

Uma análise comparativa de técnicas de previsão de demanda: um estudo de caso em uma fábrica de gelo

Marcelo Carneiro Gonçalves, Breno Trautwein Neto, Gabriel de Souza Dreher, Raison Rodrigues F. Alves

Resumo: A previsão de demanda é um recurso essencial em um sistema de produção para o correto, ideal e adequado planejamento de uma organização visto que é um indicador variável de extrema relevância no controle e na coordenação da capacidade produtiva. Além disso, este parâmetro facilita e contribui diretamente em algumas definições e decisões corporativas visando o planejamento a longo, médio e curto prazo. Isto posto, este trabalho acadêmico apresenta como finalidade a realização da previsão de demanda em uma empresa de produção de gelo. Após efetuada a coleta de dados, foram aplicados alguns métodos de previsão de demanda assim como seus erros absolutos médios com o intuito de verificar qual apresentaria uma previsão mais coerente e precisa, realizando, portanto, à comparação entre métodos buscando agregar valor e gerar impacto contribuindo para com a organização.

Palavras chave: Previsão de Demanda; Métodos de Previsão; Demanda; Planejamento e Controle da Produção;

A comparative analysis of demand forecasting techniques: a case study in an ice factory

Abstract: Demand forecasting is an essential tool in a production system for correct, ideal and appropriate planning of an organization as it is a highly relevant variable indicator in controlling and coordinating production capacity. In addition, this parameter facilitates and directly contributes to some corporate definitions and decisions aimed at long, medium and short term planning. That said, this academic paper lays out the demand forecasting in an ice production company. After data collection, demand forecasting methods were applied as well as their average absolute errors in order to verify which would present a more coherent and accurate forecast, thus comparing methods seeking to add value and generate positive impact contributing towards the organization.

Keywords: Demand Forecasting; Forecasting methods; Demand; Planning and production control.

1. Introdução

Este relatório apresenta como objetivo, através de dados reais de uma organização, a utilização das técnicas de Planejamento e Controle da Produção buscando colocar em prática o estudo sobre Previsão de Demanda presentes na literatura. Para alcance do objetivo, foi realizado os seguintes passos: analisar a importância da previsão de demanda em um sistema de produção; executar e aplicar os métodos e modelos de previsão de demanda; observar previsões de demanda futuras buscando atingir e obter um desvio/erro absoluto reduzido para contribuir com os estudos assim como para com a empresa estudada. Ao término do estudo foi possível identificar a técnica adequada para sugestão para a empresa considerando o menor erro médio absoluto entre as técnicas baseadas em séries temporais com e sem tendências analisadas.

2. Referencial teórico

A área de Previsão de Demanda da grande área da engenharia de produção de Planejamento e Controle da Produção tem como finalidade a utilização das técnicas de Planejamento e

Controle da Produção em uma empresa com o intuito de que sejam verificados e executados conceitos presentes na literatura assim como técnicas e métodos, observando e analisando o ambiente de uma organização real (GALINDO & GONÇALVES, 2019).

O PCP, Planejamento e Controle da Produção, funciona como um setor de apoio à produção. Esta é a região ponderada pela organização e aplicabilidade dos recursos produtivos com o intuito de atingir e alcançar os planos empresariais pré-estabelecidos (PEINADO; GRAEML, 2007).

A Previsão de Demanda no Planejamento e Controle da Produção (PCP) fundamenta-se no fato que dados históricos simbolizam e representam resultados futuros. É de interesse para as intuições uma aplicação de previsão de demanda adequada e correta já que esta permite que os superiores da empresa analisem e prevejam futuras possíveis produções e realizem providências relevantes para gerá-las (CONSUL; WERNER, 2010).

Para Ritzman e Krajewski (2004), as previsões são essenciais para determinar quais recursos são relevantes, a programação dos recursos presentes e também para serem adquiridos recursos adicionais, complementares e necessários para a organização. Dessa maneira, realizá-las, seria avaliar e calcular possíveis demandas futuras por produtos e serviços assim como recursos necessários para a produção.

