

Análise da Previsão de Demanda e Redução de Custos Operacionais em uma Empresa Exportadora de Café

Fernando de Araújo (UFU) fernandoaraujo@ufu.br
Flávia Barbosa de Brito Araújo (UFU) flaviabbrito@yahoo.com.br

Resumo:

A produção de café e sua exportação se mostram cada vez mais importantes economicamente para o país. A Previsão da Demanda recebe, hoje em dia, mais atenção das empresas, devido à competitividade crescente do mercado nacional. Neste contexto, esse trabalho foi realizado em uma empresa exportadora de café, e possui como objetivo apresentar um estudo de caso sobre a previsão da demanda e selecionar o melhor modelo quantitativo que se aplique à previsão de vendas. Por conseguinte, há como planejar o plantio do café de forma precisa, planejar a linha de produção do mesmo e otimizar os recursos necessários. Para tal fim, por meio de uma abordagem quantitativa do problema, compara-se métodos de séries temporais com a utilização de estatísticas para a análise dos dados. Constatou-se que o método Regressão com Tendência e Sazonalidade apresentou melhor desempenho de acordo com os erros relacionados à previsão de demanda.

Palavras chave: Séries Temporais, Café, Métodos Quantitativos.

Analysis of the Demand Forecast and Reduction of Operating Costs in a Coffee Export Company

Abstract

The production of coffee and its export are proving increasingly important economically for the country. Demand Forecasting receives, today, more attention from companies, due to the increasing competitiveness of the national market. In this context, this work was carried out in a coffee exporting company, with the objective of presenting a case study on forecasting demand and selecting the best quantitative model that applies to sales forecasting. Therefore, we can plan the coffee plantation accurately, plan the coffee production line and optimize the necessary resources. To this end, through a quantitative approach to the problem, time-series methods are compared with the use of statistics for data analysis. It was verified that the Regression with Trend and Seasonality method presented better performance according to the errors related to the forecast of demand.

Key-words: Time Series, Coffee, Quantitative Methods.

1. Introdução

A produção do café, que é do setor primário das atividades de produção e consumo, é muito importante para a economia do Brasil. Este alimento foi introduzido no país no século XVIII nas Antilhas para atender ao consumo local, porém devido às condições climáticas ideais, o seu cultivo passou a ser importante economicamente (FURTADO, 2005).

Foi no final do século XIX que o Brasil começou a exportar o café, e nos anos 30, se tornou o principal produto da pauta de exportação brasileira. Atualmente a parcela correspondente à produção de café do Brasil no cenário mundial corresponde a 26%, no horizonte temporal de 1990 e 2016 (ICO, 2016). No que diz respeito ao consumo global do café, a Organização Internacional do Café (ICO) evidência que há um crescimento anual da demanda deste produto, como consta na Figura 1.

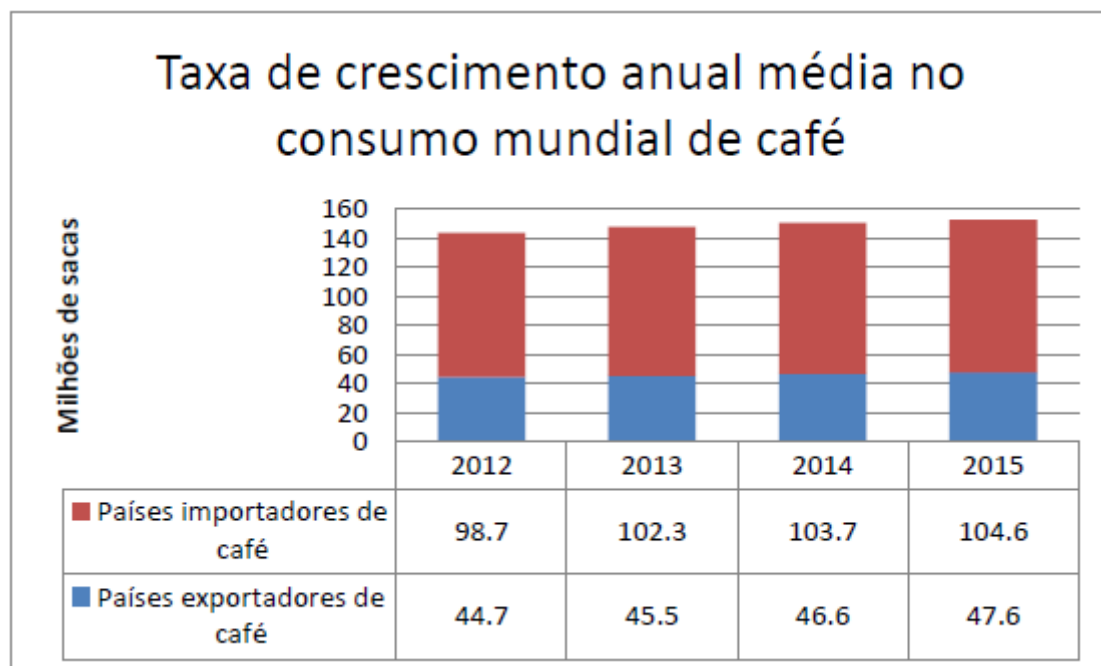


Figura 1 – Consumo Global do Café Fonte: Adaptado de International Coffee Organization (2016)

Sendo assim, a análise da previsão da demanda é essencial para o bom desenvolvimento de uma organização, pois a partir dela são obtidas informações fundamentais para controle da produção, redução de custos, otimização dos recursos e melhor gerenciamento do estoque (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Portanto, a relação entre a previsão de demanda e os custos de produção, são mencionados por Fischer e Ramon, (1996); Pelegrini e Fogliato, (2001); Danese e Kalchschmidt, (2011) e Li *et al.*, (2011).

