vendas no passado como previsão futuras poderia apresentar resultados desejáveis, todavia, com menor tempo exigido da alta administração. É o que apontam estudos citados por Souza, Samohyl e Miranda, (2008, p. 3) onde a previsão ingênua baseada nas vendas de 28 dias atrás foi significativamente melhor do que as previsões propostas pela alta administração.

Existem diversos métodos para realizar a previsão de demanda, inclusive utilizando séries temporais, mas é preciso um indicador cujo intuito é dimensionar o quão exata é a previsão utilizada, auxiliando na escolha da melhor metodologia a ser adotada. A discrepância expressa justamente essa qualidade na previsão, apontando, através da diferença entre o valor previsto de vendas e o valor efetivamente vendido, o quão certa a metodologia de previsão se apresentou. Seu acompanhamento pode ser realizado por meio de histogramas facilitando a visualização de possíveis vieses e discrepâncias mais frequentes as quais podem ser incorporadas as previsões futuras a fim de melhorar sua assertividade (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 9).

A Discrepância Percentual Absoluta Média (DPAM/MAPE) “é o critério mais utilizado devido a sua fácil interpretação intuitiva, pois através do seu uso o pesquisador sabe o quanto está errando em termos percentuais” (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 37). Seu cálculo é realizado pelo somatório da razão entre a média dos erros (e_t) e o valor observado (O_t) em valores absolutos:

$$DPAM = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{O_t} \right| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{P_t - O_t}{O_t} \right| \quad \text{Eq. 1}$$

Esse método é chamado de *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Outro método é o U de Theil, número que também expressa a qualidade da metodologia de previsão, todavia o resultado indica se é preferível a utilização da metodologia em questão ou uma técnica mais simples, a previsão ingênua (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 68). Este “possui a capacidade de demonstrar se o esforço empregado na geração das previsões é compensador e se faz sentido despendê-lo, ou se resultados melhores poderiam ser atingidos utilizando a previsão ingênua” (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 68).

Admite-se que a metodologia é aceitável quando o valor de U de Theil estiver dentro do universo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 0 melhor a assertividade e mais próximo de 1 mais a previsão assemelha-se a previsão ingênua (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 69).

$$U^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left\{ \left(\frac{P_{t+1} - O_{t+1}}{O_t} \right) \right\}^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{O_{t+1} - O_t}{O_t} \right)^2} \quad \text{Eq. 2}$$

Após identificar o melhor modelo o mesmo passará a ser utilizado para realizar a previsão. Contudo não se pode garantir que o método selecionado irá atender a necessidade indefinidamente. Deve-se, pois, utilizar instrumentos que retratem a qualidade do método previsto ao longo do tempo (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 238).

O sinal de rastreamento é calculado por meio da equação 3 (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 238).

$$TS = \frac{\text{Desvio Acumulado}}{\text{Desvio Absoluto Acumulado Médio}} = \frac{DA}{DAAM} \quad \text{Eq. 3}$$

Sendo:

Desvio = erro da previsão = valor real - valor previsto

Desvio absoluto = erro da previsão em valor absoluto

Hanna, Render e Stair (2012, p. 180, tradução nossa) destacam que o sinal de rastreamento é comparado com limites de controles pré-determinados. Quando o valor do sinal de rastreamento ultrapassa os limites de controle significa que a metodologia perdeu aderência e precisa ser revista.

Plossl e Wight (*apud* HANNA; RENDER; STAIR, 2012, p. 180, tradução nossa) sugerem utilizar limites de controle entre ± 4 Desvios Absolutos Médios (DAM) para prever grandes volumes de estoque e ± 8 Desvios Absolutos Médios (DAM) para pequenos volumes.

3. Séries temporais

Uma série temporal expressa um conjunto de dados ordenados no tempo, cuja observação ocorre em intervalos de tempo igualmente espaçados, denominadas séries discretas, ou em intervalos irregulares, chamadas de séries contínuas. Algumas pesquisas, como por exemplo Pinto, Lobo e Greer (2016), Baldigara e Koic (2015), Dimitrov, Kalinova e Nokolov (2015) e Tribulo e Carli (2014) abordam as séries temporais em seus estudos.