A partir disso, foi definido uma organização real de grande porte para examinar as peculiaridades já estudadas. Isto posto, a empresa escolhida foi a Urso Polar, especializada no ramo de fabricação de gelo.

3. Metodologia

3.1 Descrição do estabelecimento

A Urso Polar é uma empresa fundada em 1992 especializada no ramo de pacotes de gelos buscando atender eventos, postos de gasolina, estabelecimentos, restaurantes, festas e entre outros interesses do cliente.

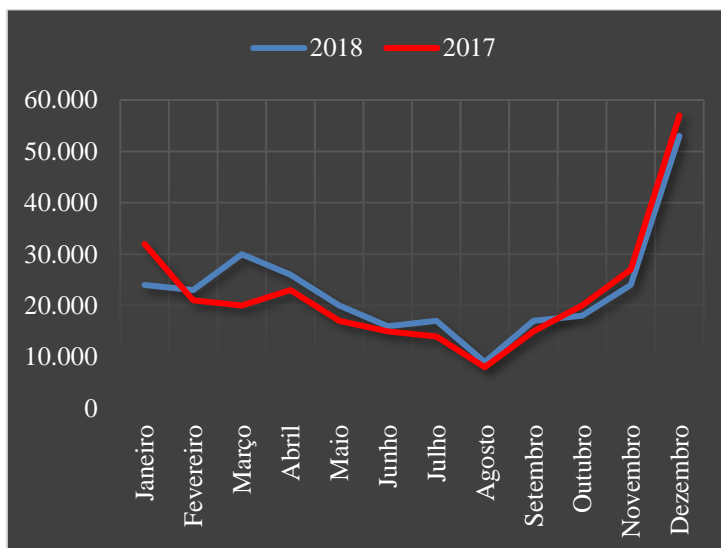
3.2 Levantamento dos dados de demanda dos últimos dois anos

Após conversas com representantes da empresa Urso Polar, obteve-se os dados de demanda dos anos de 2017 e 2018. Estes estão apresentados a seguir, sendo analisados os números de pacotes de gelo vendidos) assim como suas frequências individuais e acumuladas.

Mês/2018	Demanda 2018	Mês/2017	Demanda 2017
jan/18	24.000	jan/17	32.000
fev/18	23.000	fev/17	21.000
mar/18	30.000	mar/17	20.000
abr/18	26.000	abr/17	23.000
mai/18	20.000	mai/17	17.000
jun/18	16.000	jun/17	15.000
jul/18	17.000	jul/17	14.000
ago/18	9.000	ago/17	8.000
set/18	17.000	set/17	15.000
out/18	18.000	out/17	20.000

nov/18	24.000	nov/17	27.000
dez/18	53.000	dez/17	57.000
Total	277.000	Total	269.000

Fonte: Os autores, 2019
Tabela 1- Demanda Mensal 2018 e 2017



Fonte: Os autores, 2019
Figura 1- Comparação da Demanda Mensal de Gelo nos anos de 2018 e 2017

	Ordenando a demanda mensal	Frequência Individual	Frequência Acumulada
dez/18	53.000	19%	19%
mar/18	30.000	11%	30%
abr/18	26.000	9%	39%
jan/18	24.000	9%	48%
nov/18	24.000	9%	57%
fev/18	23.000	8%	65%
mai/18	20.000	7%	72%
out/18	18.000	6%	79%
jul/18	17.000	6%	85%
set/18	17.000	6%	91%
jun/18	16.000	6%	97%
ago/18	9.000	3%	100%
Total	277.000	100%	-

Fonte: Os autores, 2019
Tabela 2- Ordem da Demanda Mensal e Frequências Individuais/Acumuladas 2018

