

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

Julio Anderson Schneider

**ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE EQUIPES DE
CAMPO DE UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

Santa Maria, RS, Brasil

2019

Julio Anderson Schneider

**ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE EQUIPES DE CAMPO DE
UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA**

Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Engenharia de Produção**

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Jacques Garcia

Santa Maria, RS
2019

ANÁLISE DO DESEMPENHO OPERACIONAL DE EQUIPES DE CAMPO DE UMA CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA ELÉTRICA

ANALYSIS OF THE WORKFORCE OPERATIONAL PERFORMANCE OF AN ELECTRIC UTILITY

Julio Anderson Schneider¹, Vinícius Jacques Garcia².

RESUMO:

Este trabalho apresenta um estudo para determinar o desempenho operacional de equipes de campo de uma concessionária de energia elétrica. O objetivo é analisar um grande volume de dados de forma a extrair informações que representam a eficiência de equipes multifuncionais, contribuindo assim para a tomada de decisão da empresa e a melhoria do trabalho de suas equipes. Os dados analisados, referentes ao período de um ano, foram extraídos do banco de dados da empresa. As principais etapas realizadas para o alcance do objetivo proposto são a preparação e análise de dados. Na primeira etapa, foram eliminadas as informações através da definição de parâmetros necessários e uso da variável padronizada z para a eliminação de *outliers*. Na segunda etapa, através da utilização das ferramentas estatísticas de medidas descritivas como o desvio padrão e a variância e métodos inferenciais como o teste z e o teste t , para avaliar tanto o tempo de execução da equipe em relação ao tempo padrão da ordem como também para avaliar o desempenho de uma determinada equipe com base no desempenho do restante das equipes. Os resultados obtidos demonstram que das 115 equipes analisadas, 113 obtiverem um bom desempenho em pelo menos uma das ordens. Adicionalmente, há a necessidade de correção do tempo padrão das ordens, os quais não estavam de acordo estatisticamente com os tempos de execução médio das equipes e a necessidade de adequação dos procedimentos de equipes que apresentaram desempenho insatisfatório comparadas com as demais.

Palavras-chave: Eficiência de equipes. Análise estatística de dados. Análise Inferencial.

ABSTRACT:

This paper presents a study to determine the operational performance of field teams of an electric utility. The goal is to analyze a large volume of data in order to extract information that represents the efficiency of cross-functional teams, thus contributing to the company's decision making and the improvement of the work of its teams. The data analyzed, referring to the period of one year, were extracted from the company's database. The main steps taken to achieve the proposed objective are data preparation and analysis. In the first step, information was eliminated by defining necessary parameters and using the standardized variable z to eliminate outliers. In the second step, through the use of descriptive statistical tools such as standard deviation, variance and inferential methods such as z -test and t -test, to evaluate both team execution time and standard time order as well as to evaluate the performance of a given team based on the performance of the rest of the teams. The results show that out of 115 teams analyzed, 113 performed well in at least one of the orders. Additionally, there is a need to correct the standard time of orders, which were not statistically in agreement with the average execution times of the teams and the need to adapt the procedures of teams that presented unsatisfactory performance compared to the others.

Keywords: Statistical data analysis. Workforce Efficiency. Inferential Analysis.

¹ Autor, graduando do curso de Engenharia de Produção da UFSM.

² Orientador, professor doutor do curso de Engenharia de Produção da UFSM.

1 INTRODUÇÃO

O setor de serviços representa grande relevância na economia mundial e tem uma representatividade da ordem de 70% do Produto Interno Bruto (PIB) internacional (AKTER et al., 2019). Buckley e Majumdar (2019) corroboram a importância do setor de serviços, reiterando a representatividade de 70% no PIB mundial e afirmando que, em países desenvolvidos, os serviços representavam 74% do PIB em 2015. O crescimento relativamente constante do setor de serviços é devido a uma gama variada quanto à forma de constituição: desde serviços simples até serviços altamente sofisticados, com alto grau de tecnologia envolvida.

Neste contexto, destacam-se os serviços básicos e essenciais, como aqueles derivados de concessão pública e que são fundamentais para todos os setores da economia e principalmente para as necessidades humanas, especificamente como é o caso do fornecimento de energia elétrica. Com esta perspectiva, é imperativo considerar um alto grau de eficiência em função da criticidade associada.

Observando a natureza do gerenciamento dos serviços no contexto de distribuição de energia elétrica é possível verificar uma certa complexidade associada à diversidade dos serviços, aos respectivos atributos e à distribuição geográfica. Conforme Fonini (2016), dotar os sistemas com grande quantidade de recursos para atender à demanda é extremamente complexo e custoso em razão da variabilidade de serviços e devido ao ingresso de novas ordens em curtos períodos, as quais possuem diferentes escalas de prioridade. Além disso, a concessionária de energia elétrica pode sofrer penalidades caso não prestar determinado serviço com qualidade ou em uma determinada janela de tempo, o que dificulta ainda mais o gerenciamento e ressalta a importância de estudos nesse ramo.

Em consequência da grande quantidade de ordens de serviços, existe a necessidade de grande quantidade de equipes de trabalho. A quantidade de ordens prestadas em um determinado período de tempo está diretamente ligada à eficiência de cada uma das equipes, sendo portanto um significativo indicador a ser gerenciado por concessionárias de energia, por demonstrar oportunidades de melhorias no tempo de prestação de cada uma das ordens e consequentemente atender maior número de ordens em determinado período, otimizando a necessidade de recursos e evitando penalidades por consequência da não execução de ordens no tempo adequado.

Como forma de avaliar a eficiência das equipes destaca-se a importância da coleta e análise de dados. Para Akter et al. (2019), pequenas e médias empresas começaram a investir

em análise *Big Data* por conta do sucesso proporcionado para grandes empresas e está se tornando cada vez mais comum e importante no setor de serviços, tanto para empresas de grande porte, como para empresas de pequeno porte, não sendo mais apenas considerado um diferencial competitivo, mas também como um requisito. A partir de uma pesquisa realizada em mais de 30 indústrias e 100 países, Lavallo et al. (2011, p. 22) concluíram que “empresas de alto desempenho usam cinco vezes mais análise de dados do que empresas de baixo desempenho”. No entanto, a análise de grande quantidade de dados é complexa e necessita cada vez mais de metodologias e ferramentas sofisticadas para que os resultados auxiliem na agregação de valor ao serviço e que principalmente facilitem as tomadas de decisão. Ainda segundo Lavallo et al. (2011), novas tecnologias estão permitindo coletar mais dados com eficiência e ganho de escala, porém muitas empresas ainda não têm conhecimento sobre qual a melhor forma de obter valor competitivo a partir deles.

Nesse contexto, este trabalho possui como problema a seguinte pergunta: Qual é a eficiência das equipes de campo no cenário do atendimento de serviços em uma concessionária de energia elétrica? Logo, objetiva-se, através da comparação entre os dados de tempos de execução de ordens de serviços das equipes com o tempo padrão das ordens e o restante das equipes, avaliar o desempenho operacional das equipes de campo, proporcionando evidências para futuras melhorias de eficiência das equipes e auxiliar na tomada de decisão por parte da concessionária.

A estrutura do trabalho é composta por 4 seções, além da introdução. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico com os principais conceitos utilizados para a elaboração desse trabalho. Na seção 3 são demonstrados os procedimentos metodológicos e as etapas perpassadas para o encontro dos resultados, os quais estão apresentados na seção 4. Já última seção compreende as considerações obtidas a partir da realização de todo o trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentado o referencial teórico utilizado para o alcance dos objetivos e resolução do problema proposto. Esse é composto por uma descrição do setor de serviços e as influências causadas pela tecnologia da informação, principalmente pelo o aumento exponencial da geração de dados, por uma revisão referente à eficiência de equipes de campo e um desdobramento referente a ferramentas estatísticas para a análise de dados.

2.1 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E O SETOR DE SERVIÇOS

O setor de serviços começou a apresentar crescente importância na economia desde meados do século XX. Em países desenvolvidos, apresenta-se com maior número de empregos e representa a maior contribuição para o PIB. O seu crescimento, ocorreu principalmente devido às mudanças socioeconômicas e tecnológicas das últimas décadas (CORRÊA; CAON, 2016).

