



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Análise de métodos de previsão de demanda para implementação em uma gelateria no Centro-Oeste mineiro

Bruno Martins Moreira

Engenharia de Produção – Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG)

Elisson Souza Silva

Engenharia de Produção – Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG)

Resumo: O presente trabalho pretende avaliar métodos de previsão da demanda, para sua implementação no sistema de planejamento da produção e compra de matéria prima e uma gelateria de pequeno porte no centro oeste mineiro. Foram avaliados os métodos quantitativos de previsão de demanda a partir de uma série temporal do histórico de vendas disponibilizados pela organização. Iniciando pela identificação e análise das séries temporais através de gráficos gerados pelo software Minitab 18 para auxiliar na interpretação do comportamento da demanda, foram definidos quais os métodos mais adequados para o tratamento das informações. O método que melhor se ajustou a série analisada foi o método de Winters, onde foi obtido o menor erro percentual para as previsões.

Palavras-chave: Series temporais, sazonalidade, método de Winters.

Analysis of demand forecasting methods for implementation in a gelateria in the Midwest of Minas Gerais

Abstract: The present work intends to evaluate demand forecasting methods, for its implementation in the system of production planning and purchase of raw material and a small gelateria in the city center of Minas Gerais. Quantitative demand forecasting methods were evaluated based on a time series of the sales history made available by the organization. Beginning with the identification and analysis of time series through graphs generated by the Minitab 18 software to assist in the interpretation of the demand behavior, the most appropriate methods for handling the information were defined. The method that best fitted the analyzed series was the Winters method, where the smallest percentage error for the predictions was obtained.

Keywords: Time series, seasonality, Winters method.

1. Introdução

Atualmente, com a constante alteração do mercado impulsionada por diversos fatores com política, econômica, clima e inovações apresentadas principalmente pelas grandes empresas, é fundamental a capacidade de se adaptar e prever novas tendências. As organizações necessitam de um planejamento para que não sejam surpreendidas e fiquem deslocadas em seus segmentos.

O processo de previsão da demanda é parte estratégica das empresas, é tem um papel importante na tomada de decisões e planejamento. A capacidade de prever o cenário futuro, minimiza impactos que podem trazer inúmeros problemas e prejuízos a organização. Com técnicas de previsão, é possível tomar decisões estratégicas a níveis elevados de curto, médio e longo prazo, avaliando o cenário futuro e controlando as variáveis, trazendo eficiência e eficácia ao processo produtivo e administrativo (GAITHER; FRAIZER, 2002).

A previsão de demanda é parte fundamental no planejamento estratégico da produção, vendas e finanças, possibilitando que as empresas possam planejar a sua capacidade, fluxo de caixa, compra de matéria prima, mão de obra e instalações. É parte fundamental no sistema produtivo, sendo capaz de prever a demanda futura permitindo que os administradores antecipem o acontecimento e planejem o futuro com eficiência (TUBINO, 2009).

Porém a previsão de demanda não é uma ciência exata, mesmo com o auxílio de modelos de previsão altamente robustos e precisos, existem variáveis que não somos capazes de prever, como alteração no cenário político, econômico e mudanças climática. Para Corrêa, Giansesi e Caon (2009), os erros de previsão ocorrem de dois fatores onde um deles é apresentado pelo próprio mercado, em um ambiente de incertezas pode-se obter baixa previsibilidade; o segundo fator corresponde aos dados informados pelo mercado ou de histórico disponibilizados para a previsão, onde busca-se antever o acontecimento futuro, e podem conter variações com comprometam a eficiência da previsão.

Parte importante é fundamental da empresa, a previsão da demanda auxilia na gestão do estoque criando uma linha de comunicação com o sistema produtivo na empresa, tornando capaz o planejamento das futuras previsões evitando que falem mercadorias para a revenda, auxiliando a compra de matéria prima necessária. Evitando assim estoques elevados de matéria prima e produto acabado, melhorando a capacidade de armazenamento, fluxo de caixa, reduzindo custos.

Portanto, a previsão de demanda torna-se uma peça-chave dentro das organizações para que se tenha um controle eficiente e eficaz do sistema produtivo. Tornando-se possível um planejamento adequado da sua capacidade, estoque, fluxo de caixa, mão de obra e instalações, auxiliando na tomada de decisões.