	Ordenando a demanda	Frequência Individual	Frequência Acumulada
dez/17	57.000	21%	21%
jan/17	32.000	12%	33%
nov/17	27.000	10%	43%
abr/17	23.000	9%	52%
fev/17	21.000	8%	59%
mar/17	20.000	7%	67%
out/17	20.000	7%	74%
mai/17	17.000	6%	81%
jun/17	15.000	6%	86%
set/17	15.000	6%	92%
jul/17	14.000	5%	97%
ago/17	8.000	3%	100%
Total	269.000	100%	-

Fonte: Os autores, 2019

Tabela 3- Ordem da Demanda Mensal e Frequências Individuais/Acumuladas 2017

Considerando que a empresa Urso Polar não apresenta diversos itens/produtos não é necessário e eficaz fazer a Curva ABC já que não seria possível comparar diferentes materiais.

4. Análise comparativa das técnicas de previsão de demanda

4.1 Aplicação de técnicas de séries temporais

Segundo Tubino (2009), a previsão de demanda é a variável mais significativa em um sistema de produção, principalmente, quando se trata de procedimentos de Planejamento e Controle da Produção (PCP). Para ele, para ser elaborado um modelo de previsão de demanda é essencial seguir cinco etapas: estabelecer o objetivo do modelo; executar a coleta e análise de dados; selecionar a técnica de previsão; obter as previsões e por fim, realizar o monitoramento do modelo.

Em seu livro “Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica”, Tubino (2009) apresenta três técnicas de previsão de demanda. Estas são expostas a seguir juntamente aos seus formulários:

1. Média Móvel Simples (MMS) : $M_{m_n} = \sum_{t=1}^n \frac{D_t}{n}$
2. Média Móvel Ponderada (MMP): $M_{m_{pn}} = \sum_{t=1}^n w_t \times D_t$ com w_T pré-estabelecido.
3. Média Exponencial Móvel (MEM): $M_T = M_{T-1} + \alpha (D_{T-1} - M_{T-1})$ com $0 \leq \alpha \leq 1$.

Tendo em vista os dados da empresa Urso Polar dos anos de 2017 e 2018, foram aplicadas as três técnicas com o objetivo de apurar qual seria a mais precisa e coerente com o intuito de determinar uma previsão de demanda futura mais exata para o ano de 2019.

Primeiramente, foi realizada a técnica da Média Exponencial Móvel também como de seu erro absoluto com o intuito de definir qual alpha utilizado acarretaria no menor erro, ou seja, em busca de uma maior exatidão nos dados.

Data	Demanda	MMS	MAP	MMP	MAD	MEM($\alpha=1$)	MAD
jan/17	32000	-	-	-	-	32000	0
fev/17	21000	-	-	-	-	32000	11000
mar/17	20000	26500	6500	-	-	21000	1000
abr/17	23000	20500	2500	22700	300	20000	3000
mai/17	17000	21500	4500	21700	4700	23000	6000
jun/17	15000	20000	5000	19400	4400	17000	2000
jul/17	14000	16000	2000	17200	3200	15000	1000
ago/17	8000	14500	6500	14900	6900	14000	6000
set/17	15000	11000	4000	11200	3800	8000	7000
out/17	20000	11500	8500	12700	7300	15000	5000
nov/17	27000	17500	9500	16100	10900	20000	7000
dez/17	57000	23500	33500	22500	34500	27000	30000
jan/18	24000	42000	18000	40600	16600	57000	33000
fev/18	23000	40500	17500	34500	11500	24000	1000
mar/18	30000	23500	6500	30100	100	23000	7000
abr/18	26000	26500	500	26700	700	30000	4000
mai/18	20000	28000	8000	26600	6600	26000	6000
jun/18	16000	23000	7000	23800	7800	20000	4000
jul/18	17000	18000	1000	19200	2200	16000	1000
ago/18	9000	16500	7500	17300	8300	17000	8000
set/18	17000	13000	4000	12800	4200	9000	8000
out/18	18000	13000	5000	14600	3400	17000	1000
nov/18	24000	17500	6500	15900	8100	18000	6000
dez/18	53000	21000	32000	20800	32200	24000	29000
jan/19	-	38500	-	37300	-	53000	-
Média			8909,091		8461,905		8130,435