A aferição dos custos desempenha um papel importante para as empresas, pois apresenta uma relação direta entre o desempenho e a eficácia das organizações (DAI *et al.*, 2006). Chen *et al.*, (2007) menciona que as incertezas da demanda fazem com que o planejamento se torne um dos desafios das organizações. Para Li *et al.*, (2011) as previsões mais precisas reduzem os custos de produção.

A previsão da demanda segundo Moreira (1999), geralmente é utilizada pelas organizações com o intuito de estabelecer o ritmo de produção, bem como a estruturação de toda a rede logística e a cadeia de suprimentos. Para uma adequada projeção da demanda se faz necessário que a organização tenha os dados referentes ao controle de estoque e da venda de determinado produto.

Moreira (1999) enfatiza que os métodos de previsão podem ser classificados por critérios diferentes, e que dependem dos instrumentos utilizados e dos conceitos que formam a base do modelo. Dentro desta classificação, encontra-se os métodos qualitativos e quantitativos. Chase (2006) afirma que os métodos qualitativos são aqueles que se baseiam no julgamento,

estimativas e experiência do decisor, e são capazes de expressar opiniões sobre a demanda futura. Nesse sentido, este estudo visa como objetivo, analisar a melhor técnica que viabilize o desempenho para exportadoras de café do Alto Paranaíba e que proporcione vantagem competitiva com redução dos custos operacionais.

Por conseguinte, avaliar e selecionar o melhor modelo quantitativo que se aplique à previsão de vendas, para administrar as atividades administrativas e operacionais. Para isso é necessário conhecer o mercado de forma mais precisa, para planejar a linha de produção do mesmo e otimizar os recursos necessários. Por fim, por meio de uma abordagem quantitativa do problema, comparar os métodos de previsão de demanda com a utilização de estatísticas para a análise dos dados e verificar o que melhor se encaixa para a previsão de demanda.

A partir deste propósito, segue-se na busca de compreender se as estimativas de previsão de demanda seguem ao modelo apropriado e se os resultados das previsões estão de acordo com as panorama real das empresas, e se fatores externos influenciam as organizações. Este artigo encontra-se estruturado em cinco seções, considerando esta introdução. A segunda seção apresenta o referencial teórico para fundamentação bibliográfica. A terceira descreve a metodologia, e na quarta o estudo de caso e resultados, e na última seção, são feitas as considerações finais do estudo.

2. Referencial Teórico

2.1 Planejamento e controle da produção

Moreira (1999) define o sistema de produção como o processo de transformação de insumos em produtos, agregando valor ao produto ou serviço. Define os insumos como matéria-prima ou recursos que serão transformados em produto final, bem como os responsáveis pelo processamento de recursos no sistema produtivo. De acordo com Tubino (2009) os insumos são as matérias-primas que serão transformadas em produtos e os recursos são aqueles que movimentam o sistema de transformação, como mão de obra, máquinas e equipamentos e capital, entre outros.

Segundo Fernandes e Godinho (2010) o Planejamento e Controle da Produção (PCP) refere-se ao processo de tomada de decisão do Sistema de Produção para transformar insumos em ativos ou serviços, levando em conta as restrições exigidas pelo cliente. O PCP visa definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, além de quem, onde e como produzir. Para o Slack (2009) o PCP oferece os procedimentos e decisões do sistema de produção através das particularidades de demanda e oferta.

2.2 Previsão de demanda e custos de produção

De acordo com Martins (2005), a previsão é o ato de estimar eventos futuros, isto é, identificar as informações relevantes e os eventos sobre o futuro e, a partir daí tomar as decisões necessárias. Além disso, assume que os modelos matemáticos, estatísticos e até subjetivos são capazes de determinar dados futuros.

A integração dos custos de produção e a previsão de demanda, podem oferecer apoio ao controle e planejamento da capacidade produtiva. Para, Zhang *et al.*, (2012) a capacidade e a demanda afetam diretamente os serviços prestados ao mercado, os custos e aos negócios. Wang (2007) enfatiza que os modelos de previsão de demanda, e as modelagens relacionadas aos custos, torna-se necessários e são consideradas mais precisas para a tomada de decisão.

Para Bornia (2010) a abordagem sobre a análise dos custos auxilia o controle e a avaliação da empresa, de forma a mensurar desperdícios e identificar atividades que não agregam valor ao

produto. Sendo capaz de dirigir e priorizar esforços em busca de excelência produtiva, tornando-se uma ferramenta para o processo de tomada de decisão.

As técnicas de previsão de demanda fornecem informações do ambiente externo da empresa, para o planejamento de suas atividades. Makridakis et al (1998), afirma que incertezas não podem ser eliminadas, e consequentemente, variações nas condições previstas podem ocorrer. Portanto, é necessário definir possíveis cenários, de forma a prever com um plano preventivo através de alternativas ou adaptativos frente as respectivas mudanças. As previsões de demanda de produtos e serviços permitem que os processos funcionais, logísticos, financeiros, marketing e de produção sejam gerenciados de forma correta.