O presente trabalho busca implementar um modelo de previsão de demanda em uma empresa no Centro Oeste mineiro. Auxiliando na tomada de decisões em relação a compra de matéria prima e no planejamento na produção. Buscando a melhoria do processo, e melhorando a capacidade de previsão das vendas.

2. Referencial Teórico

2.1 Previsão de Demanda

A previsão da demanda é parte estratégica das empresas, por ela, administrar os seus recursos e as decisões a serem tomadas se tornam eficientes sendo capaz de otimizar todo o processo. “Partindo deste ponto, as empresas podem desenvolver os planos de

capacidade, de fluxo de caixa, de vendas, de produção e estoque, de mão de obra, de compras, etc.” (TUBINO, 2009, p.15).

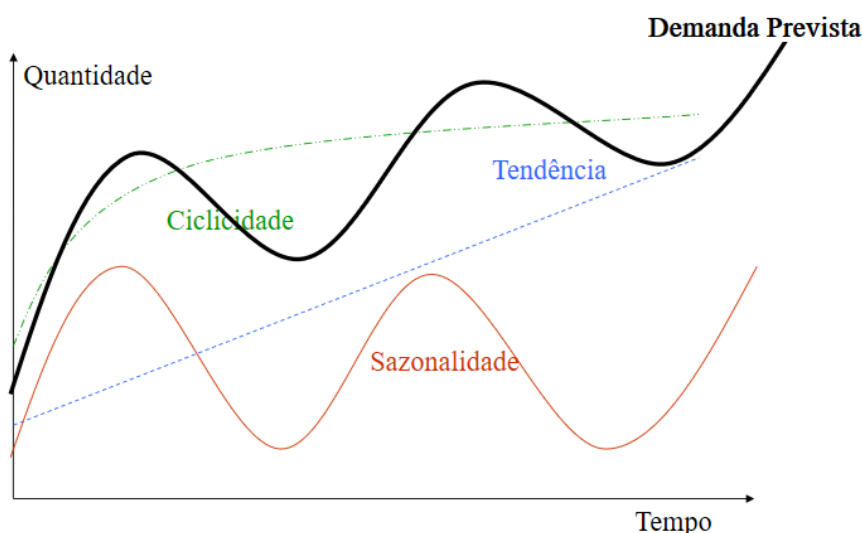
Existem dois métodos para previsão da demanda, os métodos qualitativos e os métodos quantitativos. Métodos qualitativos contam com a opinião de especialistas, gerentes que conhecem a demanda, clientes e parceiros como fornecedores, são modelos que não tem auxílio matemáticos para estabelecer previsões (MOREIRA, 1993). E de acordo com Tubino (2009) os métodos quantitativos utilizam informações das demandas anterior e estabelecem modelos matemáticos para estimar as previsões futuras.

Para as previsões de curto prazo (até três meses) adota-se que as tendências identificas no passado permanecerão no futuro, o crescimento apontado ou o declínio. E estimasse que as sazonalidades e ciclicidades detectas dever ser mantidas. As técnicas utilizadas para estabelecer as previsões são técnicas de series temporais simples como a: média móvel, média móvel ponderada e suavizamento exponencial (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Quando aumenta o horizonte de previsão, admitir que o futuro iria repetir o valor da demanda passada. Nesse caso deve-se adotar modelos que o horizonte de previsão seja maior, onde além das variáveis das vendas do passado também dever incorporar outras variáveis do mercado na previsão. “Estabelecer relações das vendas do passado com variáveis que expliquem seu comportamento” (CORRÊA; GIANESE; CAON; 2008, p.259).

Para previsões de um longo período de tempo, geralmente maior que um ano, são utilizados modelos de previsão a longo prazo. Modelos estes que sofrem com diversas influências ao longo do tempo, podendo ser descritos por ciclos, tendências, sazonalidades, como é demonstrado na Figura 1. Modelos com previsões para longo prazo geralmente são utilizados para projetar novos produtos, máquinas, prédios e dentro outros projetos que demandam muito tempo e esforço da organização (GAITHER; FRAIZER, 2007).

