



Análise da Previsão de Demanda de Produtos Pneumáticos em uma Indústria de Borracha Sintética

João Otávio Oliveira da Silva eng.joaootaviooliveira@gmail.com Cefet/UnedNi
Aluisio dos Santos Monteiro Junior monteiro.aluisio@gmail.com Cefet/UnedNi
Denise Loyola Silva Monteiro denise.loyola@ifrj.edu.br IFRJ/Campus Belford Roxo

Resumo

O presente artigo aborda os aspectos da gestão da demanda e aplicação de métodos quantitativos de previsão de demanda. Foi realizado um estudo de previsão de demanda em uma indústria multinacional do ramo petroquímico, produtora de borracha sintética. A empresa, até então, só utilizava informações qualitativas para consolidar suas previsões, logo observou-se a necessidade de se realizar um estudo de previsão de demanda com o auxílio de ferramentas estatísticas. A pesquisa se classifica como explicativa e de natureza aplicada. Foi feita uma abordagem qualitativa e quantitativa através de estudo de campo, onde foram realizadas entrevistas informais e pesquisa documental a fim de obter informações para a realização do trabalho. Levantou-se o histórico de demanda e previsões realizadas pela empresa entre 2016 e 2018 para dois produtos selecionados. Utilizou-se os métodos de previsão de média móvel, suavização exponencial simples e suavização exponencial dupla, além do erro absoluto médio, erro percentual absoluto médio e erro quadrático médio para comparação dos resultados. Os resultados dos métodos aplicados foram em maior parte melhores ou, em alguns casos, equiparáveis aos resultados performados pela empresa. O produto A foi o que tiveram maior aderência aos métodos utilizados e desempenharam melhores resultados, enquanto o produto B, por ter uma demanda com comportamento bastante variável, não demonstrou grande melhoria com tais métodos. A aplicação dos métodos quantitativos contribuiu para as análises da demanda da empresa num aspecto geral e foram importantes para o meio acadêmico, dada a escassez de estudos de demanda para empresas do ramo de borracha sintética.

Palavras chaves

Previsão de demanda, Indústria de borracha, Borracha sintética, Previsão de vendas, Métodos de previsão.

1. Introdução

O Brasil é responsável por 3% de toda a produção de borracha sintética no mundo. O país exporta por ano cerca de 40% de toda produção doméstica deste material, que gira em torno de 420 mil toneladas por ano. Além disso, o consumo deste produto no Brasil corresponde a aproximadamente 410 mil toneladas/ano, sendo que cerca de 40% desta quantidade é importada de outros países (DEPEC, 2017).

Diante das dificuldades de mercado enfrentadas pelos produtores de borracha sintética, como a concorrência, sazonalidade, a variedade de clientes e o crescimento do mercado chinês neste segmento (IHS, 2018), tornou-se um fator chave alavancar a assertividade das previsões de seus clientes para a otimização dos resultados.

Nesse cenário competitivo, a acuracidade da previsão de demanda é fundamental para o bom funcionamento e resultados das indústrias. Uma previsão acima do que for efetivamente realizado gera excesso de estoques de matérias-primas e produtos acabados, gerando custos indesejáveis. Da mesma maneira, uma previsão abaixo do que realmente for vendido no período gera falta de estoques e não atendimento de pedidos de clientes.

O objetivo deste artigo é propor um modelo de previsão de demanda com o intuito de melhorar a acuracidade da previsão de vendas do departamento de planejamento de uma empresa multinacional produtora de borracha sintética.

Como justificativa, entende-se que, saber prever a demanda pode contribuir para a redução de prejuízos, mantendo em estoque apenas aquilo que for necessário para o negócio. Essa melhoria é notada não só no ambiente micro, como também no ambiente de mercado da empresa, pois impacta direta e positivamente seus resultados.

Este artigo possui a relevância de apresentar um caso prático da aplicação dos conceitos de previsão de demanda, a fim de melhorar o planejamento dos administradores da empresa de estudada.

2. Procedimento metodológico

A vertente teórica do artigo se baseia na definição e argumentação de autores especialistas das práticas adotadas em gestão da demanda. A vertente empírica é representada pela apresentação do estudo de caso.

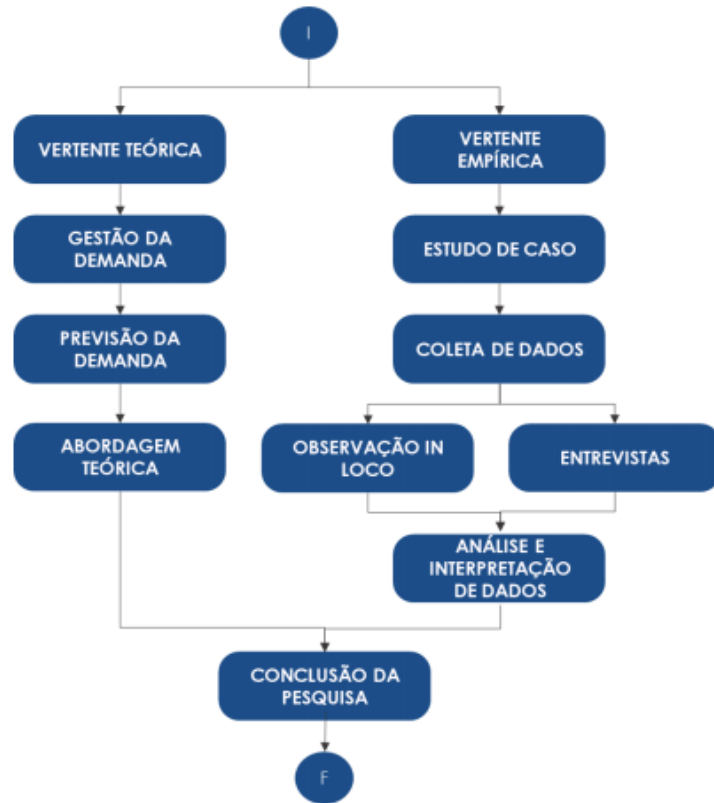
A coleta de dados é feita por meio da análise relatórios e indicadores da organização e entrevistas realizadas com funcionários e gestor da área estudada, a fim de identificar como a previsão de demanda é realizada. Após a coleta, são realizadas a análise e a interpretação de dados.