O avanço das tecnologias da informação fomenta e catalisa o crescimento do setor de serviços, desenvolvendo novas cadeias de valor com novas oportunidades de negócios (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2014). Além disso, a tecnologia transformou a estrutura das empresas, na medida em que foi penetrando no meio social, gerando maior quantidade e consumo de informações (MACHADO, 2018). O grande volume de dados gerados atualmente é denominado *Big Data*, o qual demanda de novas tecnologias para a extração de valor de dados em alta velocidade de processamento, transformando-os em informações importantes para a gestão do negócio (MACHADO, 2018).

Taurion (2013) reitera ainda que além da grande quantidade de dados, há ainda outros aspectos importantes que fazem a composição e que definem *Big Data*, como a variedade dos dados e a velocidade que demandam para análise e reação, muitas vezes em tempo real. Há ainda três questões principais relacionadas à *Big Data*, que são como classificá-los, quais são os melhores métodos para manuseá-los e como analisá-los corretamente (SOMANI; DEKA, 2018).

A partir do surgimento do *Big Data*, surgiu a necessidade de criação de ferramentas e *softwares* capazes de realizar o tratamento de grande quantidade de dados para transformá-los em informações corretas e úteis (MALVIYA; UDHANI; SONI, 2016). A criação de *softwares* e técnicas capazes de tratar esses dados faz parte do desdobramento de *Big Data*, sendo identificado pelo termo *Big Data Analytics* (MACHADO, 2018). Conforme Malviya, Udhani e Soni (2016) o processo de análise de dados envolve 4 etapas: preparação, pré-processamento, análise e pós-processamento e cada uma com as suas respectivas subetapas.

Para o estudo e análise de dados é importante ter conhecimento sobre o tipo de dados existentes. Os dados que possuem uma organização definida em linhas e colunas são classificados como estruturados, os que não possuem nenhuma organização definida são classificados como desestruturados e há ainda os semiestruturados, que são classificados dessa forma por possuírem um esquema de organização, porém não necessitam obrigatoriamente haver todas as informações em linhas e colunas ou possuir informações adicionais em determinadas linhas (DASGUPTA, 2018).

2.2 EFICIÊNCIA DE EQUIPES DE CAMPO

Para iniciar a discussão sobre a eficiência é importante contextualizar os principais contribuintes ao longo da história para a organização do trabalho em busca de melhores resultados. O fundador da administração científica, Frederick Taylor, foi responsável por iniciar o estudo de tempos e movimentos por meio de análises do trabalho de cada operador, decompondo seus movimentos e processos de rotina, com o objetivo de otimizá-los e também de gerar informações para a gerência, das rotinas de trabalho e dos tempos necessários para sua realização (CHIAVENATO, 2014). Através da decomposição dos movimentos, eliminava-se os inúteis e simplificava-se os úteis e assim, determinava-se o tempo médio que um operário comum levaria para realizar determinada tarefa, o qual, com a adição de tempos elementares, resultou no chamado tempo-padrão (CHIAVENATO, 2014). Ainda conforme Chiavenato (2014, p. 61) “Uma vez estabelecidos os padrões de desempenho, a eficiência do operário passou a ser a relação entre o desempenho real e o desempenho previamente estabelecido como eficiência igual a 100% (tempo padrão)”.

Durante o mesmo período, o engenheiro norte-americano Frank Gilbreth concluiu que todo o trabalho manual pode ser decomposto em movimentos elementares, os quais chamou de *therblig* (CHIAVENATO, 2014). Também foi responsável por realizar estudos sobre os efeitos da fadiga no corpo humano e, através do estudo de tempos e movimentos, propôs princípios para reduzir a fadiga e aumentar a produtividade dos operadores baseados no uso de corpo humano, no arranjo dos materiais do local de trabalho e no desempenho das ferramentas e dos equipamentos (CHIAVENATO, 2014).

Ao longo dos anos, muito se evoluiu no sentido de melhorar as condições de trabalho e aumentar a produtividade, e como citado no item 2.1, a tecnologia impulsiona cada vez mais essa busca através da geração de informações (LABIB; SABRY, 2016). Muitas organizações possuem grande quantidade de dados armazenados que podem ser utilizados para gerenciamento dos recursos humanos, melhoria da eficiência, através do uso correto de técnicas para extração de novos conhecimentos (LABIB; SABRY, 2016). Apesar de a análise de grande quantidade de dados ainda ser uma dificuldade para grande quantidade de empresas (LAVALLE et al., 2011), é uma opção para a melhoria de processos de serviços complexos, como o de programação de equipes de campo de uma concessionária de energia (CASTILLO-SALAZAR; LANDA-SILVA; QU, 2014). Trata-se de um procedimento complexo devido à dificuldade de alocar eficientemente tarefas dispersas geograficamente, com prioridades

diferentes, para equipes com multi-habilidades, levando em consideração janelas de tempo, horas limites de trabalho e outras restrições (ALSHEDDY; TSANG, 2011).

Da mesma forma, torna-se complexo medir o desempenho das equipes de campo, sendo o tempo de execução uma métrica importante para medir a eficiência do serviço, monitorando o acréscimo de tempos desnecessários por conta das equipes e possibilitando o cumprimento de todas as ordens programadas para um certo período (ALSHEDDY; TSANG, 2011).

Porém, apenas avaliar o tempo de execução, sem possuir nenhum parâmetro para comparação, não é suficiente. Para a avaliação da eficiência Busby (1995) em seu trabalho utilizou a técnica *data envelopment analysis (DEA)*, onde os resultados dos próprios funcionários com atividades similares servem de parâmetro de eficiência para os outros. Já Karimian et al. (2018) utilizam uma metodologia com a definição de critérios antes do início do projeto e a performance em produtividade é avaliada quantitativamente em 6 escalas de acordo com o atingimento dos parâmetros estabelecidos.

2.3 EXTRAÇÃO DE VALOR DE DADOS

Tendo caracterizado o crescimento do setor de serviços, o seu desenvolvimento através da ascensão da tecnologia e explanado a complexidade da análise com velocidade de grande quantidade de dados, conceitua-se a seguir procedimentos, principalmente ferramentas estatísticas, utilizados para a obtenção de valor a partir de dados.

Seguindo o raciocínio de Machado (2017), a finalidade da estatística é a de obter conclusões relacionadas às corretas características dos dados. Para Montgomery, Runger e Hubele (2013, p. 01), “a estatística lida com a coleta, a apresentação, a análise e o uso de dados para tomar decisões e resolver problemas”. Já os métodos estatísticos são utilizados para a compreensão da variabilidade dos dados, pois sucessivas observações de um determinado fenômeno, não produzem os mesmos resultados (MONTGOMERY; RUNGER, 2018).

Para que os dados contribuam para a tomada de decisão efetivamente, é necessário que eles sejam interpretados de maneira correta e que sejam tomadas ações a partir disso (SIVARAJAH et al., 2016). Akter et al. (2019), a partir de um estudo qualitativo, definiram seis passos para a análise de dados em serviços, entre eles o reconhecimento do problema, a revisão de outros resultados na mesma área, a seleção das variáveis para modelagem, a coleta de dados, a análise dos dados e por último os conhecimentos obtidos e ações a serem tomadas.

Para facilitar a extração de valor dos dados, uma das etapas mais importantes é a preparação da base de dados, onde a qualidade da grande de informações é melhorada através

do uso de métodos adequados (REHMAN et al., 2016). Nesse sentido, um dos passos é a detecção de *outliers*, os quais degradam a qualidade dos padrões e afetam diretamente os modelos para avaliação dos dados (REHMAN et al., 2016). São considerados *outliers* fenômenos que possuem grande afastamento de desvios padrões em relação à média, pois fogem das dimensões esperadas e por esse motivo provocam distorções na análise estatística dos dados e necessitam ser retirados antes do início das análises (MARTINS; DOMINGUES, 2019). A retirada de *outliers* também permite a retirada de informações que sejam de pouca utilidade para o problema proposto (MONTGOMERY; HUNGER; HUBELE, 2013). Da mesma forma, Rehman et al. (2016) destacam a remoção de anomalias, as quais são caracterizadas por dados irregulares, não usuais e indesejados que não possuam relativa significância para a obtenção de informação dos dados. Outro passo citado por Rehman et al. (2016), é a redução do volume dos dados, por meio da seleção dos dados mais representativos, reiterando que os métodos para isso devem ser adaptáveis e dinâmicos o suficiente para não comprometer o valor dos dados.

