



## **MODELO DE PREVISÃO POR SÉRIES TEMPORAIS: UMA APLICAÇÃO PARA SERVIÇOS COMERCIAIS EM UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

Denise Lange Albrecht <sup>1</sup>

Ilana Renata Lizi Panzenhagen <sup>2</sup>

Ioachane Garcia Guimarães <sup>3</sup>

Mateus Freitas Ferreira <sup>4</sup>

Virginia Thomasi <sup>5</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho analisa o atendimento da demanda das ordens de serviço comercial de uma empresa que fornece energia elétrica para uma região do estado do Rio Grande do Sul. O objetivo é prever o tempo de serviço demandando, para auxiliar no despacho das ordens para as equipes de manutenção, com base nos dados históricos de demanda de tempo de serviço do ano anterior, buscando reduzir o tempo de espera para cliente em função da energia interrompida até a solução do problema pela equipe. Para prever o tempo de serviço foram aplicados três métodos de previsão de demanda quantitativos, baseados em séries temporais, sendo eles o método de suavização exponencial simples, suavização de Holt e suavização de Winter. Os dados foram agrupados por dia da semana, de acordo com o estudo da correlação realizado, e após, foram avaliados os métodos. Com base nos erros encontrados, foi definido que o método mais adequado era suavização de Holt, sendo confirmado através da análise do sinal de acompanhamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Previsão de demanda; Energia elétrica; Ordens de serviço.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, [deniselangealbrecht@gmail.com](mailto:deniselangealbrecht@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, [panzenhagen.ilana.r.l@gmail.com](mailto:panzenhagen.ilana.r.l@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, [iochaneguimaraes@gmail.com](mailto:iochaneguimaraes@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Santa Maria, [mateusferreira.ep@gmail.com](mailto:mateusferreira.ep@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal de Santa Maria, [virginiathomasi.br@gmail.com](mailto:virginiathomasi.br@gmail.com)

# 1 INTRODUÇÃO

As decisões gerenciais de uma empresa são baseadas em previsões, onde a construção de modelos para executar essa tarefa é fundamental para muitas aplicações. A previsão de demanda é importante devido ao seu uso para gerenciar as diferentes tarefas de planejamento, como a produção, planejamento de transporte, materiais e recursos humanos (SCARPEL, 2015). A necessidade por previsão de demanda direciona-se tanto no âmbito macro, quanto no âmbito dos departamentos funcionais, sejam eles de marketing, produção, vendas, logística e financeiro (DA VEIGA; DA VEIGA; DUCLOS, 2010).

Neste sentido, uma correta previsão de demanda torna-se crucial para um bom desempenho organizacional, pois reflete diretamente nos resultados econômico-financeiros e mercadológicos alcançados. O planejamento das atividades operacionais de uma empresa é um dos principais desafios enfrentados pelos gestores que atuam na prestação de serviços. As empresas precisam estar de acordo com uma boa previsão de demanda, para assim gerar um custo operacional adequado às exigências do mercado e que possibilite alcançar melhores lucros (VERRUCK; BAMPI; MILAN, 2009).

Torna-se importante destacar o fato de que os serviços não podem ser armazenados para estoque, ou seja, são oferecidos e caso não sejam utilizados transformam-se em perdas seja de receita ou custo irreversível. Desta forma, verifica-se que as previsões de demanda são importantes não apenas para o planejamento das estratégias, mas também para própria sobrevivência de uma organização no mercado. Um grande desafio para os gestores é encontrar o equilíbrio entre oferta de serviço e demanda real. Pois, uma vez que a oferta de serviços for menor que a demanda, pode acarretar em insatisfação do cliente e incentivá-lo na busca de alternativas (VERRUCK; BAMPI; MILAN, 2009; ANDRADE; MIRANDA; ACHIDA, 2014). Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo prever a demanda de serviço comercial em uma concessionária de energia elétrica que se situa na região central do estado do Rio Grande do Sul. Para isso, serão utilizadas séries temporais, a fim de identificar qual método melhor se ajusta aos dados analisados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção aborda conceitos relacionados ao trabalho aqui estruturado. Está dividida em duas subseções e estas ainda subdivididas conforme necessidade percebida. Inicia com Gestão de Serviços, onde é abordada suas características e a definição de Ordens de serviços comercial e emergencial. Sequencialmente é explanado sobre Métodos de Previsão, onde se apresenta todos os métodos utilizados para a construção da análise.

### 2.1 GESTÃO DE SERVIÇOS

Serviço refere-se a qualquer atividade de inter-relacionamento entre o fornecedor e o consumidor. Onde, os resultados das atividades do fornecedor para atender às necessidades do consumidor variam com base na atividade (CAVALCANTI; FONSECA, 2012). O setor de serviços caracteriza-se pela necessidade de se empreender esforços em relação à mensuração da qualidade na atividade prestada, o que ao longo do tempo fez com que diversos pesquisadores dedicassem esforços nesta área, afim de buscar aprimorar sua conceituação e desenvolver técnicas de medição (MIGUEL; SALOMI, 2004).

Segundo Ganesi (1994) a gestão de serviço caracteriza-se pela participação do cliente, pela produção, consumo simultâneo e intangibilidade. Destacam-se três papéis dos serviços

na indústria: diferencial competitivo, suporte às atividades de manufatura e geradores de lucro. Sabe-se que a Agência de Energia Elétrica (ANEEL) possui normas e padrões de qualidade para que as empresas de energia elétrica, visando manter clientes abastecidos. Desta forma, para garantir que as normas sejam cumpridas, as concessionárias de serviço de energia elétrica devem ter uma estrutura que permita que o sistema de distribuição seja operado. As empresas devem ser capazes de detectar falhas no sistema e corrigir de modo que o desempenho do sistema não seja afetado (ELETROBRAS, 1982).