A metodologia utilizada é baseada no estudo de caso de natureza quantitativa aplicada ao processo de previsão de demanda do setor de planejamento da empresa estudada.

Com a análise e interpretação de dados, foi determinado qual método de previsão seria mais adequado para a empresa.

A Figura 1 apresenta o procedimento metodológico adotado na pesquisa.

Figura 1 – Estrutura metodológica da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3. Revisão da literatura

3.1. Conceito

Entende-se por demanda a disposição dos clientes ao consumo de bens e serviços ofertados por uma organização (LUTOSA *et al*, 2008).

A gestão da demanda é um processo da gestão da cadeia de suprimentos composto por subprocessos operacionais e estratégicos com o objetivo de determinar a previsão de vendas, sincronizada com a capacidade produtiva da empresa e da cadeia, incorporada a estratégia da organização e mapeando as necessidades dos consumidores (CROXTON *et al*, 2008), a previsão de demanda organiza e integra os processos de produção, distribuindo e controlando os estoques de forma a responder rapidamente as mudanças de demanda do mercado (RODRIGUES *et al*, 2015).

Segundo Moreira (2012), a previsão de demanda pode ser definida como uma busca de informações a respeito das vendas futuras de um determinado item ou grupo de itens. Esta tarefa é comum no processo de planejamento e controle das empresas e geralmente é atribuída à área de *marketing*, planejamento econômico, logística ou a um grupo especialmente formado para

isso (BALLOU, 2007).

Quanto aos benefícios da previsão de demanda, a implantação de um modelo de previsão pode resultar na busca da melhoria contínua na distribuição, a conquista da satisfação dos clientes garantindo a disponibilidade do produto, a melhoria da qualidade na distribuição do produto; a redução de custos e de desperdícios, e a maximização dos lucros (MONTEIRO & SILVA, 2016).

3.2. Métodos qualitativos e métodos quantitativos

Existem dois tipos de modelos de previsão de demanda, os modelos qualitativos e os modelos quantitativos. Para Ballou (2007), os métodos qualitativos são aqueles que recorrem a julgamento, intuição, pesquisas ou técnicas comparativas a fim de produzir estimativas quantitativas sobre o futuro. São informações tipicamente não quantitativas, flexíveis e subjetivas, onde deve-se optar por eles preferencialmente em previsões de médio a longo alcance (BALLOU, 2007).

Já acerca dos modelos quantitativos, Lustosa *et al.* (2008) os classificam em “Projeção de Séries Temporais” e “Correlação e Regressão”, conforme consta a seguir:

1. Séries temporais onde a variável demanda é função apenas da variável tempo. Pressupõe-se que o padrão de demanda observado no passado deve repetir-se no futuro e, com base nessa premissa, são feitas as novas previsões;
2. Modelo de correlação e regressão, onde a variável demanda pode estar correlacionada com outras variáveis independentes. Conhecendo-se os valores (ou pelo menos estimativas) dessas variáveis independentes, seria possível prever o valor da variável dependente demanda, com certo grau de confiança.

3.3. Técnicas de previsão de demanda

3.3.1. Média móvel

Para Ballou (2007), cada ponto de uma média móvel numa série de tempo é a média aritmética ou ponderada de um número de pontos consecutivos das séries, na qual o número de pontos de dados é escolhido de forma a eliminar os efeitos da sazonalidade e irregularidade.

A fórmula da média móvel pode ser representada por:

$$F_t(t+k) = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad k = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Onde: D_t = Demanda real no período t ; n = Quantidade de períodos considerada.

3.3.2. Média móvel ponderada

A média móvel ponderada é recomendado apenas para demandas que não apresentem efeitos de tendência e sazonalidade e incorpora pesos diferentes aos períodos passados, onde a soma de todos os pesos é igual a um (VOLLMANN & BERRY, 2006).

A fórmula da média móvel ponderada é dada pela Equação 2:

$$F_t(t+k) = \frac{D_t \cdot P_t + D_{t-1} \cdot P_{t-1} + \dots + D_{t-n+1} \cdot P_{t-n+1}}{n} \quad k = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Onde: D_t = Demanda real no período t ; P_t = Peso atribuído ao período t ; n = Quantidade de períodos considerada.

3.3.3. Amortecimento exponencial

O amortecimento exponencial simples, segundo Lustosa *et al.* (2008), pressupõe-se que a demanda oscila em torno de uma demanda base constante. Parte de um valor inicial e a “base” vai sendo corrigida a cada período à medida que novos dados são inseridos à série histórica.

Abaixo as Equações 3 e 4, que representam este modelo. A Equação 3 representa o cálculo da base, enquanto a Equação 4 representa o cálculo da previsão de demanda.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot B_{t-1} \quad (3)$$

$$F_t(t+k) = B_t \quad k = 1, 2, \dots \quad (4)$$

Onde:

B_t = Base ao final do instante t ; α = Constante de suavização; D_t = Demanda do período t ; $F_t(u)$ = Previsão ao final do período t para o período u ($u > t$).

3.3.4. Análise de correlação e regressão

O método de regressão linear simples, também conhecido como “regressão dos mínimos quadrados, segundo Andrade *et al.* (2017), consiste em encontrar uma equação linear de que descreve a previsão, do tipo $Y = a + bX$, de forma que a soma dos quadrados dos erros de previsão (b) seja a menor possível. A equação linear para este método é mostrada na Equação 5:

$$Y = a + bX \quad (5)$$

Onde:

Y = Previsão da demanda para o item dependente; a = Ordenada à origem, ou intersecção no eixo dos Y ; b = Coeficiente angular; X = Valor da variável independente.

