

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Marcelo Mello do Couto

**MÉTODO DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ORDENS COMERCIAIS  
EM UMA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2017**

Marcelo Mello do Couto

**MÉTODO DE PREVISÃO DE DEMANDA EM ORDENS COMERCIAIS PARA UMA  
DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELÉTRICA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Centro de Tecnologia da  
Universidade Federal de Santa Maria, como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
**Bacharel em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Jacques Garcia

Santa Maria, RS  
2017

# MÉTODO DE PREVISÃO DE DEMANDA PARA ORDENS COMERCIAIS EM UMA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELÉTRICA

## METHOD OF DEMAND FORECAST FOR COMMERCIAL ORDERS IN AN ELECTRIC UTILITY

Marcelo Couto<sup>1</sup>, Vinícius Jacques Garcia<sup>2</sup>

### RESUMO

É de fundamental importância a previsão da demanda em qualquer empresa, para uma distribuidora de energia elétrica não é diferente, porque a partir dela é possível planejar com mais exatidão a utilização dos seus recursos, a organização de suas atividades, entre outros fatores vitais de uma distribuidora. Esse estudo foca na aplicação de um método de previsão de demanda para ordens comerciais em uma distribuidora de energia elétrica. Para a realização do estudo de caso foi necessário, inicialmente, uma avaliação dos dados disponíveis através de gráficos e estudos de correlação para uma posterior previsão pelo método de suavização exponencial de Hillier e Lieberman (2015), para cada mês e para cada dia da semana. Como resultados obteve-se previsões que conseguiram simular o comportamento da demanda real e com erros percentuais médios dentro do tolerado, sendo decidido que se deve fazer a previsão para o dia da semana com exceção para quinta-feira, onde seria necessário a eliminação de valores fora do padrão para uma maior precisão da previsão.

**Descritores:** Distribuidora de energia elétrica; Previsão de demanda; Ordens comerciais.

### ABSTRACT

The demand forecast is present in many sectors of the market however it plays a very important role in electric utility sector. This tool allows electric utility sector to plan its resources accurately, to improve the organization of its activities, among other key factors of a electric utility. This study focuses on the application of forecasting method for commercial orders in a electric utility. First, to performed the study case was necessary to assess the data available through graphics and correlation analysis to a subsequent application of exponential smoothing method of Hillier and Lieberman (2015), for each month and day of the week. As results, the method was able to simulate the behavior of real demand with percentage average errors according to the desired, being decided that the best way to use this method is forecast for each day of the week, which it would be need delete nonstandard values to increase the accuracy of this method.

**Keywords:** Electric utility; Demand Forecast; Commercial orders.

---

<sup>1</sup> Graduando em Bacharel de Engenharia de Produção, autor; Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Centro de Tecnologia - UFSM

<sup>2</sup> Engenheiro de Produção, orientador; Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2005).; Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas - UFSM

## 1 INTRODUÇÃO

Em empresas dos mais variados setores existe o problema da limitação de recursos e a partir dessa limitação é necessário um bom planejamento para atender a demanda de seus clientes. É o que acontece com concessionárias de energia elétrica, no qual seus serviços de atendimentos que possuem uma frota de veículos e um número de funcionários limitados precisam dar suporte a uma cidade inteira, independente do dia, tendo que lidar com a variabilidade do volume de ordens comerciais e emergenciais que são demandadas, de acordo com cada necessidade. Assim, os casos onde é necessário o atendimento das necessidades dos consumidores determina ao sistema a condição de que a disponibilidade para atendimento supere a demanda, no momento em que tal restrição não é respeitada, gera-se clientes não atendidos (WANG et al., 2016).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) estabelece normas e padrões de qualidade, eficiência e economicidade, os quais devem ser atendidos pelas concessionárias com a finalidade de oferecer o melhor serviço possível aos seus clientes. Para cumprir com este propósito, a concessionária deve possuir uma estrutura capaz de realizar manutenções, instalações e operações rotineiras no sistema elétrico da cidade. Além disso, é de competência da empresa prever e detectar possíveis causas que podem ter como consequência a interrupção de energia elétrica e resolvê-las ao menor tempo possível de modo que a qualidade da transmissão da energia elétrica não seja afetada.

Em geral, as concessionárias de energia elétrica têm um funcionamento bem particular, as pessoas entram em contato com a empresa, por meio de uma ligação para o central de atendimento, o atendente registra a ocorrência. Se o serviço requerido é caracterizado como comercial, que é o foco deste trabalho, uma ordem de serviço (OS) é gerada e enviada para o Centro de Operações (COD). Caso seja uma ordem emergencial, é gerada imediatamente uma OS para o COD que rapidamente envia a OS para o veículo mais próximo da ocorrência, via satélite. O atendimento das ordens de serviço emergenciais, comerciais e técnicas (inspeções e manutenção) apresentam grande quantidade de demanda. Vários critérios estão envolvidos no despacho das ordens de serviço: rotas de atendimento, localização, disponibilidade de equipes, prazos de atendimento, níveis de prioridade para atendimento, indicadores, entre outros.

Portanto, é papel dos gestores desse serviço o balanceamento entre as ordens comerciais e emergenciais, já que as ordens emergenciais se sobrepõem as ordens comerciais, por isso é importante a adaptação das ordens emergenciais aos despachos diários de cada equipe. Nas ordens comerciais há um sistema de rotas que já são previamente determinadas, essas rotas

seguem a lógica do menor caminho percorrido de acordo com a localização geográfica de cada ocorrência.

A ANEEL estabelece regulamentações para as ordens comerciais em relação ao prazo máximo para o atendimento de determinadas ordens de serviço, sendo que o não cumprimento implica multas ao prestador de serviço. O tempo de atendimento da ordem de serviço é composto por um tempo de espera, um tempo de deslocamento e um tempo de execução. O tempo de espera é caracterizado por todo o trajeto da reclamação ou solicitação desde o operador que atende o telefone até a equipe da concessionária iniciar seu deslocamento para realizar o serviço. O tempo de deslocamento é o tempo que o electricista e sua equipe levam para se deslocar até o local da ocorrência. Por fim, o tempo de execução vai desde o momento em que a equipe começa a executar a atividade até a sua conclusão.

Portanto, o presente trabalho se limitará ao estudo da aplicação de técnicas de previsão ao tempo de atendimento de serviços relacionados apenas às ordens comerciais, sendo observados fatores e aspectos que caracterizam este tipo de ordem.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E ESCOPO DO TRABALHO

Tema: Método de previsão de demanda de ordens comerciais em uma distribuidora de energia elétrica na região central do estado.

Problema: Como realizar e corrigir a previsão de demanda para minimizar os efeitos de espera por atendimentos?

Objetivo geral: Aplicação de um método de previsão de demanda para ordens comerciais em uma distribuidora de energia elétrica.

Objetivos específicos: (i) Definir estrutura de atendimentos de serviços, (ii) estudar o comportamento da demanda de ordens comerciais, (iii) analisar fatores e variáveis que influenciam na acurácia da previsão.

Justificativa: O problema de atendimento de ordens comerciais possui um potencial de aplicação devido a essas ordens estarem presentes em qualquer concessionária de energia elétrica, assim como em empresas que possuem características semelhantes aos serviços da empresa que será estudada neste trabalho. No caso, a empresa estudada atinge aproximadamente 1,2 milhões de clientes em todo estado, abrangendo uma área de 99.000 Km<sup>2</sup>, ou seja, qualquer otimização em seus serviços tem um impacto imenso na vida de muitas pessoas.

Dessa forma, é essencial saber o tempo de atendimentos que a empresa planeja receber no futuro, por mais imperfeita que possa ser uma previsão, pois a partir deste ponto é que a empresa toma praticamente todas as suas decisões, uma vez que os atendimentos dependem de fatores como condições climáticas, situação da economia, aumento da população, etc. Com isso, a previsão de demanda desempenha um importante papel em diversas áreas da organização como, por exemplo, na área de recursos humanos, planejando o nível da força do trabalho, e no setor financeiro, planejando o uso de recursos (Fogliatto *et al.*, 2005).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abordado neste trabalho está dividido em subseções. Num primeiro momento, apresenta-se um resumo da previsão de demanda de serviços. Em seguida será descrito o atendimento de serviços de ordens de tipo comerciais. E, por fim, são discutidos trabalhos semelhantes a este estudo.

### 2.1 PREVISÃO DE DEMANDA DE SERVIÇOS

A previsão de demanda é fundamental para uma empresa, pois a partir dela sairão decisões que irão impactar no seu futuro. Para Tubino (2009), a previsão de demanda é a base do planejamento estratégico de qualquer empresa, com isso, as previsões têm um papel muito importante nos processos de planejamento dos sistemas de produção, pois permitem que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem satisfatoriamente suas ações.

Na medida que surja o interesse por parte dos gestores de utilizar métodos estruturados de previsão de demanda, torna-se imperativo, entender de que forma as previsões vinham sendo realizadas até então. Afinal, mesmo que não exista um método estruturado de previsões, suposições intuitivas dos envolvidos devem existir como alternativa ao planejamento das várias atividades realizadas na organização (GERBER; MIRANDA; BORNIA; FREIRES, 2013).

Segundo Hillier e Lieberman (2015), nas economias desenvolvidas o foco da previsão de demanda está mudando de produtos para serviços. Cada vez mais fabricas estão sendo instaladas em países mais pobres, com uma obra mais barata. Ao mesmo tempo, empresas estão se especializando em oferecer serviços de vários tipos como, turismo, entretenimento, serviços de saúde, entre outros. Para essas empresas prever vendas é a mesma coisa que prever serviços e com isso saber o número necessário de funcionários para atender a demanda.

Dependendo da forma como os dados são coletados, vários critérios podem ser considerados na escolha do método, entre eles o padrão de dados existentes e o grau de precisão

desejado (MANCUSO; WERNER, 2014). Deve ser observado, entretanto, que alguns serviços adotarão apenas um ou outro modelo, enquanto outros utilizarão dois ou mais, dependendo da aplicação definida. Por exemplo, um restaurante de fast-food talvez se interesse por um modelo de previsão por meio de séries temporais para definir a demanda diária para os itens do cardápio. A demanda para serviços hospitalares, entretanto, apresenta características tanto temporais quanto espaciais, requerendo, assim, modelos causais e temporais (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014). As previsões de demanda são realizadas com base nos métodos quantitativos, mas também dependem de uma análise qualitativa acerca do planejamento integrado de produção de cada fábrica, ou seja, os responsáveis por cada fábrica avaliam o cenário para também identificar o melhor aproveitamento da previsão de demanda (ZANELLA; VIEIRA; BARICHELO, 2015). Os modelos quantitativos empregam dados de séries temporais para processar as previsões, com o objetivo de se obter dados futuros através de dados passados. Já o modelo qualitativo é também conhecido como subjetivo, pois são basicamente intuitivos e baseados na opinião dos gerentes e vendedores da empresa.

A integração das técnicas qualitativas e quantitativas podem ser uma possibilidade para otimizar o desempenho dos modelos de previsão de demanda e assim criar previsões mais precisas (WERNER; RIBEIRO, 2006). Por isso, a escolha do modelo de previsão de demanda tem que ser realizada de maneira cuidadosa, para que o modelo adotado seja o mais adequado possível as características da empresa.

No Apêndice A, é possível observar um a tabela com a relação das técnicas de previsão existentes com suas respectivas características.

## 2.2 ATENDIMENTO DE SERVIÇOS EM DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Todo processo de atendimento realizado pelas distribuidoras de energia começa com a interrupção da energia elétrica em estabelecimentos comerciais ou residências, com isso, o cliente ao perceber a sua falta comunica à distribuidora, por meio do call center da empresa, em que um operador será o responsável por fazer o contato com o cliente. Esse contato é feito seguindo um roteiro para tentar diagnosticar, de forma imediata, o que levou a interrupção da energia elétrica. A partir disso, o cliente é orientado pelo operador a fazer uma verificação em suas instalações elétricas, observando se o seu disjuntor apresenta um aspecto diferente, se os fusíveis estão normais, ou se alguma outra coisa relacionada está fora do padrão.

Essa etapa inicial tem o objetivo de evitar o deslocamento desnecessário das equipes de campo que, em alguns casos, chegam ao local e verificam que o problema é interno, ou seja,

não é de responsabilidade da distribuidora. Caso o cliente não realize essa inspeção prévia ou o problema não seja interno, o operador do call center registra a ocorrência no sistema de gestão da distribuição (SGD), assim essa ocorrência é registrada no centro de distribuição e em seguida uma equipe de campo é deslocada até o local da ocorrência para realizar o atendimento (AMORIM, 2010).

