

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS,
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

LUIZ GUILHERME PEREIRA CRISTALDO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM
UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO TRIÂNGULO MINEIRO

ITUIUTABA
2025

LUIZ GUILHERME PEREIRA CRISTALDO

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO TRIÂNGULO MINEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
coordenação da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia de Produção, e
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano
Castillo

ITUIUTABA
2025

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA EM UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS NO TRIÂNGULO MINEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação da Faculdade de Administração,
Ciências Contábeis, Engenharia de Produção e
Serviço Social da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de Produção

Ituiutaba, 12 de maio de 2025.
Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castilho, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Gabriela Lima Menegaz, Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Mara Rúbia da Silva Miranda, Universidade Federal de Uberlândia

Dedico este trabalho à minha mãe, cujo apoio constante e exemplo de dedicação foram fundamentais para minha formação pessoal e acadêmica. Sua força e sabedoria sempre me inspiraram a seguir em frente, mesmo diante dos maiores desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos em minha vida.

À minha mãe, por seu amor incondicional, pela coragem e pelos inúmeros sacrifícios que tornaram possível cada conquista da minha vida. Seu exemplo de determinação e generosidade é, e sempre será, a minha maior inspiração.

À minha esposa, pelo companheirismo constante, pelo apoio nos momentos difíceis e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei. À sua família, que me acolheu com carinho e se tornou uma extensão da minha própria, meu sincero agradecimento por todo incentivo e afeto. Aos meus irmãos e amigos, por sua presença, amizade e apoio em todas as fases da minha vida. Saber que posso contar com vocês foi essencial para que eu continuasse minha caminhada com confiança.

Ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção, pelo conhecimento transmitido e pela formação sólida que recebi.

Em especial, ao meu orientador, Prof. Dr. Lúcio Abimael Medrano Castillo, por sua orientação precisa, disponibilidade e dedicação durante a realização deste trabalho.

RESUMO

A previsão de demanda é uma ferramenta estratégica essencial para o planejamento da produção, controle de estoques e redução de perdas. Este trabalho tem como objetivo comparar diferentes métodos quantitativos de previsão de demanda em uma indústria do setor alimentício, com foco na categoria de requeijões em potes de 200 g. Para a análise, foi utilizado o histórico de vendas do período janeiro de 2022 a dezembro de 2024. Os métodos foram aplicados utilizando o software estatístico Minitab®, e a validação de cada modelo foi realizada com base na análise de seus respectivos erros. Foram analisados cinco modelos: média móvel simples, suavização exponencial simples, suavização exponencial dupla, Holt-Winters aditivo e Holt-Winters multiplicativo, utilizando as métricas Desvio Absoluto Médio (MAD) e Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) para avaliar o desempenho de cada um. Os resultados demonstraram que o método de Holt-Winters multiplicativo apresentou o melhor desempenho, com os menores valores de erro (MAD de 23443 e MAPE de 5 %), destacando-se pela maior precisão na previsão da demanda. A aplicação desse modelo possibilita melhorias na gestão da cadeia de suprimentos da empresa, contribuindo para a tomada de decisões mais eficientes e para a otimização dos recursos produtivos.

Palavras-chave: Indústria de alimentos. Previsão de demanda. Requeijão. Séries temporais. *Holt-Winters*.

ABSTRACT

Demand forecasting is a strategic tool essential for production planning, inventory control, and waste reduction. This article aims to apply and compare different quantitative demand forecasting methods in a food industry, focusing on the category of 200 g cream cheese containers. For the analysis, historical sales data from January 2022 to December 2024 were used. The methods were applied using the Minitab® statistical software, and each model was validated based on the analysis of its respective errors. Five models were analyzed: simple moving average, simple exponential smoothing, double exponential smoothing, additive Holt-Winters, and multiplicative Holt-Winters, using Mean Absolute Deviation (MAD) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) as performances metrics. The results showed that the multiplicative Holt-Winters method achieved the best performance, with the lowest error values (MAD of 23443 and MAPE of 5 %), standing out for its higher forecasting accuracy. The application of this model enables improvements in the company's supply chain management, contributing to more efficient decision-making and optimization of production resources.

Keywords: Food industry; demand forecasting; cream cheese; time series; Holt-Winters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Série temporal da demanda mensal de requeijões em potes de 200 g	13
Figura 2:	Previsão de demanda com $n = 12$ para requeijões em potes de 200 g	14
Figura 3:	Previsão de demanda com $\alpha = 0,24$ para requeijões em potes de 200 g – Aplicação do método de suavização exponencial simples	15
Figura 4:	Previsão de demanda com $\alpha = 0,24$ e $\gamma = 0,009$ – Aplicação do método de suavização exponencial dupla	16
Figura 5:	Previsão de demanda com $\alpha = \gamma = \delta = 0,2$ – Método de Holt-Winters aditivo	17
Figura 6:	Previsão de demanda com $\alpha = \gamma = \delta = 0,2$ – Método de Holt-Winters multiplicativo	18
Figura 7:	Previsão de demanda para os 12 meses seguintes – Método de Holt- Winters multiplicativo (modelo final)	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Comparação dos erros de previsão (MAD e MAPE)	19
-----------	-----------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA.....	1
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	1
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	1
1.3	JUSTIFICATIVA.....	1
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	1
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	2
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1	GESTÃO DA DEMANDA.....	14
2.1.1	<i>Previsão de demanda, processo de previsão</i>	15
2.2	MÉTODO DE PREVISÃO.....	16
2.2.1	<i>Métodos Qualitativos</i>	16
2.2.2	<i>Métodos Quantitativos</i>	16
2.2.2.1	<i>Média Móvel Simples (MMS)</i>	17
2.2.2.2	<i>Média Móvel Ponderada (MMP)</i>	17
2.2.2.3	<i>Suavização Exponencial Simples (SES)</i>	18
2.2.2.4	<i>Suavização Exponencial Dupla (Holt)</i>	18
2.2.2.5	<i>Suavização Exponencial Tripla (Holt-Winters)</i>	19
2.3	ERROS DE PREVISÃO	20
3	METODOLOGIA.....	22
4	RESULTADOS	23
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E MAPEAMENTO DA REALIDADE EMPRESARIAL	23
4.2	PREVISÃO DE DEMANDA.....	23
4.2.1	<i>Aplicação do Método da Média Móvel Simples</i>	25
4.2.1	<i>Aplicação do Método da Suavização Exponencial Simples</i>	25
4.2.1	<i>Aplicação do Método da Suavização Exponencial Dupla</i>	26
4.2.1	<i>Aplicação do Método de Holt-Winters (aditivo)</i>	27
4.2.1	<i>Aplicação do Método de Holt-Winters (multiplicativo)</i>	28
4.3	COMPARAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O Brasil se encontra na quinta posição dentre os maiores produtores de leite do mundo, além de ser um dos maiores produtores mundiais (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, 2023). A importância do setor lácteo brasileiro passa também pelo grande número de estabelecimentos existentes, pelo número de empregos gerados e pela agregação de valor e, consequentemente, geração de renda. De acordo com dados recentes, Minas Gerais é responsável por cerca de 27 % da produção nacional de leite (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2023). A pecuária leiteira desempenha um papel importante na economia do estado, gerando empregos, movimentando a cadeia de produção e na comercialização de laticínios.