### 2.1.1 ORDEM DE SERVIÇO COMERCIAL E EMERGENCIAL

As solicitações de serviço compreendem basicamente dois tipos de serviços: as ordens comerciais e as ordens emergenciais. Entende-se que a criação de uma ordem de serviço parte de quando o cliente liga para a central de atendimento da empresa e o atendente registra a ocorrência. Quando o serviço é classificado como emergencial, rapidamente uma Ordem de Trabalho (OT) é gerada e enviada ao Centro de Operações (COD), que então identifica o veículo mais próximo ao local da ocorrência e transmite a OT, para que a solicitação seja atendida (MAGRO, 2003). Compreende-se desta forma que serviços emergenciais são aqueles eventos na rede elétrica que prejudicam a segurança ou a qualidade de serviço prestado aos consumidores (GARCIA et al., 2014).

Quando o serviço é comercial, gera-se uma ordem de serviço (OS) e envia-se ao COD, que entra em uma fila de atendimento. O COD atua com o objetivo de minimizar o tempo de atendimento e também quantidade de clientes interrompidos, já que é de responsabilidade a distribuição das ocorrências para as equipes, assim serviços de atendimento comercial, possuem relação com a revisão de medidores, ligação ou até mesmo corte de fornecimento de consumidores. Portanto, entende-se que a criação de ordem de serviços, comercial ou emergencial possuem caráter aleatório, pois ocorre a qualquer momento, sem padrão estabelecido (MAGRO, 2003; AMORIM, 2010).

## 2.2 MÉTODOS DE PREVISÃO

Almeida, Romanzini e Werner (2016) explicam que a previsão de demanda permite o planejamento de diferentes áreas de um empreendimento, e por este motivo, desempenha um importante papel na gestão organizacional. Contudo, Rosseto et al. (2011) explica a importância do conhecimento dos produtos e do mercado para a realização de uma boa previsão de demanda, visto que a partir destas identificações é possível se obter as informações de venda, identificar períodos sazonais, tendenciais, entre outros.

Veríssimo et al. (2012) afirmam que os métodos estatísticos de previsão são utilizados com o intuito de redução do risco nas tomadas de decisões pois apresentam-se como ferramentas fundamentais na projeção de futuros comportamentos de mercado. Neste conceito, Rosseto et al. (2011) completam que a determinação do método a ser aplicado deve ocorrer de acordo com os objetivos do empreendimento.

### 2.2.1 MÉTODOS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os métodos de previsão podem ser subdivididos em: quantitativos e qualitativos. No que se refere ao método quantitativo é necessário o registro de dados passados para realizar a previsão. É um método que faz uso de modelos matemáticos que se apresentam como uma

abordagem casual, quando utilizado para casos de avaliação de relações de causa-efeito ou como análise de séries temporais históricas, quando examinam o comportamento da demanda ao longo de um determinado tempo a fim de identificar seu comportamento futuro (MARTINS; WERNER, 2014).

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), quando o método quantitativo trata de análise de séries temporais históricas, destacam-se os métodos de média móvel, média ponderada móvel, suavização exponencial, suavização exponencial com tendência e os métodos de sazonalidade multiplicativa e aditiva. Na escolha do método quantitativo deve-se considerar características da série temporal de dados, buscando um padrão, em que a escolha do método se dará de acordo com o padrão a ser identificado na série temporal. Existem cinco tipos de padrões que as séries podem adotar destacados abaixo:

- a) Padrão horizontal, em que os dados encontram-se em torno de um valor médio de demanda;
- b) Padrão tendencial, onde a série mostra um crescimento ou declínio da demanda ao longo do tempo;
- c) Padrão sazonal, que os dados da demanda apresentam comportamento de crescimento ou redução onde pode-se observar este comportamento em períodos específicos;
- d) Padrão cíclico, em que os dados apresentam aumento ou redução gradual em ciclos que podem demorar a se repetir;
- e) Padrão aleatório, onde as variações de dados de demanda são imprevisíveis.

Em relação aos métodos qualitativos de previsão de demanda, baseia-se em julgamento e experiências das pessoas envolvidas. Existem quatro métodos qualitativos mais utilizados, que são: estimativas da força de vendas, júri de executivos, pesquisa de mercado e o método Delphi (STAUDT; GONÇALVES; RODRIGUEZ, 2016; KRAJEWSKI, RITZMAN e MALHOTRA, 2009).

Deste modo, verifica-se que cada abordagem de previsão, seja ela quantitativa ou qualitativa, possui pontos tanto fortes como pontos fracos, o que torna interessante fazer uma junção das características positivas de cada método. Assim, de maneira a oferecer maior robustez ao processo de previsão (STAUDT; GONÇALVES; RODRIGUEZ, 2016).

## 2.2.2 MÉTODO DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL SIMPLES

Bertolo (2013) explica que o método de Suavização Exponencial Simples (SES) possui fácil capacidade de ajustes relacionados à acurácia obtida nesse modelo. Samohyl, Souza e Miranda (2008) indicam a utilização deste método quando a série não possui tendência e sazonalidade. Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) representam matematicamente este modelo pela

Equação 01.

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_t$$

Onde,  $y_{t+1}$  é a previsão da demanda para o tempo  $t + 1$ , realizada no período atual  $t$ ,  $\alpha$  é a constante de suavização (com valores entre 0 e 1),  $y_t$  é o valor observado real da série para o tempo  $t$  e  $\hat{y}_t$  é o valor da previsão feita para o período  $t$ . A partir desta, pode-se calcular o erro da previsão do tempo  $t$ , diminuindo-se o valor  $y_t$  de  $\hat{y}_t$ .