Calculam-se os coeficientes “a” e “b” pelas equações abaixo:

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) \cdot (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (6)$$

$$a = \frac{\sum Y - b \cdot (\sum X)}{n} \quad (7)$$

Onde: n = Número de pares XY observados.

3.4. Indicadores de desempenho ou erros de previsão de demanda

Segundo Lustosa *et al.* (2008), o erro de previsão é representado pela diferença entre o Valor Real (D_t) e o Valor Previsto da Demanda (F_t) no período analisado. Dessa forma, o erro será positivo se a demanda superar a previsão, do contrário, negativo. O erro de previsão é calculado através da Equação 8:

$$E_t = D_t - F_t \quad (8)$$

Onde: E_t = Erro de previsão; D_t = Valor real da demanda; F_t = Valor previsto da demanda.

A partir daí, pode-se construir os principais indicadores de previsão de demanda. Khoury (2011), destacou três principais tipos de erros utilizados para previsões: *Mean Absolute Deviation (MAD)*; *Mean Absolute Percentual Error (MAPE)*; *Mean Squared Error (MSE)*.

3.4.1. Erro Absoluto Médio (MAD)

O MAD é o cálculo da média dos desvios absolutos (LUSTOSA *et al.*, 2008). O cálculo do MAD é feito a partir da fórmula da Equação 9:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n} \quad (9)$$

Onde: D_t = Valor real da demanda; F_t = Valor previsto da demanda; n = Número de observações. Se o MAD for pequeno, logo os dados reais seguem bem próximos às previsões e o modelo está gerando previsões acuradas (KHOURY, 2011).

3.4.2. Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)

O MAPE é a média percentual da divisão entre o erro da previsão e o valor real. Quanto menor for o MAPE, mais precisos serão os dados previstos (KHOURY, 2011). A Equação 10 representa o MAPE:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{D_t - F_t}{D_t} \right|}{n} \quad (10)$$

Onde: D_t = Valor real da demanda; F_t = Valor previsto da demanda; n = Número de observações.

3.4.3. Erro Quadrático Médio (MSE)

No MSE, os desvios são elevados ao quadrado, fazendo com que os desvios maiores tenham maiores pesos e, conseqüentemente, desvios menores tenham menores pesos (MARQUES & SANTOS, 2018). O MSE pode ser representado pela Equação 11:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n} \quad (11)$$

Onde: D_t = Valor real da demanda; F_t = Valor previsto da demanda; n = Número de observações.

4. Estudo de caso

4.1. Empresa estudada

A empresa estudada é uma multinacional saudita do ramo petroquímico, líder mundial em produção de borracha sintética.

O negócio principal da empresa é o desenvolvimento, fabricação e comercialização de borracha sintética de alto desempenho para uso em indústrias automotiva e de pneus, além de construção, petróleo e gás e na produção de calçados de diferentes tipos.

A unidade de produção da empresa, alvo deste estudo, localiza-se no Rio de Janeiro e possui cerca de 540 colaboradores.

Esta unidade é a atual matriz da empresa no Brasil, sendo responsável pelos negócios das outras 3 plantas industriais brasileiras e do mercado consumidor na América latina.

4.2. Departamento IBP

O departamento de *Integrated Business Planning* (IBP) é responsável pela previsão de demanda da empresa. Basicamente, o IBP tem a atribuição de consolidar a previsão de demanda da empresa, gerenciar o planejamento de vendas, desenvolver o plano de produção mensal, controlar os níveis estoques das plantas e gerar informações de necessidades de materiais (matérias-primas).

A equipe de IBP, em suma, recebe todo mês, do *Marketing*, a expectativa de vendas para os próximos meses e a partir disso consolida a previsão de demanda com base em critérios e métodos que veremos adiante.

Essa previsão norteia todas as outras atividades do IBP mencionadas no parágrafo anterior.

4.3. Famílias de produtos

Por questões de segurança de dados, não foi possível a divulgação dos nomes dos produtos analisados. Entretanto, foram selecionados dois produtos, 1 (um) da planta do Rio de Janeiro, 1 (um) da planta do Rio Grande do Sul, sendo os principais produtos de cada uma dessas duas plantas produtivas, que suprem clientes produtores de pneus e representam a maior fatia de vendas da empresa.

Para realizar as análises, chamaremos os respectivos produtos de “Produto A” e “Produto B” que são basicamente tipos diferentes de borrachas sintéticas.

4.4. Descrição do processo atual de previsão de demanda

O processo de previsão de demanda da empresa, conforme Figura 2, envolve a equipe de *Marketing* e de IBP.

O *Marketing* possui uma base com a expectativa de vendas mensais que abrange todo o ano corrente.

Ela é baseada no volume negociado para o ano com os clientes que têm contratos firmados ou somente com as expectativas de vendas para clientes sem contratos firmados.

Figura 2 – Processo de previsão de demanda da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A partir dessa base, mensalmente os gerentes de vendas, vão atualizando-a com informações que eles solicitam de seus clientes acerca das necessidades de produtos para os próximos três meses. Logo, os gerentes de vendas avaliam esses dados e questionam os clientes em caso de possíveis discrepâncias ou demandas incomuns. Vale destacar que em nenhum momento há intervenção estatística nessa parte do processo.

Em seguida, essa base é enviada para o IBP, aproximadamente no 20º dia de cada mês, com a expectativa de vendas dos 3 meses seguintes. É feita a consolidação das bases enviadas pelos gerentes de venda, análises preliminares de possíveis discrepâncias e ajustes e correções. A base então é sincronizada com a base de IBP já em uso, resultante de análises anteriores, e é inserida no sistema da empresa.