Segundo Morettin e Toloí (1986) de todo modo as séries sempre serão transformadas em séries discretas, assim, dados coletados diariamente podem, por exemplo, ser agrupados para se obter um valor mensal. Modelos baseados em séries temporais predizem o futuro baseados em dados históricos, assumindo que o que acontece no futuro é função do que aconteceu no passado (HANNA; RENDER; STAIR, 2012, p. 154, tradução nossa).

As previsões podem ser realizadas de várias maneiras e considerando métodos com diferentes desempenhos. Destaca-se neste estudo a previsão ingênua, a previsão por decomposição e a previsão por regressão linear.

A previsão ingênua (um passo a frente) é um método que desconsidera componentes de tendência e sazonalidade e utiliza apenas o último dado verificado para a previsão futura. Ela é indicada para as séries que não possuem um padrão pré-estabelecido por depender de diversos fatores sendo muito difícil sua previsão (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 62).

A previsão ingênua (vários passos a frente) é utilizada quando o pesquisador detecta que os dados possuem uma série histórica com periodicidade mensal podendo realizar a previsão do mês de janeiro, por exemplo, baseando-se nos dados do último mês de janeiro, realizando assim uma previsão 12 passos a frente (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 72).

A previsão por decomposição considera algumas componentes como tendência, ciclo e sazonalidade e utiliza os seus efeitos considerando que eles acontecerão no futuro (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 79).

"As séries de dados ao longo do tempo, em sua maioria, apresentam características repetitivas que podem ser utilizadas no momento de realizar previsões." (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 79).

Há duas formas de estruturar a decomposição, uma de forma aditiva conforme equação 4 e outra multiplicativa como a equação 5 (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 81).

$$\text{Previsão} = \text{Tendência} + \text{Ciclo} + \text{Sazonalidade} \quad \text{Eq. 4}$$

$$\text{Previsão} = \text{Tendência} * \text{Ciclo} * \text{Sazonalidade} \quad \text{Eq. 5}$$

Segundo Morettin e Toloi (1986, p. 10) um modelo clássico para séries temporais pode ser descrito como a soma de três componentes, tendência (T_t), sazonalidade (S_t) e um componente aleatório ou irregular (a_t).

$$Z_t = T_t + S_t + a_t \quad \text{Eq. 6}$$

Este modelo é dito aditivo, e é indicado para séries onde a sazonalidade não depende das demais componentes. Logo o modelo multiplicativo é indicado quando as amplitudes sazonais variam de acordo com a tendência (MORETTIN; TOLOI, 1986, p. 11).

$$Z_t = T_t * S_t * a_t \quad \text{Eq. 7}$$

A tendência é detectada quando se observa um aumento ou diminuição dos valores da série. As tendências mais comuns são a linear, quadrática e exponencial. Recomenda-se a determinação da tendência seja feita mediante a utilização da média móvel a qual permite uma melhor visualização da componente a fim de que não hajam confusões com possíveis ciclos e sazonalidades (SAMOHYL; SOUZA; MIRANDA, 2008, p. 82).

A previsão usando o método de regressão ou quadrado mínimo visa a aproximação de uma função que satisfaça a condição de que a soma das distâncias dos pontos situados acima da curva da função seja igual a soma das distâncias dos dados abaixo da mesma de modo que soma total das distâncias seja nula (SHIMIZU, 1984, p. 113).

Podem haver outras curvas que satisfaçam essa propriedade, deste modo devemos escolher a curva que apresentar a menor soma dos quadrados das distâncias. Ou seja, sendo Y_i o conjunto de n pontos observados na série histórica adquiridos em função de X_i , queremos encontrar uma reta ($aX_i + b$) de modo que a soma de quadrados das distâncias, apresentada na equação 8, seja mínima (SHIMIZU, 1984, p. 113).