Fonte: Os autores, 2019

Tabela 6-Comparação Geral das Técnicas de Previsão de Demanda

Após a aplicação destas e também o cálculo de seus erros absolutos, é possível afirmar que, para a Média Exponencial Móvel o alpha mais adequado é 1 já que este apresenta o menor erro absoluto médio (MAD). Além disso, é considerável dizer que a variação da demanda para janeiro/2019 utilizando os três diferentes métodos é bastante significativa visto que na Média Móvel Simples foi de 38.500 produtos, para a Média Móvel Ponderada foi de 37.300 produtos e para a Média Exponencial Móvel foi de 53.000 produtos.

4.2 Aplicação de técnicas de tendência e sazonalidades

Para Houry (2011), a tendência retrata o deslocamento da demanda para o futuro, ou seja, a tendência é o movimento gradual em longo prazo da demanda. Segundo Tubino (2009), a

determinação da previsão acontece através de uma equação que retrata o movimento (deslocamento) da demanda a partir e com o auxílio de dados passados.

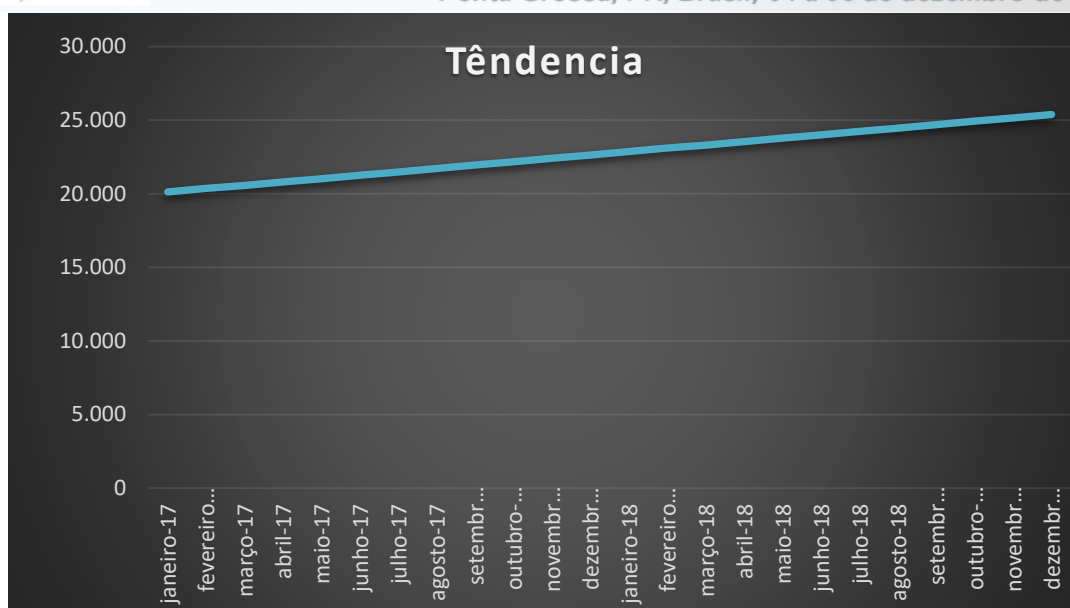
Já a sazonalidade são variações que ocorrem em intervalos constantes, com isso, afirma-se que existem razões para a ocorrência assim como para as repetições destas variações podendo ser anual, mensal, semanal ou até mesmo diário, dependendo da circunstância, do produto e entre outros ideais. Essa sazonalidade é determinada em quantidade ou porcentagem, onde é possível observar que a demanda sofre desvios dos valores médios e comuns do natural dela (TUBINO, 2009).

Com base nos dados da empresa, foi verificado a existência de tendência e sazonalidade.

