

DEMAND FORECAST: WINTER MODEL APPLIED TO AN ASPHALT EMULSION INDUSTRY

PREVISÃO DA DEMANDA: MODELO WINTER APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE EMULSÃO ASFÁLTICA

Ricardo Marques Braga^{1,2}✉

¹Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Contagem, Minas Gerais, Brasil

²Centro Universitário UNA, Contagem, Minas Gerais, Brasil

✉ rimbraga@gmail.com

Recebido: 09 maio 2019 / Aceito: 24 junho 2019 / Publicado: 11 julho 2019

ABSTRACT. Predicting the future is not an easy task, but it is an important one. The strive for excellence in the execution of activities inside organizations makes the planning and control of production seek efficiency and effectiveness in the selection of equipment, methods and processes when manufacturing a product. This means that the waste that exists throughout the production process, such as excess inventory, overproduction, waiting time and so on, must be minimized. Demand forecasting is therefore a good ally of planning, making organizations more competitive. This paper aims to apply the "Winter Model" demand forecasting method in an asphalt emulsion company. In the methodology, a qualitative study was used, having as a method the case study, with documents consultations and interview. As a result of the study, it was possible to apply the Winter model, which concludes that the model is not indicated for the company's context, since the SA parameter values resulted outside the tolerance level allowed by the model.

Keywords: forecast demand; Winter model; time series

RESUMO. Prever o futuro não é uma tarefa fácil, mas é uma tarefa importante. A corrida pela excelência na execução das atividades nas organizações, faz com que o planejamento e controle da produção busque eficiência e eficácia na escolha dos equipamentos, métodos e processos para fabricação de um produto. Isso significa que é preciso reduzir ao máximo os desperdícios que existem ao longo do processo produtivo, tais como estoque em excesso, superprodução, tempo de espera, entre outros. A previsão da demanda, portanto, é um bom aliado ao planejamento, tornando as organizações mais competitivas. Este artigo realiza a aplicação do método de previsão de demanda "Modelo de Winter" em uma empresa de emulsão asfáltica. Na metodologia foi utilizado um estudo qualitativo tendo como método o estudo de caso, com consultas documentais e entrevista. Como resultado do estudo foi possível aplicar o modelo de Winter que conclui a não indicação do modelo de Winter para o contexto da empresa, pois os valores do parâmetro sinal de acompanhamento resultaram fora da tolerância permitida pelo modelo.

Palavras-chave: previsão demanda; modelo de Winter; series temporais.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a malha rodoviária é o principal meio de escoamento da produção nacional, uma vez que o transporte rodoviário é o mais utilizado dentre os demais. Para tanto a



infraestrutura das estradas é muito precária e investimentos são necessários para tornar o país mais competitivo. A maior parte das estradas pavimentadas são feitas com revestimento asfáltico. A emulsão asfáltica é um produto alternativo utilizado na pavimentação, e é composto por asfalto, emulsificantes e água.

Sabendo da necessidade de ampliação da malha rodoviária, assim como sua manutenção, a indústria de emulsão asfáltica precisa estar pronta para atender seus clientes, e que em sua grande maioria trata-se de entes da administração pública.

É neste contexto que a boa gestão da demanda terá impacto no planejamento e controle da produção (PCP), cuja função consiste em realizar as previsões de consumo, planejar os recursos de forma a otimizar sua utilização e controlar todo o processo produtivo desde a entrada de insumo até a saída do produto final, com o objetivo de garantir o fluxo contínuo dos recursos reduzindo os desperdícios ao longo da cadeia produtiva. A previsão de demanda é um ponto de partida para estas decisões, sendo que devem ser realizadas também sob a ótica de quem vai utilizá-la. As técnicas de previsão dependem de fatores como disponibilidade dos dados, horizonte de previsão, e outros que devem ser considerados pelo pesquisador (BARBIERI; MACHLINE, 2006).

O presente artigo aborda o conceito de previsão da demanda e sua importância no planejamento da produção. Dados históricos de vendas de uma indústria de emulsão asfáltica são analisados por meio de abordagem baseada em séries temporais, e posteriormente é aplicado o modelo de previsão conhecido como modelo de Winter, fazendo-se algumas considerações a respeito dos resultados obtidos. Como resultado foi possível aplicar o modelo de Winter na organização, mas conclui-se que não é o mais indicado para o contexto, pois os valores do parâmetro sinal de acompanhamento (SA) resultaram fora da tolerância permitida pelo modelo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO – PCP

O sistema de produção (SP) consiste na transformação da matéria prima em produto semiacabado e/ou acabado (LOBO; SILVA, 2014), e segundo Fernandes e Godinho Filho

