



MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA APLICADOS A UMA EMPRESA DO SETOR AGRÍCOLA

Alisson Maragno Cavalheiro (Universidade de Caxias do Sul- UCS)
amcavalheiro@ucs.br @ucs.br

Gabriel Pasqual Bernardi (Universidade de Caxias do Sul - UCS)
gpbernardi@ucs.br @ucs.br

Leandro Luis Corso (Universidade de Caxias do Sul - UCS)
llcorso@ucs.br

Resumo

Objetivando tornar as empresas mais competitivas, é importante utilizar técnicas capazes de avaliar o seu histórico de dados. A previsão de demanda se destaca com um conjunto de modelos capazes de auxiliar planejamento das empresas, uma vez que pode trazer informações do histórico e também realizar projeções futuras. No presente trabalho foram aplicados os métodos de média móvel simples, ponderada, suavização exponencial e as técnicas considerando efeitos sazonais aditivos e multiplicativos para os três produtos da área agrícola. Os resultados mostraram o potencial dos métodos para auxiliar nos presentes dados. Ao mesmo tempo, foi capaz de realizar um detalhamento e explicação o motivo da escolha de cada método para cada produto analisado. Para dois dos produtos, o método suavização exponencial foi o que apresentou o melhor resultado, para o terceiro produto, a média móvel ponderada de quatro períodos foi capaz de trazer os melhores resultados.

Palavras-Chaves: Previsão de Demanda, Setor Agrícola, Séries Temporais.

1. Introdução

A prática de prever demandas, seja de produtos prontos ou matéria-prima, pode ser considerada de grande importância para as organizações. A natureza da demanda pode ser a mais variada, sendo na previsão de peças para uma linha produtiva, recursos para áreas financeiras ou mesmo na área comercial ligada às vendas.

Com o aumento da competitividade industrial, cada forma de tornar o negócio mais rentável e eficiente aumenta as chances de sucesso no ambiente. E nesse cenário mais competitivo, onde melhorias podem trazer vantagens frente aos concorrentes, a previsão de demanda torna-se um diferencial para antecipar cenários futuros (VERÍSSIMO et al., 2012). Aumentar o uso

dessas técnicas pode trazer uma elevação geral na qualidade das operações industriais modernas, avançando a indústria em direção a uma maior qualidade.

O presente trabalho busca aplicar diferentes metodologias matemáticas quantitativas, utilizando o MS-Excel®, para prever as quantidades requeridas de três equipamentos agrícolas. Esse processo visa melhorar a assertividade do departamento de suprimentos da empresa na aquisição de materiais. Além dos claros benefícios na geração de valores para prever as vendas de produtos, o conhecimento da projeção de vendas permite às empresas conhecer melhor seu mercado e suas movimentações, podendo trazer uma grande vantagem estratégica para a tomada de decisão industrial.

Os dados apresentados ao longo do desenvolvimento foram extraídos a partir de um banco de dados da empresa, coletados ao longo de quatro anos (2019 - 2022), e tiveram seus nomes estrategicamente alterados, entretanto, sem descaracterização nos valores apresentados.

2. Referencial teórico

Na presente seção são abordados os conceitos de previsão de demanda e também descrever os métodos utilizados no presente trabalho.

2.1. Previsão de demanda

A previsão da demanda é a prática de, por meio de técnicas escolhidas, antever quantidades de um produto ou serviço, podendo ou não ser baseada em informações passadas. Prever as demandas com antecedência proporciona a disponibilidade de recursos em quantidade, qualidade e momento corretos (DEZORDI; SILVA; RIBEIRO, 2019).

Na busca por meios de gerar uma previsão de demanda assertiva, é comum optarmos por técnicas qualitativas, que está ligada diretamente ao “*feeling*” do analista, por técnicas quantitativas, que está relacionado diretamente ao método matemático, ou uma mescla de ambas as técnicas. Embora também tenham validade, os métodos qualitativos, que se baseiam na opinião de especialistas, tendem a apresentar mais possibilidade de apresentar erros, dadas as possíveis predisposições individuais (MENTZER; COX, 1997).