Após a preparação dos dados, iniciam-se a modelagem e as análises, para as quais são necessárias ferramentas e métodos apropriados (SIVARAJAH et al., 2016). A maioria dos estudiosos, do ponto de vista estrutural, categorizam as técnicas de Big Data Analytics em preditivas, prescritivas e descritivas (AKTER et al., 2019). Técnicas preditivas, através da relação entre variáveis, são utilizadas para analisar possibilidade do que pode acontecer no futuro e porque isso pode acontecer (AKTER et al., 2019). As técnicas prescritivas auxiliam na tomada da melhor decisão, a partir de várias alternativas e restrições (AKTER et al., 2019). Enquanto isso, por meio de análises descritivas é possível examinar dados e informações de modo que desenvolvimentos, padrões e exceções se tornam mais visíveis e servem para criar relatórios de comportamentos passados (REHMAN et al., 2016). Spiess et al. (2014) corroboram que uso de medidas descritivas auxiliam a se aprofundar nos dados de modo a encontrar causas raízes para múltiplos eventos e para realizar uma interpretação dos dados. Segundo Bruni (2012, p. 86), “as medidas de dispersão buscam medir a variabilidade de um conjunto de dados”. Da mesma forma, Machado (2017) afirma que as medidas de dispersão demonstram o quanto os dados se distorcem entre si.

Uma das medidas mais amplamente utilizadas em estatística descritiva é a média aritmética, ela representa o centro geométrico de um conjunto de dados, através da divisão da soma de todos os componentes do grupo pela quantidade de elementos somados (BRUNI, 2012). Na mesma linha de raciocínio, há a variável padronizada Z, a qual representa o

afastamento em desvios padrões de um valor da variável original em relação à média, não necessitando da utilização de integrais definidas (BRUNI, 2012).

Outra medida de dispersão é a variância, que conforme Bruni (2012, p. 87), “[...] corresponde ao somatório do quadrado da diferença entre cada elemento e sua média aritmética, posteriormente dividido pela quantidade de elementos do conjunto”. De acordo com Machado (2017), a variância aplicada em *Big Data* demonstra o quanto os valores estão dispersos em relação à média aritmética, quem em geral é o valor esperado.

Akter et al. (2019) ainda afirmam que há outras categorias para a análise de dados, que são variações dos métodos descritivos, preditivos e prescritivos. Nesse sentido há o método de inferência, o qual, através do teste t e de análises de variância, auxilia na compreensão de uma população por meio de análises de amostras representativas de dados (REHMAN et al., 2016).

Entre os métodos de inferência estatística com aspectos mais úteis no mundo da engenharia está o teste de hipóteses, os quais são empregados em muitos tipos de problemas de tomada de decisão (MONTGOMERY; RUNGER, 2018). A sua realização envolve uma estatística de teste, a qual segundo Devore (2019, p. 296) “é uma função dos dados amostrais utilizados como uma base para decidir se a hipótese nula deve ser rejeitada”. Além disso, outro fator analisado é o valor-p, o qual representa a probabilidade de se obter, a partir dos dados amostrais disponíveis, um valor da estatística de teste pelo menos tão contraditório como a hipótese nula (DEVORE, 2019). A conclusão em relação a uma análise de hipóteses é obtida através de um nível de significância definido, o qual é comparado com o valor-p para a aceitação ou rejeição da hipótese nula (DEVORE, 2019). Uma das alternativas de aplicação, é o teste t de Student, o qual é utilizado para comparação entre duas médias (ALVES, 2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção serão descritas mais detalhadamente as características dos dados que implicaram no problema dessa pesquisa e quais foram os procedimentos metodológicos utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

3.1 CENÁRIO

A presente pesquisa teve como objeto de estudo o atendimento de serviços em uma concessionária de energia elétrica situada na região Sul do Brasil, neste trabalho denominada como ALFA.

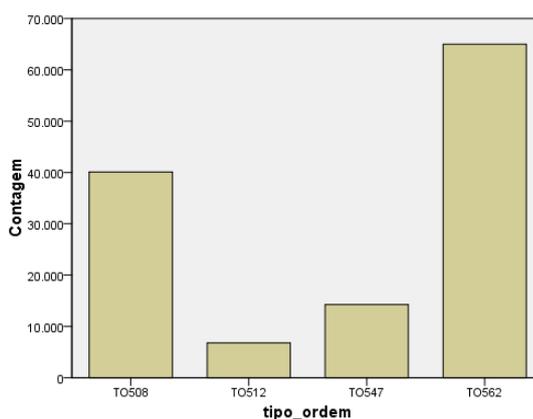
Conforme Fonini (2016), para o despacho de ordens de serviços são identificadas as equipes com disponibilidade para o próximo dia e todas as ordens pendentes a serem executadas. Dessa forma, é criado um planejamento de execução de ordens para o próximo dia, no entanto, há ainda o despacho em tempo real de serviços emergenciais, o qual gera uma interferência na roteirização programada.

Tratando-se de capacidade, a empresa possui uma quantidade contratada de equipes que varia pouco, por possuir quantidade de carros, eletricitas e equipamentos semelhantes, logo, o que varia é a eficiência de uma determinada equipe para realização de uma determinada ordem de serviço. Sendo assim, a empresa ALFA monitora o tempo necessário para a execução de cada ordem, a partir do início das atividades, e associa a ela um tempo padrão. Cada uma das ordens possui um conjunto de atividades a serem realizadas, que não varia, e as ordens apenas são executadas se todas as suas premissas forem cumpridas.

O estudo teve como base ordens comerciais e técnicas, as quais são denominadas como TO508, TO512, TO547 e TO562, que representam respectivamente a troca de medidor em baixa tensão, a mudança de local do ponto de medição, o encerramento e a vistoria/ligação e instalação da medição. Não foram analisadas ordens emergenciais, devido ao alto grau de variabilidade associado.

Na Figura 1 é possível observar a frequência de realização de cada uma das ordens no ano de 2016, demonstrando grande disparidade entre a quantidade de execução.

Figura 1: Gráfico frequência de ordens



Fonte: Autor (2019).

Cada uma das ordens pode ser executada por diferentes equipes, conforme às condições possíveis para agendamento da realização do serviço. Sendo assim, outra informação relevante,

apresentada na Figura 2, refere-se à quantidade de equipes diferentes que executaram uma determinada ordem.

Figura 2: Quantidade de equipes que realizaram cada ordem

	TO508	TO512	TO547	TO562
nº de equipes que executaram a ordem	293	121	278	331

Fonte: Autor (2019).

3.2 MÉTODO

O método auxilia o pesquisador a traçar o caminho a ser seguido através de atividades sistemáticas que permitam o alcance de seus objetivos e a produção de conhecimentos válidos e verdadeiros (LAKATOS; MARCONI, 2019). É representando pela finalidade, objetivos, abordagem, procedimentos e etapas da pesquisa.

Quanto à finalidade da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada. Conforme Pereira (2016, p. 88), essa modalidade de pesquisa “tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos”. Tal afirmação justifica a natureza desta pesquisa, afinal o estudo consiste na busca por alternativas para o problema de uma concessionária de energia elétrica, porém, não impossibilitando contribuições para demais concessionárias e até outros segmentos de serviços.

Quanto aos objetivos da pesquisa, trata-se de uma pesquisa descritiva, a qual segundo Pereira (2016, p. 85) “tem como propósito observar e descrever um fenômeno, apoiando-se em métodos de análise estatística descritiva”. Além disso, a pesquisa foi pautada nos seguintes pressupostos:

- O uso de ferramentas estatísticas é uma metodologia adequada para analisar a variabilidade entre as ordens programadas e executadas.
- A extração de padrões e/ou informação dos dados pode auxiliar na melhor compreensão do processo de atendimento de serviços.

Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa, pois de acordo com Pereira (2016) no método quantitativo são utilizadas técnicas estatísticas das mais variadas para a coleta e o tratamento de informações. Como descrito no cenário da pesquisa, há uma grande quantidade de dados numéricos gerados a partir das ordens de serviços executadas e pretende-

se, a partir do uso de técnicas estatísticas, tratar os respectivos dados para transformá-los em informações que podem melhorar a eficiência das equipes e auxiliar na tomada de decisão.

O procedimento utilizado nesta pesquisa será o estudo de caso que, para Pereira (2016, p. 91), “envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento”. Pretende-se, com a sua utilização, obter o entendimento de todas as variáveis relacionadas à execução de ordens de serviços e das equipes de trabalho, bem como da geração de dados em largas escala por parte da concessionária de energia elétrica para a definição de como medir a eficiência de equipes de campo.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para o alcance dos objetivos geral e específicos e a consequente resolução do problema de pesquisa, utilizou-se de uma adaptação das etapas sugeridas por Akter et al. (2019). O reconhecimento do problema está descrito na introdução do trabalho; a revisão de resultados de outras áreas está presente no referencial teórico; a seleção das variáveis para modelagem está descrita na etapa 1, no item 3.3.1; a coleta de dados foi realizada pela própria empresa; os critérios utilizados para a análise dos dados serão descritos nas etapas 2 e 3, dos itens 3.3.2 e 3.3.3 respectivamente; os conhecimentos obtidos serão descritos na seção 4; e as ações a serem tomadas na seção 5.

3.3.1 Etapa 1: definição dos atributos de influência, das variáveis a serem consideradas e preparação dos dados

Os dados fornecidos pela empresa, referem-se aos tempos de execução das respectivas ordens por cada uma das equipes e são classificados como estruturados, por serem organizados em linhas e colunas de forma contínua. Além dos tempos de execução em minutos e do tipo de ordem, são fornecidos os tempos padrão, os tempos normalizados, a data de execução, a equipe que realizou, o dia da semana e o número de ordens executadas. Os dados estão dispostos em 269.093 linhas e nas colunas, conforme está ilustrado na Figura 3, uma pequena amostra das variáveis presentes.

Figura 3: Disposição dos dados no Excel

id_serv	id_ordē	tipo_ordē	o_exec	mpo_pa	tempo_normaliza	data_exec	equi	ano	mes	dia	dia_sema	nro_ordens_R
2598735	19117117	TO562	44	55	0,8	01/01/2016 16:13	1610	2016	1	1	6	1
2598831	20767697	TO562	22	55	0,4	02/01/2016 07:27	101	2016	1	2	7	1
2598832	20767712	TO562	17	55	0,30909091	02/01/2016 07:59	101	2016	1	2	7	1
2598833	20767670	TO562	19	55	0,34545455	02/01/2016 08:24	101	2016	1	2	7	1
2600049	20757998	TO562	27	55	0,49090909	02/01/2016 08:43	1055	2016	1	2	7	1

Fonte: Empresa ALFA.

Os dados referentes aos tempos de execução de determinadas ordens de serviço analisados foram coletados ao longo de todo o ano de 2016 e também em 2015 e 2017 e são relacionados às ordens comerciais, às técnicas e às ordens emergenciais. No entanto, para as análises de eficiências das equipes, apenas as ordens comerciais e técnicas foram utilizadas, pois as ordens emergenciais podem apresentar um alto grau de variabilidade e, por consequência, necessitar de uma análise diferenciada, não sendo o objeto desse estudo. Da mesma forma, apenas as ordens referentes ao ano de 2016 foram analisadas por abrangerem todos os meses do ano. Além disso, através da análise de um período menor é menos provável que tenham ocorrido mudanças nas equipes ou em outros fatores que pudessem alterar o comportamento do fenômeno estudado.

Como variáveis necessárias, para que o procedimento desenvolvido fosse aplicado, estão: o tipo de ordem de serviço, o tempo padrão previsto para a execução, o tempo normalizado, a equipe que realizou o atendimento e o ano da realização do atendimento.

Para fins de análise dos dados, a variável de influência avaliada foi o tempo normalizado de cada atendimento, o qual foi calculado através da equação 1, representando a capacidade de uma determinada equipe de executar uma determinada ordem dentro do tempo padrão estabelecido.

$$\text{Tempo normalizado} = \frac{\text{Tempo de execução em minutos}}{\text{Tempo padrão em minutos}} \quad (1)$$

Já para o procedimento de exclusão de *outliers* foram levados em consideração outros atributos a partir da visualização da tabulação dos dados. Dessa forma, constatou-se a presença de informações que representavam tempos de execução muito baixos em relação aos tempos padrão. Conforme especificação da empresa ALFA, essas informações representavam casos nas quais as premissas para a realização completa do serviço não eram cumpridas, porém, mesmo assim, o tempo de execução é registrado na base de dados. Sendo assim, o primeiro

passo realizado, foi a eliminação da base dados, de todos os tempos de execução que fossem menores do que 10% do tempo padrão para determinada ordem, eliminando serviços considerados improcedentes. Da mesma forma, constatou-se a presença na base de dados, de ordens realizadas com tempo padrão igual a 0, as quais também foram eliminadas para as futuras análises.

Após as primeiras eliminações de dados, realizou-se o cálculo da variável padronizada Z , a qual está descrita na seção 2.3 da revisão bibliográfica, como estratégia para a eliminação de *outliers* e para trabalhar com dados mais homogêneos. Para isso, fez-se uso da equação 2.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Fonte: (BRUNI, 2012).

No caso deste trabalho, “ x ” representou o valor do tempo normalizado, “ μ ” representou a média do tempo normalizado para a respectiva ordem e “ σ ” representou o desvio padrão do tempo normalizado para a respectiva ordem.

A partir do cálculo da variável Z do tempo normalizado, determinou-se a eliminação de dados que estivessem acima ou abaixo de 3 desvios padrões da média, considerados *outliers* do fenômeno estudado.

Com posse da base de dados sem *outliers* foi realizada a preparação dos dados para analisar o desempenho de cada uma das equipes. O primeiro parâmetro utilizado foi o número de vezes que a respectiva equipe executou uma determinada ordem. Utilizou-se como parâmetro para cada uma das ordens somente as equipes que executaram determinada ordem por mais de vinte vezes, pois, de acordo com os engenheiros da empresa ALFA, essa é a quantidade necessária para uma equipe ter conhecimento suficiente dos procedimentos da ordem, de modo a não afetar o tempo de execução devido à falta de experiência ou outros fatores. Dessa forma, todas as equipes que não executaram vinte vezes uma determinada ordem foram eliminadas da base dados.

O segundo parâmetro definido, em virtude da grande quantidade de equipes e dificuldade de analisar todas especificamente, foi de que seriam analisadas apenas as equipes que executaram todas as ordens consideradas, de forma a permitir a comparação das equipes para cada uma das ordens e após analisar as possíveis relações existentes.

3.3.2 Etapa 2: análise descritiva dos dados

Realizadas as eliminações de *outliers* e de outras informações indesejadas, iniciaram-se as análises dos dados restantes. O primeiro passo foi calcular a média e as medidas de dispersão, tais como o desvio padrão e a variância, para cada uma das ordens, sem distinção das equipes, com o objetivo de analisar qual o comportamento generalizado e qual a proximidade do que realmente é executado com os tempos padrão definidos. Para tanto, os seguintes artefatos estatísticos foram empregados: histograma de frequência para cada tipo de serviço considerado e gráfico de dispersão ao longo do tempo.

3.3.3 Etapa 3: Análise inferencial dos dados

Para fins de análise quanto às características dos atendimentos, foram desenvolvidos os estudos de comparação quanto ao tempo de execução normalizado particularizando-se o estudo apenas para os tipos de ordens consideradas e posteriormente para cada associação “<equipe, ordem de serviço>”.

Para as ordens foi realizado o teste-z, levando em consideração diferentes tempos padrão e os seus tempos de execução, como forma de avaliar estatisticamente se os tempos padrão estavam adequados com a realidade de execução. O nível de significância adotado foi de 0,05 e foram levadas em consideração as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): O tempo padrão da ordem encontra-se no intervalo de confiança definido.
- Hipótese alternativa (H_1): O tempo padrão da ordem não encontra-se no intervalo de confiança definido.

