

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUANTITATIVOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA EMPRESA ALIMENTÍCIA

PROPOSAL FOR APPLICATION OF QUANTITATIVE DEMAND FORECAST METHODS IN A FOOD COMPANY

Emerson Rodrigo da Silva¹
Gessica Mina Kim Jesus³

Aline Jauch Antônio⁴

Janaina Aparecida Alves Scaliza²
Fabiana Liar Agudo⁵

RESUMO

A gestão de estoques de uma empresa é essencial para garantir a sobrevivência e competitividade no mercado. Diante desse fato, analisar a viabilidade entre produzir em excesso e o custo de não atendimento aos clientes, é essencial para todos os segmentos, sendo mais crítico para o segmento alimentício, devido aos custos logísticos elevados e à perecibilidade dos produtos. Com essa premissa, foi realizado um estudo de caso, para analisar os métodos de previsão de demanda mais eficazes, para reduzir custos de armazenagem de um produto alimentício de alta representatividade nas vendas de uma empresa. Foram utilizados cinco métodos diferentes de previsão de demanda, em conjunto com a programação linear, por meio da ferramenta Solver, para a calibração adequada dos coeficientes. Como resultado, obteve-se o método Holt-Winter, como o melhor desempenho, adequando-se à sazonalidade e tendência do produto estudado, obtendo-se uma redução considerável nos custos de armazenagem.

Palavras-chave: Custos de Armazenagem. Gestão de Estoques. Previsão de Demanda.

ABSTRACT

Inventory management in a company is essential to ensure survival and competitiveness in the market. Thus, analyzing the feasibility between overproduction and the cost of not serving customers is essential for all segments, being more critical for the food segment, due to the high logistic costs and perishability of products. A case study was carried out to analyze the most effective demand foresight methods for storage cost reductions of a high representative food product in sales at a company. Five different demand foresight methods were used along with linear programming, using Solver tool, for the proper calibration of the coefficients. As a result, Holt-Winter method was obtained, showing the best performance, adjusting to seasonality and trend of the studied product, obtaining considerable reduction in storage costs.

Key Words: Demand Forecast. Storage Costs. Stock Management.

¹ Engenheiro de Produção - Professor da Faculdade Galileu

² Professora do Departamento de Engenharia de Produção da Faculdade Gran Tietê. e-mail: janainaalvesscaliza@gmail.com

³ Mestre em Engenharia de Produção – Professora Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

⁴ Mestre em Engenharia Mecânica – Professora da Faculdade Galileu

⁵ Doutora em Engenharia de Produção – Professora do Instituto Federal de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos constitui um dos setores mais importantes da economia nacional e, assim como as indústrias de outros setores, está exposta às adversidades de um mercado competitivo, que exige flexibilidade e rapidez na tomada de decisões (CAVALHEIRO, 2003). Esse autor ainda afirma que, esse tipo de indústria é caracterizado por produtos específicos, com características diferenciadas de estoque.

Os estoques são utilizados por diversas empresas por serem uma espécie de proteção física do seu sistema de produção contra as variações das condições do ambiente às quais estão sujeitas, representando valores expressivos por armazenarem materiais para uso futuro (SANTOS; ALVES, 2017).

Conforme Couto e Santo (2013), existem alguns custos que estão ligados diretamente com estoques, sendo o custo de armazenagem, entre outros fatores, que resultam em gastos que diminuem a receita da empresa quando não são gerenciados de forma adequada.

Os produtos alimentícios têm características especiais, como a perecibilidade, e sazonalidade de oferta e demanda e a grande diversidade, por exemplo, que exigem de cada empresa um esforço extra ao planejar a produção. Desta forma, a utilização de ferramentas capazes de gerar informações que contribuam para o planejamento eficaz da produção é indispensável (CAVALHEIRO, 2003).

De acordo com Couto e Santo (2013), a forma mais eficiente de se gerir um estoque é aplicando a previsão de demanda. A sua aplicação traz diversos benefícios, desde a noção aproximada da necessidade de material, o que viabiliza o investimento correto em capacidade de produção e aquisição de matéria prima, até a manutenção e giro do estoque de produto acabado. A previsão constitui em uma avaliação de eventos futuros empregada para fins de planejamento (SANTOS; ALVES, 2017).

Segundo Pelegrini e Fogliatto (2001), uma previsão de demanda é elaborada por meio de métodos quantitativos, qualitativos ou a combinação de ambos. Prever com alta acurácia o volume de produtos ou serviços que podem ser demandados, permite um melhor planejamento de investimentos, reformulação de estratégias operacionais, ações de marketing, nível seguro de estoque e diversos outros fatores que podem contribuir com a redução de custos (CORTS *et al.*, 2019).