Os fatores mais comuns que levam ao aumento no número de atendimentos estão relacionados às condições climáticas. Um fator são as altas temperaturas que causam o aparecimento de problemas como o mau contato nas conexões dos ramais dos clientes e desarmes ou queimas de unidades transformadoras relacionadas ao crescimento do consumo. Outro fator importante a se considerar são as fortes chuvas que muitas vezes vem acompanhadas de rajadas de ventos, que também influenciam diretamente no aumento do número de ocorrências. Assim, pode-se concluir que o número de atendimentos realizados pelas distribuidoras tem um comportamento sazonal.

A forma como as equipes são distribuídas para realizarem os atendimentos respeitam uma série de fatores como: a quantidade de equipes de campo naquele momento, o número de ocorrências, a natureza da ocorrência, se uma ocorrência de apenas um cliente ou de toda uma região da cidade, o tempo de duração do atendimento, a sua localização, e onde estão localizadas as equipes de campo naquele momento. As ocorrências de apenas um cliente, como o nome diz, são as demandas de atendimentos de anormalidades do sistema de distribuição que atingem uma unidade consumidora. As ocorrências que atingem várias unidades consumidoras são caracterizadas como do tipo unidade transformadora ou zona.

Como comentado anteriormente o centro de distribuição é o responsável por organizar quais equipes devem atender determinadas ocorrências, essa organização deve ter o objetivo de reduzir o Tempo Médio de Atendimento (TMAE) e o valor do Cliente Hora Interrompido (CHI), que é o produto do número de clientes necessitando de atendimento com o número de horas de interrupção da energia elétrica da referida ocorrência. Este indicador está relacionado à Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC), mas não está entre os indicadores requeridos pela ANEEL para avaliar a qualidade do atendimento (AMORIM, 2010).

Além do conhecimento dos procedimentos que devem ser aplicados em um atendimento, é de fundamental importância para os operadores do centro de operações ter um conhecimento, em termos geográficos, da região onde a distribuidora atua. Essa tarefa não é simples, pois envolve diversas variáveis, que já foram citadas anteriormente, como identificar o tipo de ocorrência, a sua localização, estabelecer um ranking de quais ocorrências devem ser



atendidas primeiras, a escolha da equipe, o apoio a equipe de campo com todas as informações necessárias, a análise dos resultados dos atendimentos e as finalizações das ocorrências no sistema. Com a tecnologia atual, existem várias ferramentas que são utilizados pelo centro de operação e que servem para acompanhar como o atendimento é realizado, os seus operadores devem também atender e priorizar as ordens emergenciais que devem se sobrepor às ordens comerciais.

O PRODIST, que determina os procedimentos básicos de atendimento que devem ser seguidos por uma distribuidora de energia elétrica, trata da qualidade do fornecimento da energia elétrica em um de seus artigos, “a distribuidora deverá dispor de sistemas ou mecanismos de atendimentos emergenciais, acessíveis aos consumidores, para que estes apresentem suas reclamações quanto a problemas relacionados ao serviço de distribuição de energia elétrica, sem prejuízo do emprego de outras formas de sensoriamento automático da rede” (PRODIST, 2016).

O indicador de Tempo Médio de Atendimento (TMAE), possui a seguinte fórmula:

$$TMAE = \frac{\sum_{i=1}^n TAE_i}{n} \quad (1)$$

Sendo  $TAE$  o tempo de atendimento da ocorrência e  $n$  o número de ocorrências verificadas no período. Outro indicador é o Tempo Médio de Deslocamento (TMD), obtido através da formula (2), onde  $TD$  é o tempo de deslocamento até a ocorrência:

$$TMD = \frac{\sum_{i=1}^n TD_i}{n} \quad (2)$$

Ainda existe o Tempo Médio de Execução (TME), na qual  $TE$  é o tempo de execução do serviço:

$$TME = \frac{\sum_{i=1}^n TE_i}{n} \quad (3)$$

A ANEEL possui um indicador que relaciona o número de clientes com o tempo de interrupção da energia, o  $CHI$ , sendo  $nc$  o número de clientes envolvidos na ocorrência e  $ti$  o tempo de interrupção do fornecimento de energia elétrica:

$$CHI = nc \cdot ti \quad (4)$$

No contrato de concessão da empresa estão especificados indicadores para ordens emergenciais e comerciais. A ANEEL estabelece que em atividades com características emergenciais o consumidor urbano deve ser atendimento em até dois dias úteis, já para o consumidor rural esse tempo é de cinco dias úteis. Já atividades com características comerciais ou técnicas o prazo é de sete dias úteis.

## 2.3 PREVISÃO DE DEMANDA DE ATENDIMENTOS EM DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Não foram encontrados muitos trabalhos relacionados a previsão de demanda de atendimentos em distribuidoras de energia elétrica, por isso foram buscados estudos semelhantes que utilizam técnicas de previsão referentes a atendimentos em empresas prestadoras de serviço e que tenham alguma similaridade aos atendimentos feitos por distribuidoras de energia elétrica.

Magro (2003), desenvolveu um método com o objetivo de quantificar e otimizar o número das equipes de trabalho compostas por eletricitistas em uma distribuidora de energia elétrica, para atender a demanda futura de serviços, auxiliando no planejamento estratégico da empresa para estabelecer o número de vagas necessárias. Para isso, ele realizou um estudo em várias etapas, para cada etapa foi utilizado um modelo e os resultados do modelo foram os dados de entrada do modelo seguinte. Com isso, o modelo geral é composto por três modelos distintos: modelo de previsão, modelo de simulação e modelo de alocação. No modelo de previsão foram analisados quais os serviços prestados pela empresa e seu processo de atendimento, assim foram coletados os dados necessários para entender o comportamento da demanda e, em seguida, foi realizada a previsão para o ano seguinte. Depois, foi feito o modelo de simulação, onde foram coletados os tempos dos atendimentos, e identificadas quais atividades são prioridade sobre as outras, esse modelo foi construído em um software imitando o processo de atendimento. No modelo de alocação, foi analisada qual a melhor alocação para cada equipe no atendimento diário, essa alocação revelou o número de equipes necessárias para atender a quantidade prevista de serviços. A aplicação desse modelo permitiu conhecer a necessidade de equipes por hora para atender as ordens de serviço no tempo estabelecido pelo contrato de concessão da empresa.

Guimarães (2016), formulou uma metodologia que busca estimar a ocorrência de serviços emergenciais, que surgem de maneira inesperada durante a jornada de trabalho dos veículos de uma concessionária de distribuição de energia elétrica. Para isso, inicialmente foi definido o problema, buscando avaliar os atributos fundamentais a serem considerados na realização dos serviços pelas equipes de atendimento. Após, foi feita a análise da demanda, na qual foram verificados os dados históricos de demanda de serviços emergenciais, definido o território, áreas e zonas, e estudadas as técnicas de previsão mais adequadas aos dados. Em seguida, foi definido o modelo de geração de variáveis, onde cada variável foi analisada de maneira independente das demais e, com isso foi considerado o conceito de probabilidade

condicional para estimar a probabilidade de ocorrência de um serviço emergencial em determinado local. Por fim, foi elaborado o modelo matemático de roteamento, no qual os parâmetros considerados estão diretamente relacionados aos tempos de atendimento e aos tempos das rotas. Os resultados do estudo evidenciaram que a metodologia foi capaz de capturar a estocasticidade do problema, ou seja, a aleatoriedade dos dados coletados.

Kumar et al. (2015), emprega um modelo integrado de suavização exponencial para prever o tempo de viagem de um ônibus urbano. A pesquisa começa com a aplicação de uma suavização exponencial simples a 105 dados de tempo de viagem de um ônibus em Boston para uma única rota, em seguida o trabalho inclui o método de Kalman junto a suavização exponencial para sofisticar a previsão dos dados, assim é possível integrar as variáveis como localização, dia da semana e condições climáticas ao método. Após isso, foi calculada a média do erro entre a demanda prevista e a real, com isso, foi possível comparar o método inicial utilizado com o método integrado elaborado posteriormente e assim, foi possível perceber uma maior acurácia na técnica composta pela suavização exponencial e o método de Kalman do que apenas o método de suavização exponencial simples.

Mancuso e Werner (2014), realizam um estudo nos métodos de previsão de demanda aplicada à auditorias médicas, o objetivo do trabalho é averiguar como as redes neurais artificiais e o modelo de combinação por regressão se comportam frente uma série de dados. O estudo começa com a realização das modelagens individuais e obtenção das previsões. Nessa etapa, a rede neural utilizada foi do tipo *feedforward* (direta) com perceptrons de múltiplas camadas. Na segunda etapa, foi feito o cálculo das combinações de previsão para média simples, variância mínima e regressão linear. Por fim, foi feita a comparação das medidas de acurácia, onde os métodos de previsão (individuais e combinações) foram avaliados conforme o desempenho das medidas de acurácia. Como resultados, o trabalho constatou que o método com maior acurácia foi de combinação por regressão linear precedida pela combinação por variância mínima. Em relação as redes neurais artificiais, apesar de ser uma técnica para séries não lineares, obtiveram-se dificuldades para a convergência da série, sendo necessários maiores recursos computacionais, comparando-se aos demais métodos. Contudo, a metodologia de combinação das previsões individuais se destaca perante as demais técnicas.

Bouzada e Saliby (2009), descreveram e propuseram uma solução para o problema previsão de demanda de uma grande empresa brasileira de call center. Para tanto, os autores escolheram o método da regressão linear com variáveis Duummy, já que esse método é capaz de capturar o impacto específico de cada evento e informação da demanda de cada dia. Para prever a quantidade de ligações em cada data, os autores tiveram acesso ao histórico desses dados,

sendo a quantidade de ligações a variável dependente relacionada a mais dez variáveis independentes. As previsões realizadas com o modelo de regressão múltipla foram comparadas as previsões que eram feitas na empresa, e foi revelado que a acurácia e a fácil utilização da regressão múltipla foram muito superiores ao método adotado anteriormente.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Utilizando artigos que representam de diferentes maneiras temas que são abordados neste estudo, a tabela que se encontra no Apêndice B, foi elaborada com o objetivo de verificar quais atributos que estão presentes neste trabalho e que também são utilizados por este grupo de artigos. Os atributos correspondentes aos artigos são marcados com um x.

Nesta tabela, é possível observar que todos os estudos abordados utilizaram como atributo o dia da semana, visto que este atributo é muito empregado não só para previsão em serviços, mas também em previsões de demanda de produtos que podem apresentar uma significativa variação no comportamento durante a semana dependendo do produto que é analisado. Já outros atributos como localização e tipo de serviço são mais raros de se encontrar na literatura, dado que são relacionados a alguns serviços específicos com comportamentos de demanda característicos.

## 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será descrito o cenário da pesquisa, os seus métodos e, por fim, as etapas que serão realizadas neste estudo.

### 3.1 CENÁRIO

A presente pesquisa será realizada em uma concessionária de energia elétrica do Rio Grande do Sul, ela abrange 118 municípios e uma área de aproximadamente 99 mil quilômetros quadrados. A empresa não realiza apenas o serviço de distribuição, mas também ela é responsável pela manutenção, reparos e alguns outros serviços relacionados ao fornecimento de energia elétrica. O processo de atendimento dessa empresa se divide em três tipos de serviços: comerciais/técnicas e emergenciais. Como dito anteriormente, este estudo se limitará as ordens comerciais e à região de Santa Maria.

### 3.2 MÉTODOS DE PESQUISA

No Quadro 1, é possível verificar a tipificação da pesquisa quanto aos seus métodos.

Quadro 1- Caracterização da pesquisa.

<b>Caracterização da pesquisa</b>	
<b>Abordagem</b>	Quantitativa
<b>Natureza</b>	Aplicada
<b>Objetivo</b>	Explicativa
<b>Procedimento</b>	Estudo de caso

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir do Quadro 1, verifica-se que esta pesquisa se caracteriza por ter uma abordagem quantitativa, pois como esclarece Fonseca (2002), os resultados do estudo podem ser quantificados, no caso, seus resultados serão os dados previstos do tempo de serviço das ordens emergenciais para os períodos seguintes. Quanto à natureza, este estudo se caracteriza por ser uma pesquisa do tipo aplicada, pois ele foca na solução de um problema específico envolvendo interesses locais. Em relação aos objetivos, esta pesquisa pode ser classificada como sendo do tipo explicativa, pois tem como preocupação os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de um evento (GIL, 2007). Os procedimentos técnicos utilizados pelo trabalho podem ser descritos como sendo um estudo de caso, pois é feita uma análise de um conjunto de dados em uma empresa e verificado o seu comportamento para, posteriormente, ser feita a sua previsão e, conforme Gil (2007), visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação.

### 3.2 ETAPAS DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentadas as etapas que são utilizadas para a realização da previsão do tempo de serviço da distribuidora de energia elétrica estudada. Posteriormente, são mostrados os resultados que validam o modelo elaborado. As etapas que foram seguidas se encontram a seguir:

- Descrição dos dados
- Estudo da correlação das variáveis;
- Análise dos dados;
- Aplicação do método de previsão

Este é o passo a passo seguido para a estruturação do método mais apropriado para ser realizada previsão.