Para a realização do teste-z, calculou-se a estatística de teste-z usando a equação (3).

$$Z_0 = \frac{X - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (3)$$

Fonte: (MONTGOMERY; RUNGER; 2018).

Onde “X” representa a média da população, “ μ ” representa o tempo padrão para a ordem, “ σ ” representa o desvio padrão da população e “n” representa o número de elementos presentes. Para aceitar ou rejeitar a hipótese nula, foram criados intervalos de aceitação para

cada ordem, representados pelo limite superior (LS) e limite inferior (LI), através das equações 4 e 5.

$$LS = \mu + Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \quad (4)$$

$$LI = \mu - Z_{\alpha/2}\sigma/\sqrt{n} \quad (5)$$

Fonte: (MONTGOMERY; RUNGER; 2018)

Onde “ α ” representa o nível de significância e a divisão por 2 é devido ao fato de se tratar de um teste bicaudal. Dessa forma, o “ $Z_{\alpha/2}$ ” representa a probabilidade de que a hipótese nula seja verdadeira.

Já para as equipes, a análise de desempenho foi realizada através da comparação do seu tempo de execução com o tempo de execução do restante das equipes, que também desempenharam o mesmo procedimento. Para essa finalidade, realizou-se um test-t com um nível de significância de 0,05 e foram consideradas as seguintes hipóteses:

- Hipótese nula (H_0): A média da equipe analisada é igual a média de uma amostra aleatória das equipes restantes.
- Hipótese alternativa (H_1): A média da equipe analisada é diferente da média de uma amostra aleatória das equipes restantes.

Para a realização do teste-t, utilizou-se do *Software* Octave, mais especificadamente a “função ttest2”.

Para a estimativa do desempenho do restante das equipes utilizaram-se amostras independentes.

Dessa forma, foram elencados novos parâmetros para a classificação das equipes, sendo eles: desempenho muito satisfatório, desempenho satisfatório e desempenho insatisfatório. Equipes com desempenho satisfatório representam aquelas que possuem tempos de execução semelhantes estatisticamente ao restante das equipes; as com desempenho muito satisfatório, representam aquelas que possuem desempenho estatisticamente acima do restante das equipes; e as com desempenho insatisfatório, representam aquelas com tempos estatisticamente inferiores ao restante das equipes. Para a classificação das equipes em uma das faixas citadas, foram levados em consideração o P-valor, um nível de significância de 0,05, o resultado de t e os critérios demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1: Critérios para avaliação das equipes

P-valor	T	H₀	Classificação
P-valor > 0,05	Independente	Aceita	Desempenho satisfatório
P-valor ≤ 0,05	t > 0	Rejeitada	Desempenho muito satisfatório
P-valor ≤ 0,05	t < 0	Rejeitada	Desempenho insatisfatório

Fonte: Autor (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir dos métodos utilizados e do passo a passo realizado para encontrar soluções para o problema de pesquisa e alcançar os objetivos propostos.

4.1 PREPARAÇÃO DE DADOS

Através das premissas assumidas na seção 3.2.1 desse trabalho, realizou-se a preparação dos dados com a finalidade de reduzir a variabilidade existente e selecionar as informações que são mais representativas, conforme citado por Rehman et al (2016) no referencial teórico. No Quadro 2 é possível observar todas as reduções realizadas e as suas respectivas representatividades em termos de porcentagem.

Quadro 2: Informações das reduções de dados

Critério para exclusão	Quantidade de dados resultante	Porcentagem de dados excluída
Atendimentos abaixo de 10% do tempo padrão	124917	1,12%
Exclusão a partir da variável Z	123660	1,01%
Equipes que não executaram ao menos 20 atendimentos por ordem	120083	2,89%
Equipes que não realizaram todas as ordens	61415	48,86%

Fonte: Autor (2019).

A partir do Quadro 2 é possível observar que a retirada de *outliers*, conforme os diferentes parâmetros adotados, não teve tão grande representatividade, se comparada com a retirada das equipes que não executaram todas as ordens.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção serão descritos os resultados obtidos a partir das premissas descritas nas seções 3.2.2 e 3.2.3.

4.2.1 Análise descritiva

Realizadas as eliminações de *outliers*, iniciaram-se as análises da base de dados filtrada. O primeiro passo, foi calcular a medida de posição central média e as medidas de dispersão desvio padrão e variância, para o tempo normalizado de cada uma das ordens, sem distinção das equipes, cujos resultados podem ser visualizados no Quadro 3.

Quadro 3: Média, variância e desvio padrão para as ordens

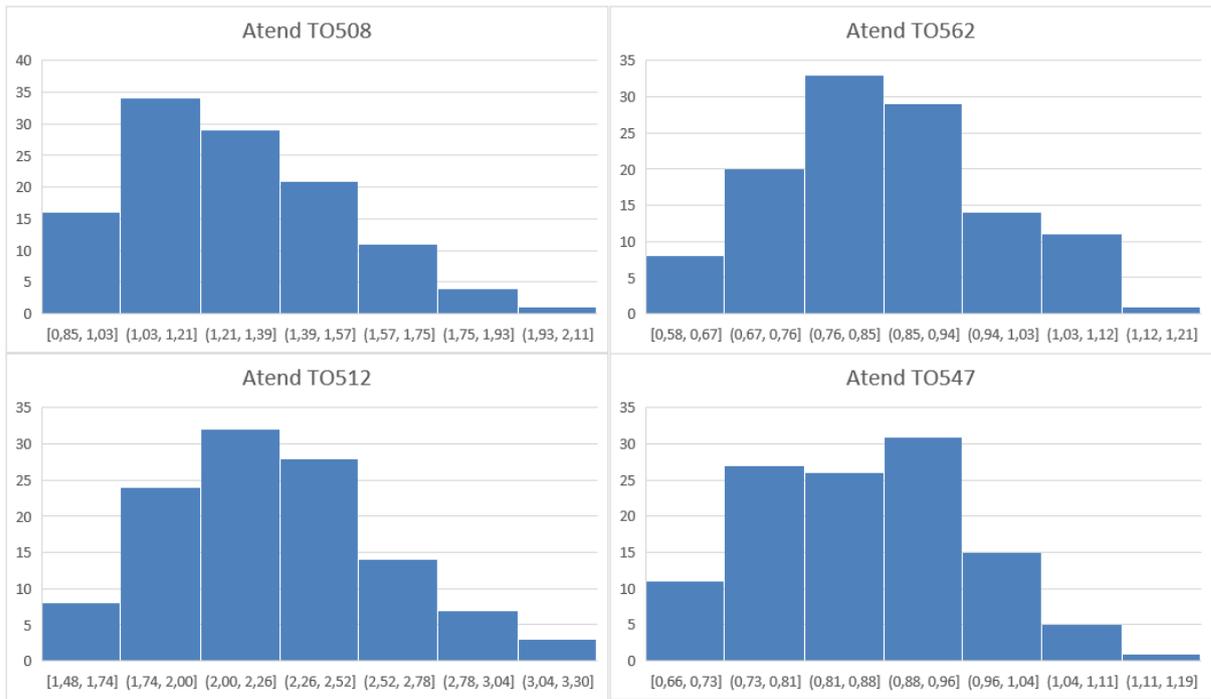
Ordem	Nº de elementos	Média	Desv. Pad.	Var.
508	39307	1,257	0,579	0,335
512	6702	2,252	1,160	1,346
547	13859	0,872	0,388	0,150
562	63792	0,876	0,437	0,191

Fonte: Autor (2019).

A partir desses indicadores, é possível analisar uma inconsistência relacionada aos tempos padrão das ordens, pois espera-se que a média do tempo normalizado esteja mais próxima de 1. No entanto, dois tipos de ordens apresentam, em média, tempos de execução maiores do que os tempos padrão, indicando a incapacidade das equipes de atender o que foi pré-estabelecido pela empresa, e também dois tipos de ordens com tempos de execução, em média, abaixo dos tempos padrão, indicando a necessidade de revisão desse indicador, pois pode estar proporcionando às equipes a possibilidade de realizar as respectivas ordens em um tempo maior do que o necessário através de um ritmo de trabalho menor.