Entre os dias 21 e 23 de cada mês, na fase de aprovação, esses volumes são analisados por IBP e questionados com base na capacidade produtiva de cada planta produtiva, níveis de estoques, *budget* e o plano estratégico global de vendas do IBP. São feitas correções com base no limites de capacidade, e então obtém-se o CFC (*Consensus Forecast*), que é a previsão consolidada para o próximo mês aprovada por *Marketing* e IBP.

Posteriormente, na fase de carregamento, IBP insere o CFC no sistema da empresa e com base nele atualiza os planos de produção e de consumo de matérias-primas das plantas para o próximo mês. Essa atualização é realizada com a ajuda do *Supply Chain* e dos gestores da Produção das plantas.

Por volta do 24º e 25º dia do mês, é realizada uma reunião entre *Marketing*, IBP, Produção, *Supply Chain Operations*, *Compas*, *Customer Service* e Área Técnica, onde é apresentada a previsão para o mês seguinte. Esta é, basicamente, a reunião de alinhamento entre as partes envolvidas.

4.5. Levantamento de dados

Os dados foram extraídos de uma base global empresa que armazena as informações de vendas e fornecidos pelo gestor da área de IBP em planilha do Microsoft Excel.

Os dados contemplam a demanda mensal prevista (CFC) e a demanda mensal realizada dos produtos A e B, entre janeiro de 2016 e dezembro de 2018. Os gráficos das Figuras 3 ilustra o comportamento histórico das demandas.

Figura 3 – Demanda prevista versus realizada dos produtos A e B

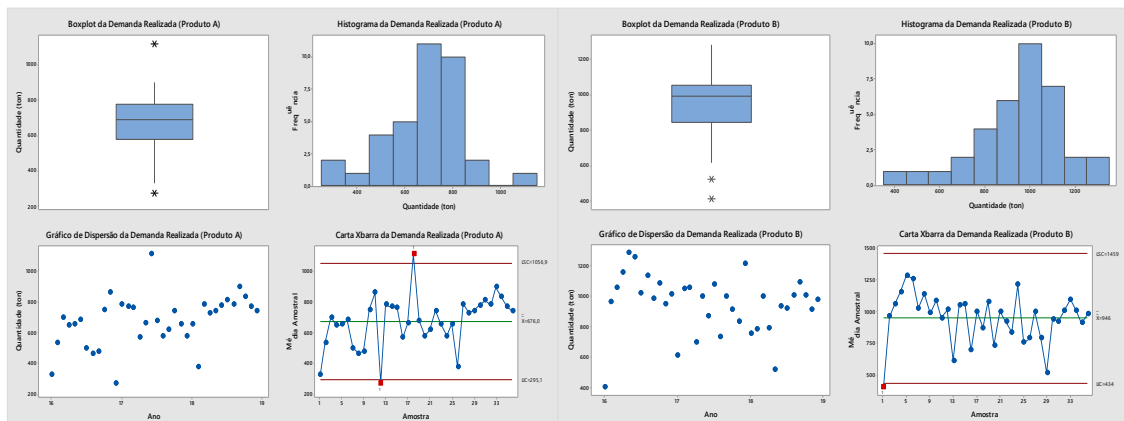


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

4.6. Análise da previsão de demanda atual

Nesta etapa, são analisadas as previsões realizadas pela empresa para os 2 tipos de produtos, A e B. Utilizou-se o *software Minitab* para identificar possíveis *outliers* que comprometam as análises. Em seguida, realizou-se os cálculos dos erros envolvidos nas previsões, o MAD, MAPE e o MSE. A Figura 4 abaixo mostram o que foi possível apurar através do *Minitab*.

Figura 4 – Estudo de outliers da demanda dos produtos A e B



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

O *boxplot* do Produto A indica que a demanda registrada em dezembro de 2016 e junho de 2017 são *outliers*. O histograma sustenta a afirmação da demanda de junho de 2017 como sendo *outlier*, pois mostra a caixa que representa essa demanda afastada das demais. A carta de controle reafirma os dois pontos já identificados no *boxplot* como *outliers*.

O gráfico de dispersão complementa o *boxplot* e indica, visualmente, mais dois outros *outliers* como janeiro de 2016 e fevereiro 2018. Logo, os 4 pontos foram removidos para manter a qualidade das análises. O *boxplot* indica a demanda dos meses de janeiro de 2016 e maio de 2018 para o Produto B como sendo *outliers*.

O histograma e o gráfico de dispersão sustentam essa premissa para ambos os pontos. A carta de controle identificou apenas o mês de janeiro de 2016 como fora de controle. Dessa

forma, ambos os meses foram desconsiderados das análises. A partir das bases corrigidas, pôde-se verificar os erros de previsão envolvidos para cada produto. A Tabela 1 apresenta os erros calculados desconsiderando os *outliers*.

Tabela 1 – Erros de previsão atual

Produtos	MAD	MAPE	MSE
Produto A	78,79	11,39	13.083,80
Produto B	78,88	8,35	8.892,31

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Com os respectivos erros calculados, pretende-se realizar previsões a fim de encontrar um método adequado para previsão de demanda dos produtos A e B. A intenção será diminuir os erros envolvidos, garantindo previsões mais assertivas.

4.7. Proposições para melhoria no processo de previsão

Após explanação do processo de previsão de demanda da empresa estudada e dos indicadores de erros de previsão, é possível propor um plano de melhoria. Busca-se, através da aplicação da metodologia, melhorar o processo atual e gerar previsões mais assertivas.