Figura 1 – Padrões de dados em uma previsão de longo prazo



Fonte: Os autores (2020)

2.2 Métodos Qualitativos

Métodos qualitativos são aqueles que não se é capaz de mensurar. Sua previsão é dada pela opinião de pessoas que possuem o conhecimento sobre o setor em questão. “Os métodos qualitativos são baseados no julgamento e na experiência de pessoas que possam, por suas próprias características e conhecimentos, emitir opiniões sobre eventos futuros e interesses” (MOREIRA, 1993, p.319).

Normalmente são modelos que se fundamentam no julgamento de pessoas e eventos casuais que influenciam na venda de um bem ou serviço, fatores que podem estar presentes no futuro, e terem alto nível de sofisticação e pesquisa (GAITHER; FRAIZER, 2007). Em Corrêa e Correa (2009), encontramos alguns desses métodos, sendo eles : eles: método de Delphi, opinião de executivos, força de vendas, dentro outros métodos.

2.3 Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos de previsão, são fundamentados na análise dos dados de séries temporais, no qual, se pretende identificar padrões de comportamento da demanda, sendo capaz de estimar a projetar um comportamento futuro.

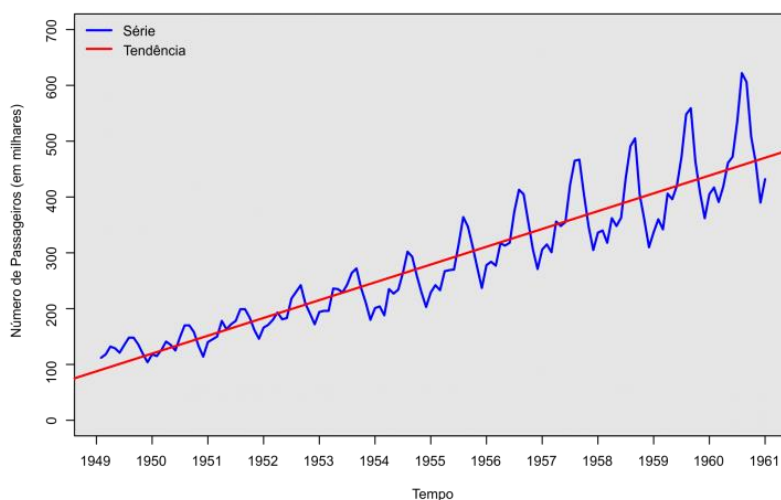
Modelos quantitativos são baseados em modelos matemáticos que utilizam dados históricos disponíveis, supõem-se, que dados passados serão relevantes para o futuro. Com o uso de métodos quantitativos de previsão presume-se que o comportamento identificado no passado permanecerá no futuro, ou seja, os padrões reconhecidos terão influência na previsão futura (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

“As previsões baseadas em séries temporais partem do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis” (TUBINO, 2009, p.18). Com a disponibilidade de dados é possível se plotar os gráficos e identifica suas características obtidas através das curvas. Pode-se identificar em uma curva temporal a tendência, sazonalidade, ciclicidades e variáveis aleatórias.

A tendência é determinada pelo movimento progressivo a longo prazo, onde a tendência pode ser representada pela elevação dos valores ou um declínio. A sazonalidade possui um padrão que se repete de tempos em tempos, e está relacionada a questões que não se pode controlar ou prever como mudanças de temperatura (GAITHER; FRAIZER, 2007).

Pode-se observar que o padrão se repete anualmente com características de tendência de crescimento, como é representado na Figura 2. A ciclicidade para Corrêa e Corrêa (2012), são padrões que se repetem em determinado intervalo de tempo, como por exemplo o aumento das vendas no final de cada mês, vendas ocasionas devido ao ano de eleições que ocorrem periodicamente.

Figura 2 – Série com sazonalidade e tendência



Fonte: ABG Consultoria Estatística, 2018

2.3 Sazonalidade Simples

A demanda que possui características de sazonalidade, não pode ser tratada com demanda constante, deve-se gerenciar a demanda de acordo com a sazonalidade detectada no período anterior. A organização precisa ter o conhecimento da sazonalidade para que possa ser capaz de antever as possíveis oscilações (CARVALHO, 2016).

“A sazonalidade caracteriza-se pela ocorrência de variações, para cima e para baixo, a intervalos regulares nas series temporais da demanda” (TUBINO, 2009, p.26).

Onde os intervalos podem ser anuais, semestrais, mensais ou semanais.