Neste contexto, para se manterem competitivas no mercado, é importante um eficiente planejamento e controle da produção nestas empresas, com a finalidade de que a demanda seja atendida sem que haja excesso de estoque. Como enfatizado por Slack e Johnston (2016), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) consiste na habilidade de determinar o momento e a quantidade ideal para a produção ou aquisição, embasados nos dados de demanda disponíveis. Diante desse cenário, antecipar a demanda se transforma em um fator essencial dentro do escopo do planejamento, guiando as escolhas estratégicas, operacionais e financeiras que influenciam diretamente o desempenho econômico das empresas.

A previsão acurada ajuda na formulação de estratégias, definição de prioridades, alocação de recursos e, além disso, permite que a organização forneça altos níveis de serviço aos clientes por meio da operacionalização eficiente da produção e dos serviços, bem como informações mais precisas sobre a demanda futura dos fornecedores (Makridakis; Wheel Wright; Hyndman, 1998).

De acordo com Pellegrini (2000), na previsão de demanda podem ser utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas ou uma junção das duas. Segundo Stevenson (2018), os métodos qualitativos emergem como uma abordagem valiosa, incorporando julgamentos e experiências subjetivas para estimar as futuras necessidades de produtos ou serviços. Slack et al. (2008) complementam essa perspectiva, indicando que essas técnicas se revelam particularmente eficazes em situações em que o tempo é um recurso escasso, devido à sua agilidade na preparação. Adotadas de maneira apropriada, essas abordagens qualitativas proporcionam uma visão flexível e abrangente da demanda futura, contribuindo para decisões gerenciais mais

assertivas. Por contraste, abordagens quantitativas demandam uma série de observações e fundamentam-se no histórico padrão de demanda, o que culmina na definição do modelo matemático de previsão mais apropriado e na estimativa de valores futuros (Johnson e Smith, 2008).

1.2 Objetivos de pesquisa

1.2.1 Objetivo geral

Aplicar métodos quantitativos de previsão da demanda em uma Indústria de alimentos, e obter a previsão da demanda com o método mais eficiente, a fim de reduzir o índice de produtos vencidos em estoque e auxiliar nas decisões de gestão da demanda.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento dos dados históricos da família de produtos;
- Analisar série temporal e tratar outliers;
- Definir métodos de previsão de demanda quantitativos;
- Calcular acuracidade dos métodos de previsão;
- Definir qual o método de previsão de demanda com o menor erro.

1.3 Justificativa

Para se manter ativo na conquista de mercado é imprescindível atender as necessidades e as expectativas dos clientes que representam receita e impacto na imagem da empresa. O planejamento e controle gerenciam as atividades de produção, de modo a satisfazer à demanda de seus clientes (Slack, Chambers, Johnston, 2008).

Através da previsão de demanda, é possível estimar o comportamento do mercado, o que afeta diretamente na produção. Fernandes e Filho (2010) defendem que a previsão tem um papel fundamental no ambiente competitivo, guiando a empresa para o planejamento estratégico da produção, finanças e vendas.

Assim o trabalho justifica-se pelo fato da necessidade da aplicação de técnicas quantitativas de previsão de demanda na indústria onde foi realizado o estudo de caso, tendo

em vista que a falta de uma previsão precisa pode levar ao excesso ou falta de insumos na produção. Esses fatores levam ao não atendimento pleno da demanda, o que reduz as vendas e, por consequência, os lucros da empresa.

1.4 Delimitação do trabalho

A fundamentação teórica abordou os métodos de previsão de demanda mais usuais, desenvolvidos e apresentados na literatura, sendo que na metodologia foi dada ênfase em modelos baseados em séries temporais. O estudo de caso limitou-se a aplicação do modelo de previsão de demanda para apenas dois produtos da empresa, descrevendo o procedimento operacional do método abordado. O estudo analisou principalmente a aplicação e resultados dos métodos de previsão, os resultados alcançados podem ser aplicados no planejamento estratégico da empresa.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a introdução, que aborda a contextualização, os objetivos, a justificativa, a delimitação do trabalho e a estrutura do trabalho. No segundo capítulo é realizada a fundamentação teórica, em que são abordados os temas: previsão de demanda, métodos de previsão, modelos baseados em séries temporais, decomposição de série temporal, erros de previsão e sinal de rastreamento. No capítulo três é apresentada a metodologia do estudo, no capítulo quatro os resultados e discussões e, por fim, no capítulo cinco, as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão da demanda

A gestão da demanda é apontada por Porter (1980) como um elemento crucial no cenário de negócios, no qual compreender e influenciar a demanda dos consumidores é fundamental para conferir às empresas uma vantagem competitiva. Nesta mesma perspectiva Fisher (1997), afirma que uma gestão eficaz da demanda, também conhecida como DCM (*Demand Chain Management*), constitui um pilar essencial para alcançar vantagem competitiva.

A DCM engloba um conjunto de estratégias e práticas que visam otimizar o fluxo de informações e produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, desde o fornecedor até o

consumidor final. Ao compreender e antecipar as oscilações na procura por produtos e serviços, as organizações podem embasar suas decisões estratégicas em dados sólidos (Fisher, 1997).

Esse enfoque coaduna com os princípios da teoria de gestão da demanda, conforme enfatizado por Mentzer (2004), que não apenas amplia a satisfação do cliente, mas também otimiza a alocação de recursos e minimiza os custos operacionais. Portanto, a compreensão aprofundada das técnicas de DCM, respaldada por essas referências, emerge como um elemento indispensável para alcançar o sucesso organizacional a longo prazo.

É fundamental realizar uma previsão de vendas como etapa inicial em qualquer processo de planejamento empresarial. Caso as estratégias e operações não estejam alinhadas com o resultado do plano de negócios, é crucial que as equipes multidisciplinares revisitem a previsão e avaliem quais medidas de marketing e vendas podem ser implementadas para estimular a demanda. Ao mesmo tempo, é importante considerar quais iniciativas na área de suprimentos podem ser desenvolvidas para aumentar a capacidade de produção, visando atingir os objetivos estabelecidos no plano de negócios (Melo; Alcântara, 2011).

2.1.1 Previsão de demanda, processo de previsão.

A previsão de demanda é um processo fundamental nas operações de uma organização, pois permite antecipar as necessidades futuras de produtos ou serviços, contribuindo para a otimização do planejamento e da gestão de estoques. De acordo com Mentzer (2004), a previsão de demanda não se limita apenas a extrapolar dados passados; ela envolve a análise criteriosa de tendências, fatores sazonais, flutuações econômicas e eventos específicos do setor que possam afetar as necessidades dos clientes. Para tanto, são empregadas técnicas estatísticas e modelos matemáticos que permitem a estimativa de demanda futura com o máximo de precisão possível.

