

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**Daniel Marcos de Godoy**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA O CONTROLE DE  
REINCIDÊNCIA DE REPAROS EM UMA EMPRESA DE  
TELECOMUNICAÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara - UNIARA - como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar**  
Orientador

**Prof. Dr. Fábio Ferraz Júnior**  
Coorientador

Araraquara, SP - Brasil  
2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

G533 Godoy, Daniel Marcos

Aplicação da metodologia DMAIC para o controle da reincidência de reparos em uma empresa de telecomunicações/Daniel Marcos Godoy. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2021.  
101f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar  
Coorientador: Prof. Dr. Fábio Ferraz Júnior

1.DMAIC. 2. Seis Sigma. 3. Telecomunicações. 4. Reclamações de clientes. I. Título.

CDU 62-1

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Godoy, Daniel Marcos. **Aplicação da metodologia DMAIC para o controle de reincidência de reparos em uma empresa de telecomunicações**. 2021. 101f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

## ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Daniel Marcos de Godoy

TÍTULO DO TRABALHO: Aplicação da metodologia DMAIC para o controle de reincidência de reparos em uma empresa de telecomunicações

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2021

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Assinatura Aluno(a)

---

**Daniel Marcos de Godoy**

Universidade de Araraquara - UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801-340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): [danielmarcosgodoy@hotmail.com](mailto:danielmarcosgodoy@hotmail.com)



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara - UNIARA - para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: DANIEL MARCOS DE GODOY

TÍTULO DO TRABALHO:

**"APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC PARA O CONTROLE DE REINCIDÊNCIA DE REPAROS EM UMA EMPRESA DE TELECOMUNICAÇÕES"**

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

  
Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar (orientador(a))  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

  
Prof(a). Dr(a). José Luis Garcia Hermosilla  
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado ( ) Reprovado

*Walther Azzolini Junior*  
Prof(a). Dr(a). Walther Azzolini Junior  
Universidade de São Paulo - USP

Aprovado ( ) Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 05/05

  
Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar (orientador(a))

Dedico a Deus primeiramente por nunca ter permitido que eu desistisse desse objetivo e a minha família que sempre me acompanhou em toda minha caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que sempre esteve comigo me abençoando e me dando muita força e oportunidade para concluir este trabalho.

Minha mãe Edméa e meu irmão Everton que nunca me deixaram de apoiar nos momentos difíceis.

A todos os familiares que torceram e acreditaram em mim neste mestrado.

A todos os meus amigos e amigas que agradeço por terem estado comigo todo este tempo.

Aos colegas do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção pela curta, porém proveitosa troca de conhecimentos durante o curso.

Ao meu orientador e mestre Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar que conduziu meus passos com muita paciência e dedicação ao longo deste mestrado.

Ao coorientador Prof. Dr. Fábio Ferraz Júnior, que com seu conhecimento, contribuiu de maneira grandiosa neste trabalho.

Em memória de Vagner Marcos de Godoy.