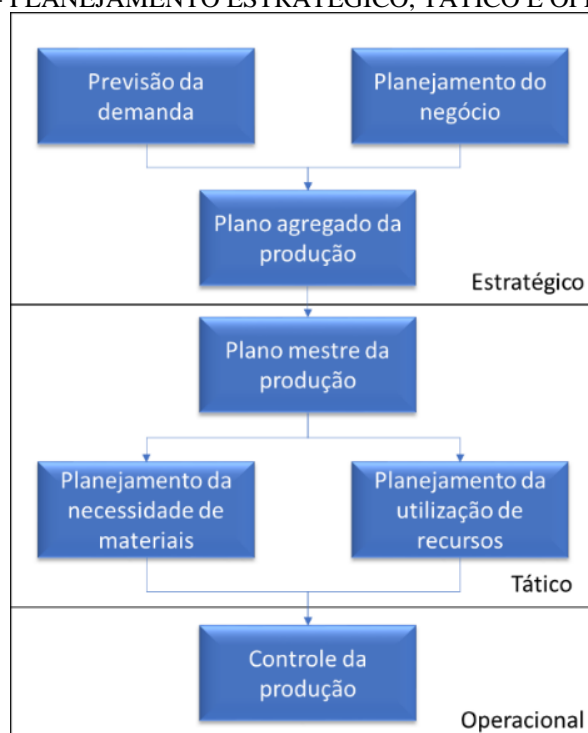


(2010, p. 1) este sistema é “eficaz se o (s) objetivo (s) é (são) de fato atingido (s); eficiente se os recursos são utilizados da melhor forma possível, ou seja, sem desperdícios; é efetivo se for simultaneamente eficaz e eficiente”.

De acordo com Chiavenato (2008) o planejamento e controle da produção auxilia a organização de forma efetiva quando consegue otimizar todo o processo produtivo. O PCP definirá “o que, quanto e quando produzir; comprar e entregar; além de quem e/ou como produzir” (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010, p. 8). Essas decisões são feitas baseadas em previsões e é aconselhável que seja feito com antecedência.

A previsão da demanda, de acordo com o Arnold (2014, p. 213) “é um prelúdio do planejamento”; para o autor é importante prever as condições futuras antes mesmo de realizar o planejamento. Bezerra (2013), por sua vez, menciona a previsão da demanda como parte fundamental do planejamento estratégico de produção (Figura 1). Por meio da previsão da demanda é possível planejar com mais precisão e como consequência conseguir a redução de custo e desperdício, e também garantir a qualidade e prazo.

FIGURA 1- PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, TÁTICO E OPERACIONAL



FONTE: ADAPTADO DE BEZERRA (2013)



2.2 PREVISÃO DE DEMANDA

De acordo com Narasimhan (1995 apud FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010, p. 17), “previsão é a arte de especificar informações significantes sobre o futuro”, e o seu objetivo é satisfazer a demandas futuras. Essa informação é de interesse para o PCP porque este precisa garantir a disponibilidade dos recursos de trabalho e equipamento de acordo com a necessidade futura (ARNOLD, 2014). A previsão de demanda não impacta um único setor, mas é a “base para todo o planejamento da cadeia de suprimentos” (CHOPRA; MEINDL, 2011, p. 188).

Existem fatores que influenciam a demanda de produtos ou serviços, destaca Arnold (2014), tais como: tipo de negócio, condições econômicas, fatores competitivos, tendências de mercado, política da empresa, entre outros.

Três focos diferentes, segundo Arnold (2014), são aplicáveis à previsão da demanda: plano estratégico de negócios (longo prazo), planejamento da produção (médio prazo) e *master production sheduling* (curto prazo), descritos como:

Plano estratégico de negócios: “está relacionado com mercados gerais e com a orientação da economia em um período que abrange os próximos dois a dez anos” (ARNOLD, 2014, p. 215). Com uma visão a longo prazo, este tipo de planejamento realiza a previsão da necessidade de compra que depende de um *lead time* mais longo, tais como novas instalações, novos produtos e novos equipamentos (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Planejamento da produção: “se relaciona com a atividade de produção em um período de um a três anos” (ARNOLD, 2014, p. 215). O autor ainda complementa, o foco são os grupos ou famílias de produto e não itens individuais, e os recursos como orçamento, mão de obra, suprimento e estoque devem ser planejados e revistos mensalmente.

Master production sheduling (MPS): “está relacionado com atividade de produção em um período que se estende do momento atual até alguns meses à frente” (ARNOLD, 2014, p. 215), são previsões para itens individuais, e necessitam ser revistos semanalmente.