Além disso, autores como Chopra e Meindl (2011), ressaltam que a previsão de demanda é um elemento essencial para o planejamento estratégico das empresas, uma vez que influencia diretamente o nível de serviço ao cliente, a gestão de estoques, a alocação de recursos e, por conseguinte, o desempenho financeiro da organização. Portanto, a habilidade de prever com precisão a demanda é um fator crítico de sucesso na gestão de operações e na busca pela satisfação dos clientes.

Segundo Araújo e Silva (2005), a antecipação é um instrumento que busca calcular informações futuras utilizando modelos matemáticos, estatísticos ou econométricos, ou mesmo com base em modelos subjetivos apoiados por uma metodologia de trabalho clara e preestabelecida. Nesse sentido, as projeções de demanda podem ser conduzidas através da

utilização de abordagens qualitativas, quantitativas ou de estratégias que integrem ambas, como enfatizado por Gonçalves e Oliveira (2012).

2.2 Método de previsão

As previsões de demanda são variadas em termos de técnicas, cada uma com seu grau de precisão e custos associados. Elas podem ser categorizadas como qualitativas, quantitativas ou uma combinação de ambas. Dessa forma, a empresa deve realizar uma análise cuidadosa para determinar qual técnica é mais adequada para atender às suas demandas específicas. A escolha do método de previsão é crucial para otimizar o desempenho operacional e o atendimento às necessidades dos clientes (Pellegrini, Fogliatto, 2001).

2.2.1 Métodos Qualitativos

Métodos qualitativos de previsão desempenham um papel significativo na antecipação de demanda quando a disponibilidade de dados históricos é limitada ou quando o ambiente de negócios é altamente incerto. De acordo com Martins e Laugen (1998), a previsão qualitativa envolve a coleta de informações subjetivas, opiniões de especialistas e julgamentos baseados na experiência. Isso é particularmente útil para prever produtos inovadores, novos mercados ou situações em que não existem dados históricos disponíveis. Os métodos qualitativos incluem painéis de especialistas, pesquisa de mercado, Delphi e opiniões de gerentes. No entanto, é importante reconhecer que esses métodos podem ser influenciados por viés e subjetividade, sendo necessário um cuidado rigoroso na sua aplicação e na interpretação dos resultados.

2.2.2 Métodos Quantitativos

Os métodos quantitativos de previsão desempenham um papel vital na antecipação da demanda com base em dados históricos e na aplicação de técnicas matemáticas e estatísticas. Segundo Mentzer (2004), esses métodos são especialmente eficazes em cenários nos quais existe uma quantidade significativa de dados passados disponíveis, permitindo a identificação de padrões e tendências. Isso implica que existem modelos de previsão que consideram os dados como variáveis constantes e outros que incorporam elementos de tendência ou sazonalidade (Ruschel, Werner, Lemos, 2007).

Portanto, a escolha de um modelo específico depende do comportamento observado na série temporal em questão. Conforme Makridakis (1998), uma série temporal pode apresentar até quatro características distintas, a saber: média, tendência, sazonalidade e ciclo. Variações que não possam ser atribuídas a essas características são consideradas aleatórias e, em geral,

associadas a fatores externos. A seguir, serão apresentados alguns dos principais métodos de previsão de demanda com base em séries temporais.

2.2.2.1 Média móvel simples (MMS)

De acordo com Kotler (2012), a média móvel simples faz a previsão da demanda a partir de n dados de períodos anteriores, de forma geral esse método pode ser eficiente quando se tem uma demanda estacionária (varia de forma média), entretanto não é eficiente para variações de tendência e sazonalidade na demanda. A Equação (1) é utilizada para o cálculo das médias móveis simples (Tubino, 2007).

$$MMS = \frac{\sum_{i=1}^n Dn}{n} \quad (1)$$

MMS = Média móvel simples para n períodos;

Dn = demanda no período n ;

n = número de períodos;

i = índice do período ($i = 2, 3, 4, \dots$).

2.2.2.2 Média móvel ponderada (MMP)

O modelo da média móvel ponderada assemelha-se à média móvel simples, com a principal distinção sendo a atribuição de maior peso aos dados mais recentes em comparação aos dados mais antigos, seguindo uma progressão gradual. Isso implica que os períodos mais distantes na série temporal têm uma influência menor na média ponderada. Conforme destacado por Peinado e Graeml (2007), a soma dos fatores de ponderação é sempre igual a um. A Equação (2) que representa esse método é apresentada a seguir:

$$MMP = \sum_{i=1}^n (Di \times PEi) \quad (2)$$

MMP = Média móvel ponderada;

Di = demanda no período i ;

PEi = Peso atribuído ao período i ;

i = índice do período ($i = 2, 3, 4, \dots$).

2.2.2.3 Método da Suavização Exponencial Simples (SES)

O Modelo de Suavização Exponencial Simples é uma técnica de previsão amplamente empregada na análise de séries temporais. Conforme apontado por Ballou (2006), essa abordagem oferece uma constante “ α ” para suavizar variações em dados temporais, com foco na identificação de tendências e padrões subjacentes. O modelo se baseia no princípio de que as observações mais recentes recebem maior peso na previsão, refletindo o pressuposto de que eventos mais recentes são mais representativos do comportamento futuro.

De acordo com Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), a representação matemática é explicitada na Equação (3).

$$F_{t+1} = Ft + \alpha(Yt - Ft) \quad (3)$$

Sendo:

F_{t+1} = Previsão para o período $t + 1$;

Ft = Previsão para o período t ;

α = Constante de suavização, que recebe um valor entre 0 e 1;

Yt = Valor observado para o período t .

2.2.2.4 Método da Suavização Exponencial Dupla (Holt)

O método é empregado em séries temporais caracterizadas por apresentar uma tendência linear. Conforme proposto por Holt (1957), esse método utiliza duas constantes de suavização, α e β , com valores variando entre 0 e 1. No mesmo contexto, Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) fazem uso das Equações (4), (5) e (6) para descrever o modelo em questão.

$$Lt = \alpha zt + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (4)$$

$$Tt = \beta(Lt - L_{t-1}) + (\beta - 1)T_{t-1} \quad (5)$$

$$P_{t+n} = Lt + nTt \quad (6)$$

Onde:

Lt = Estimativa do nível da série temporal;

Tt = Componente de tendência;

P_{t+n} = Previsão de demanda para os períodos futuros.

2.2.2.5 Método da Suavização Exponencial Tripla (Holt-Winters)

Winters (1960) introduziu um componente de sazonalidade aos dados da série temporal, expandindo o modelo de suavização exponencial original proposto por Holt (1957). Dessa forma, o Modelo de Holt-Winters incorpora três constantes de suavização: α , β e γ , que representam o nível, tendência e sazonalidade, respectivamente (Makridakis; Wheelwright e Hyndman, 1998).