## 4 ELABORAÇÃO DO MODELO

### 4.1 DESCRIÇÃO DOS DADOS

Os dados analisados para estudo são referentes ao tempo de realização de cada serviço, considerando apenas ordens comerciais. Esses dados são gerados imediatamente pelo software da concessionária assim que o cliente realiza a ligação requisitando o serviço, o valor do tempo desse serviço é automaticamente gerado de acordo com o tipo de serviço, juntamente com a latitude e longitude do local, o mês, o dia do mês, o dia da semana e a hora. Eles são relativos ao mês de janeiro até o dia 9 de julho de 2016, considerando todos os dias da semana e todas as horas trabalhadas.

### 4.2 ESTUDO DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Nesta seção, foi realizado o estudo da influência de cada variável na demanda por tempo de serviço, as variáveis analisadas foram hora, dia da semana, dia do mês e mês que ocorreu o serviço

Na Tabela 1, é possível verificar que a única variável que possui uma correlação razoável é hora, as outras variáveis possuem uma correlação baixíssima.

Tabela 1 – Nível de correlação para cada variável.

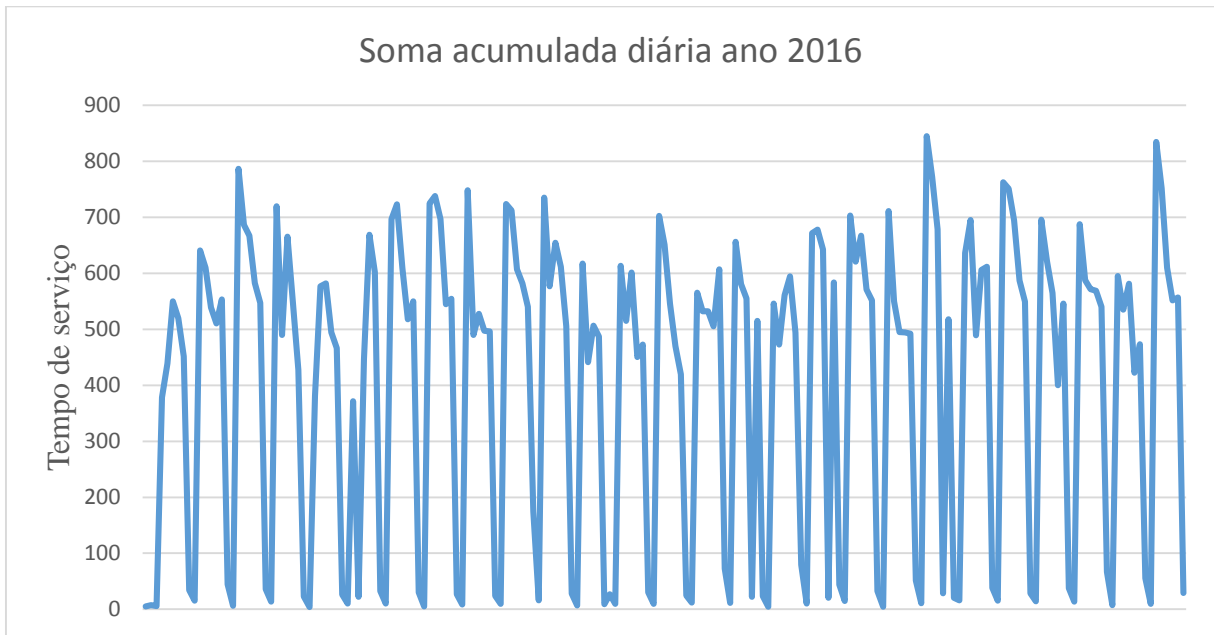
Variável	Correlação
Hora	74,5%
Dia da semana	-2,64%
Dia do mês	0,42%
Mês	-0,15%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da correlação feita anteriormente foi obtida a soma de todos os tempos de serviço para cada dia do mês, permitindo a avaliação sobre o comportamento típico da soma acumulada dos tempos de serviço se o período do mês possui um comportamento típico que possa influenciar na variável dependente.

Figura 1 - Soma diária acumulada 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Por meio da Figura 1 e dos gráficos mensais no apêndice C até o apêndice I, é possível verificar que não há um comportamento típico por período do mês, mas sim um comportamento para cada semana, começando com um pico no dia 2 da semana, no caso segunda feira, e, conseqüentemente, um decréscimo da soma dos tempos de serviço no decorrer dos dias da semana, com seu valor mais baixo no fim de semana.

#### 4.4 APLICAÇÃO D1140 MÉTODO

Com a análise das somas acumuladas diárias de cada mês, foi possível observar uma sazonalidade semanal nos dados, porém não houve presença de tendência. A partir disso, foi feito uma previsão do mês de janeiro até julho de 2016 utilizando o método de suavização exponencial, proposto por Hillier e Lieberman (2015), esse método inicia com a realização da média do tempo de serviço dos sete dias da semana, após isso é feita a média das médias de cada dia e com isso é realizado o cálculo do fator sazonal para cada período, como é possível observar na Equação 5:

$$S_t = \frac{\text{média do período}}{\text{média geral}} \quad (5)$$

Com isso, é necessário remover o efeito sazonal dos dados iniciais, para isso é necessário aplicar a Equação 6:

$$l_t = \frac{D_t}{S_t} \quad (6)$$

Sendo  $l_t$  o ajuste sazonal do período, e  $D_t$  a demanda real do período. Dessa forma, a equação 6 irá “retirar” a sazonalidade dos dados, o próximo passo será ajustar a sua tendência com a utilização das Equações 7 e 8:

$$T_t = \alpha(l_{t-1} - f_0) + (1 - \alpha)(F_{t-1} - f_0) \quad (7)$$

$$E_t = \beta * T_t + (1 - \beta) * E_{t-1} \quad (8)$$

Sendo  $T_t$  a tendência para o período t,  $f_0$  o primeiro valor da série de dados, F a previsão sazonal estimada e  $E_t$  a tendência estimada. Com isso, tem-se os elementos necessários para se fazer a previsão com os ajustes na sazonalidade e na tendência dos dados, para isso é preciso fazer uso da Equação 9:

$$F_t = \alpha * l_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} + E_t \quad (9)$$

Com o cálculo da previsão sazonal estimada realizado, finalmente será possível calcular a previsão do período, essa previsão se dá com a Equação 10:

$$P_t = F_t * S_t \quad (9)$$

Dessa forma, é possível se obter a previsão para os dados, no entanto, ainda é possível fazer ajustes nas constantes para se obter o menor erro possível, assim foram estabelecidos 6 valores para as constantes  $\alpha$  e  $\beta$ , esses valores vão de 0,1 à 0,6, a fim de aferir qual a melhor combinação para os dados existentes. Os valores mais próximos a zero tendem a considerar o conjunto dos dados como um todo, enquanto valores mais próximos de 1 são mais eficientes ao detectar as últimas variações na série de dados.

Consequentemente, a previsão ficará estabilizada conseguindo aproximar-se da demanda real considerando casos mais específicos de variação, como a queda do tempo de serviço nos fins de semana.

Assim, primeiramente optou-se por prever a demanda mensal, avaliando qual é o melhor valor para  $\alpha$  e  $\beta$  através do cálculo do erro médio feito com a demanda real e a demanda prevista



pelo método. Posteriormente foi feita a previsão para cada um dos sete dias da semana considerando toda a série de dados existentes, verificando qual a melhor combinação das constantes  $\alpha$  e  $\beta$  de modo que se tenha o menor erro possível. Assim, será possível observar qual a melhor maneira de se calcular a previsão da demanda para as ordens comerciais. O erro percentual médio é calculado com a fórmula da equação 10:

$$\text{Erro percentual médio} = \frac{(D_t - P_t)}{D_t} \quad (10)$$

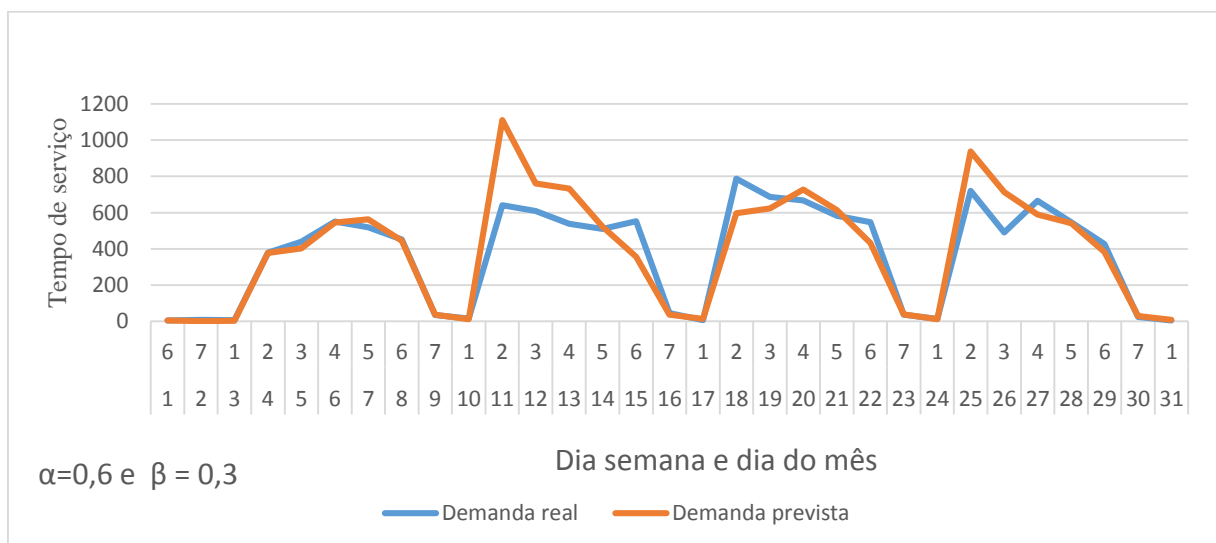
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão demonstrados os resultados dos cálculos realizados pelo método proposto seguidos de uma análise sobre os mesmos.

### 5.1 PREVISÃO MENSAL DA DEMANDA

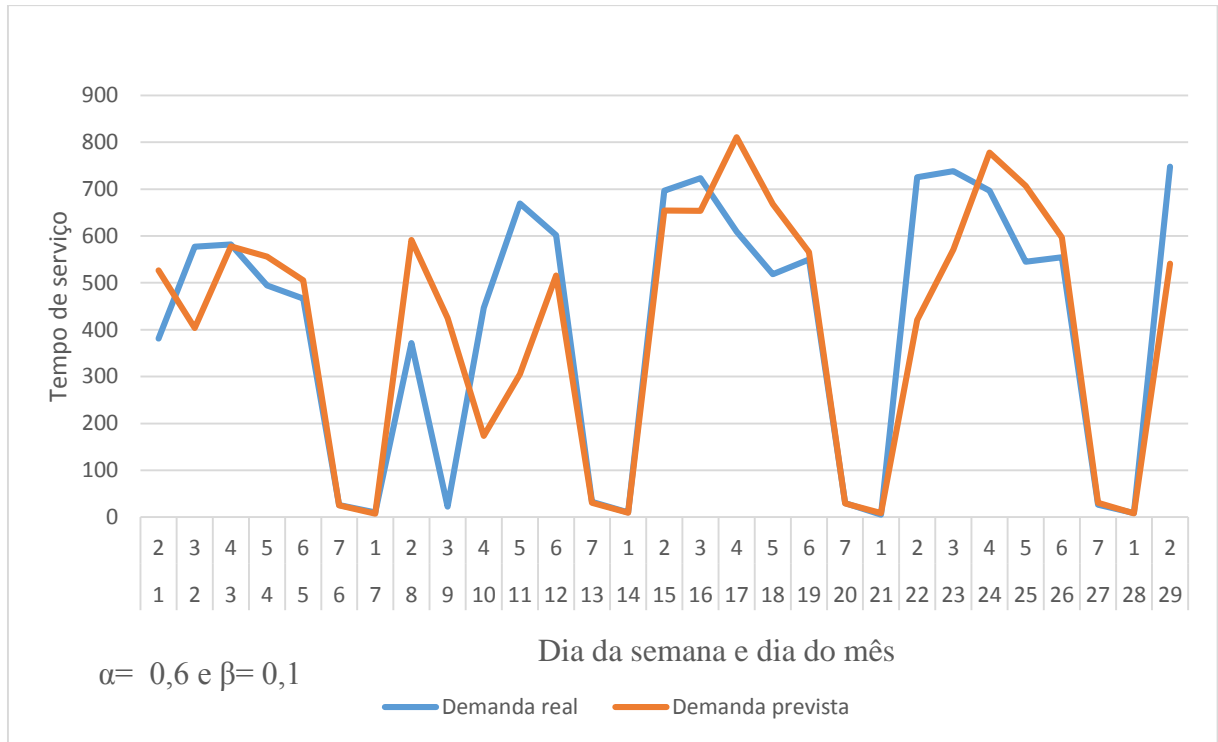
A seguir, encontram-se as Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 relacionando a demanda real com a prevista para cada mês, considerando as constantes  $\alpha$  e  $\beta$ , que resultem em um menor erro percentual médio.