Os métodos quantitativos são baseados em análises de séries temporais, ou seja, tomam posse de uma base histórica de acontecimentos e se apropriam de informações de sazonalidade e tendência para gerar relações e identificar padrões na geração da demanda para, assim, poder prevê-la. Podem ser citados como exemplos de métodos de previsão de demanda pela análise

de séries temporais as médias móveis (simples e ponderada), suavização exponencial simples e os métodos de Holt-Winters (aditivo e multiplicativo) (MANCUSO; WERNER, 2014).

2.2. Média móvel simples

Esse método é utilizado para calcular uma média dos últimos n períodos da série temporal analisada. O número n de períodos a serem utilizados para a média podem ser arbitrados e é possível esboçar modelos diferentes, considerando períodos maiores ou menores para obtenção de uma calibração do modelo para cada série temporal utilizada. Quanto maior o número de períodos passados utilizados no cálculo, maior a suavização das variações aleatórias e menor a sensibilidade do modelo a mudanças de patamar nas vendas, caso venha a ocorrer (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2006).

O modelo de Média Móvel Simples (MMS) deve ser utilizado onde haja maior irregularidade na série de dados e parâmetros como tendência e sazonalidade não possam ser definidos (MAKRIDAKIS et al., 1998). Sendo assim, o modelo é limitado a itens onde o mercado não tenha grande variação e mutabilidade.

2.3. Média móvel ponderada

A Média Móvel Ponderada (MMP) pode ser caracterizada com uma versão da MMS. A utilização desse método permite que sejam atribuídos pesos aos valores históricos de vendas que são analisados (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2006).

Quando atribuídos os pesos, embora possam assumir valores distintos e com sua soma igual a um, os mesmos não podem ser arbitrários. Esses pesos consideram que os valores da demanda nos períodos mais próximos ao atual, são considerados mais importantes para essa definição das estimativas (PEINADO; GRAEMI, 2007). Entretanto, cabe a utilização de otimização para encontrar os pesos ideais de cada parâmetro que somados chegarão em 100% (Kiril Nikolaev, 2022).

2.4. Suavização exponencial simples

O modelo de suavização exponencial simples tem melhor aplicação em séries de dados onde não haja tendência significativa ao longo do tempo (ALVES et al., 2019). O método se utiliza do valor previsto para o período anterior ao analisado, agregado ao erro entre as demandas real e prevista para o período anterior multiplicado por uma constante de amortecimento alfa, que deve estar entre zero e um (GAITHER; FRAZIER, 2002).

O valor atribuído a constante alfa só conta com uma limitação de amplitude, podendo ser ajustado de forma arbitral. O melhor valor a ser atribuído pode ser avaliado por meio de alguma comparação, como por exemplo o MAE (Mean absolute error).

2.5. Winters para efeitos sazonais aditivos e multiplicativos

O método de previsão de Winters considera a série histórica de dados e analisa mais de um parâmetro para gerar uma previsão com resultados mais plausíveis, dependendo, é claro, do conjunto de dados utilizado. Este modelo apresenta uma melhor utilização nas séries de dados onde se verifica a ocorrência de tendência linear, além de um componente de sazonalidade (PELLEGRINI, 2000).

A aplicação desse método é possível por meio de planilhas eletrônicas e ferramentas de análise linear, para assim estimar os valores ótimos para os coeficientes alfa (para nível), beta (para tendência) e gama (para sazonalidade) para otimização dos problemas, que significa a diminuição do erro na previsão (PEINADO; GRAEML, 2007).

O modelo de Winters se divide em dois grupos distintos: aditivo e multiplicativo. No modelo aditivo, há constância na amplitude do coeficiente de sazonalidade. Já no modelo multiplicativo há um aumento ou diminuição da amplitude em relação ao tempo (PELLEGRINI, 2000).

3. Metodologia

O presente trabalho pode ser caracterizado por uma abordagem quantitativa de natureza aplicada, dada a utilização de coleta e tratamento de dados, buscando a otimização da previsão da quantidade demandada para os três produtos elencados para a análise.