De acordo Pelegrini e Fogliatto (2001), a aplicação do método de previsão de demanda é importante para uma empresa atender suas expectativas de vendas em relação ao capital empregado em seu estoque. Santo e Couto (2013) afirmam que a previsão gera uma melhora na

competitividade, devido ao fato de ser facilmente empregada. Para Zan e Sellito (2007), o planejamento é facilitado com a previsão de demanda, evitando assim perda de vendas. Há evidências de que os custos logísticos e de armazenagem são reduzidos de maneira satisfatória, permitindo que a empresa tenha um menor custo operacional e maior lucratividade (SANTOS; ALVES, 2017).

Para Cavalheiro (2013), a indústria de alimentos possui características particulares dentro do mercado, possuindo tempos de entregas relativamente curtos e uma falta de previsibilidade em relação à demanda de consumo, muitas vezes causadas pela falta de um método de previsão adequado. Esse autor ainda afirma que utilizar métodos de previsão de demanda na indústria alimentícia é importante devido aos diversos fatores que afetam diretamente esse segmento, entre eles a sazonalidade e perecibilidade dos produtos. A importância de uma eficiente gestão de estoques reside na necessidade de reduzir o capital investido com armazenamento, almejando a melhoria da competitividade da empresa (SHAH, 2020).

Frizzo, Cyrne e Ramaswami (2017) analisaram um método de previsão mais adequado para uma empresa alimentícia, examinando diversos produtos, por meio de técnicas de previsão de demanda. Com a aplicação dos métodos de previsão, conseguiram determinar qual apresentou menor variação diante da realidade de vendas, demonstrando a importância de determinar meios confiáveis de previsão quando há sazonalidade.

Já Corts *et al.* (2018) analisaram dois produtos de segmentos distintos da empresa alimentícia estudada, determinando que o produto do segmento principal, representava a maior porcentagem em relação ao faturamento. Esse produto apresentava tendência e sazonalidade, portanto foram empregados métodos de previsão, para se determinar qual método era o mais confiável, conseguindo-se assim obter um método mais preciso de vendas para o produto estudado.

Segundo Veiga, Veiga e Duclós (2010), a previsão de demanda poderia afetar três variáveis: acuracidade da previsão, responsividade da demanda e desempenho financeiro. Para isso, aplicaram modelos de previsão em um grupo de produtos, conseguindo se determinar que os métodos empregados poderiam melhorar o faturamento da empresa, devido aos métodos estarem bem próximos das reais demandas.

Sandmann (2014) utilizou técnicas de previsão de demanda em uma indústria, analisando séries temporais em um período de 7 anos. O autor detectou uma tendência constante nos produtos estudados em conjunto com sazonalidade, dessa forma empregou um método de previsão que pudesse amortecer esses fatores, conseguindo assim padrões de previsão muito

próximos da realidade, demonstrando a importância do método para o planejamento da empresa.

Diante da relevância do setor alimentício para a economia nacional, da necessidade dos gestores ter métodos de previsão que correspondam à realidade de mercado, e das características intrínsecas da indústria alimentícia (sazonalidade e perecibilidade), este trabalho teve como objetivo avaliar métodos quantitativos de previsão de demanda em uma empresa alimentícia, propondo qual método é adequado para se gerenciar o seu produto mais vendido (Produto A). Para isso, dados históricos foram coletados e um estudo de caso realizado em uma empresa do setor alimentício.

2 MATERIAL E MÉTODO

Em relação aos materiais, o presente trabalho é um estudo de caso que foi realizado em uma empresa alimentícia da região de Lençóis Paulista, que se destaca por produzir ingredientes que são utilizados por diversas empresas, para a produção dos mais diversos produtos alimentícios. Esse estudo foi realizado de janeiro de 2019 a dezembro de 2020, por meio de dados obtidos pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa. Ressalta-se que os dados do custo de armazenagem e do valor médio de venda do produto estudado (produto A) advém dos dados fornecidos pela empresa.

No que se refere ao método, foi realizada inicialmente uma revisão de literatura com análise de seis artigos que apresentam técnicas de previsão de demanda, dessa forma pode-se avaliar quais métodos poderiam ser aplicados no produto A, para se obter o menor erro de previsão na série temporal. Para realização do estudo de caso, foram feitas observações diretas e analisados dados registrados pelo PCP da empresa em questão. Por meio desses dados, as informações foram analisadas com uma planilha eletrônica e através dos resultados atingidos, foi possível propor um método que reduzisse os custos de estoque da empresa.