Danese e Kalchschmidt (2011) mencionam que as técnicas de previsão de demanda melhoram a exatidão das previsões e também aperfeiçoa o desempenho operacional das organizações. Enfatizam que as técnicas influenciam positivamente o desempenho relacionados aos custos. Assim, a precisão da previsão de demanda impacta em melhorias no desempenho de custos organizacionais, viabilizando a redução de perdas. Para Pelegrini e Fogliato, (2001); Danese e Kalchschmidt, (2011) e Fischer e Ramon (2011) a atividade de planejamento, estabelece a otimização dos recursos, proporcionando competitividade à firma.

Em um sistema de produção, é correto afirmar que a previsão de demanda está entre as variáveis mais importantes, principalmente para as atividades desenvolvidas pelo Planejamento e Controle da Produção (PPC). Isso se deve ao fato de que, a partir de uma boa previsão, é possível definir os recursos necessários dentro de uma organização. Kassel e Tittman (2007) enfatiza que conhecer o comportamento dos clientes e as informações sobre quantidades de produção em períodos futuros, otimiza o processo produtivo e reduz os custos de produção, aumentando a competitividade.

Para tanto, Gaither e Frazier (2001) mencionam que o método mais eficiente para avaliar as estimativas futuras dos produtos e/ou serviços oferecidos por uma organização, capaz de despesas em uma empresa, são os métodos de previsão de demanda, que podem ser classificados em dois tipos: qualitativos e quantitativos.

2.3 Métodos quantitativos de previsão de demanda

Os métodos quantitativos consistem em transformar dados históricos, através da execução de um modelo matemático, em informações sobre o comportamento da demanda. As condições de sua aplicabilidade são: Existência de dados históricos; Viabilidade de traduzir informações históricas em números; e Suposição de que o padrão observado será repetido ao longo do tempo (MAKRIDAKIS, 1998).

Para Moreira (1999) os métodos de previsão podem ser classificados por diferentes critérios, de maneira mais simples, dependendo dos instrumentos utilizados e dos conceitos que formam a base do modelo. Dentro desta classificação, podemos encontrar os métodos qualitativos e quantitativos. Além disso, os métodos quantitativos são subdivididos em métodos causais e séries temporais.

Chase (2006) afirma que os métodos qualitativos são aqueles que se baseiam no julgamento, estimativas e experiência do decisor, e são capazes de expressar opiniões sobre a demanda futura. Os métodos quantitativos consistem em procurar dados passados, analisá-los e depois definir os melhores resultados matemáticos e modelos para projetar a demanda futura.

Os métodos quantitativos podem ser explicados matematicamente e são divididos em séries temporais e causais. Os modelos de séries temporais levam em consideração que os dados

passados irão se repetir no futuro, podendo ser subdivididas em vários subgrupos, como por exemplo: médias, decomposição e projeção de tendência entre outros (MOREIRA, 1999).

Para os modelos causais existe o cuidado em estabelecer correlações da demanda com outras variáveis, enquanto nos modelos de séries temporais são assumidos valores que apresentam através do tempo. São exemplos de modelos causais: regressão linear simples e regressão linear sazonal (PROTO; MESQUITA, 2003).

2.3.1 Métodos quantitativos de previsão de demanda - Séries temporais

Chase (2006) afirma que os métodos de previsão baseados no tempo, baseiam-se no conceito de que a previsão anterior servirá como suporte para a previsão futura. Fernandes e Godinho (2010) menciona que além disso, os fatores que influenciaram a demanda passada devem influenciar a demanda futura. Alguns objetivos da análise de séries temporais podem ser citados. Faça previsões de valores futuros da série, como séries de produção, estoques, produtividade, entre outros. Descreva apenas o comportamento da série com a construção de gráficos e histogramas para verificar a sazonalidade, tendência, entre outros. Procure por periodicidades relevantes nos dados.

Para Moreira (1999) existem quatro classificações diferentes dentro da série temporal, também conhecidas como componentes de variação: tendência, sazonal, cíclica e aleatória. A Figura 2 exemplifica a curva para cada um desses componentes de variação, onde os eixos x e y se referem respectivamente ao período e à demanda.