Para se calcular a previsão com sazonalidade é necessário que se calcule o índice de sazonalidade (IS), que é obtido demanda real (DR) dividido pela média móvel centrada (MMC). O índice de sazonalidade médio (ISM) é adquirido pela média dos pontos análogos, e depois replicados aos demais índices. Onde a demanda prevista (DP) pode ser obtida pela equação 1

$$DP = D. Média + Média(IS - 1) \quad (1)$$

$$D. Médio = \frac{\sum MMC}{n} \quad (2)$$

2.4 Método de Winters

O método de Winters é comumente aplicado em previsões de series temporais com padrão de comportamento mais complexo, sendo utilizado em series com tendências lineares e variações sazonais (SANTOS, 2003).

Para Winters existem duas formas de se calcular as previsões, através de um modelo multiplicativo ou aditivo. No modelo multiplicativo a amplitude aumenta ou diminui em função do tempo. Já no modelo aditivo a amplitude permanece constante, ou seja, a diferença entre o maior valor da demanda e o menor não sofrem variação (ANDRADE *et al*, 2018). Para aplicar o modelo de Winters multiplicativo utiliza-se as seguintes equações abaixo:

$$L_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (4)$$

$$S_t = \gamma \frac{X_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (5)$$

$$\hat{X}_{t+m} = (L_t + mT_t)S_{t-s+m} \quad (6)$$

Onde:

\hat{X}_{t+m} é a previsão para o período;

α , β e γ são constantes de suavização, e variam de 0 a 1; X_t é o dado mais recente;

L_t representa uma estimativa do nível da série no tempo t;

T_t indica uma estimativa da tendência da série no mesmo período t;

S_t é o componente de sazonalidade também no período t;

s é estação completada sazonalidade.

Já para o modelo aditivo utiliza-se as seguintes equações:

$$L_t = \alpha(X_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (7)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (8)$$

$$S_t = \gamma(X_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (9)$$

$$\hat{X}_{t+m} = L_t + mT_t + S_{t-s+m} \quad (10)$$

Para gerar as previsões deve-se escolher o melhor modelo para a sua series histórica. Se a serie possuir a amplitude constante utiliza-se o modelo aditivo, se a amplitude sazonal sofrer variações em virtude do tempo se enquadra no modelo multiplicativo (SANTOS, 2003).

2.5 Erro de Previsão

Para que se tenha sucesso nas previsões, é necessário que haja um controle sobre os erros de previsão e que eles sejam apontados e analisados, sendo necessário alterar o método de previsão para que alcance o sucesso esperado, garantindo a melhoria do processo (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2009).

Para tratar monitorar os desvios causados pelo primeiro aspecto, utiliza-se o desvio absoluto médio (MAD). O MAD calcula os erros médios da previsão, onde pode-se aplicar um controle estatístico do processo, que equivalem a três desvios para baixo e para cima (TUBINO, 2009). A formula a ser aplicada para ser obter os valores do MAD é:

$$MAD = \frac{\sum |D_{atual} - D_{prevista}|}{n} \quad (11)$$

Onde:

D_{atual} = demanda ocorrida no período;

$D_{prevista}$ = demanda prevista no período;

n = número de períodos.

E para obtenção do erro percentual absoluto médio (MAPE) temos a equação:

$$MAPE = \frac{\sum erro(\%)}{n} \quad (12)$$

A cada nova previsão, os valores encontrados dever ser plotados no gráfico, deve-se identificar se os valores previstos estão dentro dos limites de controle. Caso os valores superem os limites de controle, ações deveram ser tomadas para que o processo volte a estar sobre controle.