Os métodos utilizados para a previsão de demanda foram a média simples, média móvel simples, média móvel ponderada, *Holt* e *Holt-Winter*. Estes métodos foram definidos por pesquisas na literatura, utilizando a base de dados Google Acadêmico, e os critérios de inserção: artigos de maior relevância, no idioma Português, considerando os termos “previsão de demanda” e “setor alimentício”. A programação linear foi feita utilizando a ferramenta Solver do Excel.

A média simples pode ser calculada de acordo com a Equação 1:

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

Onde: M = média simples de n períodos; Di = demanda ocorrida no período i;
n = número de períodos; i = índice do período (i = 1,2,3,...).

A média móvel simples pode ser calculada de acordo com a Equação 2:

$$Mmn = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{n} \quad (2)$$

Onde: Mmn = média móvel de n períodos;

Di = demanda ocorrida no período i;

n = número de períodos;

i = índice do período (i=1,2,3,...)

A Média móvel ponderada pode ser calculada de acordo com a Equação 3, com o exemplo de utilização de 3 pesos.

$$Mt = D_{t-1} \times \alpha + D_{t-2} \times \beta + D_{t-3} \times \gamma \quad (3)$$

Onde: Mt = previsão do período T;

Dt-1 = demanda do período T-1;

α = peso da demanda do período T-1;

Dt-2 = demanda do período T-2;

β = peso da demanda do período T-2;

Dt-3 = demanda do período T-3;

γ = peso da demanda do período T-3;

A Média Móvel Exponencial pode ser calculada de acordo com a Equação 4:

$$Mt = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1}) \quad (4)$$

Onde: Mt = previsão para o período T;

Mt-1 = previsão para o período T-1;

α = coeficiente de ponderação;

Dt-1= demanda do período

O método de Holt é indicado quando existe tendência, conforme mostrado na equação Equação 5 e 6:

$$F_{t+m} = (L_t + b_{t-m}) S_{t-s+m} \quad (5)$$

$$\text{Tendência: } b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1} \quad (6)$$

Onde:

F_{t+m} – Previsão para o período m

L_t – Nível da Série

b_t – Tendência

Para os casos de previsões que envolvem sazonalidade, o método Holt-Winter pode ser utilizado adicionando a equação 7 de sazonalidade.

$$\text{Sazonalidade: } S_t = y \frac{Y_t}{L_t} + (1 - y) S_{t-s} \quad (7)$$

Onde:

S – Comprimento da Sazonalidade

L_t – Nível da Série

S_t – Componente Sazonal

Y_t – Valor Observado

Para verificar a acuracidade dos métodos de previsão, foi utilizado o MAD (*Mean absolute deviation*), calculado conforme a Equação 8.

$$MAD = \sum \frac{|D_{real} - D_{prevista}|}{n} \quad (8)$$

Onde: D_{real} = demanda real;

$D_{prevista}$ = demanda prevista;

n = número de períodos;

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa que foi objeto de estudo tem como atividade fim a produção de ingredientes utilizados para a produção de produtos alimentícios industrializados. Seguindo a proposta de Brandão *et al.* (2012), que realizaram um estudo para definir um modelo de previsão de demanda que seja mais adequado ao produto alimentício estudado, empregando o critério de Curva ABC, analisou-se o produto A que representa o maior faturamento da empresa. No caso estudado, esse item representa 17% do faturamento anual da empresa. É produzido na modalidade *make to stock*, vendido em embalagens de 1 kg, composto basicamente por 6 matérias-primas diferentes, sendo um item que possui um estoque diferenciado, por não possuir ingredientes que são compartilhados com os outros produtos.

A empresa utiliza um software ERP (*Enterprise Resource Planning*) para fazer o registro de entrada de notas fiscais e lançar saldo no estoque, porém nunca foi utilizado um método de previsão quantitativo, apenas métodos qualitativos, baseados nos conhecimentos dos

gestores de produção e do setor comercial. Método de previsão de demanda qualitativa utiliza dados subjetivos e técnicas de cálculo não numéricas, fundamentados em experiências profissionais, opinião de executivos e informações de clientes (MOREIRA, 2009).

Na Tabela 1, segue a comparação da previsão qualitativa realizada pela empresa e a demanda real, considerando o custo de armazenagem acumulado em estoque e o erro absoluto entre as previsões (Erro ABS), o qual significa a diferença entre a demanda real e a demanda fornecida no método qualitativo.