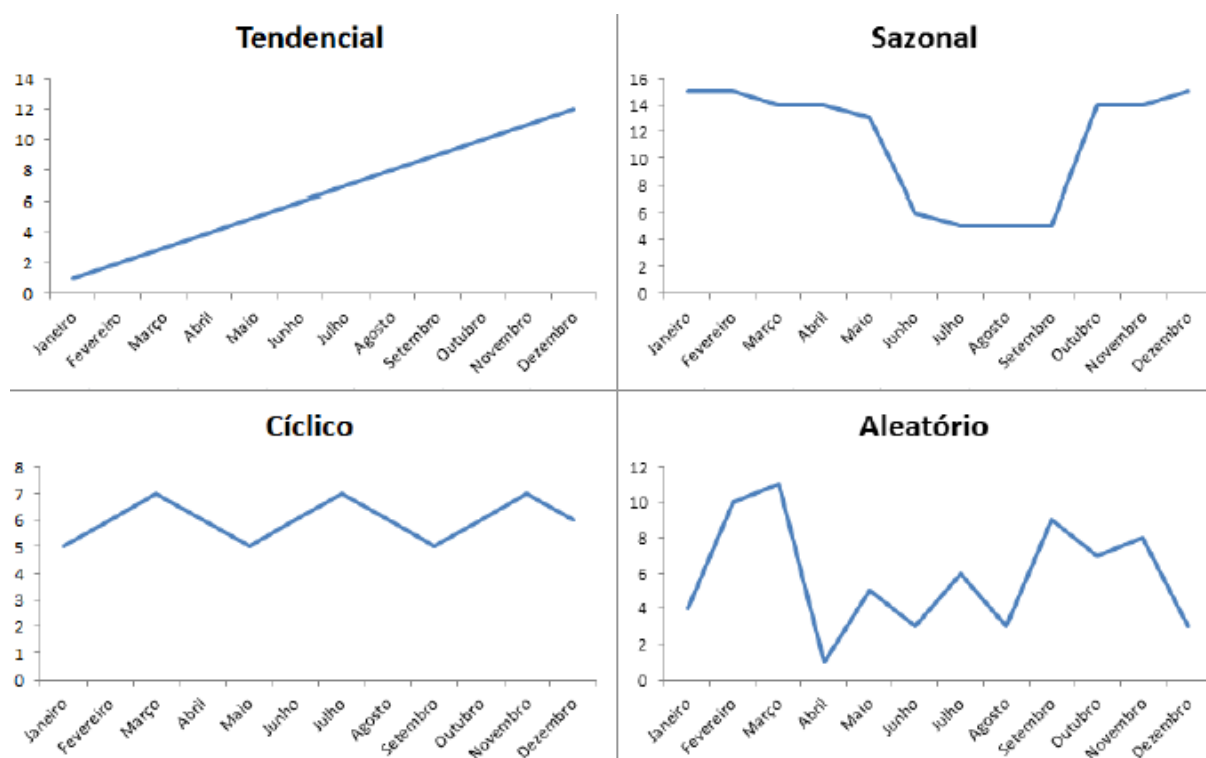


Figura 2 – Classificações de séries temporais na previsão de demanda (Fonte: elaborado pelos autores)

Chase 2006 apresenta alguns fatores que influenciam a escolha do método de previsão a ser utilizado: horizonte de tempo para previsão, disponibilidade de dados, precisão necessária, tamanho do orçamento previsto e disponibilidade de pessoal qualificado. Alguns métodos baseados em séries temporais serão apresentados.

2.3.1.1 Média móvel simples

Gaither e Frazier (2002) definem a média móvel simples como um modelo de curto prazo, onde, a partir da média aritmética das demandas anteriores, é possível determinar a previsão para o período atual. Além disso, Morettin e Toloí (2006) apontam as desvantagens desse método:

- Deve ser usado apenas para prever séries estacionárias;
- Dificuldade em estabelecer a quantidade necessária de demandas passadas.

Por outro lado, os mesmos autores apresentam algumas vantagens deste método de previsão:

- Simplicidade do método aplicado;
- Pode ser usado quando você tem poucas observações;
- Flexibilidade em relação ao número de demandas passadas utilizadas, com base no padrão da série.

Para calcular a demanda para o período atual, t deve ser levado em consideração no período anterior; no entanto, esses períodos devem ser recentes. A demanda do período t pode ser calculada como na Equação (1):

$$D = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-n+1}}{n} \quad (1)$$

2.3.1.2 Média móvel ponderada (MAD)

Martins e Laugeni (2005) destaca que, em contraste com a média móvel simples, que dá o mesmo peso para todos os períodos, na média móvel ponderada há pesos diferentes para cada período, e a soma de todos os pesos deve ser igual a um.

Assim, para calcular a demanda D do período t , a Equação (2) deve ser solucionada com os pesos w atribuídos às demandas:

$$D = w_{t-1}D_{t-1} + w_{t-2}D_{t-2} + w_{t-3}D_{t-3} \quad (2)$$

2.3.1.3 Suavização exponencial

De acordo com Corrêa (2006), o método de suavização exponencial é um caso particular da média móvel ponderada, uma vez que seus pesos diminuem exponencialmente quanto mais antigos os dados estiverem presentes. Com pesos maiores para as observações mais recentes, as desvantagens do método da média móvel são eliminadas.

Fernandes e Godinho (2010) menciona que este método fornece a previsão para o período atual como a previsão do período anterior, incluindo a correção do erro ocorrido neste período. Os mesmos autores afirmam que a correção do erro ocorrido deve ser calculada como a diferença entre o real e a previsão.

A demanda é calculada com a Equação (3) e sendo: D , previsão para o período posterior, D_t demanda real do período atual, P_t previsão do período atual, α , constante de regularização.

$$D_{t+1} = P_t + \alpha (D_t - P_t) \quad (3)$$

Segundo Fernandes e Godinho (2010) é de grande importância escolher a constante de alisamento α . Corrar (2010) afirma que, se o valor estipulado para α for baixo, significa que a previsão não reagirá rapidamente, no que diz respeito à alteração dos dados. Caso contrário, se α tiver um valor alto, a previsão reagirá mais rapidamente à alteração dos dados e, consequentemente, o esperado valores se aproximavam dos reais.