	Demanda Real	Tendência	ISIintervalo	Previsão (S+T)
janeiro-17	32.000	20.124	1,2	24418,1
fevereiro-17	21.000	20.358	1,0	19408,0
março-17	20.000	20.568	1,1	22282,7
abril-17	23.000	20.801	1,1	22084,7
maio-17	17.000	21.027	0,8	16857,1
junho-17	15.000	21.260	0,7	14280,2
julho-17	14.000	21.486	0,7	14431,8
agosto-17	8.000	21.719	0,4	8000,1
setembro-17	15.000	21.953	0,7	15220,8
outubro-17	20.000	22.178	0,8	18260,5
novembro-17	27.000	22.411	1,1	24765,2
dezembro-17	57.000	22.637	2,4	53953,1
janeiro-18	24.000	22.870	1,2	27750,0
fevereiro-18	23.000	23.104	1,0	22025,9
março-18	30.000	23.314	1,1	25257,7
abril-18	26.000	23.547	1,1	25000,2
maio-18	20.000	23.773	0,8	19058,6
junho-18	16.000	24.006	0,7	16124,7
julho-18	17.000	24.232	0,7	16276,3
agosto-18	9.000	24.465	0,4	9011,6
setembro-18	17.000	24.699	0,7	17124,7
outubro-18	18.000	24.924	0,8	20521,5
novembro-18	24.000	25.157	1,1	27799,7
dezembro-18	53.000	25.383	2,4	60498,0

Fonte: Os autores, 2019

Tabela 7-Tendência e Previsão (sazonalidade+tendencia)