Os dados utilizados foram coletados junto a uma empresa do ramo de venda de produtos agrícolas. Os valores reunidos foram as quantidades de produtos vendidos por essa empresa. A periodicidade de variação dos dados é mensal, indo de janeiro de 2019 até dezembro do ano de 2022.

Para obter os resultados foram utilizadas as técnicas de média móvel simples, ponderada, suavização exponencial e as técnicas considerando efeitos sazonais aditivos e multiplicativos para os três produtos. A avaliação dos resultados para decisão do modelo mais eficiente se deu com a utilização do MAE (*Mean absolute error*), visto que este é relacionado diretamente com a assertividade dos modelos.

4. Discussão e resultados

Para que se pudesse analisar o efeito da previsão da demanda, utilizaram-se os métodos matemáticos: MMS com 2 e 4 períodos, MMP com 2 e 4 períodos, Suavização Exponencial, Efeito Sazonal Aditivo e Multiplicativo.

4.1. Comparação dos resultados

Conforme resultados relacionados na tabela 1, é possível identificar os valores do MAE de cada um dos produtos analisados para cada um dos métodos de previsão.

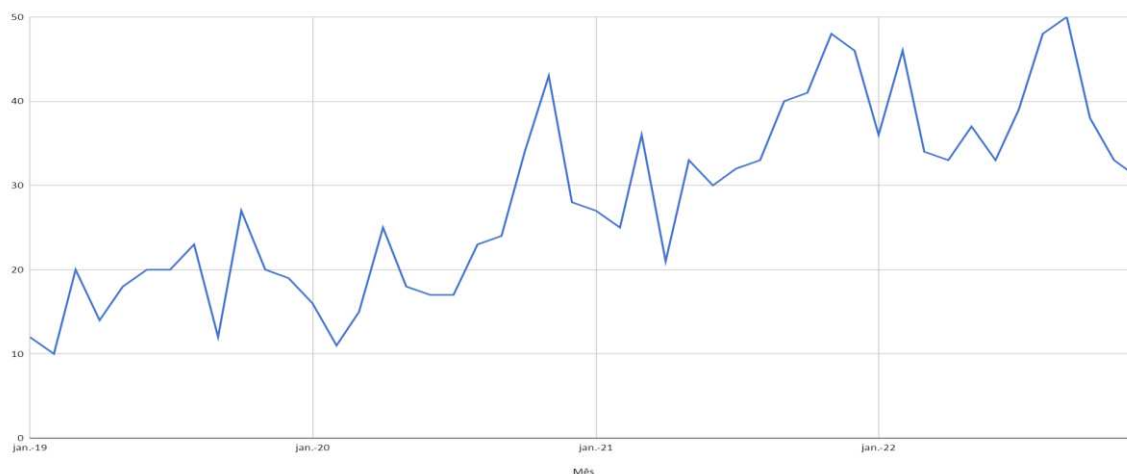
Tabela 1 - Erros absolutos médio de cada método aplicado

Método de previsão	MAE Produto 01	MAE Produto 02	MAE Produto 03
Média Móvel Simples 2P	47,08	209,86	239,63
Média Móvel Simples 4P	52,52	202,79	257,78
Média Móvel Ponderada 2P	46,29	209,85	229,40
Média Móvel Ponderada 4P	45,25	197,51	204,13
Suavização Exponencial	45,07	186,23	217,78
Winters- Efeito Sazonal Aditivo	61,13	335,86	369,73
Winters- Efeito Sazonal Multiplicativo	86,17	327,52	369,73

Fonte: Os autores (2023)

Quando é se avalia o comportamento do produto 1 ao longo do período, é possível ver que há uma sazonalidade pouco significativa na quantidade vendida. Esse tipo de comportamento explica o melhor resultado do método da suavização exponencial, utilizando a constante de amortecimento para compensação das variações nos valores. O comportamento da variação das quantidades vendidas é apresentado na Figura 1.