Tabela 1 – Aplicação de previsão de demanda atual do produto A

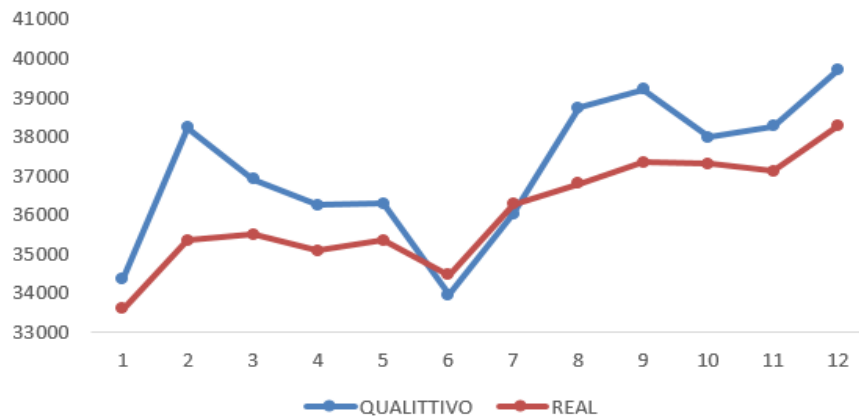
Meses	Método qualitativo	Demanda real	Estoque acumulado	Erro ABS	Custo de armazenagem acumulado
Janeiro	34360	33600	760	760	R\$ 2.216,72
Fevereiro	38220	35340	3640	2880	R\$ 8.400,19
Março	36900	35500	5040	1400	R\$ 12.483,61
Abril	36240	35080	6200	1160	R\$ 15.867,02
Maiο	36280	35340	7140	940	R\$ 18.608,74
Junho	33960	34460	6640	500	R\$ 17.150,38
Julho	36020	36260	6400	240	R\$ 16.450,36
Agosto	38740	36800	8340	1940	R\$ 22.108,82
Setembro	39200	37340	10200	1860	R\$ 27.533,94
Outubro	37980	37300	10880	680	R\$ 29.517,32
Novembro	38260	37120	12020	1140	R\$ 32.842,39
Dezembro	38720	38280	12460	440	R\$ 34.125,75
TOTAL					R\$ 237.305,24

Fonte: Autores, 2021.

Conforme análise da Tabela 1, pode se observar que o método qualitativo apresentou erros absolutos consideráveis, o que ocasionou a formação de um estoque além do previsto, podendo causar perdas devido a perecibilidade do produto e gerando um custo total de armazenagem de R\$ 237.305,24 para o ano de 2020. O produto A é vendido pelo valor médio de R\$ 5,15, tendo o seu custo de armazenagem calculado de R\$ 2,94, representando 42,91% gasto em estoque por unidade vendida.

A Figura 1 demonstra a representação gráfica entre o método qualitativo e demanda real de vendas, a técnica atual não é adequada para esse tipo de produto A, resultando em estoque altos e custos logísticos desnecessários.

Figura 1- Comparativo entre método qualitativo e demanda real



Fonte: Autores, 2021.

Com as informações fornecidas pela empresa para o produto A, foram realizadas as simulações dos métodos de previsão quantitativos, por meio de uma planilha eletrônica, com o intuito de analisar qual método poderia auxiliar a empresa, a equalizar a produção em relação a demanda real de vendas, permitindo assim uma diminuição no custo de armazenagem.

Os métodos utilizados para a previsão foram definidos por pesquisas na literatura, segundo os trabalhos de Brandão *et al.*, (2012) Costa *et al.*, (2017), Frizzo, Cyrne e Ramaswami (2017), Veiga, Veiga e Duclós (2010), Sandamann *et al.*, (2014) e seguem o seguinte padrão:

- a) Média simples (MS = 12 períodos) e Média móvel simples (MMS = 3 períodos). Brandão *et al.*, (2012) realizaram um estudo em diversos produtos em uma indústria de alimentos, selecionando qual produto apresentava o maior percentual de vendas e aplicaram nele, a média móvel simples $n=3$, que apresentou um erro que estava dentro de padrões da faixa de segurança. Os autores conseguiram, através desse método, propor um melhor dimensionamento de estoque de produtos acabados, reduzindo assim custos logísticos, proporcionando um planejamento estratégico mais eficaz por parte da empresa;
- b) Média móvel ponderada (MMP = ponderações 7,2,1 respectivamente para os três últimos períodos em ordem decrescente). Costa *et al.*, (2017), aplicaram métodos de previsão quantitativos de demanda em alguns produtos alimentícios, conseguindo através da média móvel ponderada, encontrar o menor erro para um produto que tem grande representatividade nas vendas. O método utilizado contribuiu para a realização de um planejamento mais adequado para composição dos estoques e redução de insuficiências por faltas de produtos;
- c) Média móvel exponencial ($\alpha = 0,27$). Com a aplicação da média móvel exponencial, Frizzo, Cyrne e Ramaswami (2017) conseguiram adequar a produção de alguns