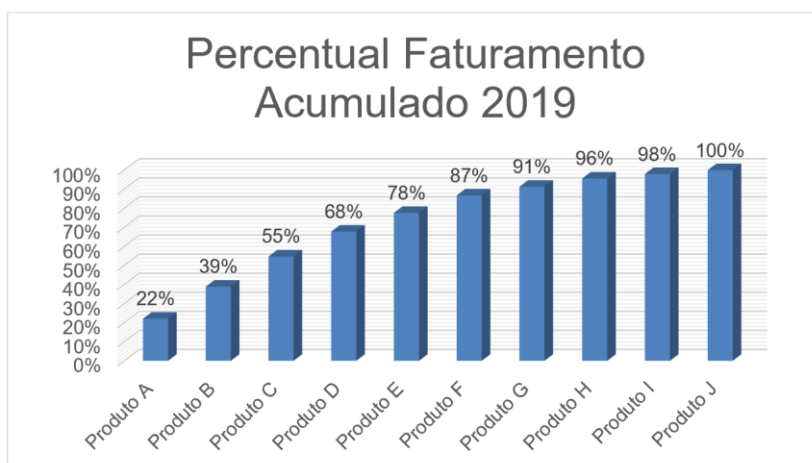
3. Metodologia

O estudo foi realizado em uma empresa localizada no centro-oeste mineiro, onde o segmento de trabalho é de gelados comestíveis, especificamente sorvetes e picolés. A mais de 20 anos de atual no mercado, hoje ele conta com cerca de 40 funcionários e possui mais de 1500 pontos de vendas no estado de Minas Gerais.

Foram utilizados métodos quantitativos para a realização do trabalho, onde os mesmos foram disponibilizados pela empresa para elaboração dos cálculos e gráficos de modo a determinar o melhor método de previsão. Para tratamento dos dados foi utilizado um software computacional Minitab 18 para a resolução dos cálculos e plotagem dos gráficos.

Foi escolhido para a realização do estudo uma família de produtos que representam até 80% do faturamento. Os produtos a serem trabalhados serão os produtos: A, B, C, D e E. Sendo justificado as escolhas pela Figura 3.

Figura 3 – Percentual faturamento acumulado por produto.

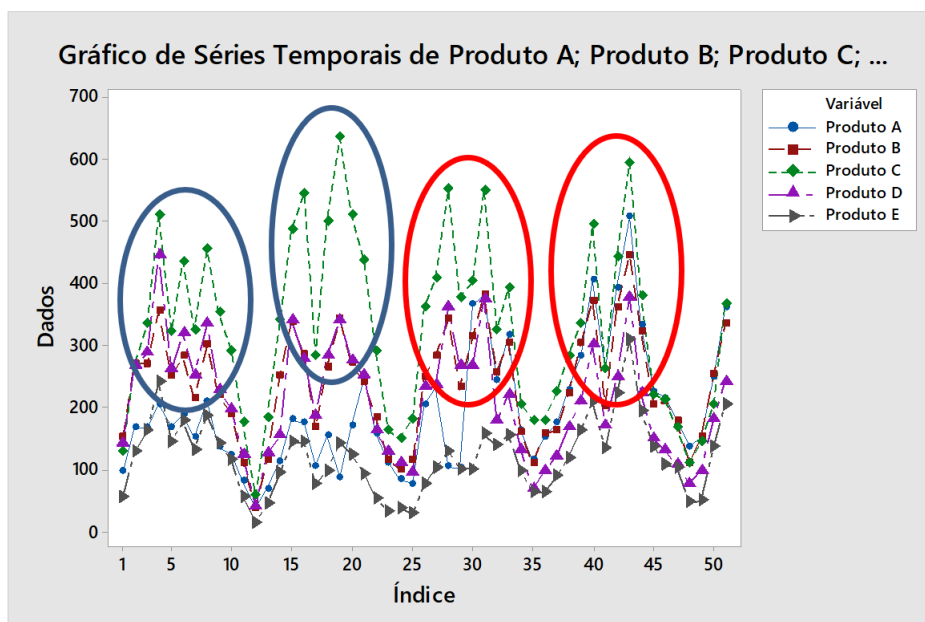


Fonte: Os autores (2020)

4. Resultados e Discussões

Ao analisar as séries temporais pode-se identificar variabilidade nos dados, no entanto foi possível detectar que existe uma sazonalidade nas séries, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Séries temporais dos produtos



Fonte: Os autores (2020)

Após análise da série temporal, foi possível focar nos métodos específicos para a realização de previsões adequadas ao cenário atual. As áreas circuladas na Figura 4, são apontamentos de variações sazonais identificados na demanda do produto, portanto, o estudo será focado nos modelos que possuem um ajuste para este cenário.

Atualmente as previsões são feitas de forma empírica, é acrescentando 30% na demanda do mesmo período do ano anterior para estimar a demanda seguinte. É um método não convencional sujeito a grandes variações ao longo do tempo, pois não leva em consideração os eventos sazonais e as tendências, podendo assim causar alto índice de erros nas previsões, podendo ser observado Figura 5.