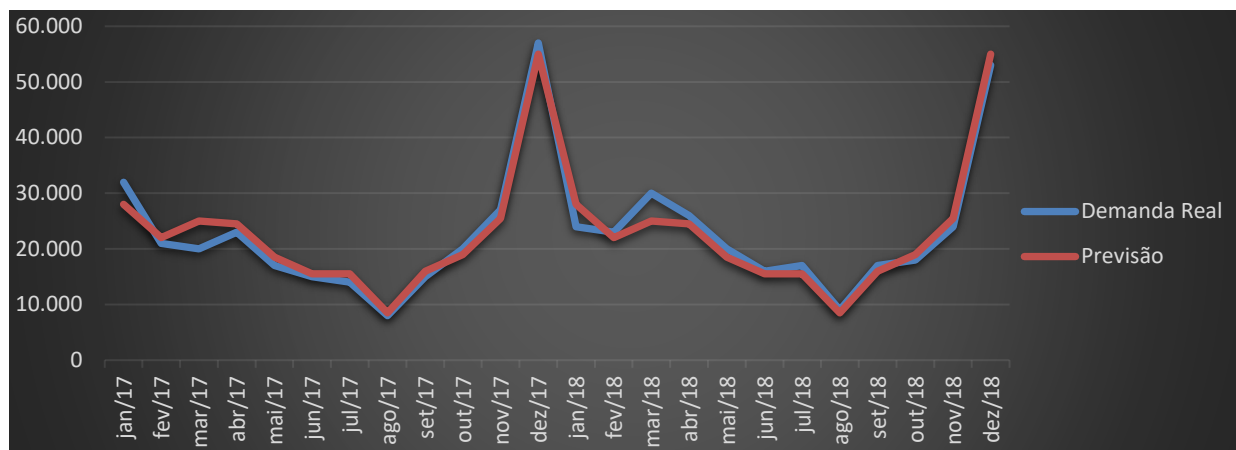
Fonte: Os autores, 2019

Figura 2- Tendências de Demanda

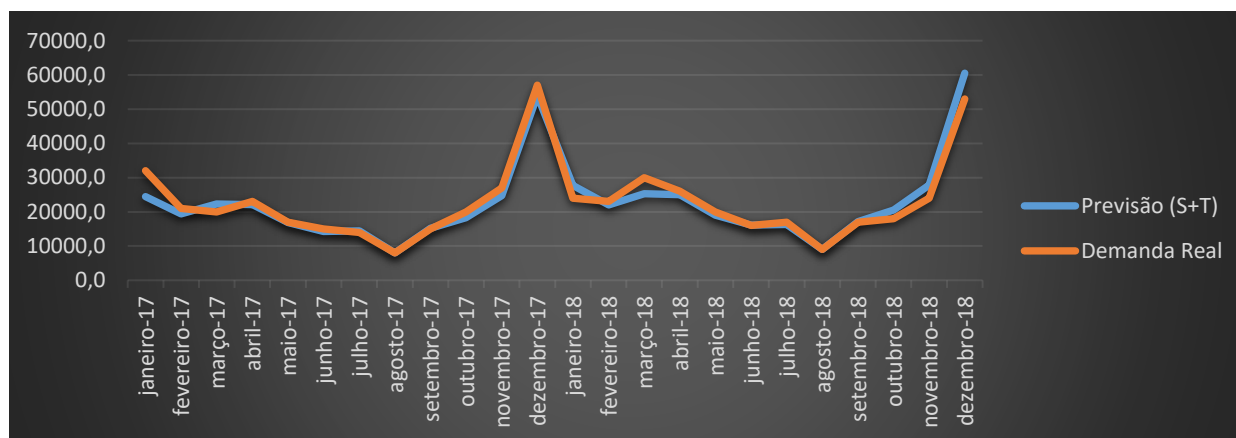
	Demanda Real	MCM 12	MCMn	ISI	ISI intervalo	Previsão	Desvio Absoluto
jan/17	32.000	-	23.076	1,4	1,2	28.000	4.000
fev/17	21.000	-	23.076	0,9	1,0	22.000	1.000
mar/17	20.000	-	23.076	0,9	1,1	25.000	5.000
abr/17	23.000	-	23.076	1,0	1,1	24.500	1.500
mai/17	17.000	-	23.076	0,7	0,8	18.500	1.500
jun/17	15.000	-	23.076	0,7	0,7	15.500	500
jul/17	14.000	22.083	23.076	0,6	0,7	15.500	1.500
ago/17	8.000	21.833	23.076	0,3	0,4	8.500	500
set/17	15.000	22.333	23.076	0,7	0,7	16.000	1.000
out/17	20.000	22.875	23.076	0,9	0,8	19.000	1.000
nov/17	27.000	23.125	23.076	1,2	1,1	25.500	1.500
dez/17	57.000	23.292	23.076	2,5	2,4	55.000	2.000
jan/18	24.000	23.458	23.076	1,0	1,2	28.000	4.000
fev/18	23.000	23.625	23.076	1,0	1,0	22.000	1.000
mar/18	30.000	23.750	23.076	1,3	1,1	25.000	5.000
abr/18	26.000	23.750	23.076	1,1	1,1	24.500	1.500
mai/18	20.000	23.542	23.076	0,9	0,8	18.500	1.500
jun/18	16.000	23.250	23.076	0,7	0,7	15.500	500
jul/18	17.000	-	23.076	0,7	0,7	15.500	1.500
ago/18	9.000	-	23.076	0,4	0,4	8.500	500

set/18	17.000	-	23.076	0,7	0,7	16.000	1.000
out/18	18.000	-	23.076	0,8	0,8	19.000	1.000
nov/18	24.000	-	23.076	1,0	1,1	25.500	1.500
dez/18	53.000	-	23.076	2,3	2,4	55.000	2.000

Fonte: Os autores, 2019
Tabela 8-Sazonalidades



Fonte: Os autores, 2019
Figura 3-Sazonalidade



Fonte: Os autores, 2019
Figura 4- Previsão(Sazonalidade+Tendencia)

Com base na análise dos gráficos pode-se afirmar que há existência de tendência e também de sazonalidade.

a) Apresenta Tendência de crescimento: podemos notar ao observar a Figura 2 que a tendência para os próximos anos é de que as demandas sejam ainda maiores para o produto já que se apresenta um gráfico em crescimento.

b) Apresenta Demanda Sazonal: é possível notar que o consumo tende a crescer entre outubro e janeiro. Depois desse período podemos observar uma queda justamente quando a temperatura tende a diminuir, ou seja, consumo elevado durante o verão e baixo durante o inverno. Vale acrescentar que, ao conversar com o representante da organização, ele afirma que datas como shows e festas de grande porte facilitam e contribuem para com as vendas em todos os períodos.