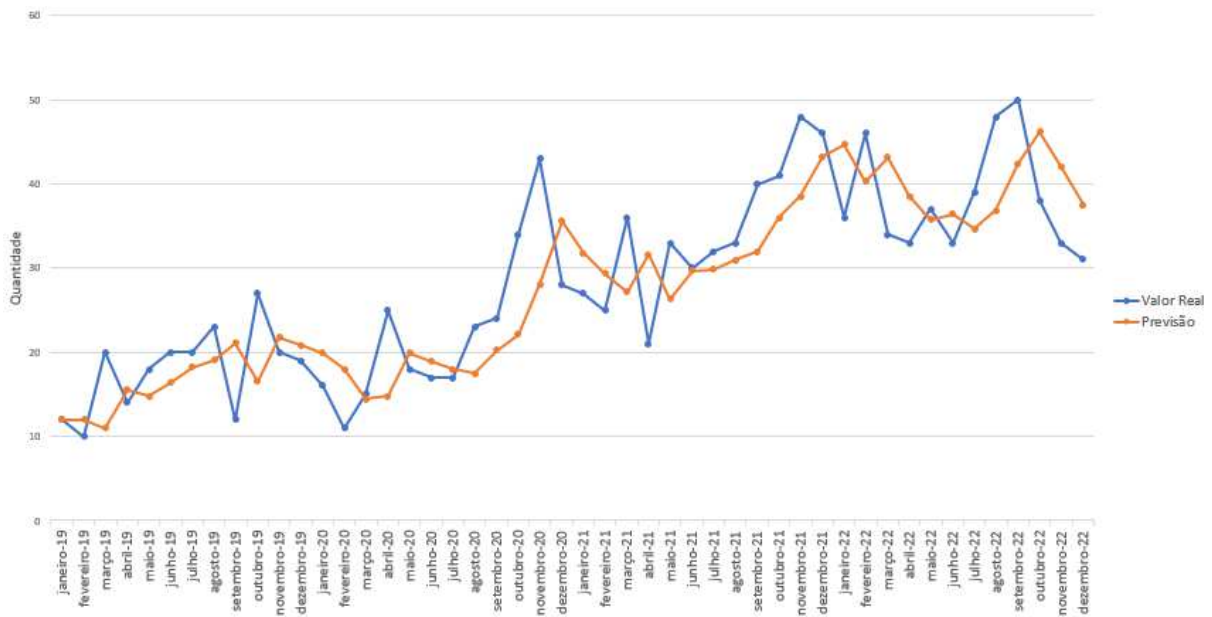
Figura 1 - Dados de vendas do produto 1



Fonte: Os autores (2023).

O melhor desempenho na previsão das quantidades do primeiro produto analisado pode ser observado na figura 2, onde são apresentadas as duas linhas que representam os dados reais registrados para o período, juntamente com os dados previstos pelo método de suavização exponencial.

Figura 2 - Aplicação de suavização exponencial no primeiro produto

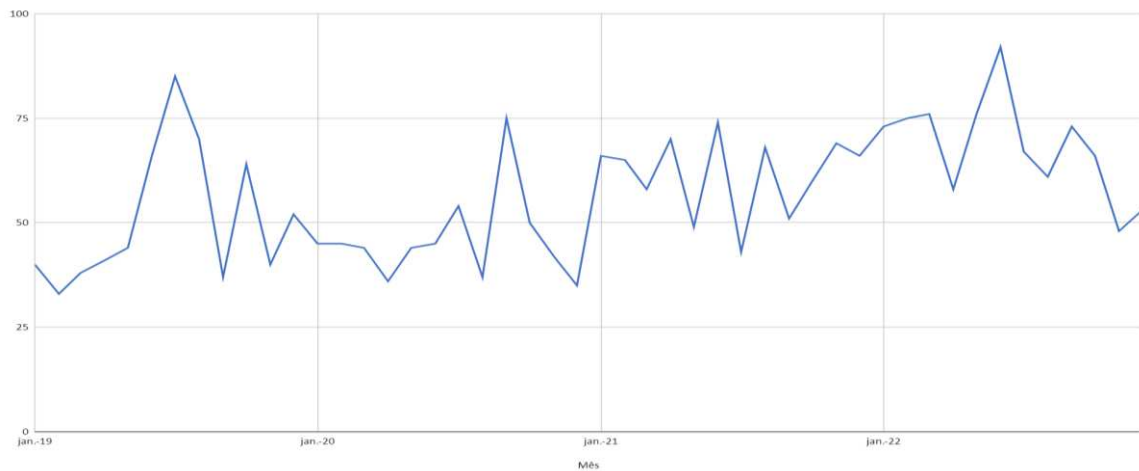


Fonte: Os autores (2023)