“O que sabemos é uma gota; o que  
ignoramos é um oceano.”  
Isaac Newton

## RESUMO

O cenário competitivo exige melhoria contínua dos processos e redução de variabilidade. Em uma empresa de telecomunicações, a reincidência de reparos que são as solicitações de atendimento técnico num período inferior à 30 dias do atendimento técnico anterior, evidencia problemas nos processos de atendimento seja ele de campo ou sistêmico. A consequência para a empresa em alto volume de reincidência é o descontentamento do cliente que tem seu produto com falhas de funcionamento. O objetivo deste estudo foi redução de reparos recorrentes através da metodologia DMAIC, onde em cada etapa, foi feito todo o diagnóstico, a análise e feita proposta de melhoria. Nos estudos estatísticos, foi evidenciado que a banda larga apresenta significativo desvio no número de reclamações totais. O indicador de reincidência apresentou mais de 37% de variação na medição de Janeiro/19 até Julho/20. O estudo que foi de abordagem quantitativa, teve como procedimento técnico a pesquisa-ação. A aplicação da metodologia DMAIC na empresa utilizou para levantamento de dados, a base analítica fornecida via server SQL da empresa com o histórico de reincidência necessário para analisar o reparo recorrente. Foi feito levantamento bibliográfico com foco na aplicação da metodologia DMAIC para acompanhar a solução de desvios e para atingir resultados esperados. Com a implementação da metodologia DMAIC o foco foi reduzir um indicador que foi em média 12,87% no período de Janeiro/19 até Julho/20 para próximo de 10,00% que é a meta proposta pela empresa para reincidência. De Agosto até Novembro de 2020, a média mês de reincidência se apresentava em 11,22% que representa um ganho de 1,06pp. Com a melhoria conseguida, alguns pontos voltados para a satisfação e confiança do cliente que até antes do estudo eram comprometidos devido as contínuas falhas em seus serviços foram atendidas. Os resultados obtidos nas análises estatísticas dos ofensores de reincidência possibilitaram entender o que mais tinha impacto ao cliente. Além da melhoria no processo, o estudo também contribuiu para a interação da equipe em Seis Sigma e suas ferramentas para o controle da variabilidade. A implantação da metodologia DMAIC na empresa criou uma nova cultura de gestão para o controle de entrante de reincidência de forma analítica em empresas de telecomunicações. Além disso, os resultados obtidos no estudo podem ser reproduzidos para outras áreas da empresa, levando a grandes ganhos na qualidade de serviços e melhor desempenho da empresa.

**Palavras-chaves:** DMAIC. Seis Sigma. Telecomunicações. Reclamações de Clientes.

## **ABSTRACT**

*The competitive landscape requires continuous improvement of processes and reduction of variability. In a telecommunications company, the recurrence of repairs, which are requests for technical assistance within a period of less than 30 days from previous technical assistance, shows problems in the service processes, whether in the field or systemic. The consequence for the company in high volume of recidivism is the discontent of the customer who has his product with malfunctions. The objective of this study was to reduce recurring repairs through the DMAIC methodology, where in each stage, the entire diagnosis, analysis and improvement proposal were made. Using different statistical data analysis, it was evidenced that broadband presents a significant deviation in the number of total complaints. The recidivism indicator showed more than 37% variation in the measurements from January / 19 to July / 20. The study, under a quantitative approach, had action research as its technical procedure. The application of the DMAIC methodology in the company used for data collection, an analytical basis provided via the company's SQL server with the necessary recurrence history to analyze the recurrent repair. A bibliographic survey was carried out with a focus on the application of the DMAIC methodology to monitor the solution of deviations and the achievement of expected results. With the implementation of the DMAIC methodology, the focus was to reduce an indicator that averages 12.87% in the period from January / 19 to July / 20 to close to 10.00%, which is the target proposed by the company for recidivism. From August to November 2020, the average month of recidivism was 11.22%, which represents a gain of 1.06pp. With the proposed improvement, points such as focus on customer satisfaction and customer confidence that even before the study was compromised due to the continuous failures in their services were met. The results obtained in the analysis of repeat offenders made it possible to understand what had the greatest impact on the client. The work contributed in addition to the improvement in the process, also the interaction of the team in Six Sigma and its tools for controlling variability. The implementation of the DMAIC methodology in the company created a new management culture for the control of incoming recidivism in an analytical way in telecommunications companies. In addition, the results obtained in the study can be reproduced for other areas of the company, leading to great gains in the quality of services and better performance of the company.*