Em se tratando das equipes, para a base de dados filtrada, foram criados gráficos de dispersão e histogramas para a variável tempo normalizado de cada uma das ordens, os quais podem ser visualizados nas Figura 4 e 5.

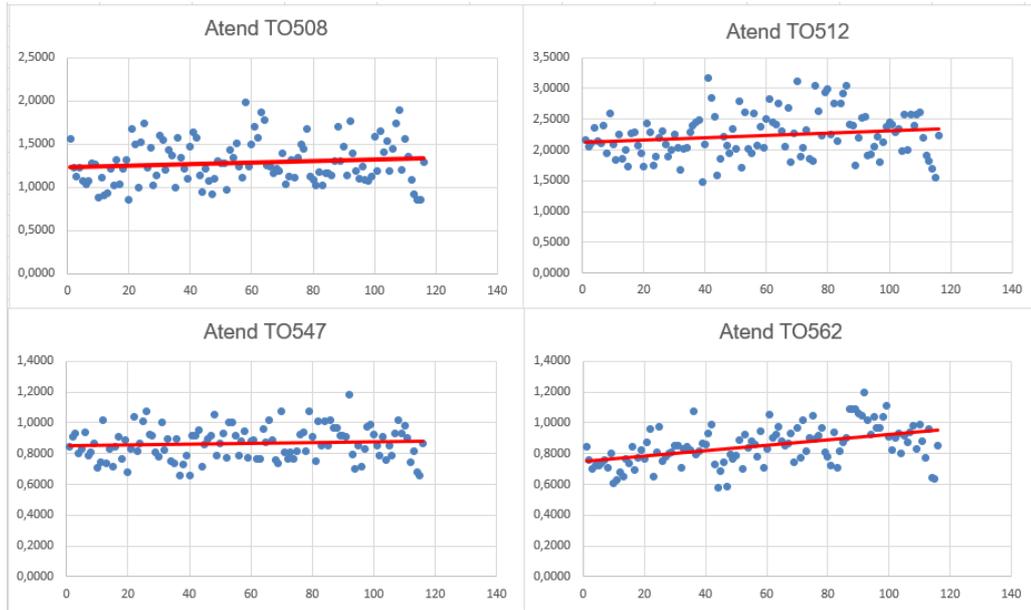
Figura 4: Histogramas para cada uma das ordens



Fonte: Autor (2019).

O histograma da ordem TO508 demonstra que a maior faixa de equipes (1,03 – 1,21) se encontra próxima do valor esperado, ao mesmo tempo, demonstra que há uma maior concentração de equipes acima dessa faixa e que há equipes que conseguem executar a ordem até mesmo abaixo do tempo. O histograma da ordem TO512 apresenta novamente a grande disparidade entre o tempo de execução das equipes com o tempo padrão da mesma, tendo as equipes um comportamento longe do esperado. O histograma da TO547 demonstra uma maior concentração de dados abaixo do tempo esperado, não possuindo um pico bem definido, porém demonstrando que uma pequena quantidade de equipes não consegue atender o tempo padrão. O mesmo comportamento pode ser observado para a TO562.

Figura 5: Gráficos de dispersão da média do tempo normalizado das ordens



Fonte: Autor (2019).

A partir da análise dos gráficos, é possível observar um leve crescimento da linha de tendência, principalmente nas ordens TO512 e TO562, indicando maior disparidade entre o desempenho das equipes na execução dessas ordens. Dessa forma, apontam ordens nas quais há uma maior distância entre equipes que possuem um desempenho muito satisfatório das equipes que apresentam um desempenho pouco satisfatório.

4.2.2 Análise Inferencial

A partir dos critérios elencados na seção 3.2.3 para a realização do teste-z, elaborou-se o Quadro 4 contendo as informações das ordens e também com os resultados dos cálculos realizados.

Quadro 4: Teste de hipóteses para os tempos padrão

Ordem	Tempo Padrão	n	X	σ	Zo	Z($\alpha/2$)	σ/n
TO508	20	34367	28,09	12,78	117,29	1,96	0,07
	52	5533	32,3	15	-97,66	1,96	0,20
TO512	30	6750	68,5	36,53	86,59	1,96	0,44
TO547	80	13871	70,24	49,64	-23,15	1,96	0,42
TO562	55	50579	48,51	25,48	-57,27	1,96	0,11
	60	5944	51,6	26,61	-24,35	1,96	0,35
	65	7873	63,59	32,14	-3,89	1,96	0,36

Fonte: Autor (2019).

A partir do que foi demonstrado, foram calculados os limites inferior e superior e realizadas as decisões para cada um dos tempos padrões, cujos resultados podem ser observados no Quadro 5.

Quadro 5: Decisões para os testes de hipóteses das ordens

Ordem	Tempo Padrão	Limite Inferior	Limite Superior	Decisão
TO508	20	27,95	28,23	Rejeita H ₀
	52	31,90	32,70	Rejeita H ₀
TO512	30	67,63	69,37	Rejeita H ₀
TO547	80	69,41	71,07	Rejeita H ₀
TO562	55	48,29	48,73	Rejeita H ₀
	60	50,92	52,28	Rejeita H ₀
	65	62,88	64,30	Rejeita H ₀

Fonte: Autor (2019).

Como é possível observar no quadro, em todos os casos a hipótese nula (H₀) foi rejeitada, significando que em nenhum dos casos o tempo padrão encontra-se de acordo estatisticamente com o tempo de execução médio das equipes, corroborando o resultado obtido com a análise descritiva das ordens e reforçando a necessidade de medidas corretivas.

Em se tratando da análise inferencial relacionada às equipes, cujos critérios foram elencados na seção 3.2.3 do trabalho, realizou-se o teste-t para as equipes, as quais obtiveram uma classificação conforme o seu desempenho comparado ao restante das equipes. Os resultados para cada uma delas, nas diferentes ordens estão no Apêndice A, onde o número 0

representa a aceitação da H_0 , enquanto o número 1 representa a rejeição. Na Figura 6 é apresentado um compilado geral sobre o desempenho das equipes em cada uma das ordens.

Figura 6: Desempenho das equipes de acordo com as ordens

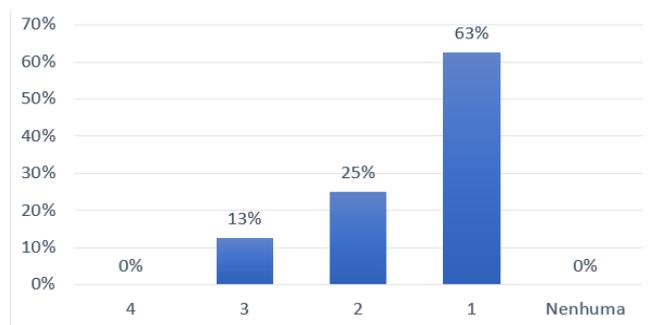
Classificação	TO508		TO512		TO547		TO562	
	Número de equipes	% do total						
	115	100%	115	100%	115	100%	115	100%
Desempenho muito Satisfatório	35	30%	12	10%	11	10%	38	33%
Desempenho Satisfatório	42	37%	91	79%	91	79%	45	39%
Desempenho Insatisfatório	38	33%	12	10%	13	11%	32	28%

Fonte: Autor (2019).

Conforme pode ser observado na Figura 6, percebe-se que as ordens mais críticas, com maior porcentagem de equipes com desempenho insatisfatório, são a TO508 e a TO562, enquanto as demais apresentam uma parcela bem menor.

Nas Figuras 7, 8 e 9 é possível observar o número de vezes que uma equipe foi classificada em uma mesma categoria de desempenho.

Figura 7: Porcentagem de equipes com desempenho muito satisfatório

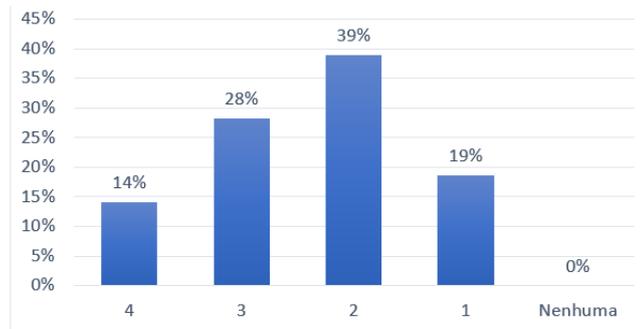


Fonte: Autor (2019).