O Modelo de Holt-Winters é categorizado em duas variantes: aditiva e multiplicativa. A abordagem multiplicativa é empregada na modelagem de dados em que a amplitude do ciclo sazonal varia de maneira proporcional ao nível da série temporal. A representação do modelo segundo Makridakis, Wheelwright; Hyndman (1998) é apresentada através das Equações (7), (8), (9) e (10).

$$Lt = \alpha zt St - s + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (7)$$

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

$$St = \gamma zt Lt + (1 - \gamma)St - s \quad (9)$$

$$P_{t+n} = (Lt + nTt)St - s + n \quad (10)$$

Sendo:

Lt = Nível da série temporal;

Tt = Tendência da série temporal;

St = componente sazonal;

s = estação completa da sazonalidade;

α , β e γ = constantes de suavização, assumindo valores entre 0 e 1;

P_{t+n} = previsão para n períodos futuros.

Por contraste, o modelo aditivo é empregado quando a amplitude da variação sazonal permanece constante ao longo do período. De acordo com a descrição de Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), esse modelo é definido pelas Equações (11), (12), (13) e (14):

$$Lt = \alpha(Zt - St - s) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (11)$$

$$Tt = \beta(Lt - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (12)$$

$$St = \gamma(Zt - Lt) + (1 - \gamma)St - 1 \quad (13)$$

$$P_{t+n} = Lt + nTt + St - s + n \quad (14)$$

Tanto o modelo aditivo quanto o modelo multiplicativo compartilham equações e variáveis similares, com a principal diferença residindo nas fórmulas relativas aos índices sazonais. O método aditivo envolve operações de soma e subtração, ao passo que o modelo multiplicativo emprega multiplicação e divisão.

2.3 Erros de previsão

Conforme Makridakis et al. (1998), é fundamental destacar que cada técnica de previsão de demanda tem sua aplicabilidade específica, e não há uma técnica universal que seja adequada para todas as situações. Adicionalmente, é crucial monitorar continuamente qualquer método de previsão, efetuando os ajustes necessários no modelo inicial. Erros na previsão são comuns, entretanto, a escolha do método apropriado pode contribuir significativamente para minimizá-los, como destacado por Fernandes e Godinho Filho (2010).

Para Pellegrini (2000), os erros de previsão podem ser classificados em dois tipos: aqueles relacionados à escolha do método de previsão e parâmetros utilizados, e os decorrentes da aleatoriedade inerente ao ambiente, originando variações imprevisíveis nos valores estimados.

Lustosa et al. (2008) destacam que a avaliação dos erros de previsão pode ser conduzida por meio de diferentes abordagens, sendo o indicador primordial dessa avaliação a comparação entre o valor previsto e a demanda real, conforme demonstrado na Equação (15):

$$Et = Dt - F_{t-1} \quad (15)$$

Onde:

Et = erro de previsão no período t ;

Dt = demanda real para o período t ;

F_{t-1} = demanda prevista para o período $t - 1$.

Com base no erro obtido por meio da aplicação da Equação (15), é viável calcular o Desvio Absoluto Médio (MAD - *Mean Absolute Deviation*) de acordo com a Equação (16). O MAD representa a média dos desvios absolutos ao longo de todos os períodos e é empregado para estimar o desvio padrão associado ao componente aleatório, além de auxiliar na seleção de parâmetros e métodos de previsão. Caso os valores do MAD estejam em uma faixa de pequena magnitude (por exemplo, abaixo de 25000), indica que o método de previsão está bem ajustado. No entanto, valores elevados (acima de 30000) sugerem a existência de problemas tanto no método de previsão utilizado quanto nos parâmetros empregados.

$$MAD = \frac{\sum |Dt - F_{t-1}|}{n} \quad (16)$$

n = número de observações;

Dt = demanda real para o período t ;

F_{t-1} = demanda prevista para o período $t - 1$.

O Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) avalia desvios relativos ou percentuais ao calcular o erro, representando a precisão como uma porcentagem do erro total, conforme indicado na Equação (17). Ele é empregado para relacionar o erro absoluto com os valores da demanda, sendo que valores próximos a zero podem significativamente ampliar o resultado do MAPE.

$$MAPE_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{Dt - F_{t-1}}{|Dt|} \quad (17)$$

3 METODOLOGIA

A natureza de uma pesquisa pode ser categorizada como básica ou aplicada, sendo a primeira responsável por acumular conhecimento para o meio acadêmico (Schwartzman, 1979). A escolha de incorporar uma abordagem aplicada é fundamentada na visão de Gil (1999), que destaca a pesquisa aplicada como aquela voltada para a resolução de problemas concretos e imediatos. Nesse contexto, a pesquisa aplicada assemelha-se e alinha-se ao presente trabalho, que busca adquirir novos conhecimentos para solucionar um problema específico, abrangendo verdades e interesses.

Em relação à abordagem do problema, este estudo adota uma metodologia quanti-qualitativa, incorporando técnicas estatísticas e atentando-se à realidade não quantificável, enfocando a dinâmica das relações sociais. Conforme destacado por Creswell (2014), a pesquisa qualitativa visa explorar o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes. Em contrapartida, para Babbie (2016), a pesquisa quantitativa está centrada na mensuração das relações entre variáveis. Adicionalmente, Bryman (2016) enfatiza que a integração de dados qualitativos e quantitativos em uma mesma pesquisa pode ser benéfica,

uma vez que as abordagens se complementam, proporcionando uma compreensão mais completa e robusta do fenômeno investigado.

O presente estudo é caracterizado como pesquisa exploratória e descritiva. Sendo exploratório, busca proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito ou formulando hipóteses. Quanto à abordagem descritiva, alinhando-se à visão de Creswell (2014), o foco principal é descrever as características de uma população ou fenômeno específico, estabelecendo relações entre variáveis. Este tipo de pesquisa busca descrever um fenômeno ou situação em detalhe, abrangendo com exatidão as características de um indivíduo ou de uma situação.

Para a análise da série temporal, foram coletados dados de vendas de janeiro de 2022 a dezembro de 2024 do sistema ERP da empresa. É importante esclarecer que não foram considerados os dados anteriores pelo fato de a empresa considerar que um período recente é mais importante a ser analisado se tratando de previsão de vendas. Para estabelecer as bases da coleta de dados, os produtos foram agrupados em famílias, sendo a família dos itens de requeijões potes 200g o objeto do estudo de caso. Após a obtenção dos dados, o modelo matemático mais apropriado foi escolhido com base no comportamento da série temporal. Em seguida, o modelo foi aplicado e validado por meio do software estatístico Minitab®, utilizado para a implementação dos métodos de previsão e para a análise dos erros associados a cada modelo.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da empresa e mapeamento da realidade empresarial

A empresa estudada é uma indústria de laticínios de médio porte, fundada em julho de 1994, com duas unidades operacionais em Ituiutaba, Minas Gerais, estrategicamente localizadas, além de um Centro de Distribuição com 3060 m² de área de armazenamento refrigerado. Em 2022, a empresa incorporou sua terceira unidade em Ibiá, Minas Gerais, situada na Serra da Canastra e especializada na produção de queijos.