2.3.2 Métodos quantitativos causais de previsão de demanda

De acordo com Fernandes e Godinho (2010), a demanda por um determinado item ou conjunto de itens (variáveis dependentes) está relacionada a uma ou mais variáveis internas ou externas (independentes) para a empresa, o que pode ajudar a prever a demanda futura de um determinado produto. Os métodos de regressão, presentes nos métodos causais, são os mais utilizados nesta categoria. Gaither (2002) afirma que os métodos de regressão diferem no número de variáveis independentes que serão consideradas. Na regressão simples, existe apenas uma variável independente. Segundo Moreira (1999) pode ser simbolicamente representado na Equação (4):

$$y = f(x) \quad (4)$$

Onde y é a variável dependente (demanda) e x é a variável independente (causal) de qualquer função. Dependendo da função, a regressão pode ser chamada de regressão linear simples, regressão exponencial ou regressão parabólica. Nas regressões múltiplas, existe um conjunto de variáveis independentes que, a partir de suas funções, expressam o valor de y . A Equação (5) simboliza esta representação:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (5)$$

2.3.2.1 Regressão linear com base em tendência

Segundo Corrar (2010) é possível encontrar processos que não são considerados estacionários. Por este motivo, a variável tempo torna-se um componente necessário para determinar a tendência futura de uma série temporal. Bruni (2008) menciona que nos casos em que a tendência é linear, o tempo é definido como uma variável independente e a demanda como uma variável dependente. Desta forma, a função do tipo $y = a + bx$ é usada para executar a previsão com base no modelo de regressão. Os valores de a e b podem ser obtidos a partir das equações 6 e 7, onde n é o número de observações, x é variável independente (tempo) e y é a variável dependente (demanda).

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x \sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad (6)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n} \quad (7)$$

2.3.2.2 Regressão linear com base em sazonalidade

Para Fernandes e Godinho (2010) a sazonalidade é representada pelas variações ascendentes e descendentes que ocorrem periodicamente. Bruni (2008) apresenta uma sequência de etapas para a aplicação do método baseado em um processo com sazonalidade:

- Cálculo da média móvel centralizada para cada um dos períodos;
- Cálculo da média de todas as médias do centro móvel;
- Adição, para sazonalidade aditiva, ou multiplicação, para sazonalidade multiplicativa, da média das médias pelo índice sazonal.

Na sazonalidade aditiva, um valor é adicionado ou subtraído na mesma magnitude periodicamente. Esse valor, que será incrementado no período, é chamado de índice sazonal, que pode ser obtido pela diferença entre a média das médias e a demanda do período. Diferentemente da sazonalidade aditiva, na sazonalidade multiplicativa o valor aumenta ou diminui consideravelmente no período. Portanto, o índice sazonal é obtido a partir do quociente da média das médias e da demanda do período. Corrar (2010) afirma que o uso do índice sazonal

provoca um ajuste na projeção de tendência e, conseqüentemente, aumenta sua precisão, uma vez que os efeitos gerados pelos valores sazonais são levados em consideração ao longo da série.

2.3.2.3 Regressão linear com base em tendência e sazonalidade

De acordo com Bruni (2008), o modelo de regressão, utilizado para previsão de tendências, adicionado à sazonalidade, compõe um método baseado em um processo com tendência e sazonalidade. Neste método são utilizados os modelos de regressão ajustados com a presença de sazonalidade. Assim, a partir da equação $y = a + bx$, onde x é a variável independente (tempo) e y é a variável dependente (demanda), o valor da previsão de tendência é obtido. Da mesma forma como apresentado no método anterior, o índice sazonal é adicionado ao valor da previsão, resultando em um valor que levou em conta tanto a tendência quanto a sazonalidade.

2.4 Erros de previsão

Bruni (2008) aponta que existem várias maneiras de se analisar a qualidade da previsão de demanda, por exemplo: desvio médio absoluto, erro quadrático médio e erro percentual absoluto médio. O desvio médio absoluto, MAD, é obtido a partir da soma dos desvios absolutos, representados pela diferença entre o real e o esperado. Simbolicamente, ele pode ser representado pela Equação (8), onde P_i é a previsão para o período i , D_i é a demanda real do período i e n é a quantidade de observações.

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|P_i - D_i|}{n} \quad (8)$$

O erro quadrático médio, MSE, é calculado pela diferença entre o real e o predito ao quadrado, isto é, é representado pela soma dos desvios quadrados, conforme segue na Equação (9).

Corrar (2010) afirma que o erro quadrático médio apresenta a variação irregular, ou seja, quanto maior o valor do MSE, mais variáveis externas estão influenciando o modelo.

$$MSE = \sum_{i=1}^n \frac{(P_i - D_i)^2}{n} \quad (9)$$

MAPE, erro percentual absoluto médio, expressa a precisão do erro em porcentagem. Este erro é obtido a partir da média de todos os erros percentuais absolutos. Bruni (2008) ressalta a importância de usar essas métricas para análise, pois elas são úteis para ajudar a estimar a quantidade ideal de períodos que devem ser considerados no cálculo dos métodos de previsão. Além disso, a partir do cálculo do erro, é possível escolher o método de previsão mais preciso, ou seja, aquele com o menor valor de erro encontrado.