Quanto mais os setores de marketing/vendas e produção cooperarem entre si, mais assertiva será a previsão; o trabalho em conjunto minimiza os erros inerentes da previsão de demanda (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

2.2.1 Princípios das previsões

Arnold (2014) afirma que os métodos de previsão de demanda apresentam alguns princípios comuns, sendo eles:

- As previsões são imprecisas, ou seja, a previsão da demanda não é isenta de erros;
- Cada previsão deverá incluir uma estimativa de erro;
- As previsões são mais precisas para famílias ou grupos;
- As previsões são mais precisas para períodos de curto prazo. E ainda, acrescenta Chopra e Meindl (2011), quanto mais longo for o prazo maior é a incerteza da previsão, ou seja, as previsões de longo prazo possuem “maior desvio padrão de erro em relação à média”.

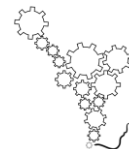
2.2.2 Erro de previsão

Conforme abordado por Arnold (2014), o erro é inevitável ao prever demandas futuras. Erro de previsão consiste na diferença entre a demanda real e a demanda prevista, e este erro deve ser medido e analisado.

De acordo com Peinado e Graeml (2007, p.342), a amplitude do erro deve ser mensurada e analisada, sendo que esta “indica o tamanho da variação aleatória”. Se a amplitude for muito alta, provavelmente o método aplicado não é o indicado para a demanda analisada. Ainda, de acordo com Corrêa e Corrêa (2007), existem diferentes formas de medir e acompanhar estes erros: desvio absoluto, desvio médio absoluto, desvio padrão, tendência de viés, entre outros.

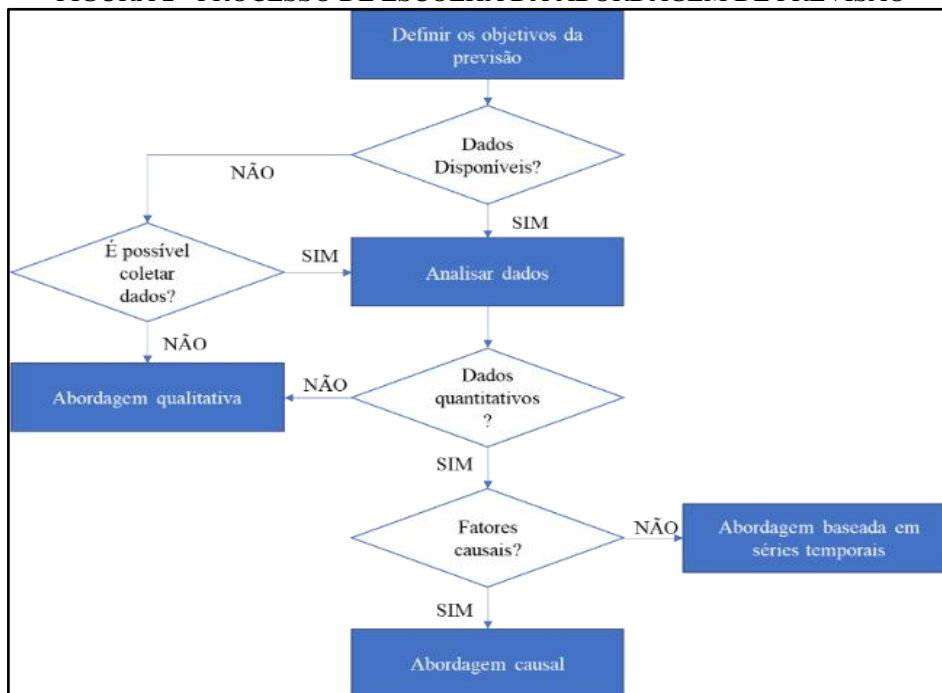
2.2.3 Etapas do processo de previsão

Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), cinco etapas são seguidas na tomada de decisão em relação a qual método utilizar. As etapas são:



- I- Entender o objetivo da previsão;
- II- Selecionar o tipo de abordagem (Figura 2);
- III- Escolher o método (Quadro 1) e estimar os parâmetros;
- IV- Realizar a própria previsão para n períodos futuros;
- V- Analisar o resultado da previsão.