### 2.2.3 MÉTODO DE HOLT

Moreira (2011) explica que o método de Holt, ou método de Suavização Exponencial Dupla, é um método de segunda ordem aplicado sobre as previsões de primeira ordem, obtidas pelo método de SES. A partir disto, o método resulta em previsões mais suaves visto que as mudanças serão menos bruscas. Veríssimo et al. (2012) afirma que este método ampliou a SES para dados de série temporal com tendência linear. Ainda, os autores afirmam que o método de Holt apresenta refinamentos adicionais na modelagem, conforme introduz constantes de suavização que afetam na tendência da série.

Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) representam o método de Holt a partir de três equações, apresentadas nas Equações 02, 03 e 04, respectivamente.

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (02)$$

$$T_t = \beta (L_t - E_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (03)$$

$$\hat{y}_{t+k} = E_t + kT_t \quad (04)$$

Onde,  $\alpha$  e  $\beta$  são as constantes de suavização,  $E_t$  é a componente de nível,  $T_t$  é a componente de tendência,  $k = 1, 2, \dots, h$ ,  $h$  representa o horizonte de previsão e  $y_{t+k}$  corresponde à previsão.

### 2.2.4 MÉTODO DE WINTER

Morettin e Tolo (2006) abordam que o método de Winter, ou método de Suavização Exponencial Tripla, tem sua utilização direcionada a previsões de séries temporais que apresentam tendências e sazonalidade. Este método foi desenvolvido por Winter (1960), que expandiu o método de Holt para alcançar a aplicação em modelos de séries temporais de características citadas acima. Veríssimo et al. (2012) explanam que este é um dos métodos mais utilizados para previsões de curto prazo.

Samohyl, Rocha e Mattos (2001) afirmam que este método é baseado em três questões alisadoras. A primeira para representar o nível, outra para a tendência e, a última referente à sazonalidade, que por sua vez pode ter efeito multiplicativo ou aditivo. Bertolo (2013) explica que no modelo aditivo a amplitude da variação sazonal é constante ao longo dos períodos, enquanto no modelo multiplicativo a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui como função do tempo. O Quadro 01 apresenta as fórmulas utilizadas para o desenvolvimento deste método (SAMOHYL; ROCHA; MATTOS, 2001).

TABELA 1 - EQUAÇÕES DO MÉTODO WINTER

	MULTIPLICATIVO	ADITIVO
<b>NÍVEL</b>	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$	$L_t = \alpha (Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$
<b>TENDÊNCIA</b>	$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$
<b>SAZONALIDADE</b>	$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$	$S_t = \gamma (Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s}$
<b>PREVISÃO</b>	$F_{t+m} = (L_t + b_{t-m})S_{t-s+m}$	$F_{t+m} = L_t + b_{t-m} + S_{t-s+m}$

Fonte: Adaptado de Samohyl, Rocha e Mattos (2001)

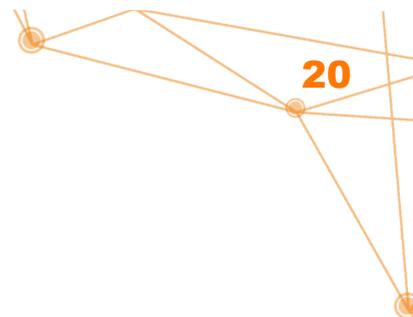
Onde,  $s$  representa o comprimento da sazonalidade,  $L_t$  é o nível da série,  $b_t$  corresponde à tendência,  $S_t$  é o componente sazonal e  $F_{t+m}$  é a previsão para o período  $m$  adiante. Ainda,  $Y_t$  é o valor observado e  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são os parâmetros exponenciais alisadores, do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

### 2.2.5 ERROS DE PREVISÃO

As previsões geralmente não são exatas, resultando em erros que podem ser comparados para definir o método mais adequado. Jacobs e Chase (2012) citam em seu livro o desvio absoluto médio (DMA<sub>t</sub>) e o desvio médio absoluto percentual (EPAM<sub>t</sub>) como as principais métricas para avaliar os métodos quantitativos de previsão de demanda. O DMA<sub>t</sub> pode ser obtido através da média da diferença entre a demanda real e a prevista.

$$DMA_t = \frac{|A_t - F_t|}{n}$$

O desvio médio absoluto percentual é obtido através do desvio absoluto médio dividido pela demanda média no período.



$$EPAM_t = \frac{DMA_t}{\text{demanda média}} \quad (06)$$

Outro erro utilizado para avaliar e comparar os métodos é o erro médio ao quadrado (EQMt), que mede a dispersão das previsões em relação aos valores da demanda (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

$$EQM_t = \frac{|E_t^2|}{n} \quad (07)$$

Depois de realizar os cálculos apresentados, Plossl e Wight (1967) sugerem que seja analisado o sinal de acompanhamento (SA). Um valor positivo deste indicador representa que a demanda é maior que a previsão, de modo contrário um valor negativo significa que a demanda é inferior à previsão. Como forma de métrica, um bom sinal de acompanhamento deve intercalar positivos e negativos a ponto de se aproximar ao máximo em torno do zero. Para calcular o sinal de acompanhamento é realizada a soma dos erros de previsão ( $E_t$ ) e dividisse pelo desvio absoluto médio (DAM):

$$SA = \frac{\sum E_t}{DAM}$$

Com base nestas métricas é possível definir qual o método que melhor se adequa para os diferentes comportamentos de demandas.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo teve sua metodologia iniciada pela realização de pesquisas bibliográficas, no qual se obteve insumos com base em material já elaborado, constituído em sua maioria por artigos e livros. Esse levantamento de informações buscou questões chave sobre o setor de serviços energético e o processo de previsão de demanda, contemplando conhecimentos conceituais e também acerca de técnicas aplicáveis para mensurar quantitativamente os métodos de previsão de demanda.