**Keywords:** DMAIC. Six Sigma. Telecommunications. Customer Complaints.



## Lista de figuras

Figura 1 - Estrutura do trabalho.....	22
Figura 2 - Esquema de funcionamento da internet.....	27
Figura 3 - Esquema de funcionamento IPTV .....	29
Figura 4 - Organograma institucional ANATEL.....	31
Figura 5 - Exemplo de fluxograma.....	37
Figura 6 - Exemplo de gráfico de Pareto .....	38
Figura 7 - Exemplo de diagrama de causa e efeito.....	39
Figura 8 - Exemplo de histograma .....	40
Figura 9 - Exemplo diagrama de dispersão .....	41
Figura 10 - Exemplo de Matriz 5W2H.....	42
Figura 11 - Proporção de Defeitos x Nível Sigma .....	47
Figura 12 - Exemplos de processos operando em 4 sigma ( $\sigma$ ) e 6 sigma ( $\sigma$ ).....	48
Figura 13 - Distribuição normal paramétrica .....	48
Figura 14 - Distribuição normal com desvio 1,5 .....	49
Figura 15 - Estrutura lógica da abordagem quantitativa.....	60
Figura 16 - Estruturação para condução da pesquisa-ação.....	61
Figura 17 - Estruturação metodologia de pesquisa.....	62
Figura 18 - Etapas DMAIC para melhorias de reincidência .....	65
Figura 19 - Volume de reclamações reincidentes em expressão gráfica.....	67
Figura 20 - Variação reincidência período 19 meses .....	68
Figura 21 - Fluxograma de atendimento via URA .....	69
Figura 22 - Gráfico de Pareto visão grupo ofensor acumulado.....	75
Figura 23 - Diagramas de dispersão de número de reclamações reincidentes .....	76
Figura 24 - Gráfico de Pareto visão das maiores causas ofensoras .....	78
Figura 25 - Representatividade causa equipamento cliente.....	79
Figura 26 - Representatividade causa troca modem.....	79
Figura 27 - Representatividade causa cliente cancelou visita .....	80
Figura 28 - Representatividade causa indevido cliente .....	80
Figura 29 - Representatividade causa encontrado OK.....	81
Figura 30 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) equipamento do cliente.....	81
Figura 31 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) troca modem .....	82
Figura 32 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) cancelado pelo cliente.....	82
Figura 33 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) indevido cliente .....	83
Figura 34 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) encontrado OK.....	84

Figura 35 - Diagrama de Ishikawa de causa de reincidência de reparos .....	85
Figura 36 - Matriz de Priorização - GUT .....	85
Figura 37 - Relatório para acompanhamento reincidência .....	89
Figura 38 - Variação reincidência Jul/20 X Dez/20 .....	90
Figura 39 - Acompanhamento final indicador de reincidência .....	91

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Cronograma do projeto.....	23
Quadro 2 - Exemplo de matriz de priorização GUT. ....	43
Quadro 3 - Exemplo de pontuação em uma matriz de priorização .....	43
Quadro 4 - Etapas do DMAIC: ação, objetivos e ferramentas. ....	50
Quadro 5 - Contribuições e limitações. ....	55
Quadro 6 - Etapas revisão bibliográfica. ....	64
Quadro 7 - Reincidente acumulado. ....	71
Quadro 8 - Problemas e propostas de melhoria.....	86
Quadro 9 - Plano de ação.....	87
Quadro 10 - Plano de controle.....	88
Quadro 11 - Comparativo Jul/20 X Dez/20 para reincidência. ....	90

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Volume de reclamações reincidentes .....	19
Tabela 2 - Quantificação da revisão bibliográfica.....	64
Tabela 3 - Entrante de reparos reincidentes.....	67
Tabela 4 - Resultados trimestres confrontados.....	70
Tabela 5 - Variação dos pares de meses estudados .....	71
Tabela 6 - Grupo ofensor de reincidência .....	72
Tabela 7 - Causas identificadas dos fechamentos banda larga.....	73