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - (aX_i + b))^2 \quad \text{Eq. 8}$$

Derivando e igualando a zero pode-se verificar que a equação geral da reta fica $Y = aX + b$ sendo os coeficientes a e b obtidos pelas equações 9 e 10, respectivamente (SHIMIZU, 1984, p. 113-114).

$$a = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad \text{Eq. 9}$$

$$b = \frac{\sum Y - a \sum X}{n} \quad \text{Eq. 10}$$

Sendo que $\sum$: indica a somatória dos n valores.

Martins e Laugen (2005, p. 233) indicam o coeficiente de determinação ou de correlação r para encontrar a função que minimiza as distâncias entre os dados e a curva. Esse coeficiente varia entre +1 e -1 e indica que a reta é ascendente e decrescente, respectivamente.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[\sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad \text{Eq. 11}$$

Para se obter uma boa correlação recomenda-se um valor mínimo de 0,7 para r .

4. Metodologia

Para atender ao objetivo deste estudo a presente pesquisa classifica-se como descritiva, quanto aos procedimentos como estudo de caso, dado que serão analisados dados históricos de vendas de uma única empresa do setor têxtil com sede no Vale do Itajaí. A abordagem do estudo é quantitativa pois, será estruturada utilizando-se de processos matemáticos e estudos estatísticos utilizados na antevisão de demandas futuras.

Os dados históricos, fundamentais para o processo de previsão, serão extraídos diretamente do sistema ERP, implantado na empresa objeto de estudo, chamado LMA Soluções, cujo software possui o módulo Demanda de Produção que permite a visualização dos itens vendidos em períodos totalmente flexíveis. Esse software também permite que todos os dados sempre sejam exportados para o programa Microsoft Office Excel.

Os dados também podem ser filtrados segundo sete características diferentes: seção, família, sub família, tamanho, cliente, edição e classificação. A empresa, objeto de estudo, solicitou que os nomes das famílias de produtos, cuja análise é apresentada nesse trabalho, sejam mencionados por meio de códigos que não as denotem.

O período escolhido para a coleta de dados foi mensal, pois sabe-se que a demanda desse produto varia mensalmente. Todos os dados foram exportados para o programa Microsoft Office Excel 2010 onde foram tratados e analisados.

Para o cálculo de U de Theil, MAPE e Sinal de Rastreamento (TS) segundo as previsões da diretoria foi consultada a planilha “Acompanhamento de Vendas.xlsx”. Após a análise dos dados pretende-se concluir sobre o melhor método de previsão dentre os três que serão testados, a saber: método de previsão ingênua, por decomposição e por regressão linear.

5. Análise de resultados

Para proceder a análise de resultados obteve-se o histórico de vendas da Família A objeto de estudo a partir do ano de 2012 conforme apresentado na Tabela 1.

t	Ano	Mês	Vendas	t	Ano	Mês	Vendas	t	Ano	Mês	Vendas
1	2012	Jan	36.027	16		Abr	101.840	31		Jul	58.728
2		Fev	32.536	17		Mai	45.705	32		Ago	110.018
3		Mar	51.009	18		Jun	46.453	33		Set	106.141
4		Abr	54.656	19		Jul	61.182	34		Out	138.413
5		Mai	41.164	20		Ago	73.532	35		Nov	89.369
6		Jun	63.704	21		Set	109.053	36		Dez	83.812
7		Jul	58.436	22		Out	110.190	37	2015	Jan	43.320
8		Ago	64.427	23		Nov	92.708	38		Fev	95.821

9	Set	84.030	24	Dez	55.019	39	Mar	96.481
10	Out	97.795	25	2014 Jan	30.663	40	Abr	94.973
11	Nov	95.574	26	Fev	84.397	41	Mai	80.531
12	Dez	37.104	27	Mar	86.380	42	Jun	69.409
13	2013 Jan	50.355	28	Abr	108.625	43	Jul	122.413
14	Fev	44.906	29	Mai	91.093	44	Ago	98.163
15	Mar	62.296	30	Jun	40.327	45	Set	112.897

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 1 – Histórico de Vendas da Família A

No método de previsão ingênuo para um passo a frente tem-se que as vendas do mês seguinte serão iguais ao do mês anterior e para doze passos a frente, que a venda do mês seguinte será igual a venda do mesmo mês no ano anterior.