produtos alimentícios, em relação às vendas no período estudado. Esse método apresentou o menor erro dentro outros métodos aplicados, conseguindo-se elaborar uma estratégia que beneficie o planejamento agregado de produção dos produtos da empresa que foi objeto de estudo. Esses autores destacam que a aplicação desse método foi importante para, facilitar a produção através do planejamento adequado de compra de insumos e matérias primas;

d) Holt ($\alpha = 0,4$; $\beta = 0,3$). Para Veiga, Veiga e Duclós (2010), a aplicação do método Holt em um grupo de produtos alimentícios, permitiu aumentar a receita da empresa, pela acuracidade que esse método apresentou em relação a demanda real de vendas. Esses autores ainda afirmam que a partir desse método, pode-se estudar adequadamente a série temporal, permitindo que a empresa executasse o planejamento adequado para vendas futuras;

e) Holt-Winter ($\alpha = 0,5$; $\beta = 0,5$; $\gamma = 0,5$). Sandamann *et al.*, (2014), destacaram que o modelo de Holt-Winter, apresentou um grau de acuracidade muito elevado, diante da série temporal estudada, pois ela apresentava sazonalidade e tendência crescente. O valor do MAD (*Mean absolute deviation*) comprovou a efetividade do método estudado, com uma margem muito pequena de erro, sendo que o método em questão, permitiu a redução de custo de estoques e aumentar a receita da empresa que trabalha com a produção alimentos, o que foi evidenciado no estudo pelo ajuste e precisão em prever a demanda futura.

A Tabela 2 compara os métodos quantitativos utilizados pela empresa, em relação aos métodos quantitativos, para verificar o comportamento entre os métodos e a demanda real.

Tabela 2 – Comparativos entre métodos de previsão quantitativos e demanda do produto A

Meses	Real	Qualitativo	MS	MMS=	MMS		Holt	Holt-Winter
			=12	3	MMP	E		
Janeiro	33600	34360	35880	36833	36680	37160	36510	25200
Fevereiro	35340	38220	35900	35773	34560	36100	35855	42193
Março	35500	36900	35880	35147	35120	35880	35475	47543
Abril	35080	36240	35980	34813	35280	35780	35029	47840
Mai	35340	36280	36000	35307	35200	35580	34909	45698
Junho	34460	33960	35880	35307	35320	35520	34439	39962
Julho	36260	36020	35720	34960	34700	35220	35102	36327
Agosto	36800	38740	35980	35353	35820	35540	35931	37722
Setembro	37340	39200	35980	35840	36460	35920	36801	36517
Outubro	37300	37980	36060	36800	37140	36360	37386	36351
Novembro	37120	38260	36100	37147	37260	36660	37614	36279
Dezembro	38280	38720	36100	37253	37180	36800	38319	37499

Fonte: Autores, 2021.

O próximo passo foi utilizar a programação linear, com a ferramenta *Solver*, que tem a finalidade de analisar variáveis, com certos parâmetros de restrições, para obter os melhores valores dependendo de cada situação, presente na planilha eletrônica, para realizar a calibração

dos fatores de ponderação utilizados nos métodos de previsão.

Na Tabela 3 com alteração dos seguintes fatores: média móvel ponderada (ponderações 0,56; 0,223; 0,217; respectivamente para os três últimos períodos em ordem decrescente, média móvel exponencial ($\alpha = 0,64$), Holt ($\alpha = 0,498$; $\beta = 0,278$) e *Holt-Winter* ($\alpha = 0,89$; $\beta = 0,004$; $\gamma = 0,707$).

Tabela 3 – Comparativos entre métodos previsão quantitativos e demanda do produto A

Meses	Real	Qualitativo	MS =12	MMS= 3	MMP	MMS E	Holt	Holt-Winter
Janeiro	33600	34360	35880	36833	37020	38248	36041	33937
Fevereiro	35340	38220	35900	35773	35320	35275	35446	35152
Março	35500	36900	35880	35147	35500	35316	35236	35482
Abril	35080	36240	35980	34813	35340	35433	34895	35306
Mai	35340	36280	36000	35307	35520	35207	34918	35678
Junho	34460	33960	35880	35307	35600	35292	34438	35102
Julho	36260	36020	35720	34960	35080	34759	35355	35903
Agosto	36800	38740	35980	35353	35960	35719	36276	37264
Setembro	37340	39200	35980	35840	36480	36410	37167	37440
Outubro	37300	37980	36060	36800	37300	37004	37607	37499
Novembro	37120	38260	36100	37147	37500	37193	37683	37349
Dezembro	38280	38720	36100	37253	37520	37146	38391	38512

Fonte: Autores, 2021.