FIGURA 2 - PROCESSO DE ESCOLHA DA ABORDAGEM DE PREVISÃO



FONTE: ADAPTADO DE SPPIDER E BULFIN (1997) APUD FERNANDES E GODINHO FILHO (2010)

QUADRO 1 – MÉTODOS DE PREVISÃO

Abordagem de Previsão	Métodos de Previsão
Abordagem qualitativa	Consenso do comitê executivo
	Pesquisa de Mercado
	Pesquisa de Clientes
	Delphi
Abordagem causal	Análise de regressão
	Sistema simultâneos
	Simulação
Abordagem de Séries Temporais	Média móvel (simples e ponderada)
	Suavização exponencial
	Modelo de Holt
	Modelo de Winter

FONTE: ADAPTADO DE FERNANDES E GODINHO FILHO (2010)

De acordo com o Quadro 1, as abordagens da previsão são descritas como:



Abordagem qualitativa: de natureza subjetiva, está fundamentada em opinião, intuição e discernimento (ARNOLD, 2014). É utilizado quando os dados históricos são poucos, inexistentes ou são apenas de caráter qualitativo (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Abordagem causal: a previsão da demanda está “altamente relacionada a certos fatores no ambiente” (CHOPRA; MEINDL, 2011, p. 190). O ambiente é a variável independente (economia, taxa de juros, etc.) e o produto ou serviço é a variável dependente (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

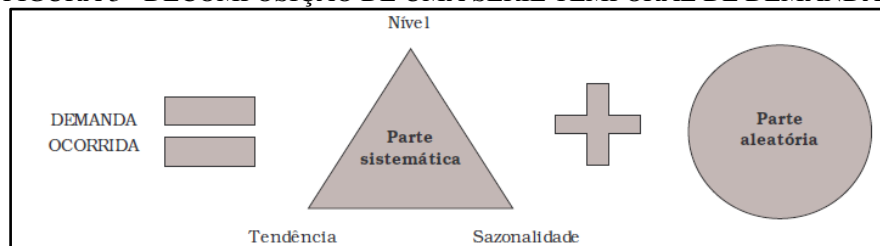
Abordagem de séries temporais: utiliza dados históricos de vendas disponíveis na organização. As “séries temporais são uma forma de organizar no tempo as informações quantitativas” (ANTUNES; CARDOSO, 2015, p. 566), e são de simples implementação quando o padrão da demanda não varia de forma brusca de um ano para o outro (CHOPRA; MEINDL, 2011).

A abordagem qualitativa, quando analisada em conjunto com as demais abordagens, é um excelente indicador na tomada de decisões. Conforme Chopra e Meindl (2011) afirma, o fator humano é imprescindível na elaboração da previsão, uma vez que o mercado é mutável e os registros históricos não interpretam informações referentes a flutuações anormais, como greves, atrasos na entrega de insumos, entre outros.

2.2.4 Abordagem baseada em séries temporais

Segundo Chopra e Meindl (2011) o objetivo da previsão da demanda consiste em “prever um componente sistemático da demanda e estimar o componente aleatório” (CHOPRA; MEINDL, 2011, p. 193). A Figura 3 ilustra a decomposição de uma série temporal.

FIGURA 3 - DECOMPOSIÇÃO DE UMA SERIE TEMPORAL DE DEMANDA



FONTE: PEINADO; GRAEML (2007)



Quanto ao mostrado na Figura 3, os elementos são descritos como:

Componente sistemático: Segundo Chopra e Meindl (2011) em sua forma mais geral, o componente sistemático contém um nível, uma tendência e um fator sazonal. O *nível* mede o valor esperado da demanda “desconsiderando as variações de sazonalidade e variações aleatórias” (PEINADO; GRAEML, 2007, p. 337). A *Tendência* mostra a “taxa de crescimento ou declínio na demanda para o próximo período”. E a *Sazonalidade* refere-se a “flutuações sazonais previsíveis”, não se tratam de variações aleatórias e sim um padrão que se repete, e pode ser resultado do clima, períodos de férias ou eventos particulares que ocorrem periodicamente (Arnold, 2014).

A equação para calcular o componente sistemático pode ser apresentada das seguintes formas (CHOPRA; MEINDL, 2011, p. 193):

- Multiplicativa: $\text{Componente sistemático} = \text{nível} \times \text{tendência} \times \text{fator sazonal}$
- Aditiva: $\text{Componente sistemático} = \text{nível} + \text{tendência} + \text{fator sazonal}$
- Mista: $\text{Componente sistemático} = (\text{nível} + \text{tendência}) \times \text{fator sazonal}$

Componente aleatório: são os fatores que afetam a demanda e que ocorre em uma base aleatória (ARNOLD, 2014). Como colocado por Chopra e Meindl (2011, p. 191) “é a parte da previsão que se desvia da parte sistemática”.

2.2.5 Métodos para realizar a previsão da demanda de séries temporais

Métodos baseados em demanda constante: de acordo com Peinado e Graeml (2007), estes são indicados para demanda que não apresenta tendência e nem sazonalidade. Para este fim, são utilizados os métodos baseados no período anterior, baseado na média simples, ponderada ou com suavização exponencial para calcular a demanda futura. $\text{Componente sistemático} = \text{nível}$.