Realizou-se uma abordagem de pesquisa do tipo estudo de caso, na qual se realiza a análise aprofundada em uma empresa de distribuição de energia, fazendo uso de instrumentos de coleta de dados e intensa interação do pesquisador com os dados de pesquisa. Os dados foram obtidos e analisados, a partir da leitura e interpretação do material disponibilizado pela empresa. Portanto, foi feita por meio de uma análise documental.

A aplicação do método de previsão de demanda foi realizada a partir das seguintes etapas: primeiramente, serão definidos os objetivos do modelo de previsão. Após a definição de objetivos, será feita a análise de correlação dos dados para identificar qual variável é mais significativa quanto a geração de ordens de serviço, comparando-se os coeficientes de Spearman para a correlação dos variáveis dias do mês, dias da semana e meses do ano obtendo a variável de maior sensibilidade, utilizando para tal análise o software Minitab.

Em seguida, com os dados coletados, definiu-se qual a disponibilidade dos mesmos,

analisando as características, entre elas os desvios padrões, variâncias, entre outras, afim de identificar possíveis outliers. Posteriormente, selecionou-se a técnica de previsão adequada, observando, por exemplo, a existência ou não de sazonalidade e/ou tendência com base em 70% dos dados históricos. A partir disso, será implementado o modelo de previsão nos 30% restantes, tratando os dados conforme for estabelecido pelo mesmo. Obtendo-se assim os resultados que serão comparados e terão os erros do modelo analisados.

### 3. 1 ÂMBITO DE PESQUISA

A empresa analisada neste estudo presta serviços de distribuição de energia elétrica há mais de 20 anos no estado do Rio Grande do Sul. Responsável por fornecer 30,4% da energia elétrica consumida no estado. A área de concessão da inclui 118 municípios das regiões Metropolitana e Centro-Oeste do Rio Grande do Sul.

Por cobrir grande parte dos serviços desse setor no Rio Grande do Sul muitas vezes existe a grande demanda por serviços de manutenção nas redes ou nas residências. Porém, muitas vezes suas filiais locais não possuem o planejamento, de equipes de manutenção, que seja suficientemente ágil para atender a todas as demandas em tempo hábil, o que acarreta em reclamações por parte dos consumidores. Assim, torna-se importante para a mesma ter conhecimento de suas demandas de serviço futuras, fazendo um planejamento prévio das suas ações.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para aplicar os métodos os dados foram separados em dois grupos, sendo 70% dos dados utilizados para a escolha do método, e o restante para avaliação do mesmo.

Em seguida foi realizada a análise dos outliers para a retirada de dados que pudessem causar interferência para a análise dos dados. Para a realização inicial da análise foram utilizadas amostras de ordem de serviços de 412 dias, sendo que após a análise de outliers foram retirados 73 dos dados.

A análise de correlação dos dados foi realizada posteriormente, e com base no pressuposto da análise de Spearman a variável com valor absoluto mais próximo de 1 é aquela com a maior correlação, constatando-se que os mesmos possuem correlação mais significativa em relação ao dia da semana, conforme tabela 2.

**TABELA2- COEFICIENTE DE SPEARMAN DAS VARIÁVEIS ANALISADAS.**

VARIÁVEL DE CORRELAÇÃO	RÔ DE SPEARMAN
Mês do ano	0,134
Dia da semana	0,397
Dia do mês	0,172

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os coeficientes de variação de todos os dias da semana foram obtidos, e os mesmos eram menores do que um, viabilizando a utilização dos dados. Em um segundo momento, os limites inferiores e superiores foram calculados e os dados que estavam acima do limite superior ou abaixo do limite inferior foram retirados.

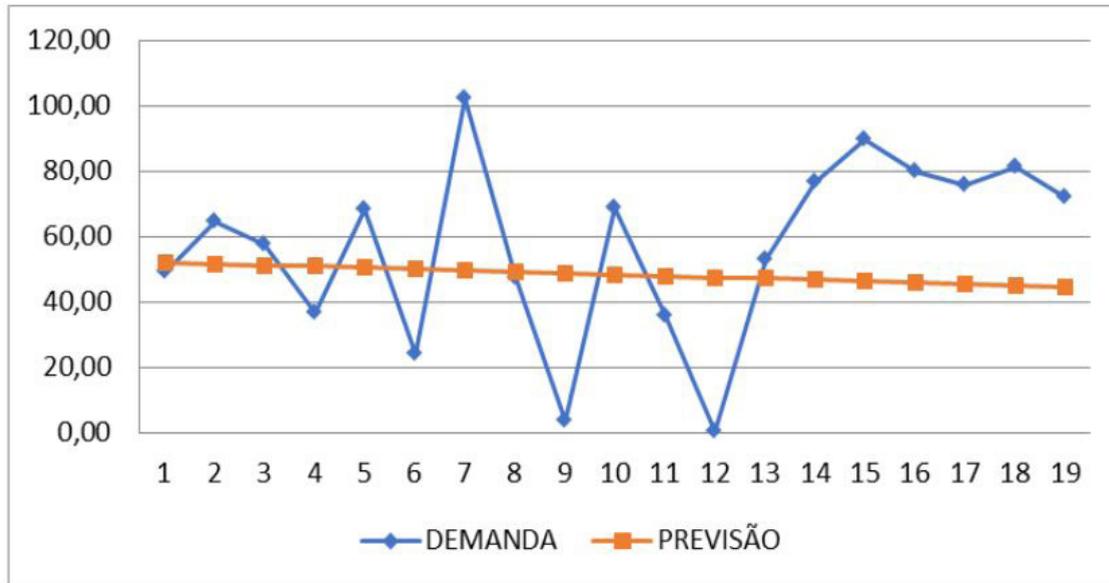
Após tais etapas foram utilizados 70% destes dados finais para a aplicação dos métodos de suavização exponencial, suavização de Holt e suavização de Winters, resultando nas previsões para os dias da semana e apresentando erros da diferença entre a demanda prevista e a demanda real. Para avaliar qual seria o método mais indicado para a previsão da demanda dos sete grupos ( para cada dia da semana) para os dados obtidos, foram comparados através do erro percentual absoluto médio (EPAMt), do erro quadrático médio (EQMt) e o erro absoluto médio (DMAt), e foi analisado o sinal de acompanhamento (SA).