Figura 5 – Erro percentual médio método utilizado na empresa

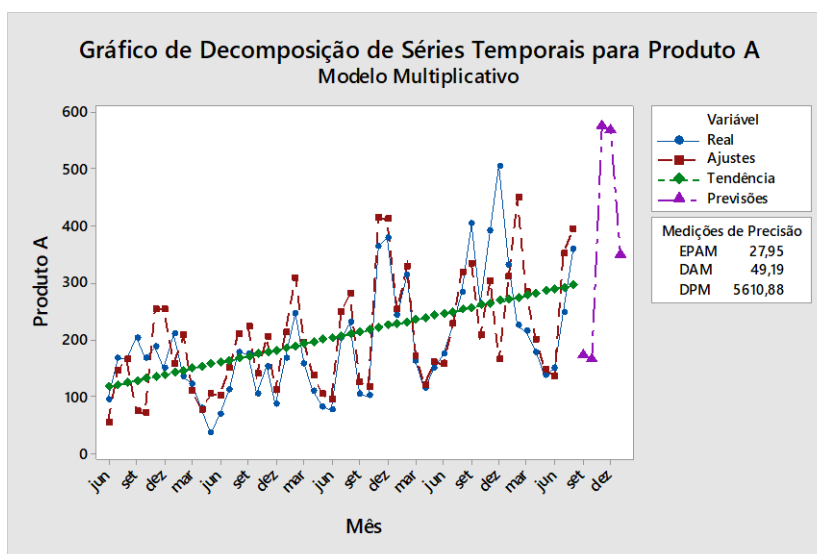
	Produto A	Produto B	Produto C	Produto D	Produto E
MAPE	39%	32%	41%	50%	55%

Fonte: Os autores (2020)

Uma vez identificada a característica da série temporal e os erros obtidos através do método atual de previsão de demanda, foram testados para os cinco produtos duas metodologias adequadas para séries temporais que apresentam uma sazonalidade bem definida: foi testado um método de decomposição para a obtenção dos índices sazonais e por conseguinte determinação da previsão e uma metodologia de previsão baseada na utilização do método de Winters, que de acordo com a literatura é indicado para séries temporais que apresentam sazonalidade com ou sem uma tendência definida.

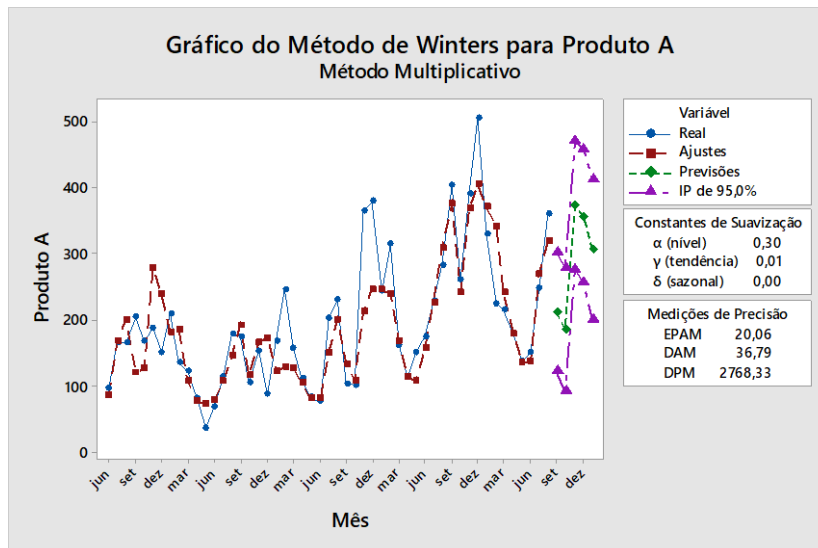
Inicialmente os métodos de previsão foram implementados para o produto A conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Decomposição para o Produto A



Fonte: Os autores (2020)