Métodos baseados em demanda com tendência e sem sazonalidade: os dados históricos podem apresentar tendência de acréscimo ou de decréscimo, e não apresenta sazonalidade. São calculados através dos métodos de regressão linear ou suavização exponencial linear dupla, conhecido também como Modelo de Holt. $\text{Componente sistemático} = \text{nível} + \text{tendência}$.



Métodos baseados em demanda com tendência e sazonalidade: de acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), os “dados históricos apresentam sazonalidade e ao mesmo tempo tendência”. Algumas técnicas utilizadas para este tipo de demanda são o modelo do ajustamento sazonal e o modelo de Winter. Segundo Peinado e Graeml (2007), este último destaca-se na literatura por ser dinâmico, prático e de larga utilização nas organizações, e podem ser aplicados nos casos de demandas instáveis. Componente sistemático = (nível + tendência) x fator sazonal.

2.2.5.1 Modelo de Winter

De acordo do Peinado e Graeml (2007), para cada uma das estimativas de nível, tendência e de sazonalidade, fatores de suavização exponencial α (para nível), β (para tendência) e γ (para sazonalidade) deverão ser aplicados, conforme as equações a seguir:

$$a_j = \alpha(D_j/S_j) + (1 - \alpha)(a_{j-1} + b_{j-1}) \quad (1)$$

$$b_j = \beta(a_j - a_{j-1}) + (1 - \beta)b_{j-1} \quad (2)$$

$$S_{j+p} = \gamma(D_j/a_j) + (1 - \gamma)S_j \quad (3)$$

Onde:

- a = coeficiente de nível do período
- b = coeficiente de tendência do período
- S = nível de sazonalidade do período
- j = período atual
- Dj = demanda observada no período j
- p = periodicidade sazonal
- α , β e γ = coeficientes de suavização exponencial ($0 \leq \alpha, \beta, \gamma \leq 1$)

Ainda segundo Peinado e Graeml (2007), a aplicação deste método só é possível através de planilha eletrônica, e com ferramenta de programação linear para estimar valores para os coeficientes α , β e γ de forma a otimizar o problema, que neste caso significa minimizar o erro da previsão.

O sinal de acompanhamento (SA) é um indicador utilizado neste modelo para realizar a sua validação. O SA, de acordo com Chopra e Meindl (2011), é a “razão entre o viés e o desvio médio Absoluto (DMA). E pode ser calculado conforme apresentado na equação 6. Quando o valor do SA estiver fora do intervalo ± 6 a previsão é enviesada, e nesse caso é necessário utilizar outro método de previsão.



Desvio Médio Absoluto (DMA) é “média do desvio absoluto por todos os períodos”, e é calculado pela equação 4:

$$DMA_n = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t \quad (4)$$

Viés é utilizado para identificar se um método de previsão está superestimando ou subestimando a demanda, e é calculado através da soma dos erros (E_t) (equação 5):

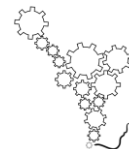
$$Viés_n = \sum_{t=1}^n E_t \quad (5)$$

E, uma vez encontrado o valor do DMA e do Viés, calcula-se o valor do SA (equação 6):

$$SA_t = \frac{Viés_n}{DMA_n} \quad (6)$$

3 MÉTODO

O presente estudo investiga empiricamente uma empresa do setor de emulsão asfáltica pertencente ao polo industrial da cidade de Contagem, no estado de Minas Gerais. O setor foi escolhido para o estudo de caso pois os pesquisadores têm acesso à empresa e às informações e dados relacionados ao objeto do estudo. Dessa forma, foi utilizado um estudo qualitativo tendo como método o estudo de caso. Para a sua realização foi necessário realizar pesquisa documental e entrevista com o responsável da gestão comercial da empresa para realizar a coleta de informações. Este artigo foi limitado a utilizar a abordagem de séries temporais para realizar a previsão da demanda. Por meio da análise gráfica do histórico de vendas de emulsão asfáltica foi atribuído um método para a previsão da demanda que melhor se adequa às características observadas ao longo da série temporal. Os dados coletados foram suficientes para que as análises e conclusões fossem realizadas.



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A empresa estudada é de médio porte e atua no mercado petroquímico nacional há 17 anos. Tem aproximadamente 200 funcionários divididos em 10 filiais, sendo 4 destas as fábricas. A empresa produz e comercializa emulsões asfálticas catiônicas para pavimentação.

Foram coletados dados do histórico de vendas da empresa dos anos 2015, 2016 e 2017. Não há nos registros anotações que expliquem determinados comportamentos dos dados. Os dados foram organizados em tabelas e plotados em gráficos para análise da demanda.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de vendas de Emulsão Asfáltica em quilograma (kg) no período de janeiro de 2015 até dezembro de 2017 para a empresa estudada.