Das 115 equipes, 64 delas tiveram desempenho muito satisfatório em pelo menos uma das ordens, as quais podem ser visualizadas no Apêndice D. Essas são as equipes a serem utilizadas como base de comparação para identificação de quais são as práticas realizadas na execução das tarefas, quais são as ferramentas e até mesmo qual a localização em que atendem, se possível. É importante para a empresa ALFA buscar padronizar os procedimentos do restante das equipes, utilizando como referência essas equipes. É possível observar na Figura 7 que

nenhuma equipe consegue executar as 4 ordens com excelência, mas que 63% é capaz de se destacar na execução de apenas uma das ordens.

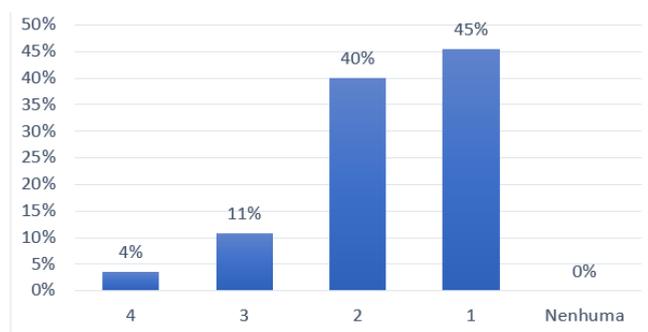
Figura 8: Porcentagem de equipes com desempenho satisfatório



Fonte: Autor (2019).

Das 115 equipes, 113 delas tiveram desempenho satisfatório em pelo menos uma das ordens, as quais podem ser visualizadas no Apêndice C. É possível observar na Figura 8 de que a maior parcela de equipes consegue desempenhar duas ou três ordens satisfatoriamente.

Figura 9: Porcentagem de equipes com desempenho insatisfatório



Fonte: Autor (2019).

Das 115 equipes, 55 delas tiveram desempenho insatisfatório em pelo menos uma das ordens, as quais podem ser visualizadas no Apêndice B. Essas equipes representam aquelas que estão menos aptas para executarem as tarefas de acordo com o tempo padrão, representando possivelmente a necessidade de treinamentos, de novas ferramentas ou de outras técnicas para melhoria do tempo de execução das mesmas. Elas representam as equipes a serem analisadas com prioridade de forma a identificar quais aspectos podem ser melhorados, para que elas

possam executar as suas tarefas em um tempo satisfatório, ao menos. É possível observar na Figura 9 de que 4% (duas equipes) possuem desempenho insatisfatório nas 4 ordens, podendo ser consideradas as mais críticas. Além disso, é possível inferir a tendência de que equipes que realizam as 4 ordens possuam o desempenho insatisfatório para uma ou duas ordens.

A partir das 3 Figuras demonstradas anteriormente, e das constatações obtidas, considera-se importante a realização de uma análise mais aprofundada quanto à quantidade de ordens que uma equipe executa, afinal, a partir dos dados, identificou-se a dificuldade de obtenção de um bom desempenho em todas as 4 ordens. Logo, avaliando-se o desempenho, a possibilidade de uma equipe realizar qualquer umas das ordens, não seja a melhor alternativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi identificar a eficiência de equipes de campo por meio da do desvio entre os tempos de execução e o tempo padrão e entre o desvio dos tempos de execução de uma equipe das demais equipes. Em decorrência dos resultados obtidos é possível afirmar que o objetivo desse trabalho foi alcançado e o problema de pesquisa solucionado.

Quanto aos pressupostos elencados no item 3.2, através das análises foi possível constatar que o tempo padrão para as 4 ordens estudadas não está de acordo com o tempo que as equipes estão desempenhando na realidade. Através da média do tempo de execução das equipes é possível observar que as inconsistências encontram-se nos tempos padrão, os quais estão ou muito flexíveis ou muito rigorosos. Sendo assim, como sugestão de trabalho futuro, recomenda-se a revisão desses indicadores. Outra constatação está relacionada às equipes que apresentaram um desempenho insatisfatório em relação às demais, as quais podem estar afetando as programações realizadas, aumentando os custos da empresa, entre outros malefícios. Logo, recomendam-se trabalhos futuros de tempos e movimentos, tanto para as equipes de desempenho muito satisfatório, para obtenção das melhores práticas, como também para as equipes de desempenho insatisfatório, a fim de corrigir as perdas de eficiência e identificar as melhorias que podem ser aplicadas. Além disso, sugere-se a avaliação da divisão do trabalho e da especialização das equipes, no sentido de agregar ainda mais para a otimização do trabalho de campo da concessionária visto que poucas equipes têm desempenho satisfatório nas 4 ordens.

Já em relação ao uso da estatística para a análise dos dados, ficou evidenciado que a proposta metodológica foi adequada para o propósito deste trabalho. No entanto, trabalhos futuros podem avaliar a pertinência e conveniência de novas ferramentas de análise.

REFERÊNCIAS

- AKTER, Shahriar. et al. Analytics-based decision-making for service systems: A qualitative study and agenda for future research. **International Journal of Information Management**. v.48, p. 85-95, outubro 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401218312696?via%3Dihub>. Acesso em: 07 abr. 2019.
- ALSHEDDY, Abdullah; TSANG, Edward. Empowerment scheduling for a field workforce. **Journal of Scheduling**. v.14, n.6, p. 639-654, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10951-011-0232-2>. Acesso em 21 jun. 2019.
- ALVES, Marcelo Corrêa. **Teste t de Student**. Disponível em: http://cmq.esalq.usp.br/wiki/lib/exe/fetch.php?media=publico:syllabvs:lcf5759a:teste_t.pdf. Acesso em 09 nov. 2019.
- BRUNI, Adriano Leal. **SPSS: guia prático para pesquisadores**. São Paulo: Atlas, 2012.
- BUCKLEY, Patricia; MAJUMDAR, Rumki. The services powerhouse: increasingly vital to world economic growth. **Deloitte Insights**. July, 2018. Disponível: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4674_IbtN-July-2018/DI_IbtN-July-2018.pdf. Acesso em: 04 mai. 2019.
- BUSBY, J. S. Measuring the performance of engineering: the data fusion problem. **Engineering Management Journal**. v.5, n.3, p. 117-120, junho de 1995. Disponível em: <https://ieeexplore-ieee.org.ez47.periodicos.capes.gov.br/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=392169>. Acesso em: 22 jun. 2019
- CASTILLO-SALAZAR, J. Arturo; LANDA-SILVA, Dario; QU, Rong. Workforce scheduling and routing problems: literature survey and computational study. **Annals of Operations Research**. V.239, n.1, p. 39-67, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10479-014-1687-2>. Acesso em: 26/06/2019
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 9.ed. Barueri, SP: Manole, 2014.
- CORREA, Henrique; CAON, Mauro. **Gestão de serviços: lucratividade por meio de operação e de satisfação dos clientes**. São Paulo: Atlas, 2016.
- DASGUPTA, Nataraj. **Practical Big Data Analytics**. Birmingham: Packt, 2018.
- DEVORE, Jay L. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. 9.ed. São Paulo, SP: Cengage.
- FITZSSIMONS, James; FITZSSIOMONS, Mona. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

FONINI, Julio Schenato. **Análise de desempenho do sistema de atendimentos de serviços em concessionária de energia.** 2016. 82 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

KARIMIAN, Saeed Haji. et al. Improving efficiency in roading projects: a New Zealand study. **Engineering, Construction and Architectural Management.** v.26, n.5, p. 827-849, junho 2019. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/ECAM-02-2018-0060>. Acesso em: 22 jun. 2019.