3. Metodologia

De acordo com os objetivos gerais da pesquisa, estas podem ser classificadas em dois segmentos: exploratória e descritiva. O presente estudo pode ser classificado como exploratória, uma vez que, a fim de obter maior familiaridade com o problema e entender o comportamento dos dados, foram utilizadas técnicas estatísticas que, portanto, também classificam a pesquisa como quantitativa, tornando-a descritiva. Os procedimentos técnicos utilizados constituem a característica da pesquisa, sendo que, por este critério, esta pode ser classificada como: bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2002). Os dados históricos foram coletados de uma empresa de grãos e que descrevem o comportamento das vendas de café ao longo do tempo, a análise é baseada em uma série temporal. Esses dados referem-se aos meses de janeiro de 2015

a dezembro de 2017, totalizando 36 observações. A análise e aplicação dos métodos foram desenvolvidas no *software* Excel 2007, utilizando seus recursos como Solver e Data Analysis.

Foram aplicados métodos expostos neste trabalho para obtenção de ajustes da série histórica para a previsão de demanda, sendo os mais simples (média móvel, média móvel ponderada, análise com tendência e tendência com sazonalidade) formulados no próprio Excel. Por fim, um método de cálculo de erro foi aplicado para efeitos de comparação de qualidade e consistência das curvas de ajuste obtidas, para que assim fosse possível determinar qual delas é a mais adequada para obtenção de predições em relação a demanda futura.

4. Estudo de Caso: Negócios de Grãos

O estudo de caso foi realizado em uma empresa do segmento de grãos da região de Alto Paranaíba, em Minas Gerais. Esta empresa exporta o café, por isso é muito importante que haja uma maneira de prever a demanda por este produto. Para tanto, métodos quantitativos de previsão de demanda foram aplicados com base nos dados históricos fornecidos pela empresa. O gráfico representativo das vendas de café ao longo do tempo é mostrado na Figura 3.

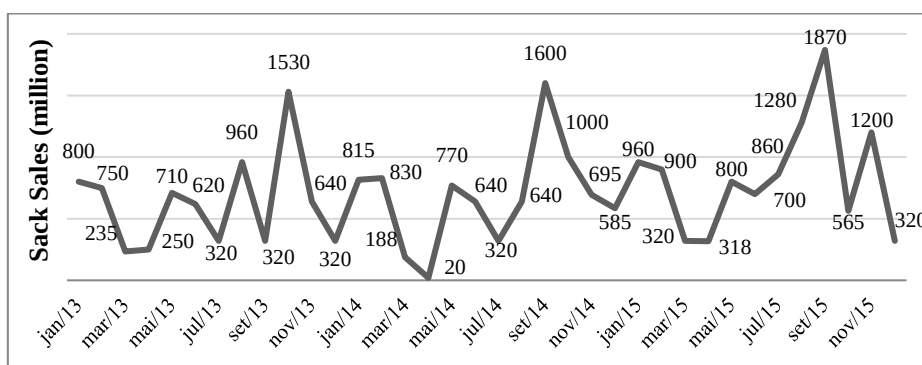


Figura 3 – Demanda do Café (Fonte: elaborado pelos autores)

Com base nas vendas passadas, o gráfico da Figura 4 foi elaborado e representa a previsão da demanda feita pelo método da Média Móvel Simples, onde a sazonalidade e a tendência não são levadas em consideração, apenas os valores dos últimos dois meses da venda de café. Dt é a demanda e Pt é a previsão no período t. Os valores de MAD 433,56, MSE 258199,76 e MAPE 153,41% nos mostram que esse método não é adequado para prever a demanda de café da empresa em questão.

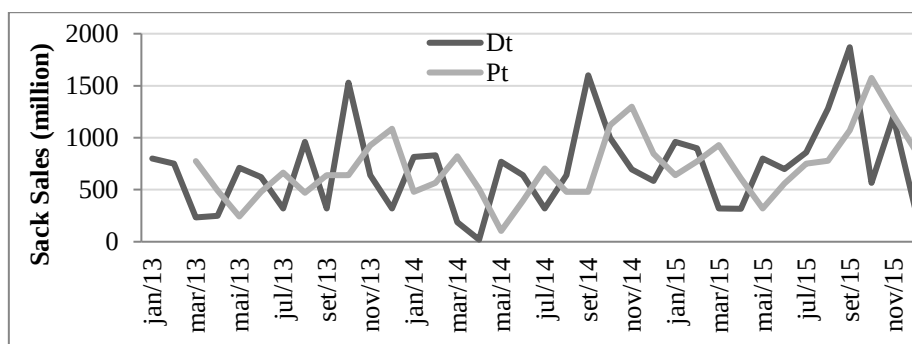


Figura 4 – Método de Média Móvel Simples (Fonte: elaborado pelos autores)

A Figura 5 mostra o método da Média Móvel Ponderada, onde diferentes pesos foram atribuídos aos três últimos meses de vendas. O cálculo dos pesos foi feito utilizando a plataforma solver, a fim de minimizar o MAD. Neste método, os valores de MAD, MSE e MAPE foram,

respectivamente, 375,19, 234885,76 e 135,67%. Embora seja um resultado melhor do que o anterior, este método não pode ser aplicado para resolver a previsão da demanda do produto em questão, pois esses valores ainda são altos.