Figura 7 – Método de Winters para o Produto A

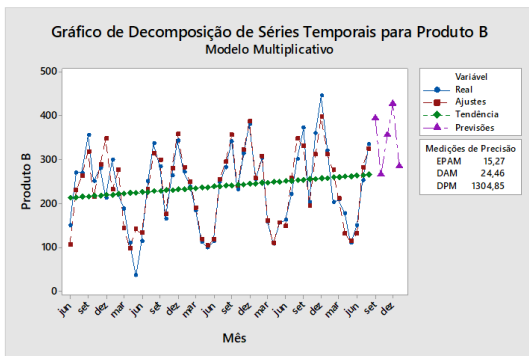


Fonte: Os autores (2020)

Replicando os testes para os produtos B,C,D e E temos os seguintes gráficos gerados:

Figura 8 – Decomposição e Winters para os produtos B e C

Decomposição produto B



Decomposição produto C

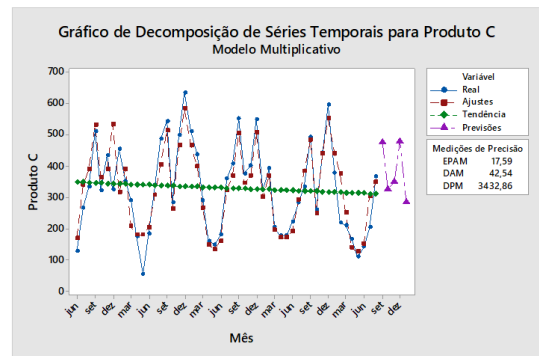


Gráfico Winters produto B

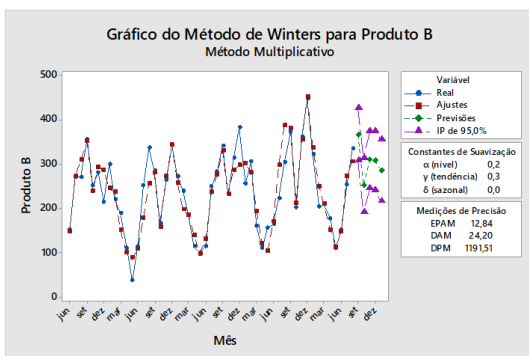
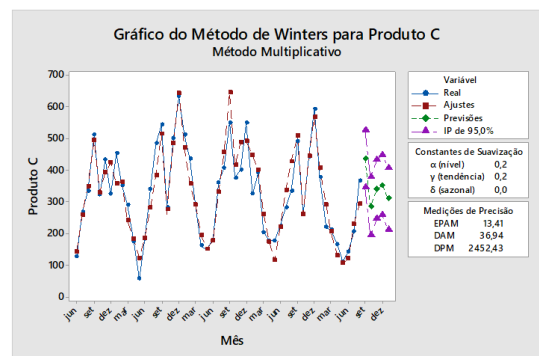


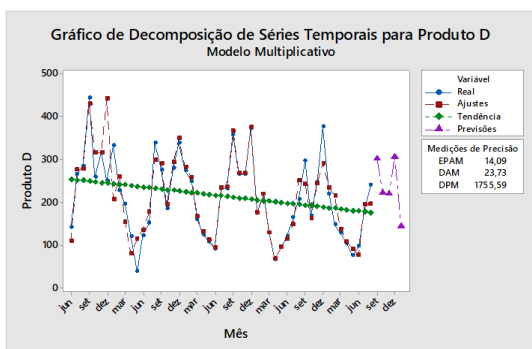
Gráfico de Winters produto C



Fonte: Os autores (2020)