Nos últimos cinco anos, a empresa apresentou um crescimento sólido e está presente em 22 estados brasileiros, com mais de 18 mil pontos de venda em diversas regiões do país, gerando mais de 550 empregos diretos. Seu portfólio é amplo, contendo mais de 120 produtos, incluindo queijos, iogurtes, cremes, coalhadas e outros derivados.

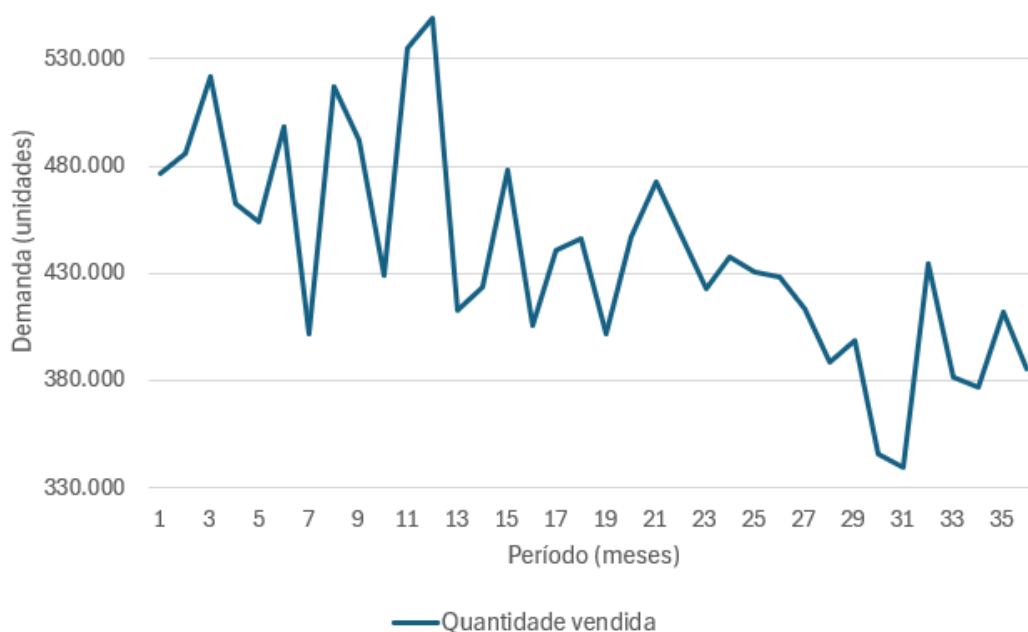
Com a incorporação da nova unidade fabril dedicada à produção de queijos e a aquisição de máquinas mais tecnológicas, a capacidade de produção da linha de requeijões praticamente dobrou, resultando em capacidade ociosa. Neste sentido, o presente estudo de caso aplicou métodos quantitativos de previsão de demanda para os dois produtos da linha de requeijões 200g, sendo eles os sabores tradicional e light.

A previsão de demanda da empresa é realizada por meio de métodos quantitativos e qualitativos. Atualmente, o sistema utilizado é baseado na média móvel simples dos últimos três meses. O analista de Administração de Vendas analisa esses dados junto com o histórico de vendas dos últimos seis meses e o estoque atual para realizar a previsão para o período seguinte. Assim, o objetivo deste trabalho foi aplicar métodos quantitativos de previsão de demanda e os resultados são apresentados a seguir.

4.2 Previsão de Demanda

A Figura (1) apresenta a série temporal da categoria de requeijões potes 200g do estudo de caso. Considerando que os produtos são produzidos na mesma linha de produção (tradicional e light), os dados foram agrupados de acordo com o acumulado de vendas nesse período. O período 1 corresponde ao mês de janeiro de 2022, e o período 36, ao mês de dezembro de 2024.

Figura 1 – Série temporal da demanda mensal de requeijões em potes de 200 g



Fonte: Dados da pesquisa

Conforme apresentado na Figura 1, a demanda pelo produto requeijão 200g apresenta comportamento instável ao longo dos 36 meses analisados. Observa-se que, entre os períodos 3 e 12 (março a dezembro de 2022), há oscilações significativas, com variações abruptas nos volumes comercializados. Destaca-se ainda um movimento de baixa demanda entre os períodos 28 e 30 (abril a junho de 2024), caracterizado por uma queda acentuada no número de unidades vendidas. Essa redução está associada ao aumento no preço do produto nesse intervalo, o que possivelmente impactou o comportamento de compra dos consumidores. Embora não se identifique uma sazonalidade bem definida, há padrões de repetição de picos e vales que podem sugerir influências pontuais, como promoções, sazonalidade irregular ou fatores operacionais. No trecho final da série (períodos 31 a 36), nota-se uma tendência de estabilização, ainda que em patamar inferior ao do início da série, o que pode indicar uma fase de maturação ou retração do mercado.

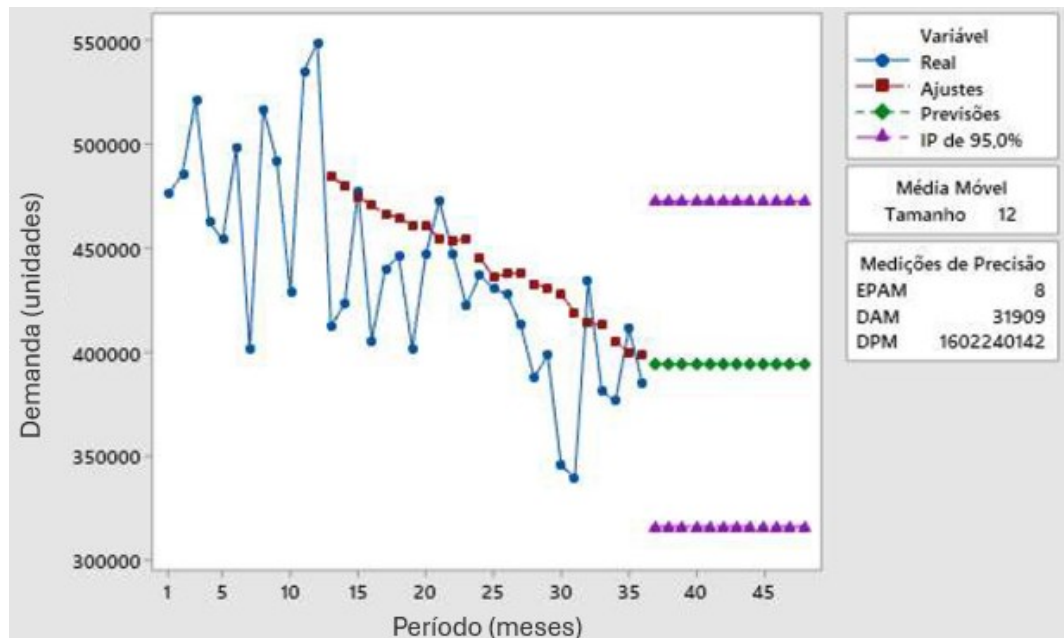
Para aprimorar a precisão na previsão de demanda da empresa, propõe-se a aplicação e análise de cinco métodos distintos de previsão. Os métodos a serem avaliados são i) média móvel simples, com n igual a 12; ii) Suavização exponencial simples, com α igual a 0,24; iii) Suavização exponencial dupla, com α igual a 0,46 e γ igual a 0,009; iv) Método de Winters aditivo, com α , γ e δ iguais a 0,2; v) Método de Winters Multiplicativo, com α , γ e δ iguais a 0,2.