**TABELA 3 - COMPREENSÃO: EXPECTATIVA E PERCEPÇÃO.**

	<b>MÉTODO</b>	<b>E.Q.M</b>	<b>DMAT</b>	<b>EPAMT</b>	<b>SAMIN</b>	<b>SAMÁX</b>	<b>SAMÁX</b>
SEGUNDA	SUAV. EXP	749,80	21,96	77,14	-1,19	12,66	12,54
	HOLT	671,95	21,72	0,07	-3,07	4,23	0,13
	WINTER	1752,827	33,35	87,07	-1	11,39	9,60
TERÇA	SUAV. EXP	839,15	23,54	93,44	-1,00	11,27	8,12
	HOLT	752,38	21,68	0,08	-3,38	4,52	0,13
	WINTER	2022,36	35,21	92,61	-1,00	11,59	8,43
QUARTA	SUAV. EXP	567,42	18,61	51,61	-3,04	10,24	7,07
	HOLT	554,13	18,96	-0,07	-5,41	5,03	-0,13
	WINTER	1529,92	29,20	62,53	-1,00	8,01	6,87
QUINTA	SUAV. EXP		27,34	208,26	-5,58	2,01	-4,21
	HOLT	1043,32	26,23	0,04	-3,14	3,64	0,06
	WINTER	1018,75	37,42	315,47	1,00	14,55	13,20
SEXTA	SUAV. EXP	2191,73	22,19	211,92	-12,37	1,01	-11,45
	HOLT	789,63	20,52	0,00	-4,08	4,82	0,00
	WINTER	655,05	26,73	255,41	1,00	9,91	8,57
SÁBADO	SUAV. EXP	1074,62	16,42	83,30	-8,85	1,63	-8,85
	HOLT	384,67	16,61	0,08	-4,44	2,28	0,17
	WINTER	367,93	22,55	136,07	-1,00	9,35	5,06
DOMINGO	SUAV. EXP	889,39	10,12	85,91	-9,27	1,00	-6,59
	HOLT	131,67	9,63	0,03	-2,59	2,68	0,12
	WINTER	125,41	11,78	103,25	1,00	9,37	7,51
		236,98					

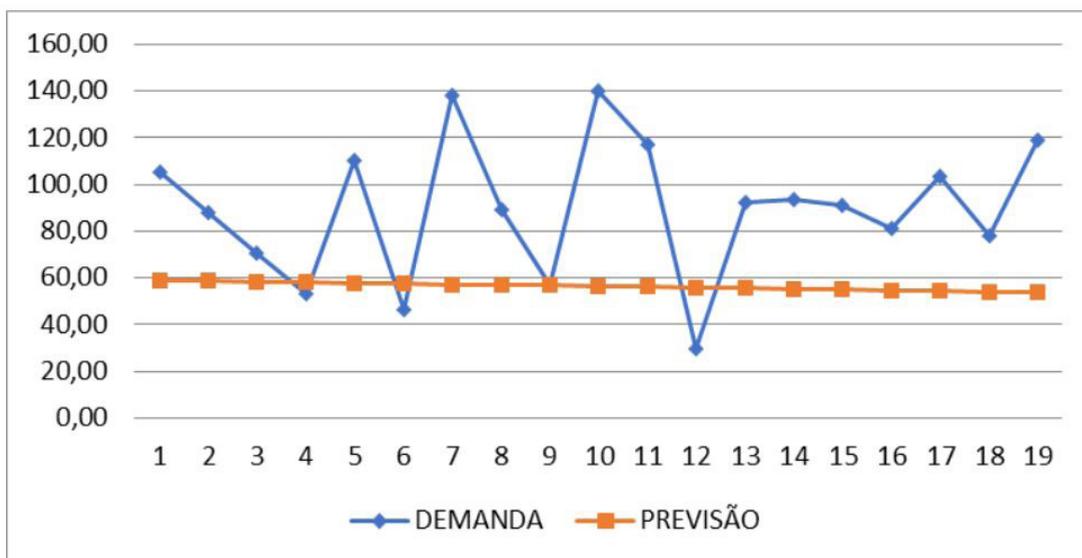
Com base nos erros apresentados, o método mais adequado para prever a demanda dos sete grupos é o método de suavização de Holt. Dessa forma, foram previstas as demandas para os 30% restantes dos dados históricos, e os resultados para os sete grupos são apresentados a seguir.