Figura 2 - Previsão para o mês de janeiro



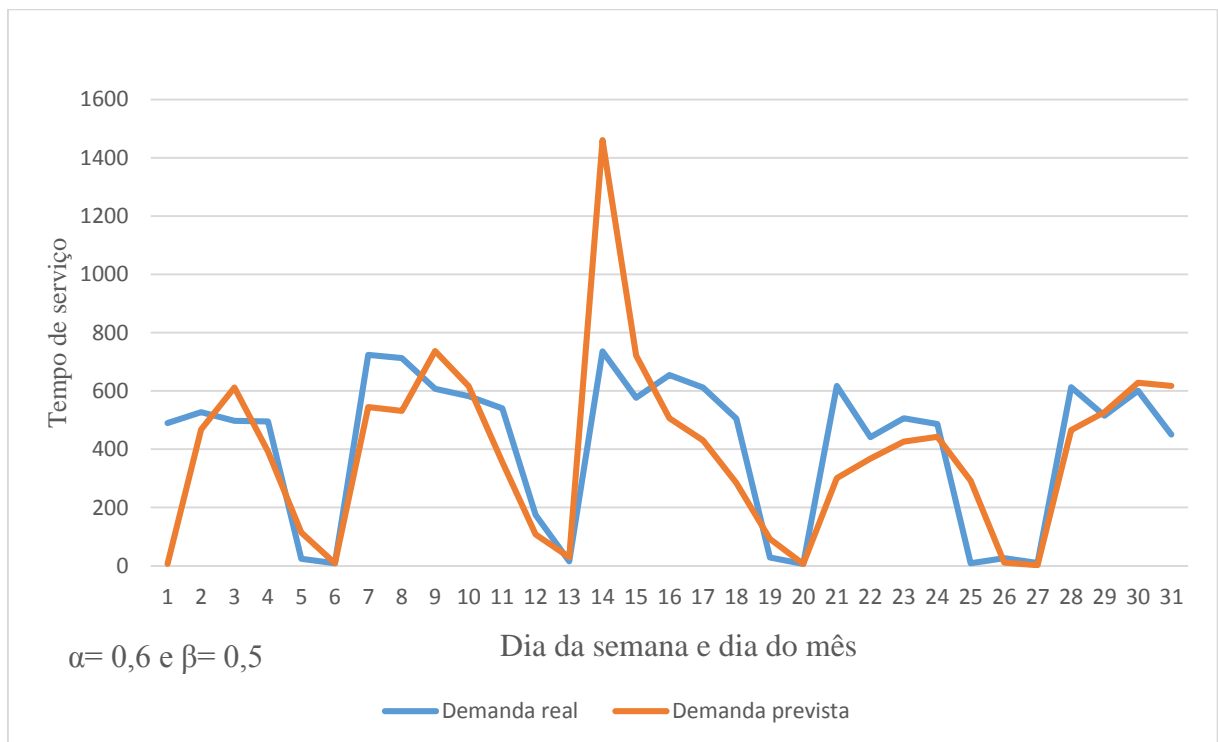
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 3 – Previsão para o mês de fevereiro.



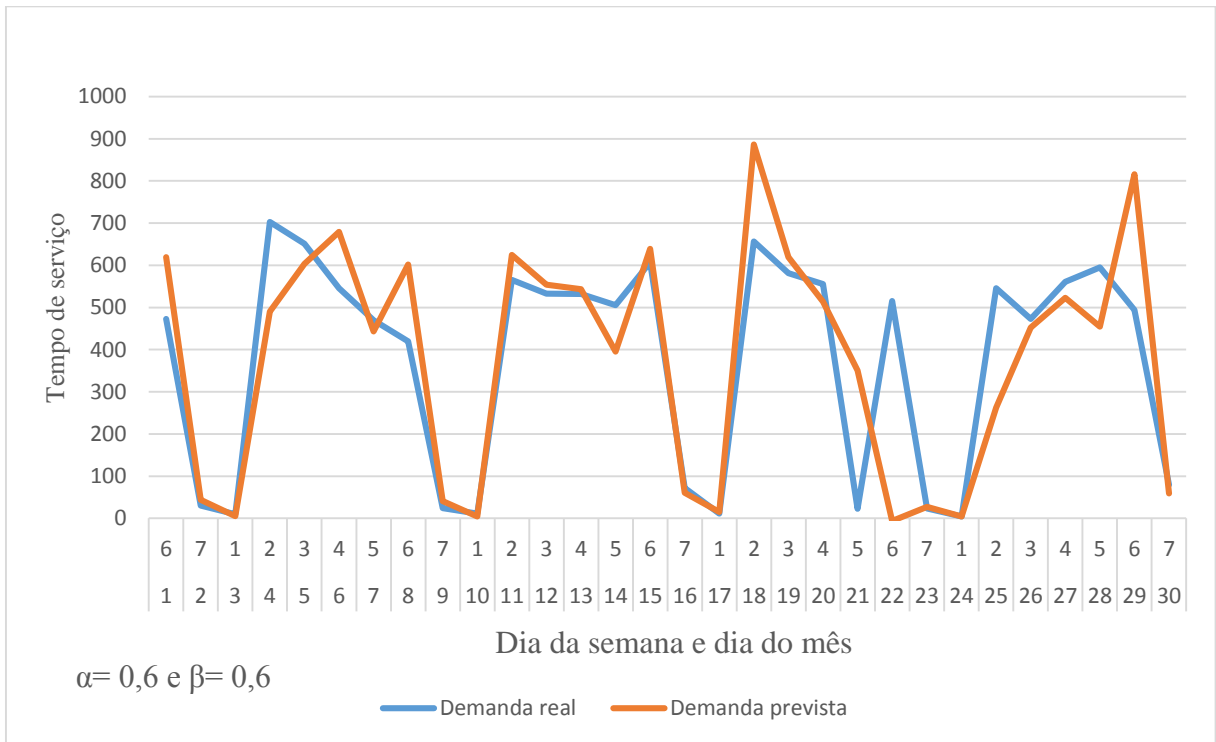
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 4 – Previsão para o mês de março.



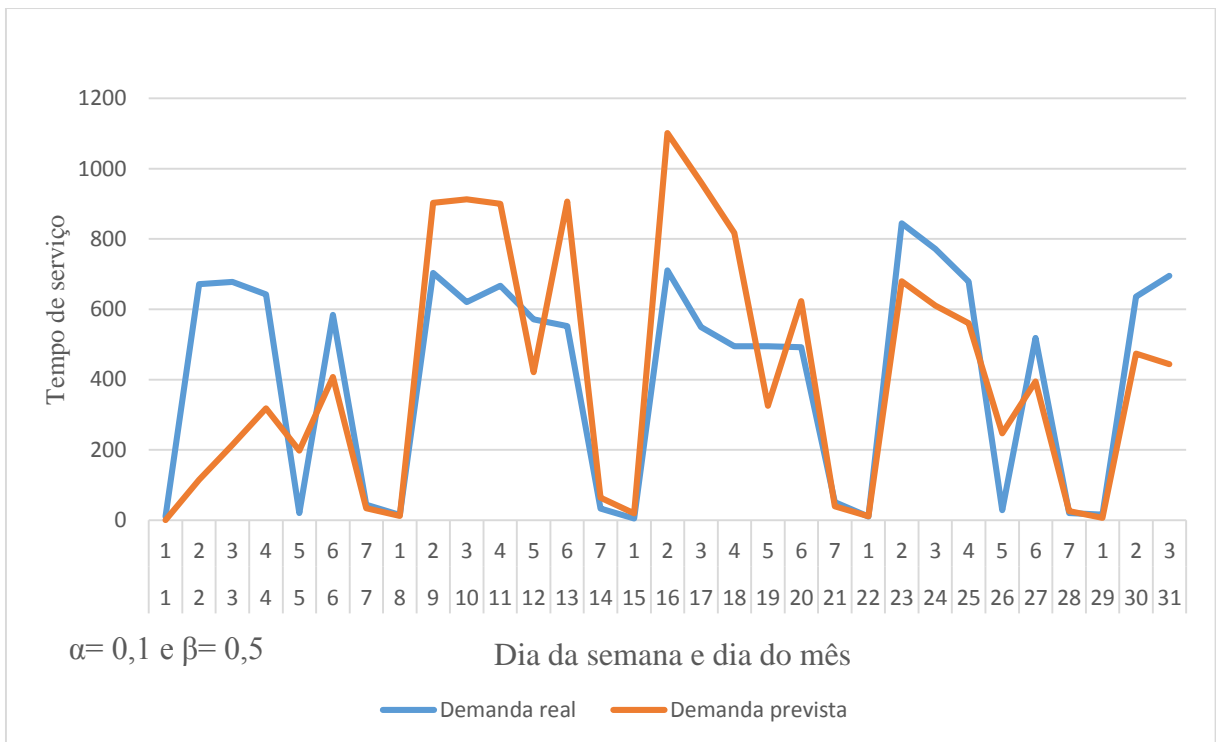
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 5 – Previsão para o mês de abril.



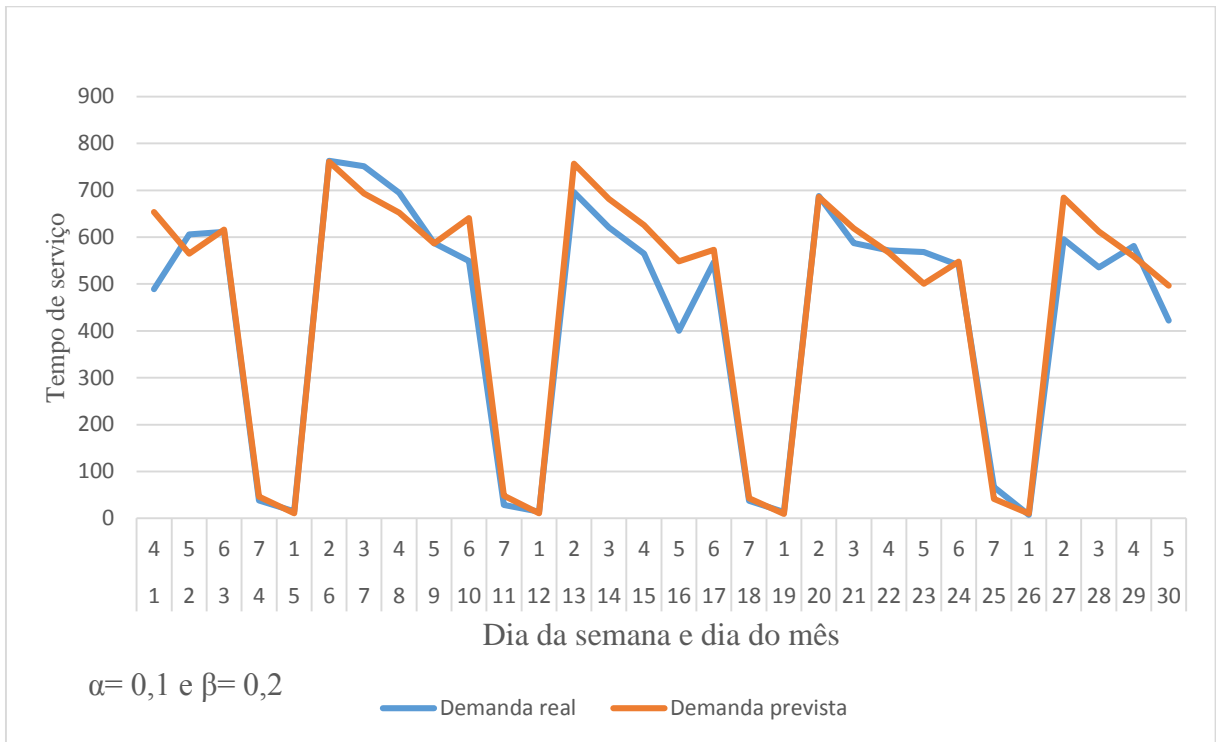
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 6 – Previsão para o mês de maio.