LABIB, Nevine M.; SABRY, Ahmed E. Applying workforce intelligence clustering on Egyptian Governorates. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL SCIENCE AND COMPUTATIONAL INTELLIGENCE. 3., 2017. **Anais...** Las Vegas: CSCI. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7881399>. Acesso em: 22 jun. 2019.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAVALLE, Steve. et al. Big Data, Analytics and the Path From Insights to Value. **MIT Sloan Review.** v.52, n.2, p. 21-31, 2011. Disponível em: <http://tarjomefa.com/wp-content/uploads/2017/08/7446-English-TarjomeFa.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2019.

MACHADO, Alexandre Lopes. **Administração do Big Data.** São Paulo: Senac, 2017.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Big data: o futuro dos dados e aplicações.** São Paulo: Érica, 2018.

MALVIYA, Ayushi; UDHANI, Amit; SONI, Suryakant. R-Tool: Data Analytic Framework. In: SYMPOSIUM ON COLOSSAL DATA ANALYSIS AND NETWORKING. 1., 2016 **Anais...** Indore: CDAN. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7570960>. Acesso em: 23 jun. 2019.

MARTINS, Gilberto de Andrade; DOMINGUES, Osmar. **Estatística geral e aplicada.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C.; HUBELE, Norma F. **Estatística aplicada à engenharia.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

REHMAN, Muhammad Habib ur. et al. Big data reduction framework for value creation in sustainable enterprises. **International Journal of Information Management.** v.36, p. 917-928. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0268401216303097?token=11128F8A690F5A89FD22493328E6776579D1E37D5E215B8723C55C15E0B12512F375D561B26965DC4E41DE10DA69CB92>. Acesso em: 01 nov. 2019.

SIVARAJAH, Uthayasankar; et al. Critical analysis of big data challenges and analytical methods. **Journal of Business Research**. v.70, p. 263-286, janeiro 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829631630488X?via%3Dihub>. Acesso em: 01 nov. 2019.

SOMANI, Arun; DEKA, Ganesh. **Big Data Analytics tools and technology for effective planning**. Boca Raton: CRC Press, 2018.

SPIESS, Jeffrey. et al. Using big data to improve customer experience and business performance. **Bell Labs Technical Journal**. v.18 n.4, p. 3-17. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6770344>. Acesso em 01 nov. 2019.

TAURION, Cezar. **Big Data**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

APÊNDICE A: TESTE T PARA AS EQUIPES

Equipe	508	512	547	562	Equipe	508	512	547	562	Equipe	508	512	547	562
100	1	0	0	0	362	1	1	0	0	826	1	0	0	1
117	0	1	0	1	364	1	0	1	0	827	1	0	1	1
121	0	0	0	1	365	1	1	0	1	907	1	0	1	0
134	0	0	0	1	366	1	1	0	1	913	1	1	0	1
154	1	0	0	1	410	1	0	0	1	922	1	0	0	1
174	1	0	0	1	417	1	1	1	1	926	1	0	0	1
184	1	0	0	1	441	0	0	0	1	929	1	0	0	1
186	0	0	0	1	449	1	0	0	1	930	0	0	0	0
187	0	0	0	0	494	1	0	0	1	939	1	1	0	0
188	1	0	0	1	495	1	0	1	1	992	1	1	1	0
189	1	0	0	1	509	0	0	0	0	1002	0	0	0	1
190	1	0	1	1	515	0	0	0	0	1005	1	0	0	1
197	1	1	0	1	518	0	1	0	0	1006	0	0	0	1
200	0	0	1	1	519	1	1	0	1	1008	0	0	0	1
201	1	1	0	1	521	1	0	1	1	1029	1	0	0	1
202	0	0	0	0	525	0	0	0	0	1422	1	0	1	1
203	0	0	0	1	526	1	0	0	1	1428	1	0	0	1
204	1	0	0	0	528	0	1	0	0	1607	0	0	1	1
217	0	0	0	0	529	0	0	0	0	1608	1	0	0	1
221	1	0	1	0	536	1	0	0	1	1609	0	0	0	1
233	1	0	0	0	537	0	0	0	1	1610	1	0	0	1
240	0	0	0	1	544	1	0	0	0	1611	1	0	0	1
242	1	1	0	1	608	1	1	0	1	1639	1	0	1	1
243	1	1	0	0	609	1	0	1	0	1701	1	0	0	0
258	1	0	0	1	615	1	0	0	1	1703	0	0	0	0
263	0	0	1	0	618	1	1	0	1	1706	1	0	0	1
269	1	0	0	0	702	0	1	0	1	1712	1	0	0	0
270	1	0	0	0	711	0	0	1	0	1715	1	0	0	0
271	0	0	0	0	714	0	0	0	0	1716	0	0	0	1
272	1	0	0	0	717	0	0	0	1	1720	1	0	0	0
274	1	1	0	0	718	0	0	1	1	1721	1	0	0	1
289	0	1	0	1	724	0	1	1	1	1727	1	0	0	1
299	0	0	0	0	739	1	1	0	1	1741	0	0	0	0
302	1	0	0	0	800	1	0	1	1	1745	1	0	0	1
304	1	0	1	0	808	0	0	0	0	1900	1	0	0	0
311	1	0	0	1	811	0	0	0	0	1901	1	0	0	1
343	0	0	1	0	812	0	0	0	1	1907	1	0	0	1
361	0	0	0	0	818	1	1	1	0	1934	1	0	1	1
										1935	1	1	1	1

APÊNDICE B: EQUIPES COM DESEMPENHO INSATISFATÓRIO

TO508			TO512	TO547	TO562		
154	362	929	117	200	117	200	519
174	410	939	197	221	121	201	537
184	417	992	201	304	134	203	718
188	449	1029	242	343	154	242	739
189	494	1608	243	364	174	289	913
190	495	1610	274	417	184	410	922
197	519	1611	289	609	186	417	929
201	739	1639	362	718	188	441	1901
204	800	1901	417	800	189	449	1934
221	907	1907	519	827	190	494	1935
242	913	1934	739	1607	197	495	
270	922	1935	1935	1934			
304	926			1935			

APÊNDICE C: EQUIPES COM DESEMPENHO SATISFATÓRIO

T0508	T0512		T0547		T0562
117	100	609	100	529	100
121	121	615	117	536	187
134	134	711	121	537	202
186	154	714	134	544	204
187	174	717	154	608	217
200	184	716	174	615	221
202	186	800	184	618	233
203	187	808	186	702	243
217	188	811	187	714	263
240	189	812	188	717	269
263	190	826	189	739	270
271	200	827	197	808	271
289	202	907	201	811	272
299	203	922	202	812	274
343	204	926	203	826	299
361	217	929	204	913	302
441	221	930	217	922	304
509	233	1002	233	926	343
515	240	1005	240	929	361
518	258	1006	242	930	362
525	263	1008	243	939	364
528	269	1029	258	1002	509
529	270	1422	269	1005	515
537	271	1428	270	1006	518
702	272	1607	271	1008	525
711	299	1608	272	1029	528
714	302	1609	274	1428	529
717	304	1610	289	1608	544
718	311	1611	299	1609	609
724	343	1639	302	1610	711
808	361	1701	311	1611	714
811	364	1703	361	1701	808
812	410	1706	362	1703	811
930	441	1712	365	1706	818
1002	449	1715	366	1712	907
1006	494	1716	410	1715	930
1008	495	1720	441	1716	939
1607	509	1721	449	1720	992
1609	515	1727	494	1721	1701
1703	521	1741	509	1727	1703
1716	525	1745	515	1741	1712
1741	526	1900	518	1745	1715
	529	1901	519	1900	1720
	536	1907	525	1901	1741
	537	1934	526	1907	1900
	544		528		

APÊNDICE D: EQUIPES COM DESEMPENHO MUITO SATISFATÓRIO

TO508			TO512	TO547	TO562		
100	521	1422	365	190	240	724	1607
233	526	1428	366	263	258	800	1608
243	536	1701	518	495	311	812	1609
258	544	1706	528	521	365	826	1610
269	608	1712	608	711	366	827	1611
272	609	1715	618	724	521	926	1639
274	615	1720	702	818	526	1002	1706
302	618	1721	724	907	536	1005	1716
311	818	1727	818	992	608	1006	1721
364	826	1745	913	1422	615	1008	1727
365	827	1900	939	1639	618	1029	1745
366	1005		992		702	1422	1907
					717	1428	