**FIGURA 1 - PREVISÃO DE DEMANDA SEGUNDA-FEIRA.**

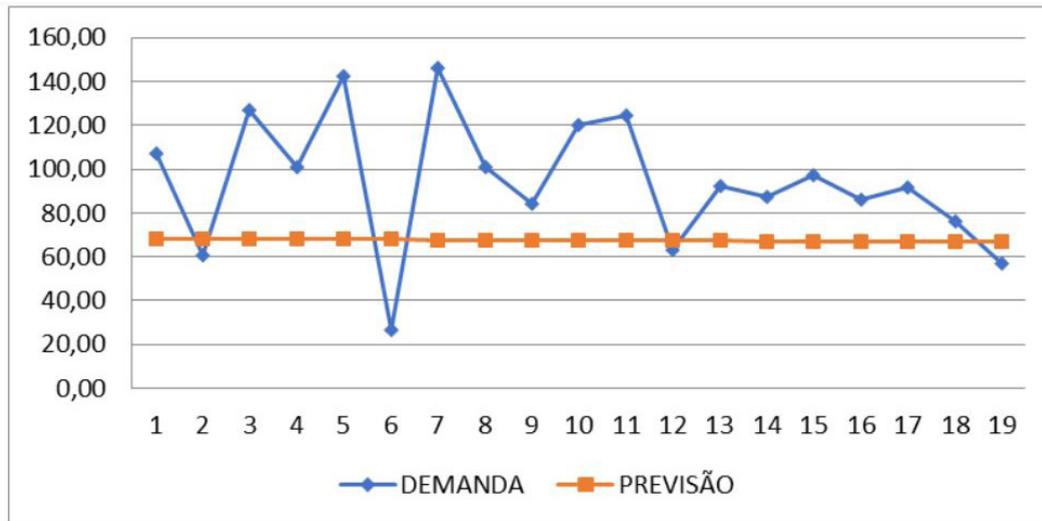


De acordo com a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 60 e 40 horas durante as segundas-feiras. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de decréscimo.

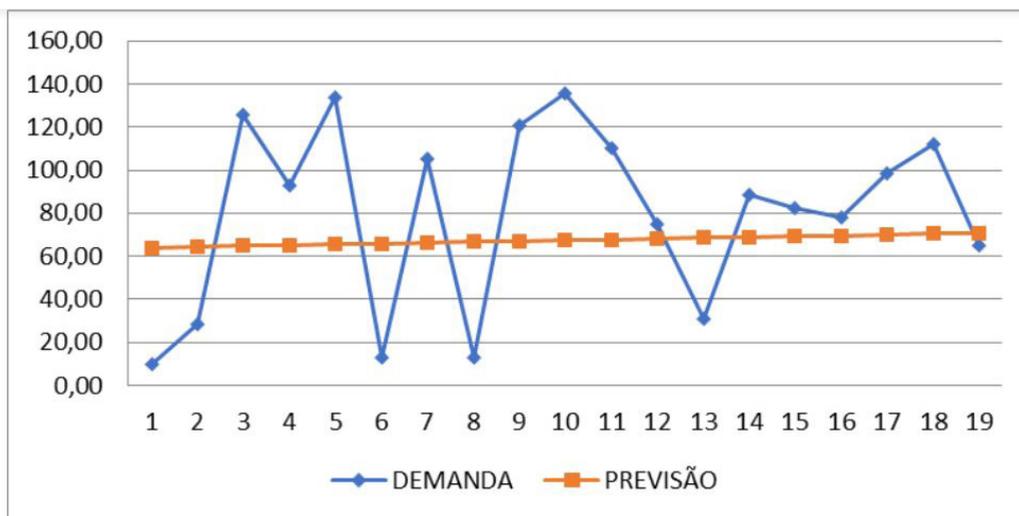
**FIGURA 2 - PREVISÃO DE DEMANDA TERÇA-FEIRA.**



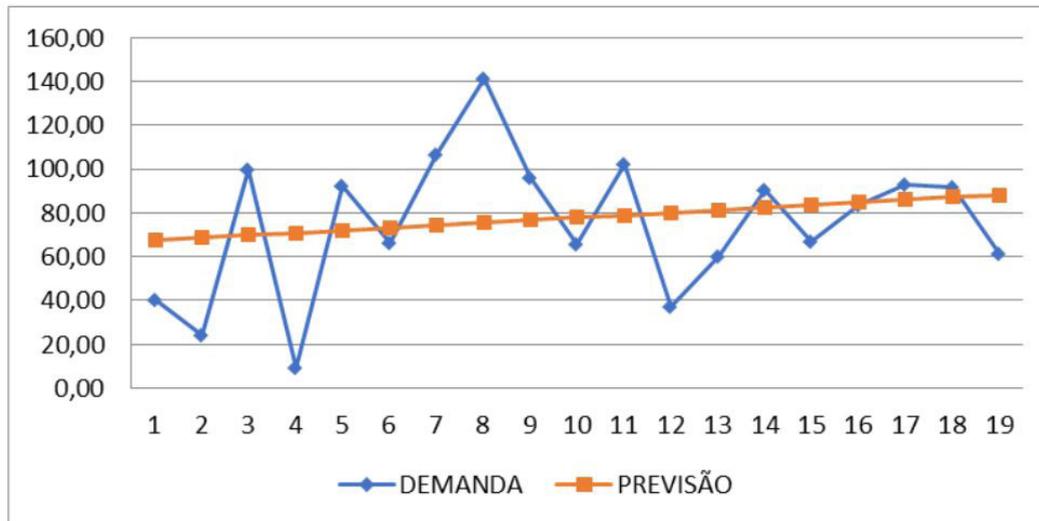
Segundo a previsão os valores das horas de ordens de serviço ficariam entre 60 e 55 horas durante as terças-feiras. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de decréscimo.