Portanto a previsão de 1 passo a frente para Junho/2015 será igual ao valor observado em Maio/2015, de Julho/2015 será igual ao observado em Junho/2015 e assim por diante. A tabela 2 expressa os valores das previsões:

Mês-Ano	Observado	Previsão	Erro
Junho/15	69.409	80.531	11.122
Julho/15	122.413	69.409	-53.004
Agosto/15	98.163	122.413	24.250
Setembro/15	112.897	98.163	-14.734

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Previsão pelo Método Ingênuo

O Erro (e_t) mede a diferença entre o valor previsto e o observado.

Com base nas previsões (P_t) e valores observados (O_t) calcula-se os índices de qualidade dessa metodologia, segundo metodologias de medição da qualidade selecionadas.

U de Theil (U)

$$U^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left\{ \left(\frac{e_{t+1}}{O_t} \right) \right\}^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{O_{t+1} - O_t}{O_t} \right)^2}$$

$$U^2 = \frac{\left\{ \left(\frac{-53004}{69409} \right)^2 + \left(\frac{24250}{122413} \right)^2 + \left(\frac{-14734}{98163} \right)^2 \right\}}{\left(\frac{122413 - 69409}{69409} \right)^2 + \left(\frac{98163 - 122413}{122413} \right)^2 + \left(\frac{112897 - 98163}{98163} \right)^2}$$

$$U = \sqrt{1} = 1$$

Sinal de Rastreamento (TS)

$$TS = \frac{\text{Desvio Acumulado}}{\text{Desvio Absoluto Acumulado Médio}} = \frac{DA}{DAAM}$$

$$TS = \frac{(11122 - 53004 + 24250 - 14734)}{\left(\frac{|11122| + |-53004| + |24250| + |-14734|}{4} \right)} = -1,256$$

Mean Absolut Percent Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{O_t} \right| = \frac{1}{4} \left(\left| \frac{11122}{69409} \right| + \left| \frac{-53004}{122413} \right| + \left| \frac{24250}{98163} \right| + \left| \frac{-14734}{112897} \right| \right) = 24,269\%$$

O cálculo da previsão por decomposição será realizado utilizando os dados de vendas dos meses de Janeiro/2012 até Maio/2015, apresentados na Tabela 1. Os resultados da previsão podem ser observados na Tabela 3.

Mês-Ano	Observado	Previsão	Erro
Junho/15	69.409	76.588	7.178
Julho/15	122.413	84.613	-37.800
Agosto/15	98.163	97.607	557
Setembro/15	112.897	107.223	-5.674

Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Tabela 3 – Previsão pelo Método de Decomposição

Com base nas previsões mede-se a qualidade da metodologia:

U de Theil (U)

$$U^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left\{ \left(\frac{e_{t+1}}{O_t} \right) \right\}^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{O_{t+1} - O_t}{O_t} \right)^2}$$

$$U^2 = \frac{\left\{ \left(\frac{-37800}{69409} \right)^2 + \left(\frac{557}{122413} \right)^2 + \left(\frac{-5674}{98163} \right)^2 \right\}}{\left(\frac{122413 - 69409}{69409} \right)^2 + \left(\frac{98163 - 122413}{122413} \right)^2 + \left(\frac{112897 - 98163}{98163} \right)^2}$$

$$U = \sqrt{1} = 0,682$$

Sinal de Rastreamento (TS)

$$TS = \frac{\text{Desvio Acumulado}}{\text{Desvio Absoluto Acumulado Médio}} = \frac{DA}{DAAM}$$

$$TS = \frac{(7178 - 37800 + 557 - 5674)}{\left(\frac{|7178| + |-37800| + |557| + |-5674|}{4} \right)} = -2,792$$

Mean Absolut Percent Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{O_t} \right| = \frac{1}{4} \left(\left| \frac{7178}{69409} \right| + \left| \frac{-37800}{122413} \right| + \left| \frac{557}{98163} \right| + \left| \frac{-5674}{112897} \right| \right) = 11,703\%$$

O cálculo da previsão por regressão linear será realizado utilizando os dados de vendas dos meses de Janeiro/2012 até Maio/2015, apresentados na Tabela 1.