A análise será conduzida comparando o desempenho de cada método com base em métricas estatísticas de erro, como desvio absoluto médio (MAD) e erro percentual absoluto médio (MAPE). O método que apresentar os melhores resultados será recomendado para a implantação na empresa, proporcionando maior confiabilidade na previsão de demanda e aprimorando a tomada de decisão.

4.2.1 Aplicação do método da média móvel simples

A Figura (2) apresenta a previsão de demanda aplicando o modelo da média móvel simples, com n igual a 12, para a categoria de requeijões potes 200g.

Figura 2 – Previsão de demanda com $n = 12$ para requeijões em potes de 200 g



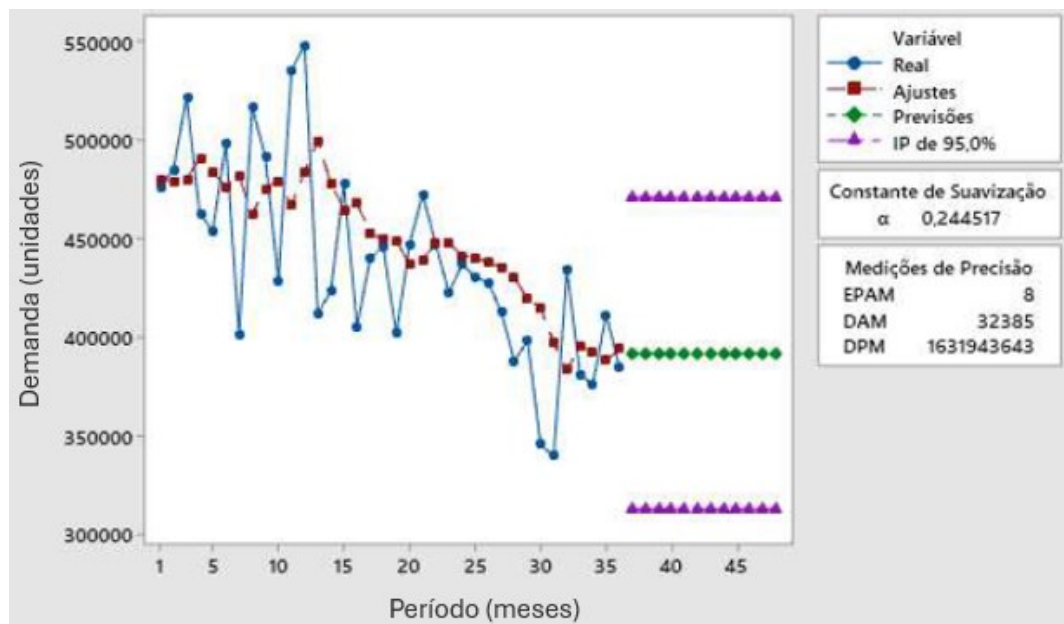
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Observa-se que a curva de previsão de demanda, representada pelos pontos verdes, apresenta valores constantes de 394.339 unidades ao longo dos períodos de 37 a 48. Esse comportamento é característico do modelo de média móvel simples, o qual projeta os próximos valores com base na média dos períodos anteriores, desconsiderando variações sazonais ou tendências. A qualidade das previsões geradas por esse modelo pode ser avaliada por meio das métricas de erro. O MAPE foi de 8 %, indicando uma diferença percentual média considerável entre os valores previstos e os reais. Já o MAD foi de 31909 unidades, reforçando a limitação do modelo em capturar variações mais abruptas na série temporal.

4.2.2 Aplicação do método da suavização exponencial simples

A Figura (3) apresenta a previsão de demanda aplicando o modelo da suavização exponencial simples, com α igual a 0,24, calculado no processo de otimização fornecido pelo Minitab.

Figura 3 – Previsão de demanda com $\alpha = 0,24$ para requieijões em potes de 200 g – Aplicação do método de suavização exponencial simples



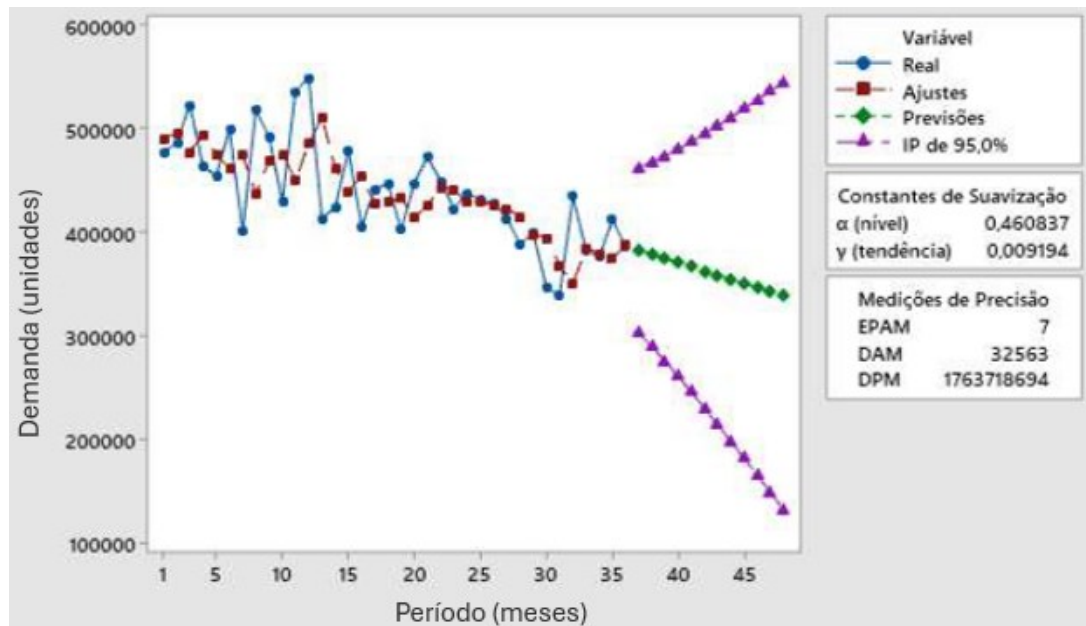
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na Figura 3, apresenta-se a previsão de demanda utilizando o método da suavização exponencial simples com α igual a 0,24. Observa-se que os valores previstos, constantes em 391.901 unidades nos períodos de 37 a 48, acompanham de forma semelhante o comportamento obtido por meio do método da média móvel simples, sugerindo que ambos os métodos resultam em estimativas com tendência parecida ao longo do tempo. Quanto à precisão do modelo, os resultados indicaram um MAPE de 8 % e um MAD de 32385 unidades, refletindo um desempenho moderado na capacidade preditiva do modelo ao longo da série analisada.