Figura 9 – Decomposição e Winters produtos D e E

Decomposição produto D



Decomposição Produto E

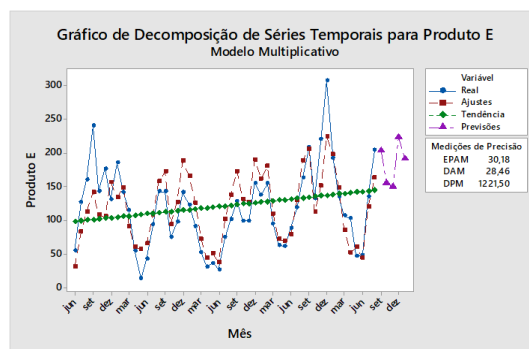


Gráfico Winters produto D

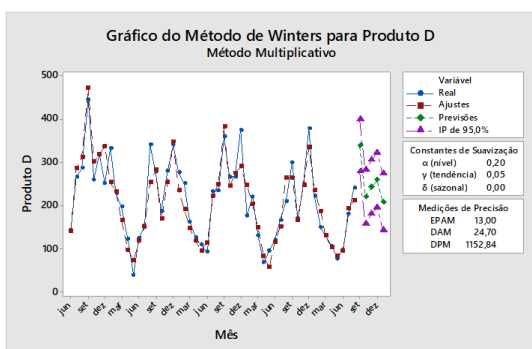
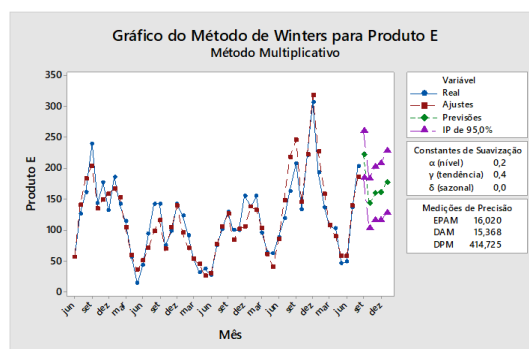


Gráfico Winters produto E



Fonte: Os autores (2020)

Ao analisar os gráficos acima de cada produto foi possível elaborar uma síntese dos erros percentuais de cada método, de acordo com a Figura 10. De posse dos erros percentuais fornecidos pelo software podemos validar que o método de Winters obteve o melhor resultado entre eles, pois possui um erro percentual médio menor que os demais métodos analisados.

Figura 10 – Síntese dos erros médio percentual de previsão de acordo com cada método

	Produto A	Produto B	Produto C	Produto D	Produto E
Empírico	39	32	41	50	55
Decomposição	27,95	15,27	17,59	14,09	30,18
Winters	20,06	12,84	13,41	13	16,02

Fonte: Os autores.

De fato o método de Winters foi capaz de trabalhar com dados mais robustos que possuem uma grande variação entre eles, sendo capaz de retirar a influência da sazonalidade e tendência presente na demanda, definindo a previsão ótima para o período desejado, portanto, se qualifica para estabelecer previsões que se enquadrem dentro dos padrões observados.

O próximo passo será a monitorização dos dados gerados posteriormente a esta pesquisa, fazendo a comparação da demanda real com a demanda prevista pelo método de Winters. Fazendo os ajustes necessários para manter a confiabilidade do método em estabelecer previsões de forma otimizada.

5.Considerações Finais

Esta pesquisa foi desenvolvida pela necessidade de estabelecer um método de previsão de demanda em uma empresa localizada no centro-oeste mineiro. Foi possível estabelecer previsões da demanda para auxiliar na tomada de decisões, visando um processo decisório mais eficiente, melhorando o planejamento de produção e compra de insumos para a indústria.

O método de Winters se mostrou mais adequado que o método empírico e o método de decomposição, dessa forma atendendo a necessidade da empresa, pois sua demanda possui grande variabilidade dos dados. Devido ao segmento de mercado da empresa ser de gelados comestíveis, foi possível notar uma forte influência sazonal na demanda devido às alterações climáticas.

Como melhoria para a empresa estudada foi proposto o alinhamento dos métodos quantitativos (Winters) com o método qualitativo buscando dessa forma ajustar o planejamento não somente pela perspectiva de venda dos vendedores e gestores da empresa, tornando as previsões mais confiáveis e dotando a empresa de uma maior capacidade de minimizar os erros de previsão.

6.Referências

ANDRADE, A. C. A.; MOREIRA, B.; SANTOS, L. L.; SILVA, R. C., RIBEIRO, T. M. B. **Técnicas de previsão de demanda: um estudo de caso da aplicação do modelo de Winters em uma indústria de alimentos do centro-oeste mineiro.** Juiz de Fora: Emepro: Desafios das engenharias no século XXI, 2018.

CARVALHO, A. D. D. (2016). **Sazonalidade da previsão de demanda: impactos na gestão dos estoques.** João Pessoa: 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2104>. Acesso em: 22 jun. 2019.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 3a. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da produção e operações.** 8a. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2007.

SANTOS, Alan Vasconcelos. **Análise de modelos de séries temporais para a previsão mensal do imposto de renda.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/5113/1/2003_disser_avsantos.pdf. Acesso em: 28/10/2019.

TUBINO, F. D. **Planejamento e controle da produção: teoria e pratica.** 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2009.