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações  
ANOVA - Análise de variância  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CBT - Código Brasileiro de Telecomunicações  
CEQ - Controle Estatístico da Qualidade  
CEP - Controle Estatístico de Processos  
CONTEL - Conselho Nacional de Telecomunicações  
DENTEL - Departamento Nacional de Telecomunicações  
DMAIC - *Define - Measure - Analyze - Improve - Control*  
DPMO - Defeitos Por Milhão de Oportunidades  
DTH - *Direct To Home*  
FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*  
FNT - Fundo Nacional de Telecomunicações  
FTP - *File Transfer Protocol*  
GUT - Gravidade - Urgência - Tendência  
HDTV - High Definition Television  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IoT - *Internet of Things*  
IP - *Internet Protocol*  
IPTV - *Internet Protocol Television*  
ISO - *International Organization for Standardization*  
PC - *Personal Computer*  
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
QoE - *Quality of Experience*  
QoS - *Quality of Service*  
LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados  
NBR - Norma Brasileira Regulamentadora  
SCIELO - *Scientific Electronic Library Online*  
SMED - *Single Minute Exchange of Die*  
STB - *Set-Top-Box*  
SUB - *Set-Up-Box*

TELEBRÁS - Telecomunicações Brasileiras S.A.

TPM - *Total Productive Maintenance*

URA - Unidade de Resposta Audível

VoD - *Video on Demand*

VOIP - *Voice On Internet Protocol*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
1.1 Contextualização .....	16
1.2 Problemática .....	18
1.3 Questão da pesquisa .....	19
1.4 Objetivo geral .....	19
1.4.1 Objetivo específico .....	20
1.5 Justificativa .....	20
1.6 Aspectos metodológicos .....	21
1.7 Estrutura do trabalho .....	21
1.8 Cronograma de aplicação da metodologia DMAIC .....	22
<b>2 TELECOMUNICAÇÕES</b> .....	24
2.1 Uma visão geral do setor de telecomunicações brasileiro .....	24
2.2 A natureza do bem telecomunicação .....	25
2.3 Fibra óptica .....	27
2.4 IPTV .....	28
2.5 ANATEL .....	30
<b>3 CONCEITO DE QUALIDADE</b> .....	32
3.1 Evolução da qualidade .....	32
3.2 Dimensões da qualidade .....	33
3.3 O processo e sua variabilidade .....	34
3.4 Ferramentas da qualidade .....	36
3.4.1 Fluxograma .....	36
3.4.2 Gráfico de Pareto .....	37
3.4.3 Diagrama de Causa e Efeito .....	38
3.4.4 Histograma .....	39
3.4.5 Diagrama de dispersão .....	40
3.4.6 Ferramenta 5W2H .....	41
3.4.7 Matriz de Priorização GUT .....	42
<b>4 METODOLOGIA DMAIC</b> .....	44
4.1 Conceitos de Seis Sigma .....	44
4.2 DMAIC .....	49
4.3 Algumas aplicações da metodologia DMAIC .....	54
<b>5 METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	57
5.1 Empresa de estudo .....	57
5.2 Realização da pesquisa .....	57
5.3 Classificação da pesquisa .....	58
5.4 Procedimentos operacionais .....	62

5.5 Etapas da revisão bibliográfica .....	62
5.6 Viabilidade .....	64
<b>6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC .....</b>	<b>65</b>
6.1 Etapa Definir - ( <i>Define</i> ).....	66
6.2 Etapa Medir - ( <i>Measure</i> ).....	70
6.3 Etapa Analisar - ( <i>Analyze</i> ).....	75
6.4 Etapa Aperfeiçoar - ( <i>Improve</i> ) .....	85
6.5 Etapa Controlar - ( <i>Control</i> ).....	88
<b>7 RESULTADOS.....</b>	<b>90</b>
7.1 Atingimentos .....	90
7.2 Contribuições do estudo .....	91
7.3 Limitações do estudo.....	92
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO A - CARTA DE ACEITE DE ARTIGO EM PERIÓDICO .....</b>	<b>100</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Cerca de um milhão de pessoas empregadas no setor de serviços no Brasil trabalham em empresas voltadas para serviços de informação e comunicação, mais especificamente, para o setor de telecomunicações.