4.2.3 Aplicação do método da suavização exponencial dupla

A Figura (4) apresenta a previsão de demanda aplicando o modelo da suavização exponencial dupla, com α igual a 0,46 e γ igual a 0,009, com ambas as constantes calculadas no processo de otimização fornecido pelo Minitab®.

Figura 4 – Previsão de demanda com $\alpha = 0,24$ e $\gamma = 0,009$ – Aplicação do método de suavização exponencial dupla



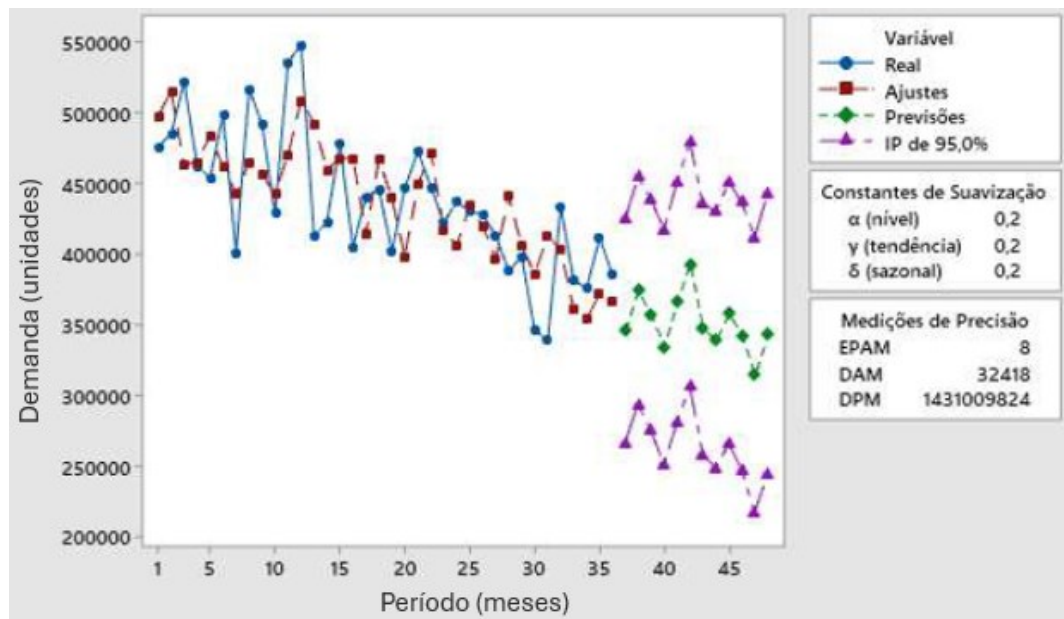
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O gráfico apresenta a previsão de demanda utilizando o método da suavização exponencial dupla, com $\alpha = 0,46$ e $\gamma = 0,009$. As previsões (em verde) indicam uma tendência de queda, refletindo o comportamento observado nos últimos períodos da série histórica. O modelo ajusta-se bem aos dados, com um MAPE de 7 % e MAD de 32563, o que indica boa precisão. A suavização dupla se mostra adequada para capturar tendências, como a queda observada nesta série.

4.2.4 Aplicação do método de Holt-Winters (aditivo)

A Figura (5) apresenta a previsão de demanda aplicando o modelo de Holt-Winters aditivo, com α , γ e δ iguais a 0,2.

Figura 5 – Previsão de demanda com $\alpha = \gamma = \delta = 0,2$ – Método de Holt-Winters aditivo



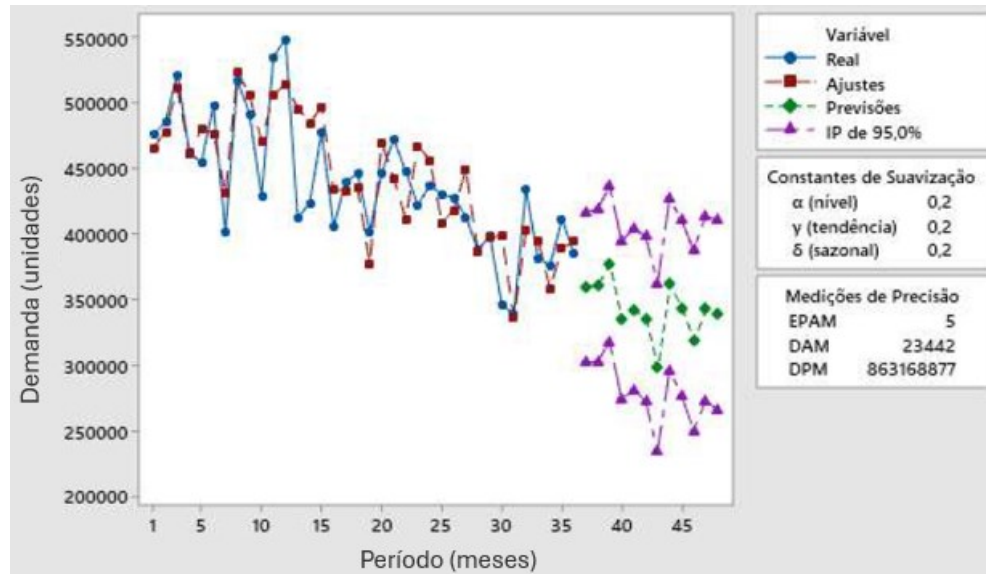
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O gráfico apresenta a previsão de demanda utilizando o método de *Winters* aditivo, com α , γ e δ iguais a 0,2. As previsões (em verde) capturam tanto a tendência de queda quanto o padrão sazonal da série, refletindo o comportamento dos dados reais observados nos últimos períodos. O modelo mostra boa aderência à série histórica, com um MAPE de 8 % e MAD de 32418, o que indica precisão satisfatória. A suavização de Holt-Winters se mostra adequada para séries com tendência e sazonalidade, como é o caso desta demanda.

4.2.5 Aplicação do método de Holt-Winters (multiplicativo)

A Figura (6) apresenta a previsão de demanda aplicando o modelo de Holt-Winters multiplicativo, com α , γ e δ iguais a 0,2 e comprimento sazonal de 12.

Figura 6 – Previsão de demanda com $\alpha = \gamma = \delta = 0,2$ – Método de Holt-Winters multiplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O gráfico apresenta a previsão de demanda utilizando o método de suavização exponencial de Holt-Winters multiplicativo, com $\alpha = 0,2$, $\gamma = 0,2$ e $\delta = 0,2$. As previsões (em verde) indicam uma continuidade da tendência de queda observada nos dados reais, ao mesmo tempo em que refletem uma sazonalidade cuja amplitude diminui proporcionalmente ao nível da série, característica típica do modelo multiplicativo.