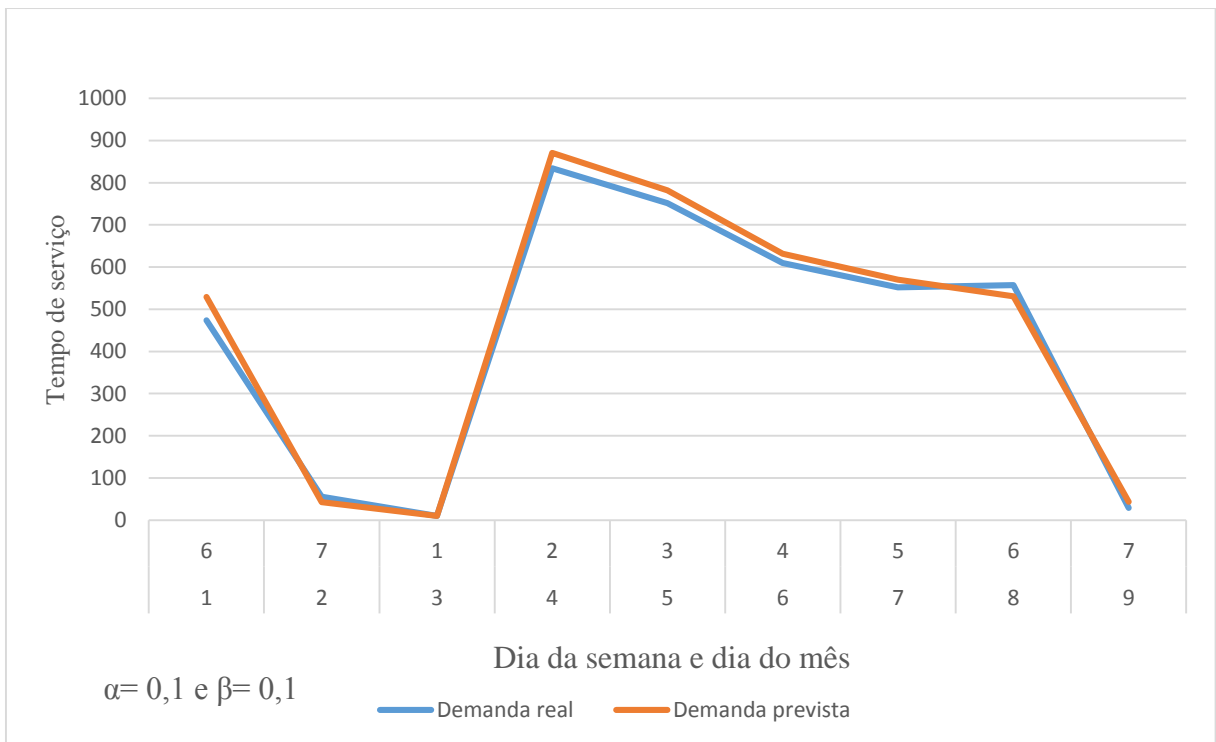
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 7 – Previsão para o mês de junho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 8 – Previsão para o mês de julho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir dos gráficos 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, é possível observar que a demanda prevista consegue simular o comportamento da demanda real, porém não há um padrão para os valores

de  $\alpha$  e  $\beta$ , ou seja, não há uma conclusão que pode ser tirada a respeito dos valores dessas constantes, se é melhor trabalhar com valores mais próximos à 1 ou mais próximos à 0.

A Tabela 2 apresenta os erros relativos médios para cada mês.

Tabela 2 – Erro percentual médio para cada mês.

Mês	Erro percentual médio
Janeiro	27,01%
Fevereiro	83,70%
Março	97,90%
Abril	75,50%
Mai	99,60%
Junho	15,90%
Julho	12,10%

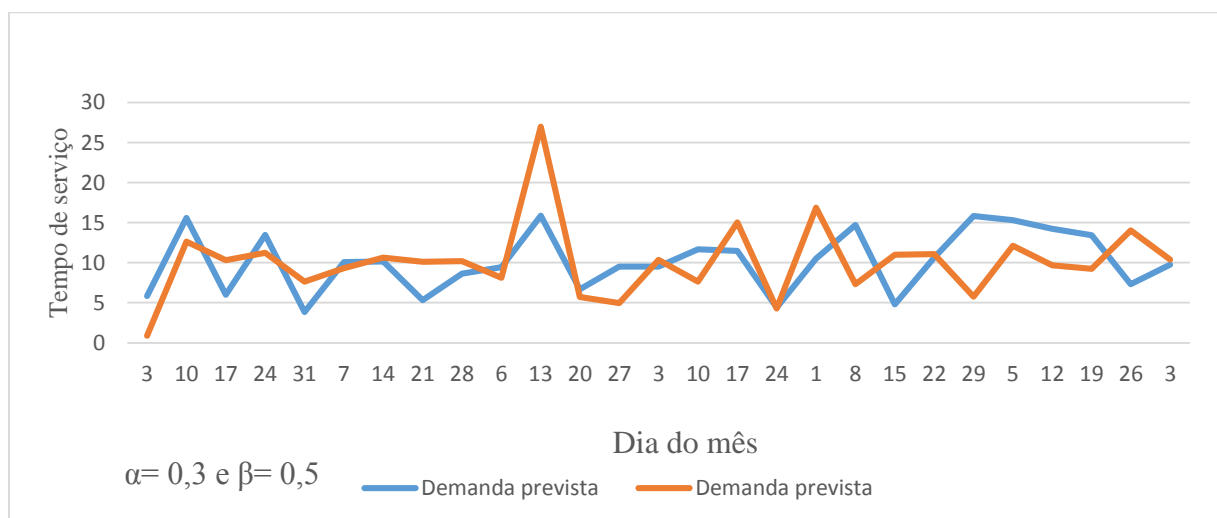
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir da Tabela 2, verifica-se que os erros possuem uma variação alta de mês para mês com valores mais altos para fevereiro, março, abril e maio e menor para os outros meses analisados. Contudo, esses valores estão dentro dos limites aceitáveis para um modelo de previsão.

## 5.2 PREVISÃO PARA O DIA DA SEMANA

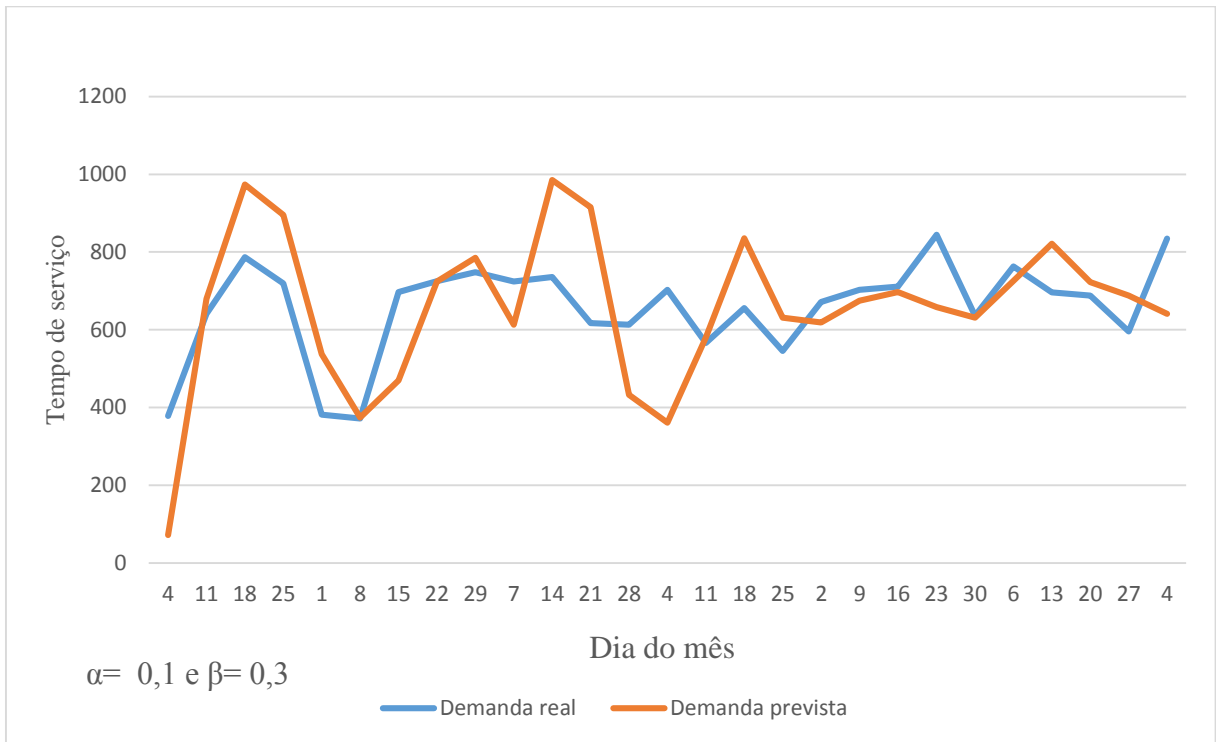
Após termos realizado a previsão para cada mês devemos seguir para a previsão para cada dia da semana e assim verificar qual a melhor maneira de se realizar a previsão para esse método.

Figura 9 – Previsão para domingo.



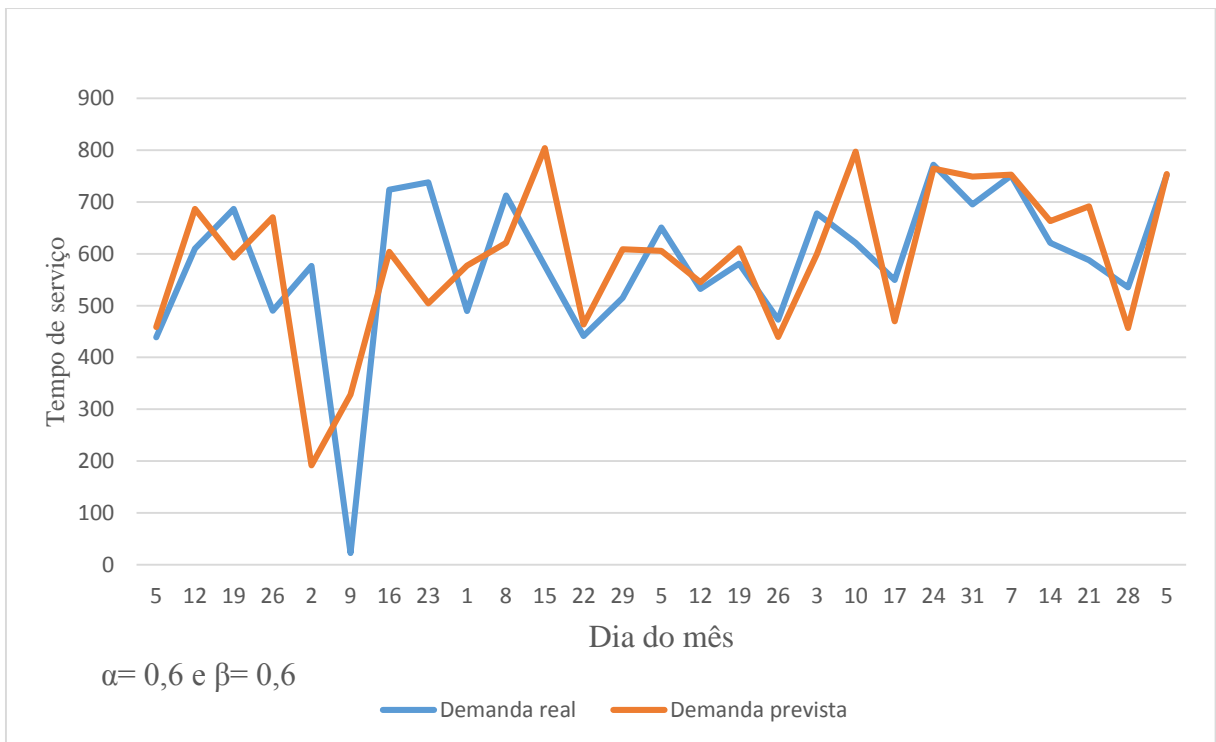
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 10 – Previsão para segunda-feira.