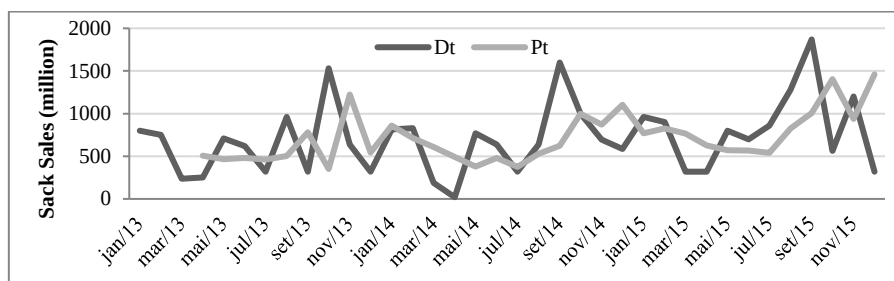


Figura 5 – Método de Média Móvel Ponderada (Fonte: elaborado pelos autores)

O método de suavização exponencial com alfa de 0,05848, calculado para minimizar o MAD pelo solver, está representado na Figura 6. Os valores de MAD e MAPE permaneceram próximos ao do método anterior, que foi de 333,06 e 163%, enquanto o valor de MSE foi 186507,53.

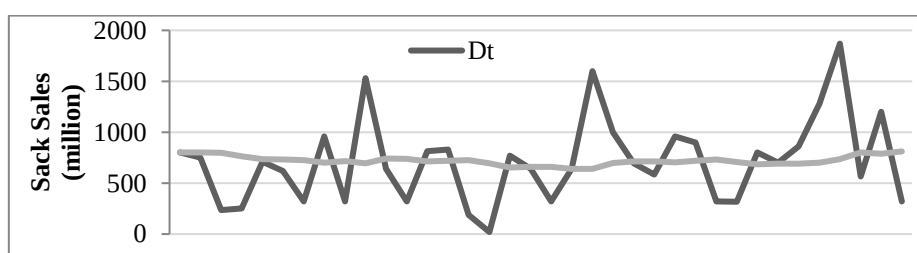


Figura 6 – Método de Suavização Exponencial Simples (Fonte: elaborado pelos autores)

A partir da análise dos métodos anteriores pode-se concluir que as vendas de café não se comportam como séries estacionárias, ou seja, há oscilações e devem ser levadas em conta para os cálculos da previsão. O método de Regressão Linear foi testado, mas também não mostrou resultados satisfatórios. Uma maneira de obter sazonalidade é calculando as médias do centro móvel. No gráfico da Figura 7 o método de sazonalidade multiplicativa foi feito.

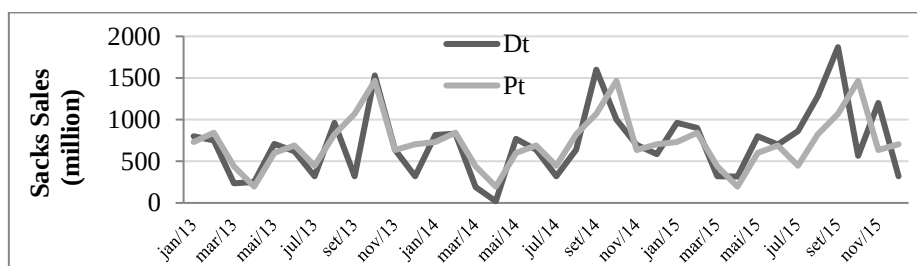


Figura 7 – Método de sazonalidade multiplicativa (Fonte: elaborado pelos autores)

Os erros associados a este método foram os seguintes: MAD igual a 242,52, MSE 109626,37 e MAP igual a 66%. O próximo e último método aplicado foi a regressão com a sazonalidade multiplicativa e de tendência. O valor encontrado de MAD foi 215,36, MSE 92979,26 e o MAP 47%. Além da tendência, com as representações gráficas dos dados históricos das vendas de café e os erros presentes em cada método, é possível observar que há também a sazonalidade no comportamento dos dados. Esse comportamento é um evento classificado como um processo com sazonalidade e tendência.

4. Conclusão

Os métodos quantitativos aplicados para confirmar as características comportamentais das vendas de café e seus respectivos resultados estatísticos, foram apresentados nesta pesquisa cada método com seu erro associado, conforme representado na Tabela 1. Dessa forma, é possível determinar qual método é descrito e aplicado no presente estudo de caso.

Método Aplicados	MAD	MAPE	MSE
Média Móvel Simples (sem sazonalidade e tendência)	433,6	153,41%	258.199,76
Média Móvel Ponderada (sem sazonalidade e tendência)	375,2	135,67%	234.885,04
Suavização exponencial simples (sem sazonalidade e tendência)	333,1	163%	186.507,53
Regressão linear (com tendência e sem sazonalidade)	305,2	148%	154.454,82
Sazonalidade Multiplicativa (com sazonalidade e sem tendência)	242,5	66%	109.626,37
Regressão com Tendência e com Sazonalidade	215,4	47%	92.979,26

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 1 – Resultados dos métodos de previsão

A média móvel simples é descartada, pois esse método não é adequado para prever a demanda de café da empresa em questão. Gaither e Frazier (2002) definem como um modelo de curto prazo, onde, é determinada a previsão para o período atual. Sendo utilizado para as séries de dados sem padrão sazonal e tendência. Neste método supõe-se que todas as observações são de igual importância, portanto o peso atribuído a elas é o mesmo. Embora a média móvel ponderada tenha apresentado um resultado melhor do que a simples, este método não pode ser aplicado para resolver a previsão da demanda do produto, pois esses valores ainda são altos. Martins e Laugen (2005) destaca que na média móvel ponderada há pesos diferentes para cada período, e a soma de todos os pesos deve ser igual a um.