Quando é analisado o comportamento das vendas do segundo produto ao longo do período, na figura 3, é possível identificar características semelhantes às do primeiro produto verificado. A falta de uma sazonalidade bem definida ao longo do tempo beneficia o método da suavização exponencial, que apresentou o menor MAE também para o segundo produto.

Esse fato também explica os altos índices de erro dos métodos de Winters, que consideram os efeitos aditivos e multiplicativos, apresentados na tabela 1.

Figura 3 - Dados de vendas do Produto 2

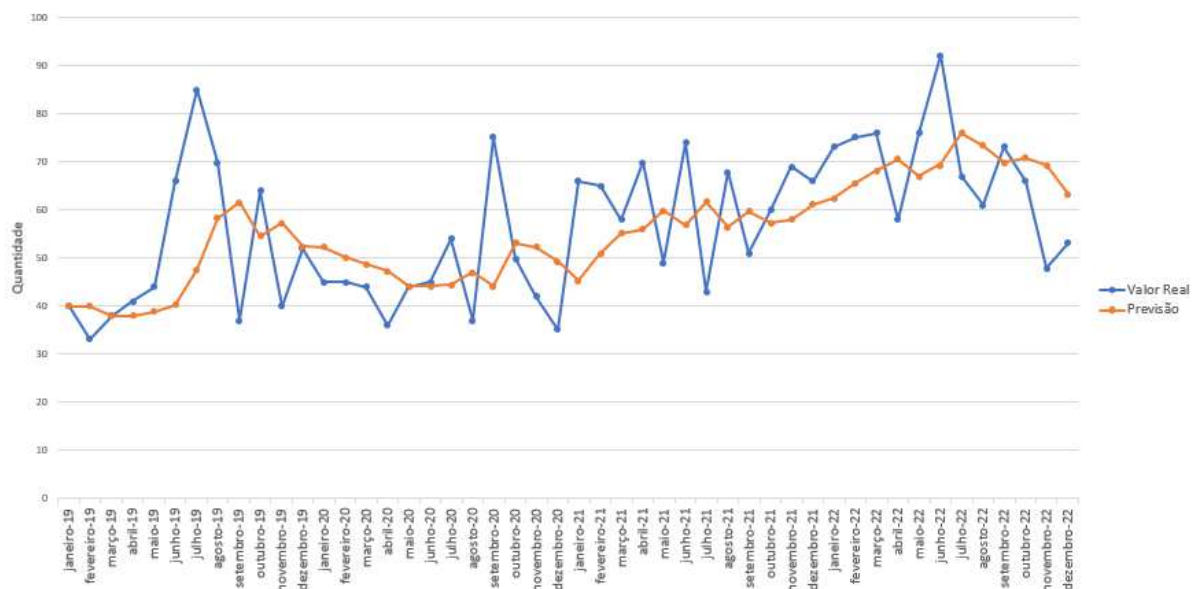


Fonte: Os autores (2023)

A representação dos valores da previsão gerada pelo método da suavização exponencial em comparação com os valores reais registrados é apresentada na figura 4.

O perfil apresentado pelos valores mostrados no gráfico é semelhante aos apresentados na figura 2. Porém, para o caso do segundo produto, onde há maior amplitude entre os pontos máximos e mínimos, o valor do MAE é maior do que o apresentado no primeiro caso, sendo 45,07 para o primeiro produto e 186,23 no segundo.