A equação da reta obtida é $P_t = 1094,2 * t + 50408$, sendo P_t o valor previsto para o tempo t .

O valor do coeficiente de correlação (R) calculado foi de 48,21%, indicando que a curva não retrata bem a série de dados. De todo modo calcula-se as previsões a fim de medir sua qualidade

da mesma maneira que as demais metodologias. São apresentados na tabela 4 os valores calculados.

Mês-Ano	Observado	Previsão	Erro
Junho/15	69.409	96.264	26.955
Julho/15	122.413	97.459	-24.954
Agosto/15	98.163	98.553	390
Setembro/15	112.897	99.647	-13.250

Fonte: Elaborado pelo autor (2015).

Tabela 4 – Previsões pelo Método de Regressão Linear

Na sequência são apresentados os cálculos da qualidade da metodologia:

U de Theil (U)

$$U^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \left\{ \left(\frac{e_{t+1}}{O_t} \right) \right\}^2}{\sum_{t=1}^{n-1} \left(\frac{O_{t+1} - O_t}{O_t} \right)^2}$$

$$U^2 = \frac{\left\{ \left(\frac{-24954}{69409} \right)^2 + \left(\frac{390}{122413} \right)^2 + \left(\frac{-13250}{98163} \right)^2 \right\}}{\left(\frac{122413 - 69409}{69409} \right)^2 + \left(\frac{98163 - 122413}{122413} \right)^2 + \left(\frac{112897 - 98163}{98163} \right)^2}$$

$$U = 0,478$$

Sinal de Rastreamento (TS)

$$TS = \frac{\text{Desvio Acumulado}}{\text{Desvio Absoluto Acumulado Médio}} = \frac{DA}{DAAM}$$

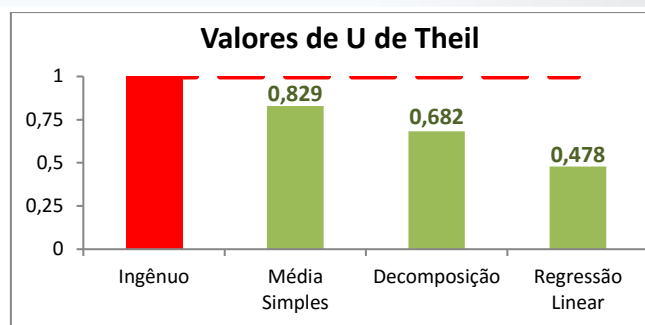
$$TS = \frac{(26955 - 24954 + 390 - 13250)}{\left(\frac{|26955| + |-24954| + |390| + |-13250|}{4} \right)} = -0,663$$

Mean Absolut Percent Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{O_t} \right| = \frac{1}{4} \left(\left| \frac{26955}{69409} \right| + \left| \frac{-24954}{122413} \right| + \left| \frac{390}{98163} \right| + \left| \frac{-13250}{112897} \right| \right) = 17,838\%$$

Comparando os três modelos percebe-se que as previsões por decomposição e por regressão linear ficaram mais próximas dos valores observados. Após a previsão foi calculada a qualidade das previsões para cada modelo.

Inicia-se com o valor de U de Theil cujo valor indica o quão o método assemelha-se da previsão ingênua. Analisa-se a vantagem em realizar um maior esforço em uma previsão mais elaborada. Se o método ingênuo, o mais simples, apresentar resultados semelhantes em relação aos demais não será vantajoso a previsão por métodos mais elaborados. O cálculo de U de Theil indica que quanto mais próximo de 1, mais o método assemelha-se ao ingênuo. Caso ele seja igual a 1 o método ingênuo se equipara aos demais, tornando-se vantajoso usá-lo para previsões dado a sua praticidade. O gráfico 1 apresenta um comparativo dos valores calculados de U de Theil para as metodologias estudadas.