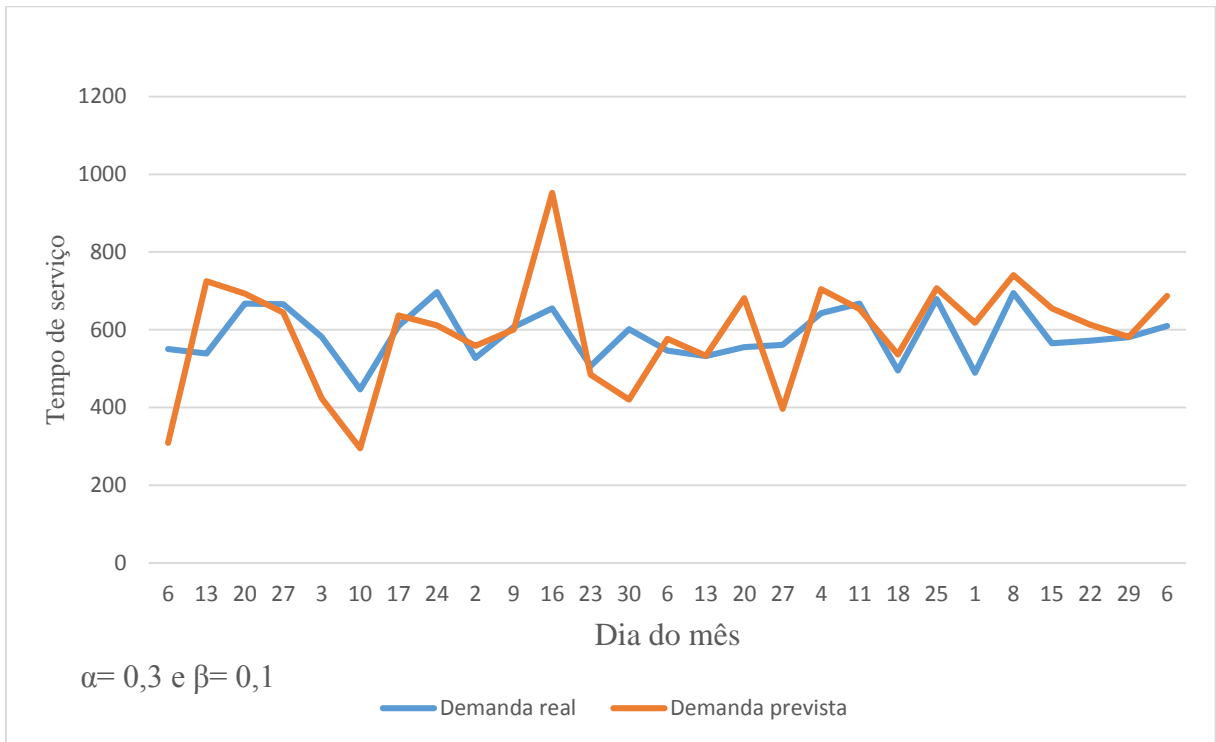
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 11 – Previsão para terça-feira.



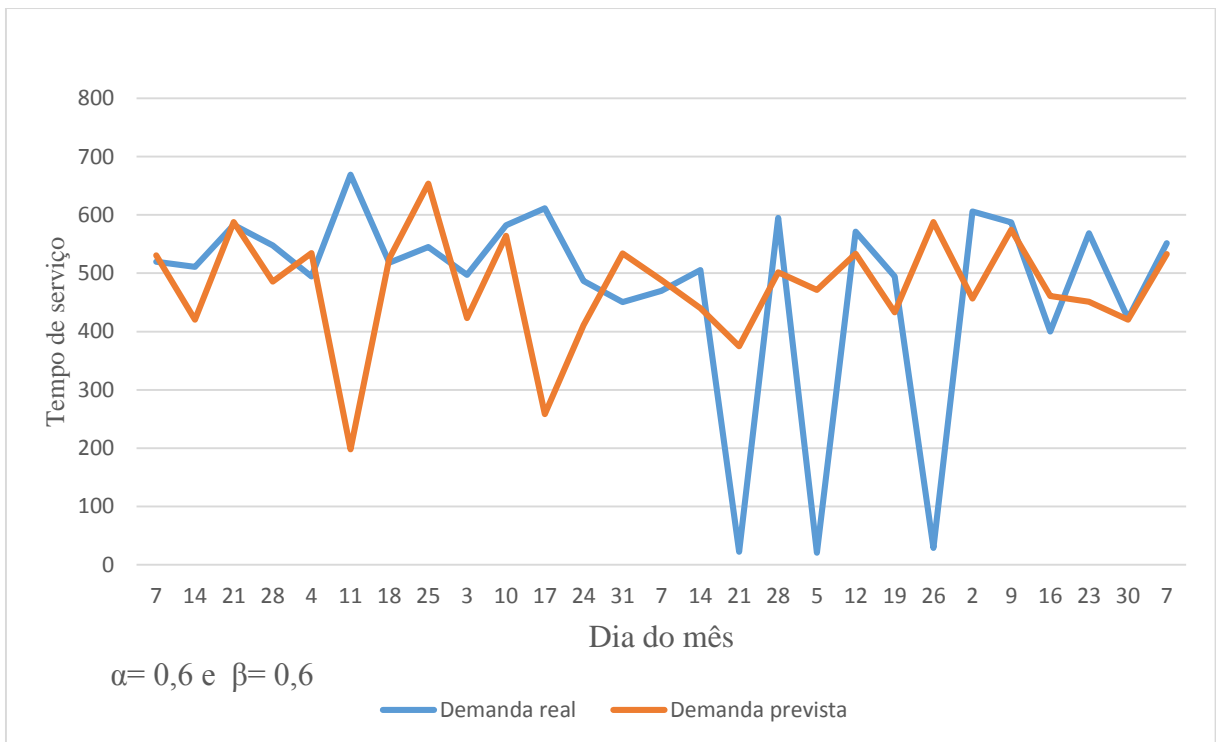
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 12 – Previsão para quarta-feira



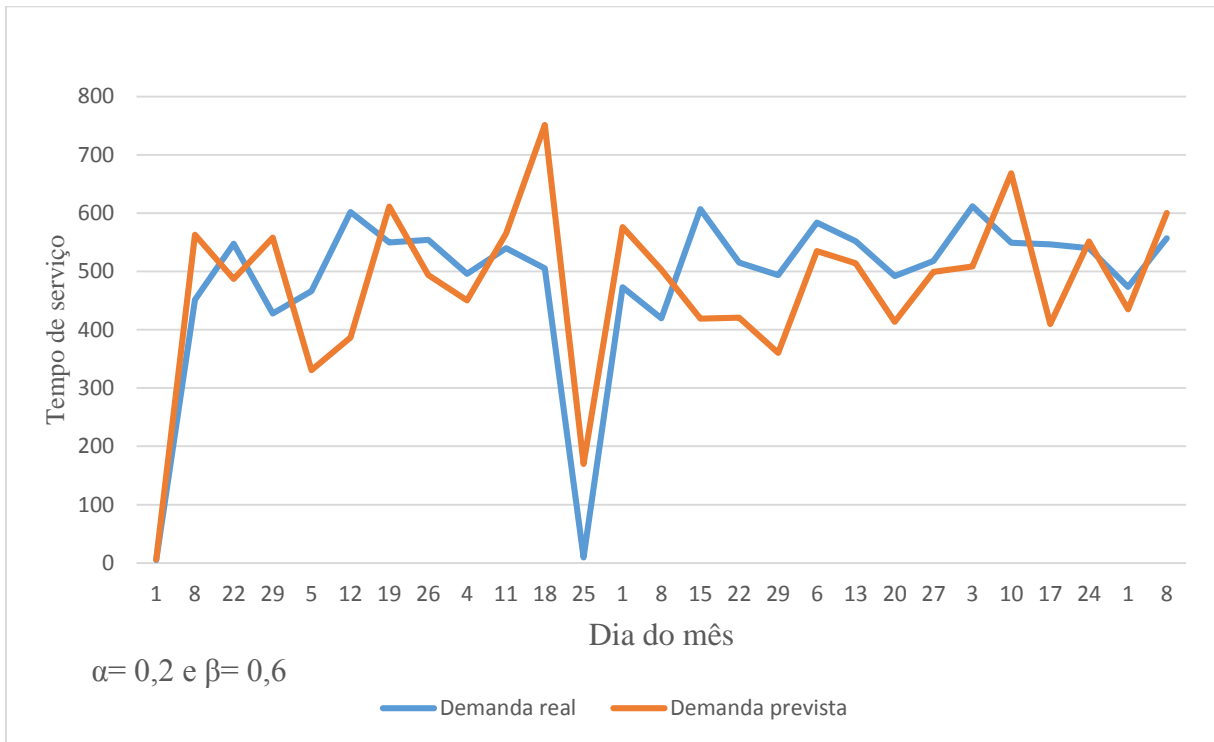
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 13 – Previsão para quinta-feira.



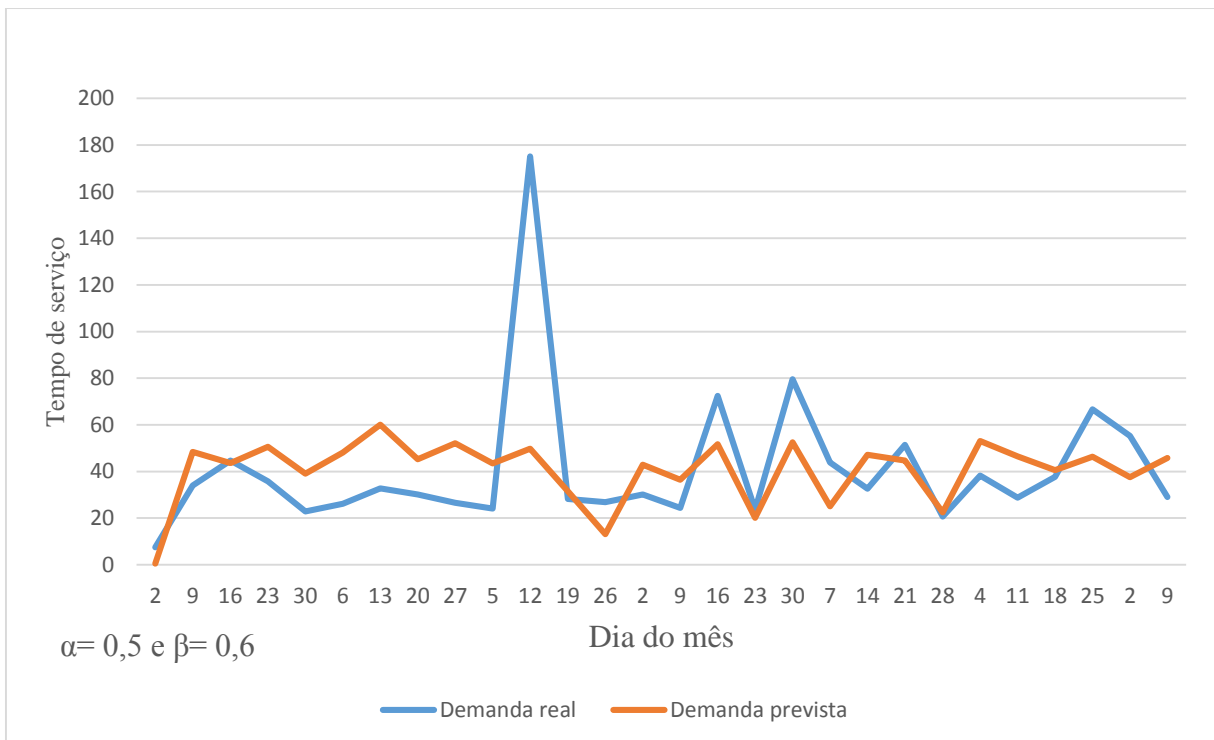
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 14 – Previsão para sexta-feira.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 15 – Previsão para sábado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A partir das Figuras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, percebe-se que assim como nas previsões dos meses, não há um padrão para as constantes. É possível verificar também que o



comportamento da previsão consegue se aproximar do comportamento da demanda real, porém nesse caso também há algumas variações que o método proposto não consegue captar.

Na Tabela 3, encontram-se os erros percentuais médios para cada dia da semana.

Tabela 3 – Erro percentual médio para cada dia da semana.

<b>Dia da semana</b>	<b>Erro percentual médio</b>
Domingo	41,65%
Segunda-feira	19,96%
Terça-feira	65,56%
Quarta-feira	14,87%
Quinta-feira	223,99%
Sexta-feira	79,27%
Sábado	45,84%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Através da Tabela 3, observa-se um erro fora dos padrões aceitáveis para um modelo de previsão adequado, pois como é possível observar na Figura 13, a demanda real de tempo de serviço para quinta foge dos padrões de outros dias, sendo necessário eliminar valores fora do padrão. No entanto, o erro para os outros dias da semana é considerado aceitável, com valores previstos e reais bem próximos.

Assim, para se obter uma decisão consistente a respeito de qual a melhor maneira de se utilizar o método para calcular a previsão foi feito o cálculo dos erros de cada dia da semana considerando o coeficiente ideal para cada mês, obtendo-se uma comparação mais razoável dos erros. Na Tabela 4 é possível observar tais erros:

Tabela 4 – Erro percentual médio para os dias da semana considerando as constantes mensais

<b>Dia da semana</b>	<b>Erro percentual médio</b>
Segunda-feira	32,13%
Terça-feira	90,02%
Quarta-feira	74,62%
Quinta-feira	130,01%
Sexta-feira	132,22%
Sábado	51,10%
Domingo	49,79%

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Fazendo o cálculo das médias dos erros de cada previsão é possível verificar que a melhor maneira de se realizar a previsão para essa série de dados é pelo dia da semana que possui um erro médio de 70,20% contra 78,98% da previsão realizada para cada mês. Entretanto, deve-se atentar para o fato de que esse estudo foi realizado para um curto espaço de tempo, havendo possibilidade de mudanças caso houvesse um tempo mais prolongado de observação.