Figura 4 - Aplicação de suavização exponencial no segundo produto

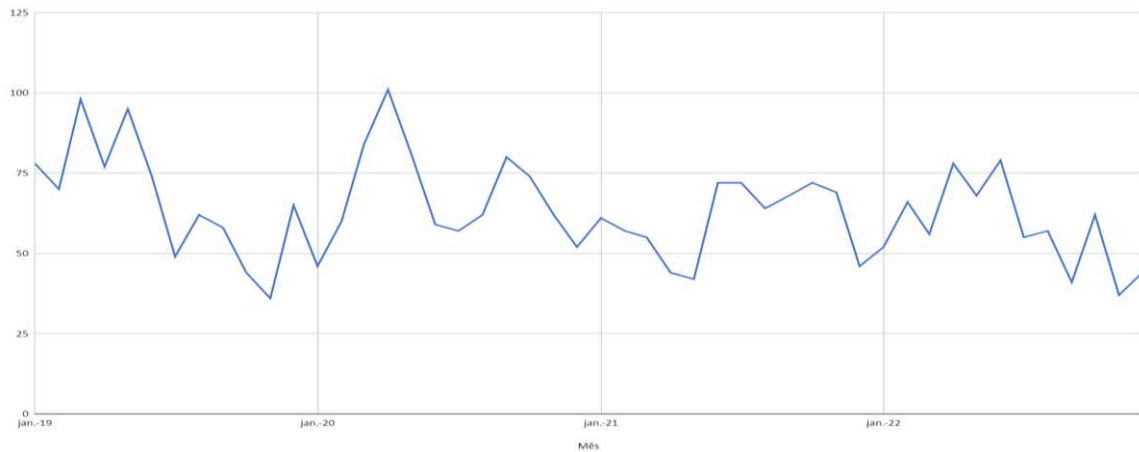


Fonte: Os autores (2023)

Quando analisado o comportamento das vendas do terceiro produto ao longo do período, mostrado na figura 5, é possível perceber a falta de sazonalidade bem definida, comportamento este também verificado nos dois produtos anteriormente citados.

Neste caso, o método que gerou as melhores previsões para o terceiro perfil de vendas foi a MMP considerando quatro períodos. É possível atribuir o maior sucesso desse método ao fato de que o mesmo não considera o comportamento sazonal e atribui pesos aos valores históricos, descartando um possível ruído gerado pelo processamento sazonal.

Figura 5 - Dados de vendas do produto 3

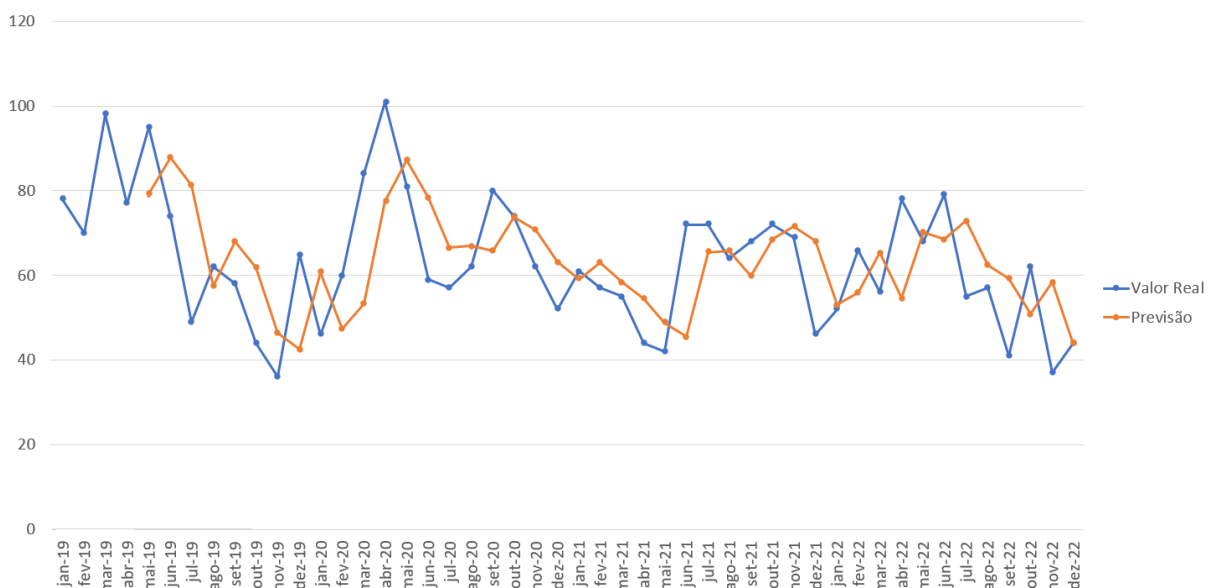


Fonte: Os autores (2023)