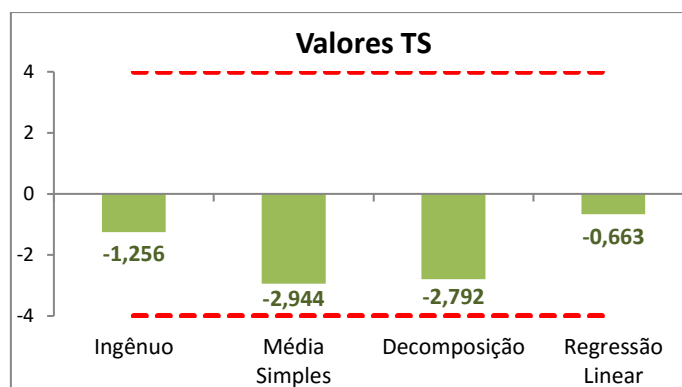


Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 1 – Comparativo dos Valores de U de Theil

Nesta pesquisa é possível observar que as três metodologias testadas expressam valores mais adequados em relação ao método ingênuo. Isso significa que a previsão realizada pelos três métodos pode ser utilizada pela empresa. Destaca-se o método da regressão linear cujo U de Theil está mais distante de um.

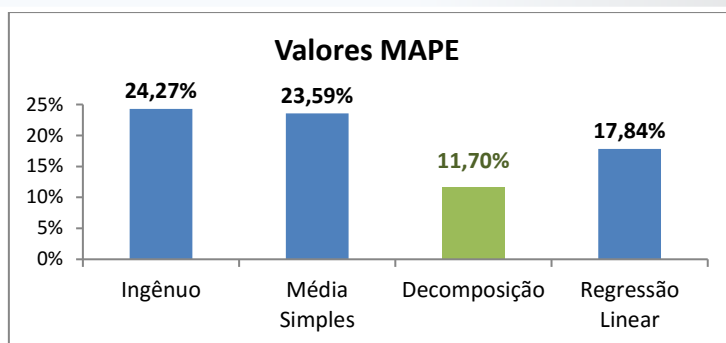
Analisou-se o Sinal de Rastreamento (TS) para verificar a aderência dos métodos. Deve-se assumir valores entre ± 4 , quando se está trabalhando com grandes volumes de previsão, como é o caso desta pesquisa. Por meio do gráfico 2, verificou-se que todos os métodos podem ser aplicados para realizar previsões.



Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 2 – Comparativo dos Valores de TS

Como U de Theil e o TS observou-se que todas as metodologias podem ser aplicadas, porém, o objetivo é indicar a melhor metodologia. Para tal, a medida de qualidade MAPE também foi calculada por expressar em percentual o erro entre o valor previsto e o observado. Verifica-se que o método da decomposição apresenta o menor erro, 11,7%, como pode ser observado no gráfico 3.



Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 3 – Comparativo dos Valores de MAPE

Assim, pode-se constatar que o método da decomposição é o método mais indicado conforme os dados desta pesquisa.

3. Conclusão

O objetivo deste estudo consistiu em determinar o modelo mais apropriado de previsão de demanda a médio prazo (4 meses) para a principal família de produtos comercializados pela empresa têxtil analisada com base nos dados históricos. Para a realização desta pesquisa foram coletados dados da demanda de uma família de produtos de uma empresa que atua no ramo têxtil brasileiro, a qual opera em um sistema de produção *Make to Stock*.

Com o estudo proposto foi possível ampliar o conhecimento sobre as metodologias de previsão de demanda e consequentemente indicar um método que apresentasse um resultado melhor que o utilizado pela empresa. Os procedimentos metodológicos aplicados no estudo permitiram um bom desenvolvimento e facilidade na interpretação dos resultados, auxiliando no atendimento do objetivo proposto por este trabalho.