O processo poderá sofrer melhorias através de um redesenho, mitigando possíveis *gaps* existentes. Um deles é a inexistência de um método quantitativo de previsão de demanda em alguma etapa do processo. Portanto, serão utilizados três métodos estatísticos de previsão de demanda para os produtos analisados, a saber:

3. Média móvel;
4. Suavização exponencial simples;
5. Suavização exponencial dupla.

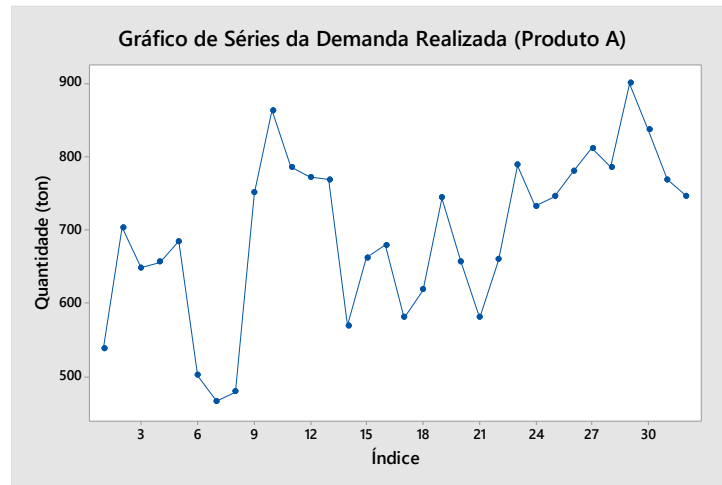
5. Resultado e discussão

5.1. Previsão de demanda para o produto A

A demanda registra nos anos de 2016, 2017 e 2018 para o produto A, já com os *outliers* expurgados, é representada através do gráfico de séries temporais na Figura 5. É possível observar na Figura 5 que há uma grande variação da demanda registrada no ano de 2016.

Tal variação pode comprometer as análises e talvez os resultados sejam melhores se a previsão for realizada considerando apenas os períodos de 2017 e 2018. Realizar-se-ão as análises considerando dois cenários: utilizando os 3 anos e utilizando apenas os 2 últimos anos.

Figura 5 – Estudo de outliers da demanda do produto A

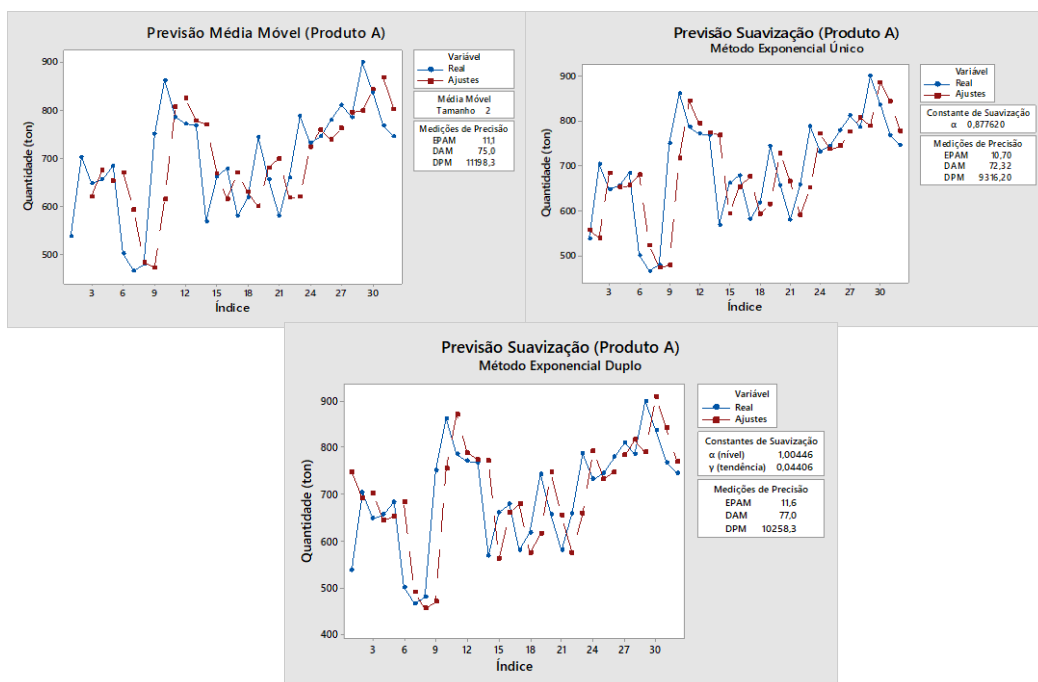


Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.1.1. Previsão considerando todos os períodos

Inicialmente testou-se o método da média móvel simples para análise de previsão do produto A. Dentre as opções de comprimento da média móvel, a que apresentou melhor aderência foi a de 2 médias móveis. Por conseguinte, realizou-se a análise de previsão pelos métodos de suavização exponencial simples e dupla. Conforme representado nas Figuras 6, o método de suavização exponencial simples e dupla mostraram melhor desempenho, visto que os erros calculados são menores.

Figura 6 – Previsão por média móvel simples, suavização exponencial Simples e dupla do Produto A (2016, 2017 e 2018)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Dadas as aplicações dos métodos, é possível comparar os resultados obtidos com a previsão atual utilizada pela empresa na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação entre previsão atual e previsão dos métodos estatísticos do produto A (2016, 2017e 2018)

Previsão	MAD	MAPE	MSE
Atual	78,79	11,39	13.083,80
Média Móvel	75,00	11,10	11.198,30
Suavização Simples	72,32	10,70	9.316,20
Suavização Dupla	77,00	11,60	10.258,30