TABELA 1 – DEMANDA DE VENDAS

Mês	2015	2016	2017
JANEIRO	74.900	47.740	959.900
FEVEREIRO	20.620	192.960	253.510
MARÇO	84.559	191.430	415.350
ABRIL	80.620	298.270	525.550
MAIO	91.430	242.760	604.080
JUNHO	183.940	299.100	569.440
JULHO	92.460	595.360	784.440
AGOSTO	252.340	342.550	615.140
SETEMBRO	228.310	399.490	585.370
OUTUBRO	659.000	163.150	385.280
NOVEMBRO	356.320	270.380	277.730
DEZEMBRO	363.150	496.800	346.900

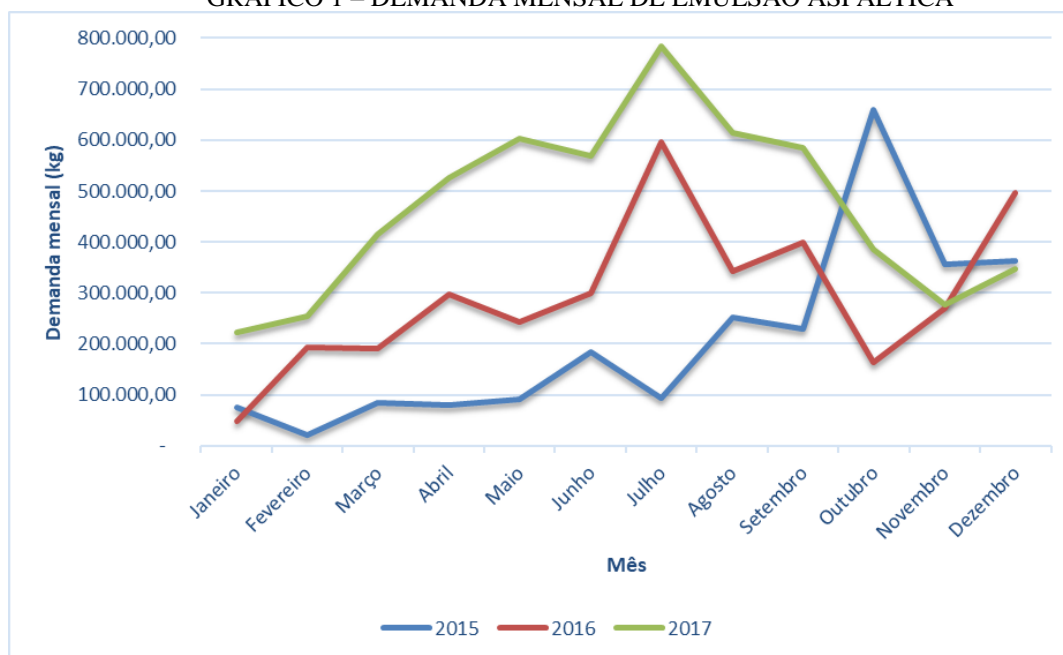
FONTE: Os autores (2019), elaborado com dados da empresa estudada

Em todos os anos, de acordo com os dados da Tabela 1, a demanda é menor nos meses de janeiro e fevereiro em comparação com os demais meses; esse comportamento ocorre devido a presença de fator sazonal, inerente à vendas do setor.

O Gráfico 1 representa a tendência da série de dados. Observa-se o aumento das vendas ao longo do tempo no período em análise.



GRÁFICO 1 – DEMANDA MENSAL DE EMULSÃO ASFÁLTICA



FONTE: Os autores (2019), elaborado com dados da empresa estudada

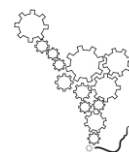
O Gráfico 2 apresenta o histórico de vendas e a linha de tendência dos dados.

GRÁFICO 2 – SÉRIE REAL E TENDÊNCIA



FONTE: Os autores (2019), elaborado com dados da empresa estudada

A demanda para este tipo de produto, conforme observado nos Gráficos 1 e 2, tem sazonalidade e tendência. Um dos métodos adequado para este tipo de demanda é o “Modelo



de Winter”, tratando-se de um método mais elaborado. Foi utilizado como base para previsão da demanda os autores Chopra e Meindl (2011) e Peinado e Graeml (2007).