No entanto, a suavização exponencial considerada por Corrêa (2006) como um caso particular da média móvel ponderada, possui pesos maiores para as observações mais recentes, as desvantagens do método da média móvel são eliminadas. O método de suavização exponencial também é utilizado apenas em séries sem tendência ou sazonalidade. No entanto, diferentemente da média móvel simples, na suavização exponencial as observações possuem pesos distintos, atribuindo-se valores maiores às observações mais recentes, enquanto o peso atribuído às mais antigas decai exponencialmente. Quanto maior o peso atribuído, menor é a suavização. Portanto, menores pesos proporcionam previsões mais estáveis. Os dois métodos anteriores não funcionam para séries que possuem tendência.

O método que apresentou melhor qualidade da previsão foi o de Regressão com tendência e com sazonalidade, conforme observado. Com este resultado extrai-se a informação de que no comportamento das vendas do café da empresa objeto de estudo há a presença da sazonalidade e de uma tendência crescente, além da influência de variáveis externas.

O valor do MAD, da melhor previsão, significa que, em média, as previsões construídas se desviam das previsões reais em valores absolutos iguais a 215,36 unidades (em milhares de sacas). Por outro lado, o MAPE representa a porcentagem dessa distância, ou seja, a previsão construída se afasta da previsão real em 47%. O MSE retorna à informação de que existem variações externas que estão influenciando o modelo, já que o valor desse erro de previsão era alto. Técnicas estatísticas permitem realizar a previsão de demanda com base nesses padrões, e dessa forma a empresa tem a oportunidade de melhor planejar e controlar suas atividades

produtivas, consequentemente reduzir seus custos operacionais e gastos desnecessários bem como melhorar o nível de serviço ao cliente. Para estudos futuros, sugere-se uma pesquisa para demais regiões e tratar os períodos de safra e entressafra, e assim evitar queda nos estoques em períodos de entressafra e excedentes par picos do período de safra. A falta de estabilidade prejudica os preços e os produtores. O melhor tratamento dos dados e informações, ou até mesmo a análise proporciona aos produtores uma visão real do mercado consumidor.

Referências

- BORNIA, A.C.** *Análise Gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BRUNI, A. L.** *Estatística Aplicada à Gestão Empresarial*. Atlas, São Paulo (2008).
- CHASE, R. B.; JACOBS, R. F.; AQUILANO, N. J.** *Administração da Produção para a Vantagem Competitiva*. Bookman, Porto Alegre, 2006.
- CORRAR, L. J.** et al. *Pesquisa Operacional para Decisão em Contabilidade e Administração*. Atlas, São Paulo, 2010.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A.** *Administração de Produção e Operações*. Atlas, São Paulo, 2006.
- DAI, J.S.; NIAZI, A.; BALABANI, S.; SENEVIRATNE, L.** *Product Cost Estimation: Technique Classification and Methodology Review*. *Journal os Manufacturing Science and Engineering*, v. 128, p. 563-575, 2006.
- DANESE, P.; KALCHSCHMIDT, M.** *The impact of forecasting on companies performace: Analysis in multivariate setting*. *International Journal of Production Economics*, v. 133, (1), P. 458- 469, 2011.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, M.** *Planejamento e Controle da Produção*. Atlas, São Paulo, 2010.
- GAITHER, N., FRAZIER, G.** *Administração da Produção e Operações*. Pioneira, São Paulo, 2002. *International Coffee Organization*. Disponível em: <[http://www. ico.org](http://www.ico.org)>. Acesso em: 03 jun. 2018.
- GAITHER, N.; FRAIZER, G.** *Administração da Produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.
- GIL, A. C.** *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.
- KASSEL, S.; TITTMAN, C.** *Implications from customer behavior for manufacturing*. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 18 (4), p. 475- 478, 2007.
- LI, D.C.; CHANG, C. C.; LIU, C.W.; CHEN, W.C.** *A new approuch for manufacturing forecast problems with insuficient data: the case of TFT-LCDs*. *Journal of Intelligent Manufacturing*, p. 1-9, 2011
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRINGHT, S.C.; HYNDMAN, R.J.** *Forecasting: methods and aplications*. 3 ed. New York: Jonh Wiley & Sons, 1998.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** *Administração da Produção*. Saraiva, São Paulo, 2005.
- MOREIRA, D. A.** *Administração da Produção e Operações*. Pioneira, São Paulo, 1999.
- PELEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F.S.** *Passos para Implantação de Sistemas de Previsão de Demanda – Técnicas e Estudo de Caso*. *Revista de Produção*, v. 11, p. 43-64, 2001.
- PROTO, L. O.; MESQUITA, M. A.** *Previsão de Demanda para planejamento da Capacidade de Empresa do Setor Cimenteiro*. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, v. 23, 2003.
- SLACK, N.** et al. *Administração da Produção*. Atlas, São Paulo, 2009.
- TUBINO, D. F.** *Planejamento e Controle da Produção*. 2. ed. Atlas, São Paulo, 2009.
- WANG, Q.** *Artificial neural networks as cot engineering methods in a collaborative manufacturing environment*. *International Journal of Prodction Economics*, v 109.(1-2) , p. 53-64, 2007.
- ZHANG, BI-XI, HU, SHENG- QIANG; SONG, J.; CHENG, S.** *Analysis about Medium- long- term Demands Forecasting and Capacity Decision Based on the Grey, GM (1,1) Improved Models*. *International Conference on Management Science e Engineering* (19), p. 20-22, 2012.