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

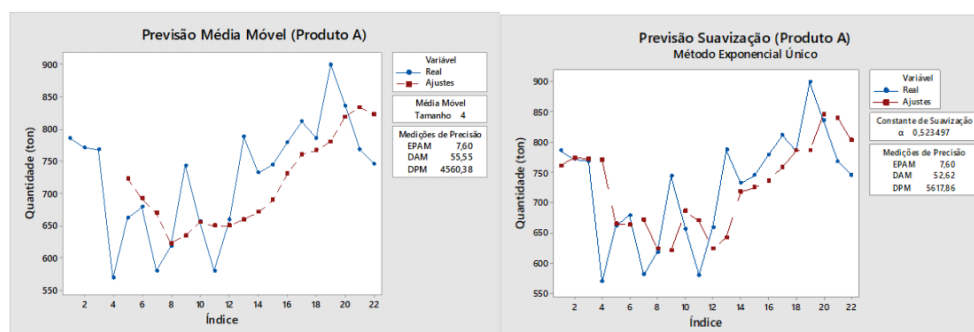
Observa-se que todos os métodos calculados apresentam erros menores em relação ao erro da previsão atual da empresa, com a única exceção do MAPE da suavização exponencial dupla, que foi o mais alto. Dessa forma, todos os métodos se adequam ao problema e retornam bons resultados, sobretudo método de suavização simples, que obteve os menores erros de previsão.

5.1.2. Previsão considerando 2017 e 2018

Agora serão analisadas as projeções de previsões de demanda para o produto A considerando apenas os anos de 2017 e 2018 como base histórica. Realizou-se inicialmente a análise com o método da média móvel e suavização exponencial, conforme mostrado na Figura 7.

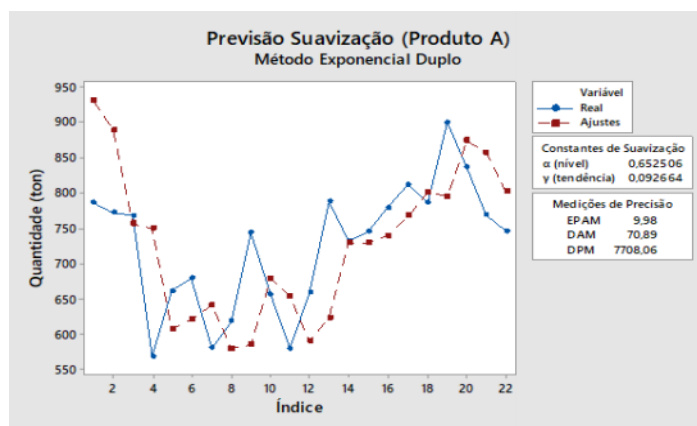
Dentre os tamanhos de médias móveis disponíveis, aquele que mostrou melhor desempenho foi o de 4 elementos. Em seguida, foi realizada a previsão pelos métodos de suavizações exponenciais simples e dupla. Conforme representado nas Figuras 7, o método de suavização exponencial simples apresentou erros calculados menores, portanto melhor desempenho.

Figura 7 – Previsão por média móvel, suavização exponencial simples e dupla do Produto A (2017 e 2018)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Figura 8 – Previsão por suavização exponencial dupla do Produto A (2017 e 2018)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

De acordo com a Tabela 3, todos os métodos calculados apresentam melhores resultados em relação ao método atual da empresa, exceto o método de suavização exponencial dupla, que apresentou MAD e MAPE maiores.

Pode-se destacar a suavização exponencial simples como o melhor método de previsão para este caso, pois apresenta menor MAD e MAPE, apesar de ter o MSE maior que o método da média móvel.

Tabela 3 – Comparação entre previsão atual e previsão por métodos estatísticos do produto A (2017 e 2018)

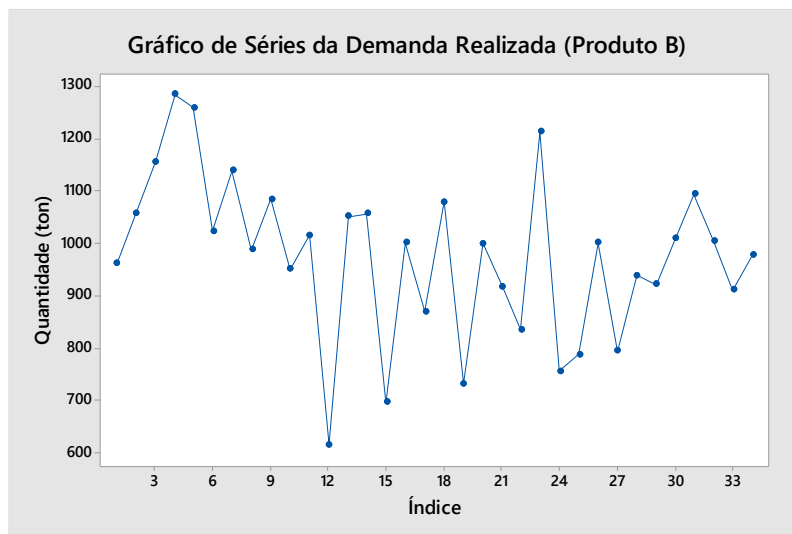
Previsão	MAD	MAPE	MSE
Atual	63,70	8,76	8.810,64
Média Móvel	55,55	7,60	4.560,38
Suavização Simples	52,62	7,60	5.617,86
Suavização Dupla	70,89	9,98	7.708,06

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.2 Previsão de demanda do produto B

A demanda registra nos anos de 2016, 2017 e 2018 para o produto B, já com os outliers expurgados, é representada através do gráfico de séries temporais na Figura 9.

Figura 9 – Estudo de *outliers* da demanda do produto B



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Através da análise gráfica da curva de demanda do produto B, percebe-se uma certa tendência de decrescimento no ano de 2016. Esse comportamento não se repete nos demais anos e, ao contrário disso, a curva revela uma certa tendência de crescimento. Além disso, verifica-se uma amplitude muito grande da variação das demandas ao longo do tempo, o que pode dificultar a assertividade das análises quantitativas.

5.2.1 Previsão considerando todos os períodos

Iniciou-se as análises de previsão para o produto B através da aplicação do método da média móvel. A Figura 9 apresenta o gráfico do modelo.