4.3 Cálculo do MAD para a escolha da técnica de previsão adequada

De acordo com Mentzer e Bienstock (1998), o MAD (Erro Absoluto Médio) compreende o distanciamento médio das previsões em relação aos valores observados, estabelecendo a média dos erros da previsão. Assim sendo, seu ideal é igual ou o mais próximo a zero.

A partir disso, usando o formulário: $\sum_{t=1}^n \frac{(D_T - P_T)}{n}$ para o cálculo deste erro, foi realizado-o buscando definir qual das três técnicas é a mais ideal e precisa para a empresa Urso Polar.

Data	Demanda	MM	<u>MAD</u>	MMD	<u>MAD</u>	MEM	<u>MAD</u>
jan/17	32000	-	-	-	-	32000	0
fev/17	21000	-	-	-	-	32000	11000
mar/17	20000	26500	6500	-	-	21000	1000
abr/17	23000	20500	2500	22700	300	20000	3000
mai/17	17000	21500	4500	21700	4700	23000	6000
jun/17	15000	20000	5000	19400	4400	17000	2000
jul/17	14000	16000	2000	17200	3200	15000	1000
ago/17	8000	14500	6500	14900	6900	14000	6000
set/17	15000	11000	4000	11200	3800	8000	7000
out/17	20000	11500	8500	12700	7300	15000	5000
nov/17	27000	17500	9500	16100	10900	20000	7000
dez/17	57000	23500	33500	22500	34500	27000	30000
jan/18	24000	42000	18000	40600	16600	57000	33000
fev/18	23000	40500	17500	34500	11500	24000	1000
mar/18	30000	23500	6500	30100	100	23000	7000
abr/18	26000	26500	500	26700	700	30000	4000
mai/18	20000	28000	8000	26600	6600	26000	6000
jun/18	16000	23000	7000	23800	7800	20000	4000
jul/18	17000	18000	1000	19200	2200	16000	1000
ago/18	9000	16500	7500	17300	8300	17000	8000
set/18	17000	13000	4000	12800	4200	9000	8000
out/18	18000	13000	5000	14600	3400	17000	1000
nov/18	24000	17500	6500	15900	8100	18000	6000
dez/18	53000	21000	32000	20800	32200	24000	29000
jan/19	-	38500	-	37300	-	53000	-
Média			8909,091		8461,905		8130,435

Fonte: Os autores, 2019

Tabela 9-Comparação dos Cálculos dos MAD's das Técnicas de Previsão de Demanda

Após a aplicação das técnicas de previsão de demanda assim como o cálculo do MAD (Erro Absoluto Médio) de cada uma das técnicas trabalhadas, é possível ressaltar os devidos erros percentuais para cada um dos métodos:

- | | |
|---|-------------|
| 1. Média Móvel Simples-(n=2) | Erro%= 39% |
| 2. Média Móvel Ponderada ($w_1=0,5$; $w_2=0,3$, $w_3=0,2$)- | Erro%= 37% |
| 3. Média Exponencial Móvel($\alpha=1$)- | Erro%= 36% |
| 4. Tendência- | Erro%= 34% |
| 5. Sazonalidade- | Erro%= 7,7% |
| 6. Sazonalidade com Tendência- | Erro%= 8,6% |

Determinou-se que o método da Sazonalidade é o que apresenta, neste caso, maior precisão e exatidão visto que este retrata o menor erro percentual e também o menor MAD (Erro absoluto médio). Assim sendo, para a empresa em questão aplicar previsões futuras, o modelo de previsão Sazonalidade forneceria previsões acuradas e mais corretas do que as outras apresentadas.