Os valores gerados pela aplicação da MMP considerando quatro períodos, juntamente com os valores reais, são apresentados na figura 6.

É possível verificar a existência dos primeiros quatro pontos gerados com valor nulo. Essa situação é apresentada visto que o método utiliza como base os quatro períodos anteriores ao atual para gerar um valor previsto. Os primeiros pontos não têm uma base anterior, e por isso, tem seu valor de previsão zerado.

Figura 6 - Média móvel ponderada 4P no terceiro produto



Fonte: Os autores (2023)

5. Conclusão

O objetivo do presente trabalho foi a comparação entre os métodos disponíveis e difundidos atualmente. Os métodos utilizados foram MMS e MMP, suavização exponencial e os modelos de Winters, aditivo e multiplicativo. O resultado mensurado neste artigo foi o erro absoluto médio, sendo que, para este, quanto menor o valor, melhor é o resultado da previsão.

Foi possível perceber que todos os modelos utilizados geraram resultados aceitáveis e se aproximaram do valor real de vendas dos três produtos elencados. Ao verificar um comportamento sazonal nas vendas, o mais comum seria supor que os melhores resultados seriam gerados pelos modelos de Winters. Embora fosse possível fazer essa livre associação, os menores índices de erro foram gerados utilizando o método de suavização exponencial para os produtos 1 e 2 analisados.

Para o terceiro produto analisado, o método que gerou o menor índice de erro foi a média móvel ponderada utilizando quatro períodos. Isso pode ser explicado dada a natureza dos volumes de vendas deste produto. A sazonalidade do produto 3 é pouco definida, o que pode explicar o erro absoluto médio maior utilizando os métodos de Winters.

Para utilizar um modelo mais eficiente de previsão, é possível combinar os métodos e adaptar seu uso de acordo com cada tipo de produto. Sendo assim, para os produtos 1 e 2 propõe-se o uso da suavização exponencial para previsão de demanda, e para o produto 3, o método elencado é o da MMP considerando 4 períodos. Dessa forma, é possível gerar informações sobre os volumes de venda de cada produto ao longo do tempo, assim, a empresa pode utilizar as informações para gerar uma mais logística eficiente, mantendo o volume de estoques o mais adequado possível.

6. Referências bibliográficas

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ ERP: Conceitos, uso e implementação**. 4. ed. 9. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006.

DEZORDI, B.; SILVA, M. M. D. da.; RIBEIRO, R. P. **Previsão da demanda no ConformSim utilizando simulação de Monte Carlo**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 39. 2019, Santos, Anais... Santos: ENEGEP, 2019, p. 1-10.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo Thomson, 2002.

MAKRIDAKIS, S. G.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: methods and applications**. 3. ed. New York: John Willey & Sons, 1998. 642 p.

MANCUSO, A. C. B.; WERNER, L. **Estudo dos métodos de previsão de demanda aplicado em uma empresa de auditorias médicas**. Revista Ingeniería Industrial, Concepción, Chile, v. 01, n. 13, p. 99-111, 2014.

MENTZER, J. T & COX JR., J. E. **Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques**. Journal of Forecasting, v. 3, n1, p. 27-37, jan. 1997.

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. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

VERÍSSIMO, A. J., ALVES, C. C., HENNING, E., AMARAL, C.E. & CRUZ, A.C. **Métodos Estatísticos de Suavização Exponencial Holt-Winters para Previsão de Demanda em uma Empresa do Setor Metal Mecânico** - Gestão Industrial, 8, p.154-171, 2012.