## 6 CONCLUSÃO

Avalia-se que o objetivo inicial, a proposição de um modelo para a previsão e análise das ordens comerciais para uma distribuidora de energia elétrica, foi atingido por intermédio da aplicação de um modelo de suavização exponencial proposto por Hillier e Lieberman (2015). Isto pode ser constatado pelos resultados do modelo final, onde as previsões foram comparadas com os valores efetivos para cada dia da semana.

Para isso, foi necessário realizar uma revisão da bibliografia existente sobre o tema, porém não foram encontrados estudos específicos para previsão de demanda em ordens comerciais, com isso foi preciso buscar trabalhos semelhantes, que realizaram previsões para dados com um comportamento similar ao de uma ordem comercial. Através do estudo dos modelos de previsões existentes e da análise de trabalhos similares, foi definido que o método mais adequado a se usar seria o da suavização exponencial proposto por Hillier e Lieberman (2015), com a previsão feita para cada mês e dia da semana, pois como foi verificado na Figura 1, da soma acumulada diária para todo o ano, existe um comportamento sazonal por semana, . Por fim, foi calculado o erro percentual médio para verificação da precisão do modelo.

Como resultado, ficou estabelecido que a melhor maneira de aplicar o modelo seria para cada dia da semana, pois como foi verificado nos Tabelas 3 e 4, os menores erros para cada dia se dão quando a previsão é realizada para os dias da semana e não para cada mês. Assim, com o objetivo de se ter um melhor ajuste para esse modelo, foram analisadas diferentes combinações de  $\alpha$  e  $\beta$  sendo as de menor erro as escolhidas para a realização do cálculo, essas constantes variaram de acordo com o dia da semana, não sendo possível observar um padrão para o valor de cada uma. No entanto, na quinta-feira foi encontrado um erro muito acima dos padrões sendo recomendado a eliminação de valores anormais, de acordo com o histórico de dados, ou a utilização de outro método para a previsão desse dia.

## REFERENCIAL

- AMORIM, M. L. F. **Otimização de Atendimentos de Emergência em Redes de Distribuição de Energia Elétrica**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Computação da Universidade Federal Fluminense, Área Concentração: Computação Científica e Sistemas de Potência, Niterói, 2010.
- ANDERSSON, T.; VARBRAND, P. Decision support tools for ambulance dispatch and relocation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 58, p. 195–201, 2007.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimento /logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BOUZADA, M. A. C.; SALIBY, E. Prevendo a demanda de ligações em um call center por meio de um modelo de Regressão Múltipla. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 382-397, jul.-set. 2009
- CARVALHO, T. C. et al. Análise comparativa entre métodos de previsão de demanda – um estudo aplicado a indústria de gás natural. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., João Pessoa, 2016. **Anais...** João Pessoa: ENEGEP, 2016.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e de Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. Ed. São Paulo: ATLAS, 2009.
- CÔTÉ, M. J. et al. **Forecasting Emergencys Department Arrivals: A Tutorial for Emergency Department Directors**. Hospital Topics, v. 91, p. 9-19, 2013.
- FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e Controle da Produção – dos fundamentos ao essencial**. São Paulo, Editora Atlas, 2010.
- FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS M. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação**. 7ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: Campus; Elsevier, 2005.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- GARCIA, V.J. et al. **Emergency work orders in electric distribution utilities: from business process definition to quantitative improvements..** In: 47th International Universities' Power Engineering Conference, Uxbridge, 2012.
- GENDREAU, M.; LAPORTE, G.; SEMET, F. **A dynamic model and parallel tabu search heuristic for real-time ambulance relocation**. Parallel Computing, v. 27, n.12, p. 1641–1653, 2001.
- GERBER, J. Z., MIRANDA, R. G., BORNIA, A. C., & FREIRES, F. G. M. Organização de referenciais teóricos sobre diagnóstico para a previsão de demanda. **GESTÃO.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, 2013.
- GHIANI, G.; LAPORTE, G.; MUSMANNO, R. **Introduction to Logistics Systems Planning and Control**. 2 ed. West Sucexx: John Wiley & Sons, 2013.

- GHIANI, G. et al. **Real-time vehicle routing: solutions concepts, algorithms and parallel and computing strategies**. European Journal of Operation Research, v. 151, n. 1, p. 1-11, 2003.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- HEDENSTIERN, C. P. T.; DISNEY, S. M. Inventory performance under staggered deliveries and auto correlated demand. **European Journal of Operational Research**, Vol. 249, p. 1082-1091, 2016.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to Operational Research**. 8 ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, 2015.
- IANNONI, A. P.; MORABITO, R. Otimização da localização das bases de ambulâncias e do dimensionamento das suas regiões de cobertura em rodovias. **Produção**, v. 18, p. 47-63, 2008.
- ICHOUA, S.; GENDREAU, M.; POTVIN, J. **Exploiting Knowledge about Future Demands**. Transportation Science, v. 40, p.211-225, 2006.
- KAHN, B. K. **An Exploratory investigation of new product forecasting practices**. The Journal of Product Innovation Management, v. 19, p. 133-143, 2002.
- KUMAR, S. V. et al. Integration of exponential smoothing with state space formulation for bus travel time and arrival time prediction. **Transport**, v. 4142, p. 1–10, 2015.
- JALALPOUR, M.; GEL Y.; LEVIN S. Forecasting demand for health services: Development of a publicly available toolbox. **Oper. Res. Heal. Care**, vol. 5, pp. 1–9, 2015.
- 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.
- MANCUSO, A. C. B.; WERNER L. Estudo dos métodos de previsão de demanda aplicado em uma empresa de auditoria médica. **Revista Engenharia Industrial**. v. 13,p. 99- 111, 2014.
- MANCUZO, Fernando. **Análise e Previsão de Demanda: estudo de caso em uma empresa distribuidora de rolamentos**. Trabalho de conclusão de curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.
- MCLAY, L. A.; MAYORGA, M. E. A Dispatching Model for Server-to-Customer Systems That Balances Efficiency and Equity. **Manufacturing & Service Operations Management**, vol. 15, p. 205–220, 2013.
- MCLAY, L. A.; MAYORGA, M. E. A model for optimally dispatching ambulances to emergency calls with classification errors in patient priorities. **IIE Trans.**, vol., p 1-24, 2013.
- MEDEIROS, F. S. B.; BIANCHI, R. C. **A aplicação do método regressão linear simples na demanda de produtos sazonais: um estudo de caso**. Disciplinarum Scientia, Série: Ciências Sociais Aplicadas, v. 5, n. 1, p.35-53, 2009.
- NUNES, C. et al. Aplicação dos conceitos de previsão de demandas baseadas em séries temporais em uma concessionária de motocicletas (estudo de caso). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29. Salvador, 2009. **Anais...** Salvador, ENEGEP: 2009.

PEINADO, J.; GRAEMEL, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PERRIER N. et al. A Survey of Models and Algorithms for Emergency Response Logistics in Electric Distribution Systems - Part II: Contingency Planning Level. **Interuniversity Research Centre on Enterprise Networks, Logistics and Transportation**, v. 40,p. 1-41, 2010.

POLONI, F.; SBRANA, G. A note on forecasting demand using the multivariate exponential smoothing framework. **Int. J. Production Economics**, vol. 162, 143–150, 2015.

PRODIST, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, **Resolução 395 da Agência Nacional de Energia Elétrica**, jan./2016.

SADEGHI, A. A measure for bullwhip effect in A two-product supply chain with exponential smoothing forecasts. *Int. J. Production Economics*, v. 169, p. 44 – 54, nov. 2015.

BOUZADA, M. A. C.; SALIBY, E. Prevendo a demanda de ligações em um call center por meio de um modelo de Regressão Múltipla. **Gest. Prod.**, vol.16, no.3, p.382-397, set 2009.

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

WANG B. D.; YONG-GONZALEZ V., STRUNNIKOV A.V. Pathway controls segregation of nucleolus in *S. cerevisiae* by facilitating condensin targeting to rDNA chromatin in anaphase. **Cell Cycle**. 2016.

WERNER, L.; MARTINS, V. Desempenho de técnicas e combinações de previsões: um estudo com os percentuais relacionados ao sistema único de saúde brasileiro. **Revista Engenharia Industrial**, v. 14, p. 7-14, 2015.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões. **Revista Produção**, Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2006.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box Jenkins na área de assistência técnica de computadores. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.10, n.1, p.47-67, abr. 2003.

WEBBY, R.; O’CONNOR, M. Judgement and Statistical Time Series Forecasting: a Review of the Literature. **International Journal of Forecasting**, v. 12, p. 91-118, 1996.

WEINTRAUB, A. et al. (1999). An emergency vehicle dispatching system for an electric utility in Chile. *J Oper. Res. Soc.*, v. 50, p. 690–696, 1999.

ZANELLA, C.; VIEIRA, V.; BARICHELLO, R. Previsão de demanda: um estudo de caso em uma agroindústria de carnes do oeste catarinense. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 11, nº 1, jan-mar/2016, p. 45-57.

ZAFFALON, R. G.; MAÇADA, A. C. G.; BECKER, J. L. Dimensionamento de Equipes: Empresa Prestadora de Serviços na Área de Telecomunicações. XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2005, Gramado. **Anais...** Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2005.

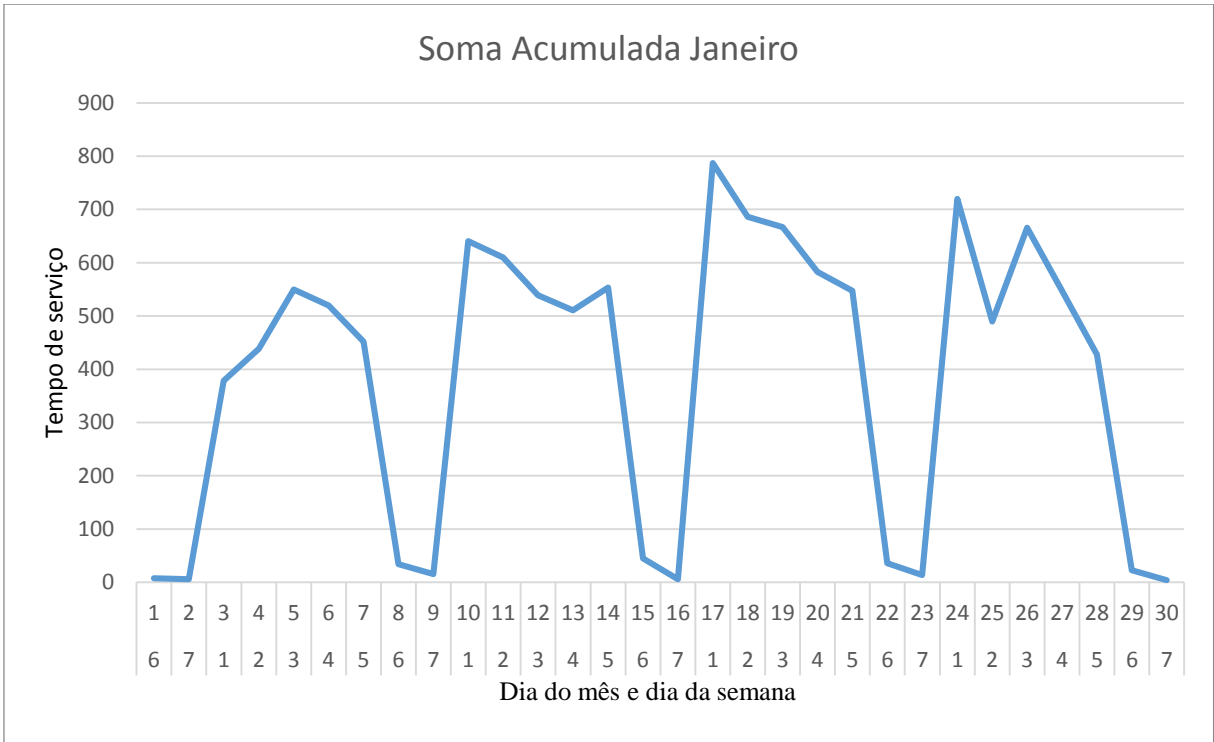
### APÊNDICE A - MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Método	Dados necessários	Custos relativos	Horizonte de previsão	Aplicação
Métodos subjetivos				
Método Delphi	Resultados da pesquisa	Altos	Longo prazo	Previsão tecnológica
Análise de impacto cruzado	Correlação entre eventos	Altos	Longo prazo	Previsão tecnológica
Analogia histórica	Análise histórica de dados para uma situação familiar	Altos	Médio e longo prazo	Projeção de demanda de ciclo de vida
Modelos causais:				
Regressão linear	Todos os dados do passado para todas as variáveis	Moderados	Médio prazo	Previsão de demanda
Econométrico	Todos os dados do passado para todas as variáveis	Moderados e altos	Médio e longo prazo	Condições econômicas
Modelos de séries temporais:				
Média móvel	As n observações mais recentes	Muito baixos	Curto prazo	Previsão de demanda
Suavização exponencial	Valores ajustados previamente e observação mais recente	Muito baixos	Curto prazo	Previsão de demanda