De acordo com Costa *et al.* (2017), a aplicação da média móvel ponderada em uma hamburgueria permitiu otimizar o uso dos recursos para evitar perda de vendas, devido à falta de insumos e o atendimento operacional, contribuindo para a realização de um planejamento mais adequado para composição dos estoques e redução de insuficiências por faltas de produtos. Nesse sentido, com os dados obtidos por meio dos métodos de previsão, foi realizada uma validação para analisar qual método apresenta um nível maior de acuracidade referente às vendas do produto A. Foram comparados os valores obtidos por meio do erro absoluto, comparação entre a demanda real do produto A em relação a cada método proposto.

Para analisar qual o melhor método de previsão, foi realizado o cálculo do MAD (desvio médio absoluto), seguindo o trabalho de Viletti *et al.*, (2016), por meio desse cálculo, pôde-se analisar cada método aplicado e verificar qual apresentava o menor desvio médio absoluto, e assim como no trabalho mencionado, conseguiu-se definir o método mais indicado para o produto A, visando redução dos custos logísticos presentes na empresa. A Tabela 4 apresenta comparação entre os erros absolutos de cada método e a aplicação do MAD, para verificar o grau de precisão referente a cada um deles.

Tabela 4 – Comparativos dos erros absolutos e MAD dos métodos quantitativos de previsão

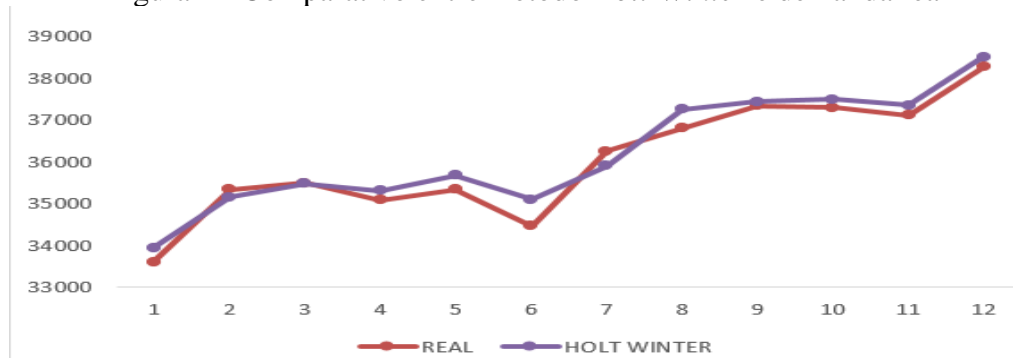
Meses	Qualitativo	MS =12	MMS=3	MMP	MMS E	Holt	Holt-Winter
Janeiro	760	2280	3233	3420	4648	2441	337
Fevereiro	2880	560	433	20	65	106	188
Março	1400	380	353	0	184	264	18
Abril	1160	900	267	260	353	185	226
Mai	940	660	33	180	133	422	338
Junho	500	1420	847	1140	832	22	642
Julho	240	540	1300	1180	1501	905	357
Agosto	1940	820	1447	840	1081	524	464
Setembro	1860	1360	1500	860	930	173	100
Outubro	680	1240	500	0	296	307	199
Novembro	1140	1020	27	380	73	563	229
Dezembro	440	2180	1027	760	1134	111	232
MAD	1161	1113	913	753	936	502	278

Fonte: Autores, 2021.

Com os resultados na Tabela 4 foi possível analisar qual o método mais eficaz para a previsão de demanda do produto A, por meio dos métodos de previsão empregados neste trabalho. Tais ações possibilitaram os resultados de desvio médio absoluto: MMSE (936), MMS=3 (913), MMP (753), Holt (502), Holt-Winter (278). Assim como para os autores Sandmann *et al.*, (2014), a sazonalidade e tendência presente no produto A é melhor amortecido pelo método de Holt-Winter, apresentando menor valor de MAD, seguido de Holt, utilizado por Veiga, Veiga e Duclós (2010), que apesar de não amortecer o fator sazonalidade, apresentou um valor razoável de desvio médio absoluto.