O modelo apresenta boa precisão nos ajustes (em vermelho), com um MAPE de 5 % e MAD de 23442 unidades, demonstrando ótimo desempenho na estimativa da demanda histórica.

4.3 Comparação e validação dos modelos de previsão

A Tabela (1) apresenta os valores de erro de previsão obtidos a partir da aplicação de todos os modelos de previsão de demanda, para a categoria de requeijões potes 200g.

Tabela 1 – Comparação dos erros de previsão (MAD e MAPE)

Método	Desvio Absoluto Médio (MAD)	Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)
Média Móvel Simples	31909	8 %
Suavização Exponencial Simples	32385	8 %
Suavização Exponencial Dupla	32564	7 %
Winters (Aditivo)	32418	8 %
Winters (Multiplicativo)	23443	5 %

Fonte: Dados da pesquisa

A tabela apresenta os valores de erro dos principais modelos de previsão, considerando duas métricas: Desvio Absoluto Médio (MAD) e Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE). Os resultados mostram que o método de Holt-Winters multiplicativo apresentou o melhor desempenho entre os modelos avaliados, com o menor MAD (23443) e o menor MAPE (5 %), evidenciando maior precisão na previsão da demanda.

Em contrapartida, os modelos de média móvel simples e suavização exponencial simples tiveram desempenhos semelhantes, ambos com MAPE de 8 % e MAD próximos (31909 e 32385, respectivamente), o que sugere limitações na captura de tendências e padrões sazonais.

A suavização exponencial dupla apresentou o segundo melhor MAPE (7 %), demonstrando boa capacidade para capturar tendências, embora com MAD um pouco superior aos demais (32564).

O modelo Holt-Winters aditivo apresentou desempenho intermediário, com MAPE de 8 %, igual aos modelos mais simples, mas um leve avanço no MAD (32418).

A partir da aplicação e comparação dos métodos de previsão de demanda, identificou-se que o método de Winters multiplicativo apresentou o melhor desempenho para o conjunto de dados analisado, considerando os critérios de ajuste e aderência às séries temporais. Com base nesse modelo, foi gerada a previsão da demanda para os 12 meses seguintes, cujos resultados estão apresentados na Figura 7.

Figura 7 - Previsão de demanda para os 12 meses seguintes – Método de Holt-Winters multiplicativo (modelo final)

Previsões

Período	Previsão	Inferior	Superior
37	359437	302004	416870
38	361076	302744	419409
39	377318	317982	436654
40	334443	274006	394881
41	342485	280853	404117
42	335722	272808	398637
43	298319	234040	362599
44	361938	296217	427660
45	343815	276579	411051
46	318941	250122	387759
47	343004	272540	413468
48	338568	266400	410736

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise do caso em questão, ficou claro que a utilização de métodos quantitativos de previsão de demanda permite realizar previsões precisas sobre as vendas de produtos, o que contribui para o aumento dos lucros da empresa ao reduzir estoques e perdas, além de apoiar nas decisões estratégicas em diversos setores da organização.

O modelo de Holt-Winters multiplicativo se mostrou o mais eficiente na previsão da demanda para requeijões potes 200g, destacando-se com o menor Desvio Absoluto Médio (MAD) de 23443 e o menor Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE) de 5 %. Os resultados obtidos são valiosos para a empresa, pois possibilitam a adoção do modelo mais preciso, aprimorando o planejamento de demanda, produção e distribuição. Este estudo também contribui para a prática ao oferecer uma análise comparativa dos métodos de previsão, sendo útil para a escolha de modelos baseados em características de desempenho.

Apesar dos resultados, o estudo apresenta algumas limitações, como o fato de ter sido focado apenas em uma categoria de produto (requeijões potes 200g), o que restringe a generalização dos resultados.

Para trabalhos futuros, seria interessante expandir a análise para outras categorias de produtos, explorando diferentes características de demanda. Também seria válido incorporar técnicas mais avançadas de previsão, como redes neurais e algoritmos de aprendizado de máquina, para avaliar se esses modelos podem superar os métodos tradicionais.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. F.; SILVA, M. C. **Previsão de demanda: métodos qualitativos e quantitativos**. São Paulo: Atlas, 2005.
- BABBIE, E. R. **The basics of social research**. 7. ed. Boston: Cengage Learning, 2016.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BRYMAN, A. **Social research methods**. 5. ed. New York: Oxford University Press, 2016.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- CRESWELL, J. W. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4. ed. Los Angeles: Sage Publications, 2014.
- FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Produção da Agropecuária. Disponível em: < <https://www.fao.org/3/cc2211en/cc2211en.pdf> >. Acesso em: 04 mai. 2023.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO, F. M. **Planejamento e Controle da Produção – Dos Fundamentos ao Essencial**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção da Pecuária Municipal 2023. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74#resultado> >. Acesso em: 16 nov. 2024.
- FISHER, M. L. **What is the right supply chain for your product?** *Harvard Business Review*, v. 75, n. 2, p. 105-116, 1997.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- GONÇALVES, P. F.; OLIVEIRA, J. F. **Modelos de Previsão de Demanda: Uma Abordagem Integrada**. São Paulo: Saraiva, 2012.
- HOLT, C. C. **Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted averages**. *ONR Memorandum*, n. 52, Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, USA, 1957.
- JOHNSON, P.; SMITH, A. **Qualitative forecasting: a survey**. *International Journal of Management Reviews*, v. 10, n. 3, p. 199-223, 2008.
- KOTLER, P; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson, 2012.
- LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 357 p.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: Methods and Applications**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998. 642 p.

- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1998.
- MELO, D. C.; ALCÂNTARA, R. L. C. **A gestão da demanda em cadeias de suprimentos: uma abordagem além da previsão de vendas**. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 809- 824, 2011.
- MENTZER, J. T.; MOON, M. A. **Understanding Demand**. *Supply Chain Management Review*, v. 8, p. 38-45, 2004.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para Implementação de Sistemas de Previsão de Demanda**. 2000. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2000.
- PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. **Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda: técnicas e estudo de caso**. *Prod.*, v. 11, n. 1, p. 43-64, jun. 2001.
- PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva. Técnicas para análise de indústria e da Concorrência**. 1980.
- RUSCHEL, L. P.; WERNER, L.; LEMOS, F. O. **Previsão de demanda de novos produtos: aplicação integrada de métodos quantitativos e qualitativos**. Paraná: Enegep, 2007.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- STEVENSON, W. J. **Operations Management**. 12. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.
- SCHWARTZMAN, S. **Pesquisa acadêmica, pesquisa básica e pesquisa aplicada em duas comunidades científicas**, 1979. Disponível em:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YT34zzm5KDkJ:www.schwartzman.org.br/simon/acad_ap.htm+&cd=1&hl=pt-BR &ct=clnk&gl=br. Acesso em: 09 nov. 2023.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007.
- WINTERS, P. R. **Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages**. *Management Science*, v. 6, n. 3, p. 324-342, 1960.