Passo 1 – Por meio da técnica denominada “média móvel centrada” com periodicidade sazonal par (12 meses), foram calculados os fatores de sazonalidades (ISM) e, através do método da média móvel centrada, foi também calculado a demanda dessazonalizada, conforme apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 - FATOR DE SAZONALIDADE E DEMANDA DESSAZONALIZADA

Mês	Período	Vendas (Dt)	Período x Vendas	(Período)^2	MMC1	MMC2	MMC	INDICE SAZONAL	ISM	DEMANDA DESSAZONALIZADA
JANEIRO	1	74.900,00	74.900,00	1,00					3,96	18.893,89
FEVEREIRO	2	20.620,00	41.240,00	4,00					1,67	12.374,85
MARÇO	3	84.559,00	253.677,00	9,00					1,39	60.732,02
ABRIL	4	80.620,00	322.480,00	16,00					0,97	83.308,89
MAIO	5	91.430,00	457.150,00	25,00					0,99	92.605,94
JUNHO	6	183.940,00	1.103.640,00	36,00					0,90	204.847,38
JULHO	7	92.460,00	647.220,00	49,00	207.304,08	205.040,75	206.172,42	2,23	1,37	67.550,19
AGOSTO	8	252.340,00	2.018.720,00	64,00	205.040,75	219.402,42	212.221,58	0,84	0,88	288.082,25
SETEMBRO	9	228.310,00	2.054.790,00	81,00	219.402,42	228.308,33	223.855,38	0,98	0,90	254.926,83
OUTUBRO	10	659.000,00	6.590.000,00	100,00	228.308,33	246.445,83	237.377,08	0,36	1,23	535.662,55
NOVEMBRO	11	356.320,00	3.919.520,00	121,00	246.445,83	259.056,67	252.751,25	0,71	1,03	344.706,28
DEZEMBRO	12	363.150,00	4.357.800,00	144,00	259.056,67	268.653,33	263.855,00	0,73	0,76	478.251,39
JANEIRO	13	47.740,00	620.620,00	169,00	268.653,33	310.561,67	289.607,50	6,07	3,96	12.042,65
FEVEREIRO	14	192.960,00	2.701.440,00	196,00	310.561,67	318.079,17	314.320,42	1,63	1,67	115.802,63
MARÇO	15	191.430,00	2.871.450,00	225,00	318.079,17	332.344,17	325.211,67	1,70	1,39	137.488,99
ABRIL	16	298.270,00	4.772.320,00	256,00	332.344,17	291.023,33	311.683,75	1,04	0,97	308.218,10
MAIO	17	242.760,00	4.126.920,00	289,00	291.023,33	283.861,67	287.442,50	1,18	0,99	245.882,28
JUNHO	18	299.100,00	5.383.800,00	324,00	283.861,67	294.999,17	289.430,42	0,97	0,90	333.096,93
JULHO	19	595.360,00	11.311.840,00	361,00	294.999,17	309.487,50	302.243,33	0,51	1,37	434.963,02
AGOSTO	20	342.550,00	6.851.000,00	400,00	309.487,50	314.533,33	312.010,42	0,91	0,88	391.069,89
SETEMBRO	21	399.490,00	8.389.290,00	441,00	314.533,33	333.193,33	323.863,33	0,81	0,90	446.063,32
OUTUBRO	22	163.150,00	3.589.300,00	484,00	333.193,33	352.133,33	342.663,33	2,10	1,23	132.615,09
NOVEMBRO	23	270.380,00	6.218.740,00	529,00	352.133,33	382.243,33	367.188,33	1,36	1,03	261.567,37
DEZEMBRO	24	496.800,00	11.923.200,00	576,00	382.243,33	404.771,67	393.507,50	0,79	0,76	654.262,12

FONTE: Os autores (2019)

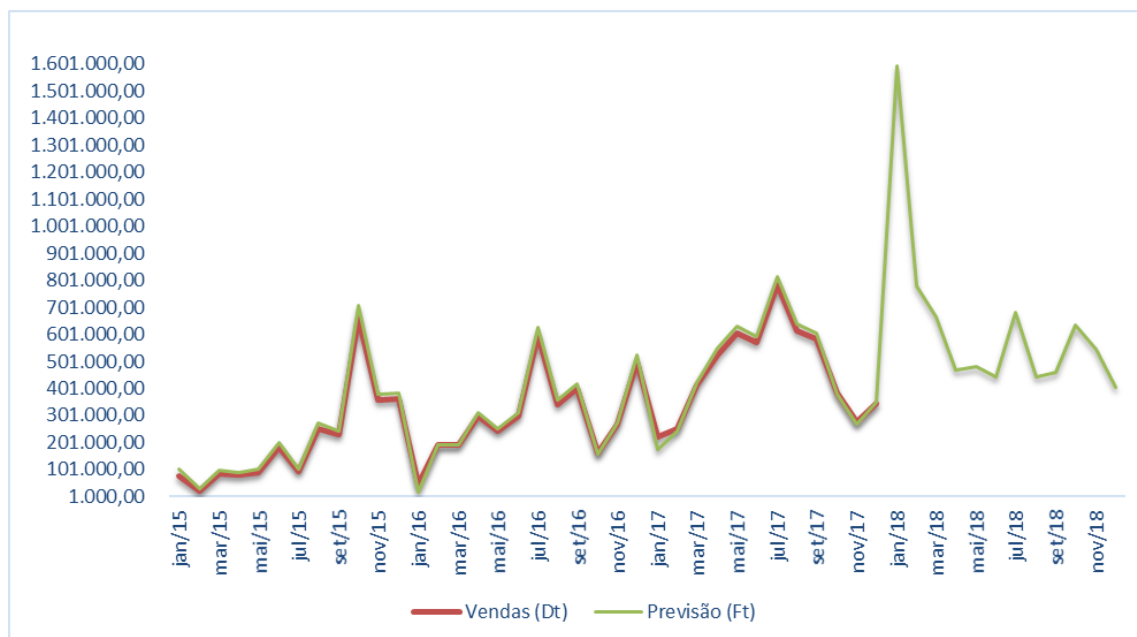
Passo 2 – Pelo método de regressão linear, foram definidos os coeficientes de nível e tendência, conforme equação 7:

$$y = 12391x + 81268 \quad (7)$$

Onde nível = 81268 e tendência = 12391.

Passo 3 – Através da programação Linear (utilizando o Solver do software Microsoft Excel®), foram aplicados fatores de suavização exponencial: α para nível, β para tendência e γ para sazonalidade. O Gráfico 3 apresenta a comparação entre demanda real e demanda prevista.

GRÁFICO 3 - DEMANDA REAL X PREVISÃO



FONTE: Os autores (2019), elaborado com dados da empresa estudada

Os valores estimados para os parâmetros resultaram em: $\alpha = 1$, $\beta = 0,08$ e $\gamma = 1$.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), quanto maior o valor de α , maior será influência dos últimos períodos no nível. Portanto, para o presente estudo de caso, os períodos mais recentes tiveram maior peso. Quanto à tendência, quanto maior o valor de β , maior será a influência dos últimos períodos na estimativa do novo valor da tendência; no caso deste estudo, este parâmetro tem valor próximo a 0, então praticamente a tendência inicial permanece imutável. Por fim, em relação a sazonalidade, quanto maior o valor de γ , maior será a influência dos últimos períodos na sazonalidade; para o presente estudo, tem-se que o último período tem maior peso na estimativa do novo valor do coeficiente de sazonalidade.

Verifica-se também que os valores encontrados para o parâmetro SA excederam o limite permitido, portanto, sendo necessária a avaliação do método proposto. Salienta-se que a identificação da aplicabilidade do modelo pode ser influenciada por outras razões.

5 CONCLUSÃO

Através deste estudo foi possível verificar quão importante é a gestão da demanda dentro das organizações e o quanto esta é efetiva para o planejamento e controle da produção.



Por não ser algo trivial, muitos métodos de previsão de demanda são utilizados em conjunto. A estatística é um determinante na realização da previsão da demanda, sendo importante vasto conhecimento do pesquisador sobre esse assunto.

Com base nos resultados apresentados neste estudo, o modelo de Winter não foi o mais indicado para utilização no contexto estudado, pois os valores do parâmetro SA resultaram fora da tolerância permitida. Além disso, a previsão para os meses de janeiro a abril de 2018, quando comparados com a demanda real, apresentaram desvios maiores que o esperado. Dessa maneira é necessário que os modelos de previsão aplicados nos diferentes contextos não sejam estáticos; esses devem ser acompanhados de maneira dinâmica a fim de aumentar sua confiabilidade.

Recomenda-se que estudos futuros analisem e verifiquem a existência de métodos de validação de modelos de previsão que possam auxiliar a sua aplicação em um determinado contexto. Ou ainda, maneiras de identificar outros métodos de previsão de demanda que melhor se adequem àqueles utilizados.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. L. F.; CARDOSO, M. R. A. **Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 24(3):565-576, jul-set 2015.
- ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. 1 ed. 12 reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.
- BARBIERI, J. C.; MACHLINE, C. **Logística Hospitalar: teoria e prática**. São Paulo: Saraiva, 2006. 325p.
- BEZERRA, C. A. **Técnicas de planejamento, programação e controle da produção: aplicação em planilhas eletrônicas**. Curitiba: Inter saberes, 2013
- CHIAVENATO, I. **Planejamento e controle da produção**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2008.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão de cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. 2 reimp. São Paulo: Atlas, 2007.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- LOBO, R. N.; SILVA, D. L. da. **Planejamento e controle de produção**. São Paulo: Érica, 2014.



PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.