A MMSE utilizada por Frizzo, Cyrne e Ramaswami (2017) foi o método que apresentou o maior valor de MAD, se mostrando ineficaz para analisar a série temporal estudada, em seguida foi MMP de Costa *et al.*, e (2017), de Brandão *et al.*, (2012), esses três últimos não se adequaram fielmente a série temporal estudada, devido a ligeira tendência e sazonalidade apresentada nas vendas do produto A.

A Figura 2 demonstra o comportamento do *Holt-Winter* em comparação a vendas do produto A, evidenciando eficácia desse método.

Figura 2 - Comparativo entre método *Holt-Winter* e demanda real

Fonte: Autores, 2021.

Com a constatação de acuracidade do método *Holt-Winter* foi elaborado o cálculo dos custos de armazenagem, para verificar a economia gerada por um método que representava a demanda de vendas com fidelidade em relação ao método qualitativo atual, utilizado pela empresa. A Tabela 5 demonstra uma redução de estoque acumulado durante o período estudado para 2.203 kg, bem abaixo do valor de 12.640 kg da previsão qualitativa. Com a redução no estoque acumulado, evita-se possíveis perdas por perecibilidade e pode gerar uma economia em relação ao custo de armazenagem, evidenciado pelo valor de R\$ 37.828,95 do método proposto em relação a R\$ 237.305,24 do método atual, gerando uma economia de R\$ 199.476,29 (84,06%). Entre todos os métodos quantitativos de previsão, o *Holt-Winter*, que foi comprovado pelo MAD, conseguiu-se adequar o mais próximo possível da real demanda, fazendo com que a empresa passasse a adotar esse método, como uma ferramenta de previsão do produto A.

Tabela 5 – Método de previsão de demanda *Holt-Winter* aplicado no produto A

Meses	Holt-Winter	Real	Estoque Acumulado	Erro ABS	Custo de Estoque Acumulado
Janeiro	33937	33600	337	337	R\$ 989,43
Fevereiro	35152	35340	149	188	R\$ 437,01
Março	35482	35500	131	18	R\$ 383,71
Abril	35306	35080	357	226	R\$ 1.046,95
Mai	35678	35340	695	338	R\$ 2.039,28
Junho	35102	34460	1337	642	R\$ 3.924,18
Julho	35903	36260	979	357	R\$ 2.874,59
Agosto	37264	36800	1443	464	R\$ 4.236,46
Setembro	37440	37340	1543	100	R\$ 4.529,21
Outubro	37499	37300	1742	199	R\$ 5.114,33
Novembro	37349	37120	1971	229	R\$ 5.786,80
Dezembro	38512	38280	2203	232	R\$ 6.467,00
					R\$ 37.828,95

Fonte: Autores, 2021.

Comparando o resultado deste trabalho com os cinco autores estudados, assim como Brandão *et al.*, (2012), a empresa pode adequar o estoque de produtos acabados do produto, promovendo a redução de custos logísticos. Como Costa *et al.* (2017), os métodos de previsão possibilitaram à empresa uma adequação na estratégia operacional, ajudando-a a planejar melhor a aquisição e manutenção do estoque de matérias primas. Igual a Frizzo, Cyrne e Ramaswami (2017), o planejamento agregado de produção foi beneficiado pelo método empregado (*Holt-Winter*), adequando o estoque de matérias-primas e produtos acabados. Da mesma forma que Veiga, Veiga e Duclós (2010), a empresa estudada pode aprimorar a receita com um planejamento adequado de vendas. Semelhante a Sandamann *et al.* (2014), a acuracidade do método aplicado, mesmo diante da sazonalidade e certa tendência de vendas do produto A permitiu reduzir estoques e aumentar a receita da empresa estudada.

4 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o método *Holt-Winter* apresentou o menor valor de MAD (desvio médio absoluto), dentre os métodos quantitativos analisados. Por ser um método de simples aplicação, e apresentar grau de acuracidade elevado nas previsões de demanda, permite aos gestores do setor alimentício atualizarem os valores de demanda rapidamente para a tomada de decisão.

Frente aos benefícios e características dos métodos aplicados neste estudo, trabalhos futuros poderão empregar os métodos quantitativos de previsão; variando as constantes e utilizando a programação linear para calibração de variáveis, a depender das particularidades de cada setor a ser aplicado. Além disso, métodos qualitativos, tais como pesquisas com especialistas e clientes, podem ser utilizados para fornecer uma análise precisa das previsões de demanda.

Como contribuição, este trabalho demonstrou que a aplicação de métodos quantitativos de previsão, quando aplicados de forma adequada, apresentam níveis confiáveis de acuracidade, possibilitam redução de custos logísticos, por meio do planejamento adequado de produção, ocasionando aumento da receita da empresa.