**FIGURA 3 - PREVISÃO DE DEMANDA QUARTA-FEIRA.**

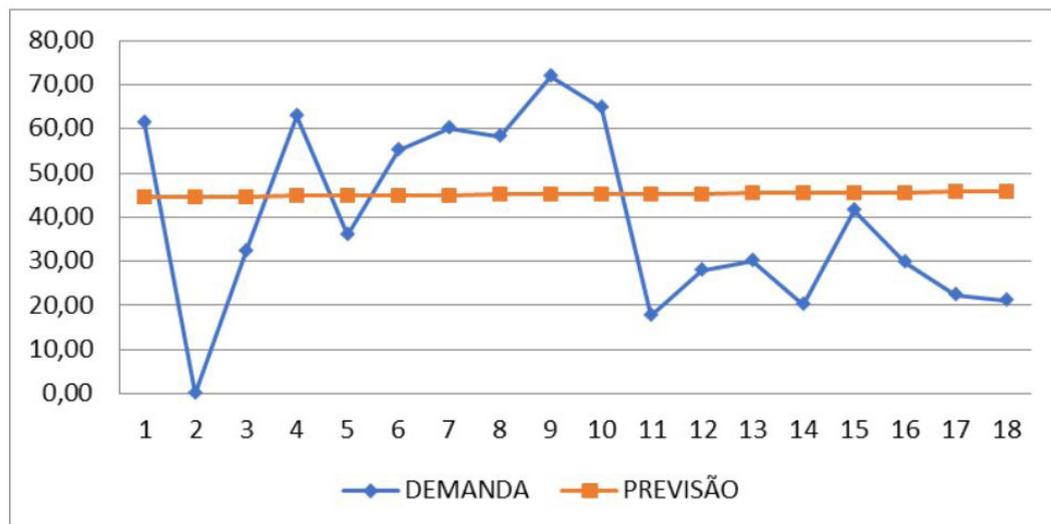
Conforme a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 80 e 60 horas durante as quartas-feiras. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de linearidade.

**FIGURA 4 - PREVISÃO DE DEMANDA QUINTA-FEIRA.**

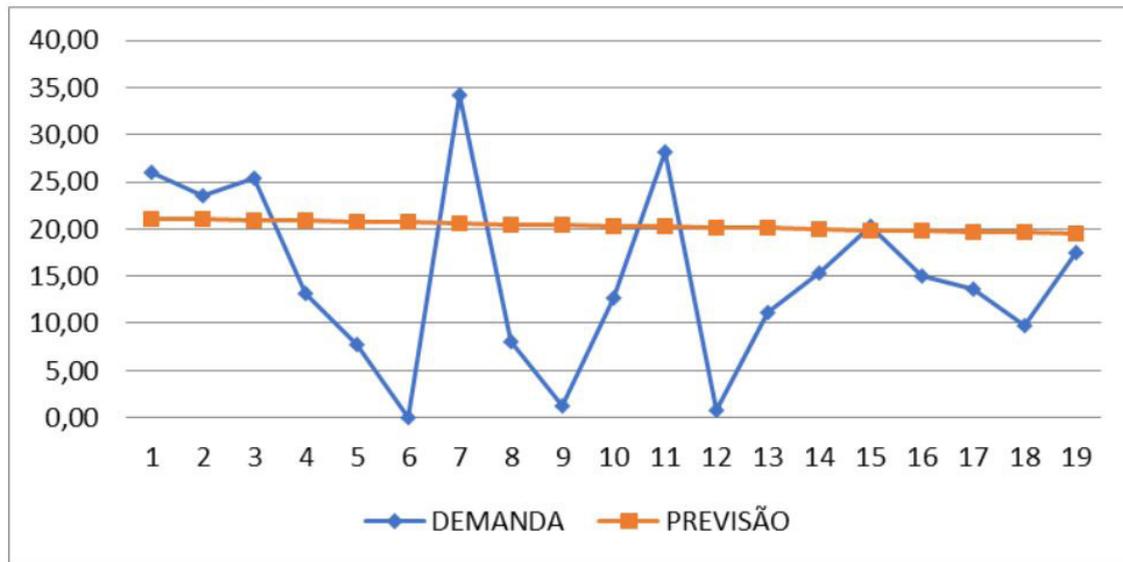
De acordo com a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 80 e 60 horas durante as quintas-feiras. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de crescimento.

**FIGURA 5 - PREVISÃO DE DEMANDA SEXTA-FEIRA**

De acordo com a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 60 e 90 horas durante as sextas-feiras. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de crescimento.

**FIGURA 6 - PREVISÃO DE DEMANDA SÁBADO.**

De acordo com a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 50 e 40 horas durante os sábados. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de crescimento.

**FIGURA 7 - FIGURA 7 - PREVISÃO DE DEMANDA DOMINGO.**

De acordo com a previsão realizada o valor das horas de ordens de serviço ficaria entre 20 e 18 horas durante os domingos. Analisando a demanda real nota-se uma tendência de decréscimo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo tem como objetivo prever a demanda por equipes de manutenção na empresa analisada, através de três possíveis métodos de previsão quantitativos: suavização simples, suavização de Holt, suavização de Winter. Através das análises realizadas, foi possível identificar que o método mais adequado para os dados analisados foi o método de suavização de Holt, por apresentar menores valores para os erros identificados e para o sinal de acompanhamento.

Após a aplicação dos métodos, foi evidente a diferença entre as métricas definidas para comparação dos métodos quantitativos de suavização, onde o método de Holt se destacou. Com base na análise realizada, a empresa poderá planejar melhor as equipes disponíveis para atender um número maior de clientes, reduzindo as reclamações pela demora no atendimento.

Visto que atualmente a empresa não possui nenhuma métrica para a obtenção das horas de serviço a serem realizadas em determinada época ou dia do mês, se torna vital que sejam incorporadas tais técnicas para o planejamento das equipes ao longo do ano. Pelo que se pôde observar com os resultados das métricas existe uma correlação moderada entre os dias da semana e as ordens de serviço, logo deve-se utilizar de tal relação para a determinação das equipes evitando ociosidade ou baixo tempo de resposta pela empresa. Ressaltando também que fatores como a proximidade a datas comemorativas e finais de semana demonstraram valores com baixa procura pelos serviços, sendo este outro fator a ser considerado para realocação das equipes.