### APÊNDICE B - RELAÇÃO DE ARTIGOS E ATRIBUTOS

Atributos	Mancuso e Werner (2015)	Kumar et al. (2015)	Hedenstiern e Disney (2016)	Zaffalon, Maçada e Becker (2005)	Bouzada e Saliby (2013)	Jalalpour, Gel e Levin (2015)
Localização		x		x		
Período do mês	x				x	
Tipo de serviço	x	x				x
Dia da semana	x	x	x	x	x	x

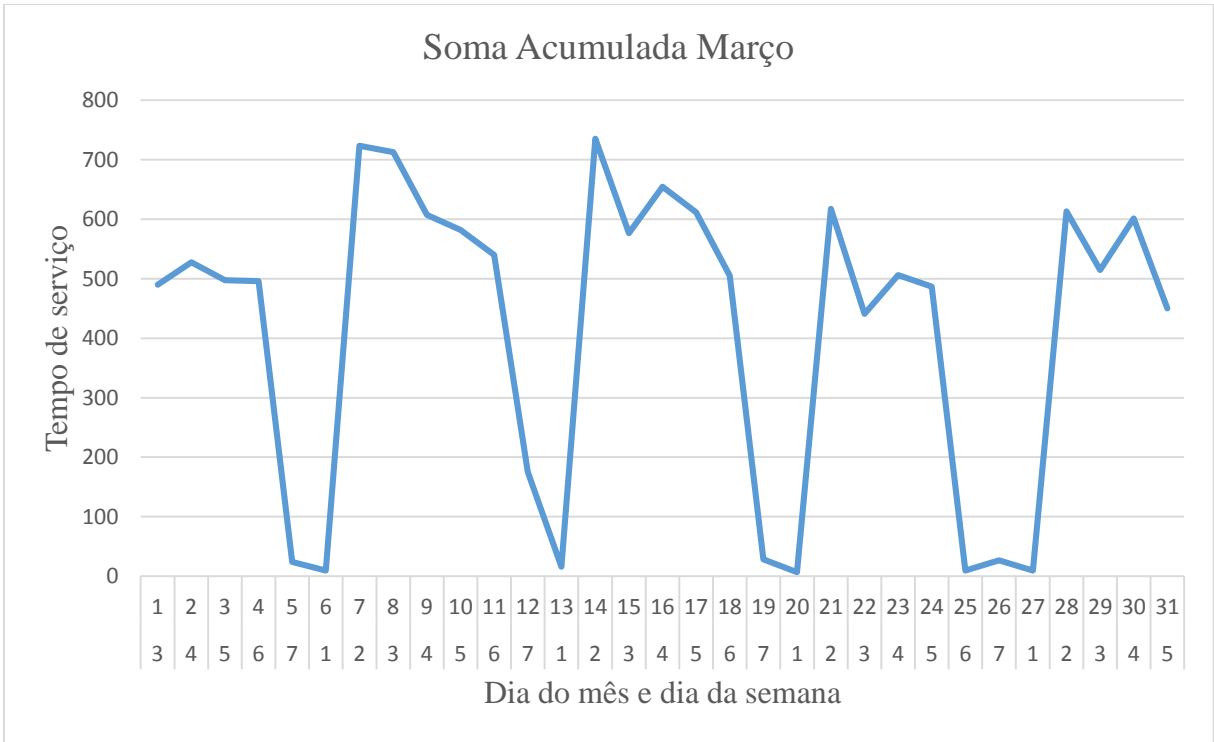
**APÊNDICE C – SOMA ACUMULADA PARA JANEIRO**



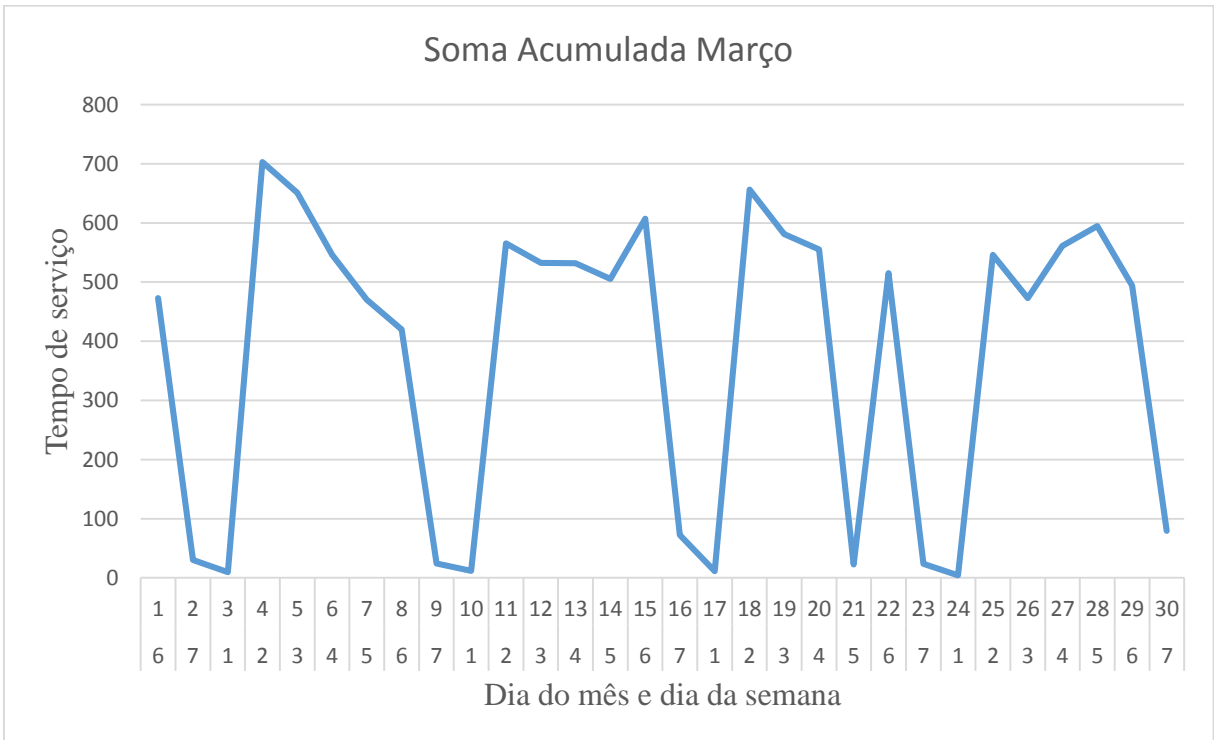
**APÊNDICE D – SOMA ACUMULADA PARA FEVEREIRO**



**APÊNDICE E – SOMA ACUMULADA PARA MARÇO**

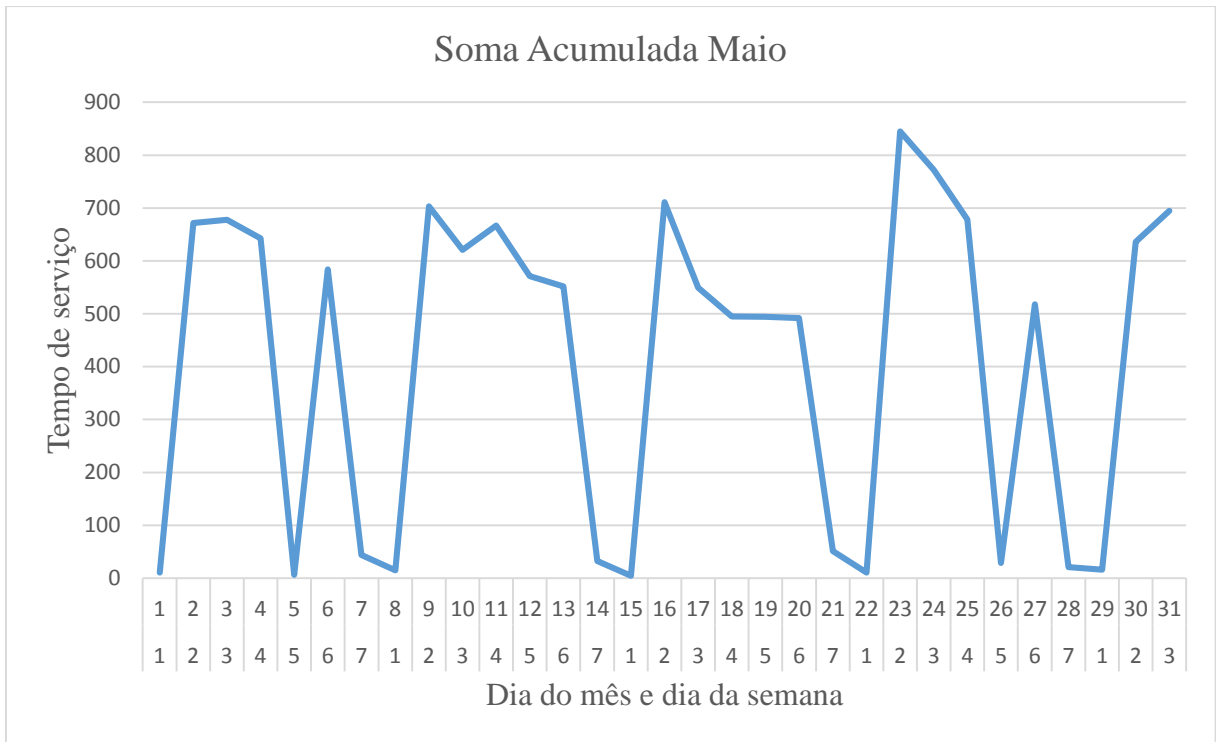


**APÊNDICE F – SOMA ACUMULADA PARA ABRIL**

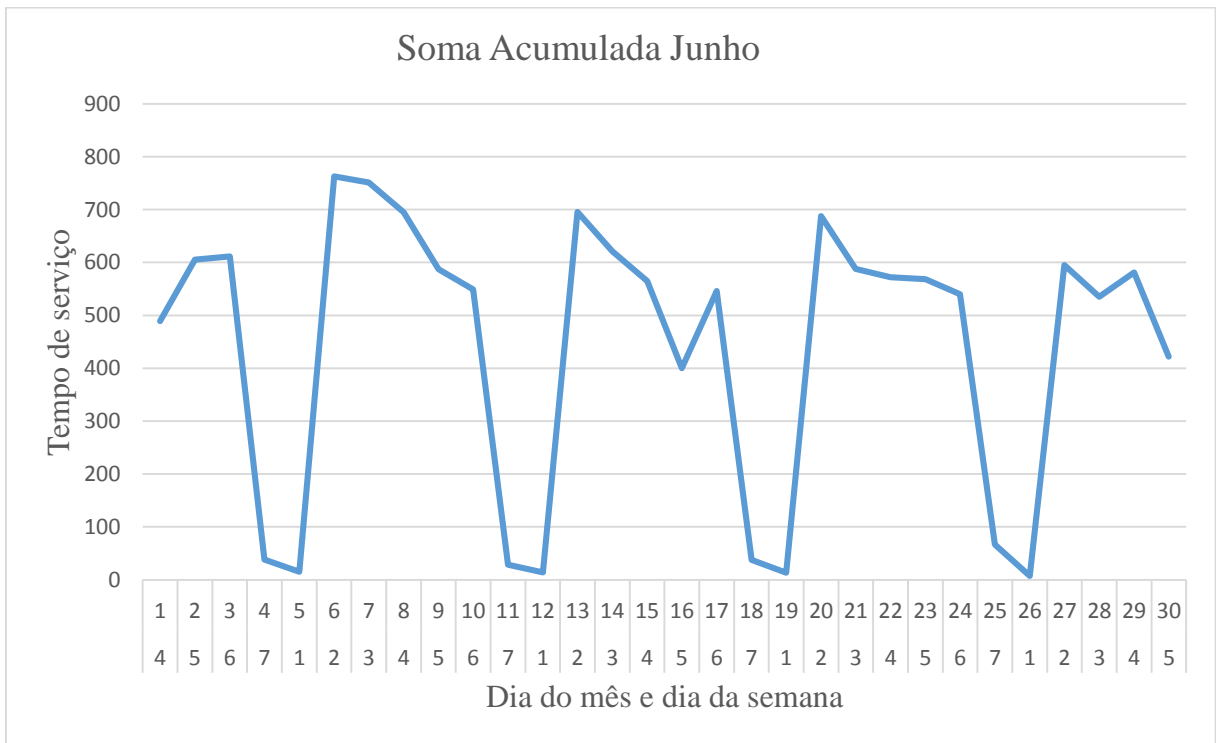




**APÊNDICE G – SOMA ACUMULADA PARA MAIO**



**APÊNDICE H – SOMA ACUMULADA PARA JUNHO**



### APÊNDICE I – SOMA ACUMULADA PARA JULHO