REFERÊNCIAS

BRANDAO, R. *et al.* Dimensionamento de um modelo de previsão de demanda para uma empresa do ramo alimentício. In: XIX Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), 2012,

Bauru. **Anais - SIMPEP**, 2012. v. 19. Disponível em:
<https://simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_todos.php?e=7>. Acesso: 25 de jul. 2021.

CAVALHEIRO, D. **Método de Previsão de Demanda Aplicada ao Planejamento da Produção de Indústrias de Alimentos**: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica: Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85516>>. Acesso: 21 de jul. 2021.

CORTS, Nona Fortian *et al.* The degree of inventory centralization for food manufacturers. **Production Engineering**, v. 13, n. 1, p. 21-32, 2019. Disponível em:
<<https://orbit.dtu.dk/en/publications/the-degree-of-inventory-centralization-for-food-manufacturers>>. Acesso: 05 de ago. 2021

COSTA, *et al.*, Aplicação dos Métodos de Previsão de Demanda em uma Hamburgueria. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). São Paulo- SP. 2017. **Anais**- Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_378_32977.pdf>. Acesso: 01 de ago de 2021.

COUTO, G. R; SANTO, J. P. E. A gestão de estoques baseada na previsão de demanda: um estudo em um jogo de empresas. **Revista Lagos - UFF**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 83-96, Nov/Abr. 2013. Disponível em:
<<http://www.revistalagos.uff.br/index.php/lagos/article/download/231/67>>. Acesso: 23 de jul. 2021.

FRIZZO, M. CYRNE; C. C. da S; RAMASWAMI, R. Previsão de vendas como suporte na programação e controle da produção em uma empresa de alimentos - um estudo de caso. In: XX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: XX ENEGEP, 2000. Disponível em:
<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2000_E0098.PDF>. Acesso: 20 de ago. 2021,

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda –técnicas e estudo de caso. In: **Anais do XXI ENEGEP**. Prod, vol.11, n1, p.43-64, 2001. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/262751818_Passos_para_implantacao_de_sistemas_de_previsao_de_demanda_tecnicas_e_estudo_de_caso>. Acesso: 14 de ago. 2021

SANDMANN, A. *et al.* Utilização do modelo HoltWinters para previsão das vendas de produtos de origem animal no oeste paranaense. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 2014, Ponta Grossa. **Anais...**Ponta Grossa: IV Congresso Brasileiro de Engenharia da Produção, 2014. Disponível em:
<<http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2014/anais/artigos/pesquisa%20op/1.pdf>>. Acesso: 28 de jul. 2021.

SANTOS, T. S; ALVES, L. F. Aplicação de métodos de previsão de demanda e gestão de estoque em um produto de um supermercado na cidade de Marabá-PA. In: XXXVII Encontro nacional de engenharia de produção. **Anais**. ENEGEP/ABEPRO, p. 2-22, out 2017.

Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_378_31086.pdf>.

Acesso: 05 de jul. 2021.

SHAH, AKSHAT. Cost to Store: An important factor to evaluate margin on the product-A case related to the retail industry. **Psychology and Education Journal**, v. 57, n. 9, p. 5715-5721, 2020. Disponível em:

<<http://psychologyandeducation.net/pae/index.php/pae/article/view/2496>>. Acesso: 01 de ago. 2021.

VEIGA, C. R. P.; VEIGA, C. P.; DUCLÓS, L. C. The accuracy of demand forecast models as a critical factor in the financial performance of the food industry. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 2, n. 2, art. 44, p. 81-104, 2010. Disponível em:

<<https://www.revistafuture.org/FSRJ/article/view/58>>. Acesso: 21 de jul. 2021

VILETTI, R. *et al.* Previsão de Demanda: Uma Análise quantitativa baseada em Média Móvel Simples e Média Móvel Centrada em uma empresa fabricante de salgados. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 10., 2016, Campo Mourão.

Anais... Campo Mourão: Anais, 2016. p. 1 - 12. Disponível em:

<http://www.fecilcam.br/anais/x_eepa/data/uploads/1-engenharia-de-operacoes-e-processos-da-producao/1-02.pdf>. Acesso: 05 de ago. 2021.

ZAN, G.; SELLITO, M. Técnicas de Previsão de Demanda: Um estudo de caso triplo com dados de vendas de materiais eletro-mecânicos. **Gepros: Gestão da produção, operações e sistemas**, Bauru, v. 4, p.95-106, jul/set 2007. Disponível em:

<<https://revista.feb.unesp.br/index.php/gepros/article/view/171>>. Acesso: 22 de jul.2021.