## TIME SERIES FORECASTING MODEL: AN APPLICATION FOR COMERCIAL SERVICE IN AN ELETRIC POWER UTILITY

**ABSTRACT:** The present work analyzes the demand of service orders for maintenance service of a company that supplies electricity to a region of the state of Rio Grande do Sul. The objective is to predict the demand for maintenance teams based on the historical data of the previous year, to reduce the time between entering the customer service order and solving the problem by the team. To predict the demand, three quantitative demand forecasting methods based on time series were evaluated, the method of simple exponential smoothing, Holt smoothing and Winter smoothing. The data were grouped by day of the week, according to the correlation study performed, and after, the methods were evaluated. Based on the errors found, it was defined that the most appropriate method was Holt smoothing and was confirmed through the analysis of the accompanying signal.

**KEYWORDS:** Demand forecasting; electric power, Service orders.

Originais recebidos em: 24/02/2017  
Aceito para publicação em: 21/06/2019

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. P.; ROMANZINI, F.; WERNER, I. Planejamento da capacidade de produção na indústria plástica: uma abordagem baseada em previsão de demanda e níveis de capacidade. *Revista Produção Online*, v. 16, n. 3, p. 1033-1057, jul./set. 2016.

AMORIM, M. L. F. de. Otimização De Atendimentos De Emergência Em Redes De Distribuição De Energia Elétrica. Dissertação de mestrado da Universidade Federal Fluminense, 2010.

ANDRADE, W. A.; MIRANDA, L. DE J.; ACHIDA, T. A. C. Tipos de previsão de demanda e a aplicação em indústria automotiva paulista. *Refas - Revista Fatec Zona Sul*, v. 3, n. 2, p. 1–17, 24 fev. 2014.

BERTOLO, L. A. Métodos Básicos de Previsão no Excel. In: Site prof. Bertolo. São Paula: Instituto Municipal De Ensino Superior Catanduva, 2013. Disponível em: < <http://www.bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Simulacao/MetodosBasicosDePrevisaoDeSeriesTemporaisNoExcel.pdf> >. Acesso em: 19 jul. 2017.

CAVALCANTI, Washington Moreira; FONSECA, Adriano Teles. Gestão de serviços:: a percepção do usuário quanto aos serviços prestados no atendimento ao público de uma cooperativa de crédito. *Navus - Revista de Gestão e Tecnologia*, Florianópolis, v. 2, n. 2, p.5-16, dez. 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS (ELETROBRAS). *Manutenção e Operação de Sistemas de Distribuição*. 4 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

GARCIA, V. J. et al. Reliability Assessment by Coordinating Maintenance Vehicles in Electric Power Distribution Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 111, p. 1045–1053, fev. 2014.

GIANESI, Irineu G. N.; CORRÊA, Henrique L. *Administração estratégica de serviços*. São Paulo: Atlas, 1994.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. *Administração de produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MAGRO, M. A. B. Dimensionamento de equipes baseado em modelos de previsão, simulação e alocação: caso de uma empresa do setor elétrico. Dissertação de mestrado objetivando a obtenção do título de mestre no curso de Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R. *Forecasting: Methods and Applications*. 3. ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.

MARTINS, Vera Lúcia Milani; WERNER, Liane. Comparação de previsões individuais e suas combinações: um estudo com séries industriais. *Production*, Porto Alegre, v. 24, n. 3, p.618-627, set. 2014.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; SALOMI, Gilberto Eid. Uma revisão dos modelos para medição da qualidade em serviços. *Produção*, São Paulo, v. 1, n. 14, p.13-30, jan. 2004.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M.C. Análise de séries temporais. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2006. 564p.

PLOSSL,VER G.W., WIGHT, O.W., Production and Inventory Control. Englewood Cliffs, 1967.

ROSSETO, M. et al. Técnicas Qualitativas de Previsão de Demanda: um Estudo Multicasos com Empresas do Ramo de Alimentos. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA – SEGeT, 8., 2011, Resende/RJ. Anais... Resende/RJ: Associação Educacional Dom Bosco, 2011, Paginação Irregular.

SAMOHYL, R. W.; ROCHA, R.; MATTOS, V. L. D. de. Utilização do método de holt-winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses. 2001. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001\\_TR66\\_0742.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR66_0742.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2017.

SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G.; MIRANDA, R. Métodos Simplificados de Previsão Empresarial, Editora Ciência Moderna do Rio de Janeiro, 2008.

SCARPEL, R. A. An integrated mixture of local experts model for demand forecasting. *International Journal of Production Economics*, v. 164, p. 35–42, jun. 2015.

STAUDT, Francielly Hedler; GONÇALVES, Mirian Buss; RODRIGUEZ, Carlos Manuel Taboada. Procedimento para implantar um modelo de previsão de demanda com incorporação de julgamento de especialistas. *Production*, São Paulo, v. 26, n. 2, p.459-475, jun. 2016.

VEIGA, Cassia Rita Pereira da; VEIGA, Claudimar Pereira da; DUCLÓS, Luiz Carlos. A acuracidade dos modelos de previsão de demanda como fator crítico para o desempenho financeiro na indústria de alimentos. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, v. 2, n. 2, p. 83–107, 1 dez. 2010.

VERÍSSIMO, A. J. et al. Métodos estatísticos de suavização exponencial holt- winters para previsão de demanda em uma empresa do setor metal mecânico. *Revista Gestão Industrial*, v. 08, n. 04, p. 154-171, 2017.

VERRUCK, F.; BAMPI, R. E.; MILAN, G. S. Previsão de demanda em operações de serviços: um estudo em uma empresa do setor de transportes, 2009. Disponível em: <[http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009\\_T00125\\_PCN53633.pdf](http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00125_PCN53633.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2017.