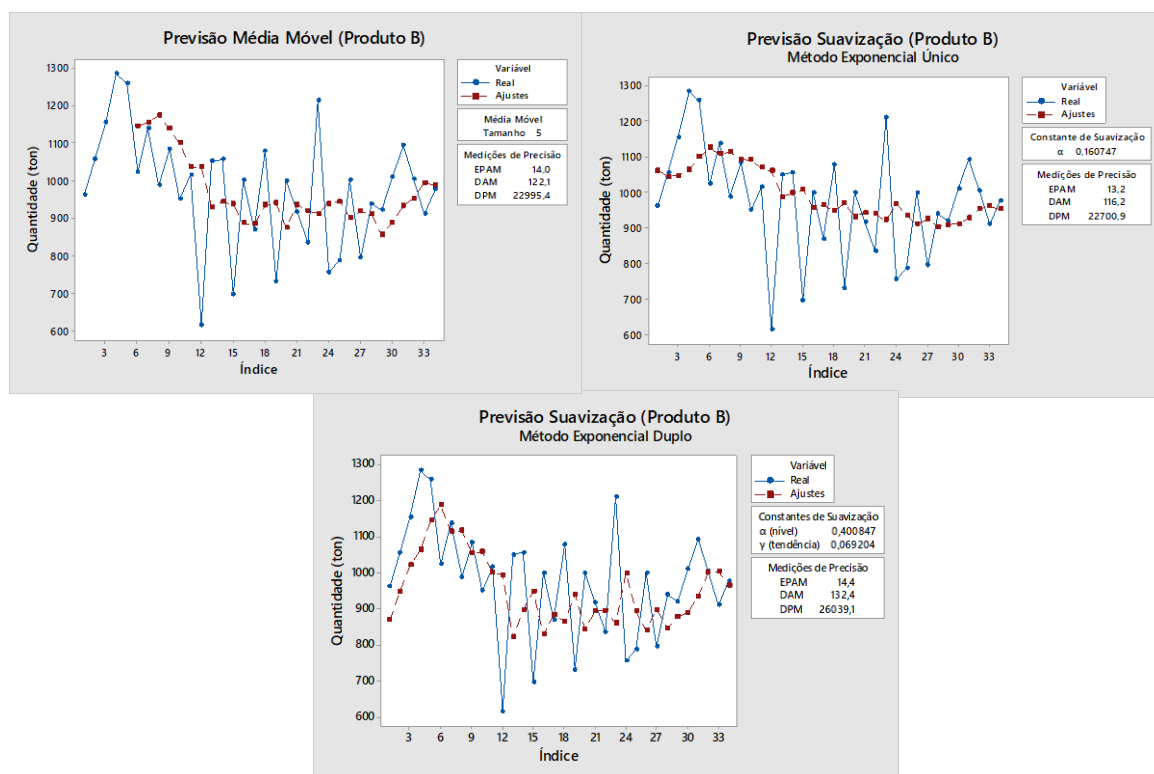
A média móvel testada com melhor desempenho foi a de tamanho 5. Como já era esperado, o comportamento da demanda para o produto B dificulta a previsão pois apresenta picos bastante expressivos. De qualquer maneira, testou-se também os métodos de suavização, conforme apresentado também na Figura 10.

Dadas as previsões pelos métodos de suavização para o produto B conforme Figura 10, a suavização exponencial simples performou melhor pois obteve erros menores.

Notou-se uma certa dificuldade para a previsão quantitativa da demanda deste produto pois ela é historicamente muito variável.

Os picos na demanda provavelmente são causados por questões qualitativas que fogem do controle estatístico para uma amostra pequena, como essa de três anos.

Figura 10 - Previsão por média móvel simples, suavização exponencial única e dupla do produto B (2016, 2017 e 2018).



Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Os métodos quantitativos puros não performaram melhor que a previsão já utilizada pela empresa. Porém, é importante destacar que os resultados foram bons e que a empresa, ao realizar o CFC, obtém dados quase reais da demanda seguinte. Isso se dá porque no momento em que é feito o CFC, muitos pedidos de clientes já foram inseridos no sistema ou então o cliente já enviou sua previsão de necessidade de suprimentos. A Tabela 4 apresenta a comparação entre a previsão atual e a previsão por métodos estatísticos do produto B referente aos anos 2016, 2017 e 2018.

Tabela 4 – Comparação entre previsão atual e previsão por métodos estatísticos do produto B (2016, 2017 e 2018)

Previsão	MAD	MAPE	MSE
Atual	78,88	8,35	8.892,31
Média Móvel	122,10	14,00	22.995,4
Suavização Simples	116,20	13,20	22.700,90
Suavização Dupla	132,40	14,40	26.039,10

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

5.3 Comparação entre o método atual e os métodos estatísticos

Com todas as análises realizadas, é possível mensurar o desempenho dos métodos de previsão empregados. Abaixo segue a Tabela 5 com o resumo de todas as previsões:

Tabela 5 – Resumo das previsões de todos os produtos

Produto	Ano	Previsão	MAD	MAPE	MSE
A	2016, 2017 e 2018	Atual	78,79	11,39	13.083,80
A	2016, 2017 e 2018	Média Móvel	75,00	11,10	11.198,30
A	2016, 2017 e 2018	Suavização Simples	72,32	10,70	9.316,20
A	2016, 2017 e 2018	Suavização Dupla	77,00	11,60	10.258,30
A	2017 e 2018	Atual	63,70	8,76	8.810,64
A	2017 e 2018	Média Móvel	55,55	7,60	4.560,38
A	2017 e 2018	Suavização Simples	52,62	7,60	5.617,86
A	2017 e 2018	Suavização Dupla	70,89	9,98	7.708,06
B	2016, 2017 e 2018	Atual	78,88	8,35	8.892,31
B	2016, 2017 e 2018	Média Móvel	122,10	14,00	22.995,4
B	2016, 2017 e 2018	Suavização Simples	116,20	13,20	22.700,90
B	2016, 2017 e 2018	Suavização Dupla	132,40	14,40	26.039,10

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Observa-se que os valores marcados em negrito obtiveram melhor desempenho quando comparados aos valores originais. Em alguns casos isso não foi possível, mas deve-se considerar que a previsão realizada pela empresa é corrigida por uma série de informações que garantem maior assertividade (exemplo: a entrada de pedidos antecipadamente).