Para a medição da qualidade da previsão optou-se pelos métodos de U de Theil, Sinal de Rastreamento (TS) e MAPE. O U de Theil indicou que em todas as metodologias testadas valeria o esforço na previsão, pois os resultados seriam mais significativos que o método ingênuo. Com os valores calculados de TS concluiu-se que todas as metodologias apresentaram boa aderência e podem ser utilizadas na previsão de grandes volumes de estoques. Sendo assim, o MAPE serviu para a escolha da melhor metodologia. Ele é muito utilizado nas indústrias devido a fácil interpretação de seu resultado, pois, sabe-se o quanto está se errando em termos percentuais. Realizando um comparativo dos valores apurados, ficou definido que o método de Decomposição é o mais apropriado para previsões de médio prazo (4 meses) da demanda da principal família de produtos desta empresa, a Família A.

Atualmente o método adotado pela empresa para previsões de médio prazo (4 meses) é o método de média simples, o qual apresentou o valor de 23,590% de MAPE. Portanto, o método de Decomposição testado neste estudo de caso, foi em média 11,887% mais assertivo nas previsões, segundo valores calculados de MAPE. Isto significa dizer que, tratando-se de gerenciamento de estoques, estes estariam sendo 11,887% mais precisos do que os estoques dimensionados pelo método adotado pela empresa atualmente.

Diante deste comparativo atesta-se que o objetivo geral deste estudo foi atingido. Vale ressaltar que todos os métodos apresentaram previsões pessimistas comparado aos valores observados, uma vez que as vendas dessa família de produtos para o mês de Julho/15 foram atípicas, comparadas aos mesmos meses de anos anteriores.

Referências

- BALDIGARA, T.; KOIC, M.** Modelling Occupancy Rates in Croatian Hotel Industry. *International Journal of Business Administration*, v. 6, n. 3, p. 121-131, 2015.
- BERRY, W. L.; JACOBS, F. R.; VOLLMANN, T. E.; WHYBARK, D. C.** *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management: APICS/CPIM*. Certification Edition. New York: McGraw-Hill, 2011.
- DIMITROV, P., KALINOVA, M., NOKOLOV, C.** Exponential forecasting of the monthly volume of the tourism receipts in Bulgaria. *Tourism & Management Studies*, v. 11, n. 1, p. 104-110, 2015.
- HANN, M. E.; RENDER, B.; STAIR, R. M.** *Quantitative Analysis for Management*. 11. Ed. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2011.
- IEMI.** *Conjuntura Atual e Perspectivas para o Setor Têxtil e Confeccionista no Brasil*. Disponível em: <http://www.sintex.org.br/sistem/arquivos_enviados/235-painel-perspectivas-e-desafios-da-industria-taxtil-e-confeca-a-es-para-2014-iemipdf.pdf> Acesso em: 14 abr. 2014.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** *Administração da Produção*. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C.** *Séries temporais*. São Paulo : Atual, 1986.
- PINTO, J. M.; LOBO, V. G.; GREER, V. R. A.** Operadores do comércio: um estudo da aplicação de modelos univariados à previsão de admissões. *Revista UNIABEU*, v. 9, n. 21, p. 72-87, 2016.
- RODRIGES, P. C. C.; MARINS, F. A. S.; SOUZA, F. B.** Análise cruzada da aplicação de um modelo matemático na gestão dos estoques de matérias-primas e os resultados dos anos de 2011 e 2012 em uma empresa multi-nacional. *Revista de Administração de Roraima-UFRR*, Boa Vista, v. 6, n. 1, p. 174-203, 2016.
- SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G. P.; MIRANDA, R. G.** *Métodos Simplificados de Previsão Empresarial*. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.
- SHIMIZU, T.** *Pesquisa operacional em engenharia, economia e administração: modelos básicos e métodos computacionais*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois S.A., 1984.
- TIBULO, C, CARLI, V.** Previsão do preço do milho, através de séries temporais. *Scientia Plena*, v. 10, n. 10, p. 1-10, 2014.