5 Considerações finais

Após uma análise dos dados coletados, aplicação destes nas técnicas estudadas e conversas com representantes da empresa, foi destacado pela equipe que a empresa apresenta demanda sazonal e também tendências visto que durante o verão as pessoas compram com mais frequência estes produtos. Além disso, após realizar os métodos e técnicas: Média Móvel Simples, Média Móvel Ponderada, Média Móvel Exponencial, Tendência, Sazonalidade e Sazonalidade com Tendência e também seus devidos MAD's (Erros absolutos médios) e erros percentuais, é possível destacar que a técnica: Sazonalidade, entre as citadas, é a mais precisa e correta a ser aplicada caso a empresa deseje ter previsões futuras em seu estabelecimento já que o erro percentual (7,7%) e erros absolutos médios (MAD=1750) são menores, ou seja, são mais adequados e coerentes para a empresa Urso Polar e uma previsão de demanda mais cuidadosa, correta e certa. Além disso, como foi exibido na Figura 3 que representa o comportamento da aplicação deste método, a previsão é muito aproximada da demanda real apresentada com isso evidencia o estudo realizado.

Sendo assim, pode-se afirmar que o estudo comparativo das técnicas de previsão da demanda permitiu definir qual técnica deve ser empregada para se obter projeções mais confiáveis da demanda do produto estudado. Além disso, é possível de se afirmar que ficaram claros e perceptíveis os princípios e diferenciações das técnicas de Planejamento e Controle da Produção assim como a utilização destas e o manuseio das mesmas.

Referências

GALINDO, A. R. G.; GONÇALVES, M. C. Aplicação de Métodos Baseado em Séries Temporais de Previsão de Demanda em uma Empresa do Setor Pet Shop. In: **Encontro Mineiro de Engenharia de Produção**, 2019, Viçosa/MG.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Ed. Bookman. 1999. Porto Alegre.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas S. A., 2009.

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

KHOURY, Felipe; Raupp, Fernanda. **Minimização de custos de produção via programação inteira mista: Estudo de caso de planejamento de produção de luminárias**. 2011. Rio de Janeiro.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWESKI, L. J. **Administração da Produção e operações**. Traduzido por Roberto Galman. Revisado por Carlos Eduardo Mariano da Silva. São Paulo: Perarson Prentice Hall, 2004.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

MENTZER, J. T.; BIENSTOCK, C. C. **Sales Forecasting Management**. California: Sage, 1998.

CONSUL, F. B.; e WERNER, L.; **Avaliação de técnicas de previsão de demanda utilizadas por um software de gerenciamento de estoques no setor farmacêutico**. XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção (ENEGEP). São Paulo- SP. 2010. Disponível em: > http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_740_15746.pdf< Acessado em: 05/09/2019.

BLOCK, N. C. S.; BOMBANA, G, A.; TESSAROLO, P. H. F.; FERREIRA, J.; e ROCHA, R.P; **Previsão de demanda: Uma análise em uma empresa de equipamentos agrícolas**. XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial (EIPA). Campo Mourão-PR. 2017. Disponível em: >http://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/1/1-07.pdf< Acessado em: 05/09/2019.

COSTA, I. S.; BRAGA, A. A. P.; FERREIRA, C. A. P.; e NEGRÃO, L. L. L.; **Aplicação dos Métodos de Previsão de Demanda em uma Hamburgueria**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). São Paulo- SP. 2017. Disponível em: > http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_378_32977.pdf< Acessado em: 05/09/2019.

SILVA, F. H. L.; OLIVEIRA, M. M.; LIMA, R. A. A.; RODRIGUES, L. M. S.; e ASSIS, L. F.; **Estudo sobre métodos de previsão de demanda em uma indústria de laticínios da cidade de Sousa-PB**. XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). São Paulo- SP. 2017. Disponível em: > http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_319_30207.pdf < Acessado em: 05/09/2019.