6. Conclusões e recomendações futuras

Este artigo realizou um estudo de campo em uma empresa multinacional sediada produtora de borracha sintética, com vistas a analisar o processo de previsão de demanda e melhorar a previsão de demanda através dos métodos quantitativos levantados da literatura.

Discutiu-se sobre alguns métodos quantitativos, a saber como média móvel simples, média móvel ponderada, amortecimento exponencial, regressão e correlação. Além dos indicadores de previsão de demanda, utilizados para medir o nível de assertividade das análises através do erro absoluto médio, erro percentual absoluto médio e erro quadrático médio.

Através da revisão da literatura realizada, estipulou-se o procedimento metodológico para consolidação do trabalho. Os dados foram coletados presencialmente, através de entrevistas informais e levantamentos de informações documentais, na matriz nacional da empresa, localizada no Rio de Janeiro.

Foram selecionados dois produtos e as análises referentes aos mesmos culminaram em resultados distintos. O produto A apresentou uma demanda bem variável no ano de 2016 e por isso considerou-se dois cenários, previsão a partir dos dados de 2016, 2017 e 2018 e a previsão considerando apenas 2017 e 2018. Ambas as análises revelaram melhor desempenho dos métodos aplicados quando comparados à previsão realizada pela empresa, sobretudo o segundo cenário.

Entretanto, para o produto B houve uma grande dificuldade de prever os dados assertivamente, pois a demanda possuía picos, inviabilizando uma análise com uma amostra mensal de dois anos. Logo, as previsões aplicadas não performaram bem em comparação aos métodos tradicionais da empresa.

Em um balanço geral, pode-se afirmar que os métodos quantitativos de fato são um recurso muito importante para o planejamento e a tomada de decisão de gestores. Nos produtos estudados pôde-se notar a eficácia dos mesmos.

É importante ressaltar que a previsão realizada pela empresa incluiu fatores qualitativos da demanda real. Logo, a previsão da empresa tendeu a ser mais precisa e obviamente mais assertiva. Isso reforça o argumento de que os métodos quantitativos de fato performaram bem, pois mesmo quando comparados ao método da empresa, tiveram erros próximos ou menores.

Portanto, recomenda-se que a empresa faça uso dos métodos quantitativos previamente e em seguida passe a corrigir a previsão com informações qualitativas. Isso garante a contribuição da previsibilidade dos métodos já testados neste artigo e os aproximariam ainda mais da realidade com as informações qualitativas.

Para estudos futuros, recomenda-se a aplicação outros tipos de métodos quantitativos, a exemplo dos métodos causais como regressão linear, regressão polinomial, ARIMA e outros.

Referências

ANDRADE, Winston. Aparecido.; MIRANDA, Leonardo de Jesus.; ACHIDA, Thiago Makoto Cordelisse **Tipos de Previsão de Demanda e a Aplicação em Indústria Automotiva Paulista**. Revista FATEC Zona Sul, v. 3, n. 2, 2017. <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/80/140>

BALLOU, Ronald. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Recurso eletrônico, 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

CROXTON, K. L. et al. **The Demand Management Process**. In: LAMBERT, D. M. **Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance**. Florida: Supply Chain Management Institute, 2008. p. 87-104. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000159&pid=S0104-530X201100040000900014&lng=pt

DEPEC-BRADESCO. **Departamento de Pesquisa e Estudos Econômicos**. 2017. Disponível em: <<https://economiaemdia.com.br>>. Acesso em: 29/03/2019.

IHS Markit. **Styrene-Butadiene Elastomers (SBR)**. Disponível em: <<https://ihsmarkit.com>>. 2018. Acesso em: 29/03/2019.

KHOURY, Felipe. K. C. B. **Minimização de custos de produção via programação inteira mista: estudo de caso de planejamento de produção de luminárias**. Rio de Janeiro: PUC, 2011. <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=18828@1>

LUSTOSA, Leonardo. et al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2008. https://www.academia.edu/26510381/Planejamento_e_Control_e_da_Produ%C3%A7%C3%A3o_PCP_.ISBN-10_85-352-2026-7_ISBN-13_978-85-352-2026-1

MARQUES, Camila. Emanuelle.; SANTOS, Maisa. Rodrigues. **Previsão de demanda: Estudo de caso na padaria de uma empresa do ramo supermercadista**. Ituiutaba: UFU, 2018. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/23706>

MONTEIRO, Aluisio.; SILVA, Denise Loyola. **Proposta de Modelo de Previsão de Demanda para Jornal**. Rio de Janeiro: XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2016. <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/32924381.pdf>

MOREIRA, Daniel. Augusto. **Administração da Produção e Operações**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

RODRIGUES, Ana. Flávia. Brito.; QUEIROZ, Larissa. Pinto. Marquês.; FERREIRA, Luna. Paranhos.; CARVALHO, Larissa. Mendes.; TAVARES, Diego. Moah. Lobato. **Previsão de demanda em uma empresa farmacêutica de manipulação**. VI Encontro Paraense de Engenharia de Produção. Belém: UEPA, 2015. <https://docplayer.com.br/7018355-Previsao-de-demanda-em-uma-empresa-farmaceutica-de-manipulacao.html>

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L. **Sistema de Planejamento e controle da Produção para Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.