Dessa forma o dinamismo na rapidez de troca de informações que é uma tendência atual, mostra a necessidade não apenas em se atentar aos serviços de comunicações e sim também que estes serviços tenham qualidade. O setor de telecomunicações é um setor de serviços que é um dos pilares de desenvolvimento no mundo atual que possibilita uma conexão rápida entre pessoas em diferentes países ao redor do mundo em poucos segundos e com preços cada vez menores e competitivos. Com o avanço das comunicações, foi possível o ensino à distância ser realizado como em faculdades e escola de idiomas. Também tornou possível a divulgação das culturas existentes no mundo (KUBA; GIRALDI; PÁDUA; 2013).

Devido a essa nova tendência de dinamismo na troca de informações, fica evidente a necessidade de se ter disponíveis não apenas os serviços de comunicação, mas também a indicação de que estes tenham qualidade.

A globalização das atividades produtivas e financeiras, associada a um grande desenvolvimento tecnológico, com destaque para a área de microeletrônica, elevou as telecomunicações a um patamar de enorme importância no cenário mundial. Ao longo do tempo várias conquistas foram sendo alcançadas para facilitar a comunicação, como a invenção do telégrafo (1860), a criação do telefone (1876), o desenvolvimento do cinema (1895), a era da radiodifusão (1905) e a televisão (1926). Conforme Oliveira e Abdala (2003), todas estas conquistas em termos de comunicação se configuram como avanços relevantes, facilitando a troca de informações entre as pessoas.

Em 1988, a Internet surgiu no Brasil inicialmente para fins acadêmicos quando a Secretaria de Ciência e Tecnologia de São Paulo realizou sua primeira conexão com a rede mundial de computadores através de uma parceria com o Fermilab, um centro de pesquisa científica nos Estados Unidos. Em 1992 o governo federal criou a Rede Nacional de Pesquisa (RNP) que, alguns anos mais tarde por meio de uma parceria com a empresa de telecomunicações Embratel, expandiu o uso da Internet. Assim, a Embratel passou a comercializar os serviços de Internet para todo o país (VIEIRA, 2003).

O Ministério da Fazenda (2016) cita que o setor de telecomunicações nos últimos anos tem passado por um conjunto amplo de avanços tecnológicos. Isto contribuiu de forma significativa para as mudanças na forma de como a sociedade se relaciona, presta serviços e produz. Esse ciclo de inovações teve resultado em uma série de mudanças tecnológicas que ocorreram desde a segunda metade da década de 1990, que criaram o último grande ciclo de expansão da produtividade e prosperidade econômica que durou até a primeira metade dos anos 2000. Esse período foi chamado à época de “*The New Economy*” e criou uma série de implicações para a sociedade e a economia.

O Ministério da Fazenda (2016) também cita que no Brasil, o setor de telecomunicações passou por um grande desenvolvimento desde o final dos anos 1990 quando o mercado foi aberto à iniciativa privada. Desde àquela época, foi possível expandir investimentos relevantes no setor e rapidamente o Brasil pôde acessar tecnologias que antes não estavam disponíveis para a maior parte da população. Segundo dados da PNAD, o acesso à telefonia aumentou de 27,9% em 1997 para 94% em 2014. O acesso à internet aumentou de 8,5% em 2001 para 42,7% em 2014.

Desde então, o setor passou por duas amplas transformações. Nos anos 1990, o principal foco estava em universalizar a telefonia fixa. Atualmente, o interesse pela expansão se dá na banda larga e a fronteira a ser desenvolvida está na “internet das coisas” (IOT do inglês - *internet of things*), em que se massifica a utilização dos mecanismos de transmissão de dados para possibilitar a comunicação entre máquinas, sem intervenção humana, favorecendo uma melhor prestação de serviços e a facilitação do dia a dia das pessoas (Ministério da Fazenda, 2016).

Devido à expansão da banda larga no Brasil e no mundo, cada vez mais os usuários desse tipo de Internet procuram qualidade, velocidade e praticidade. Com o aumento da demanda e com o aumento da concorrência entre as operadoras, o número de clientes insatisfeitos também aumenta expondo a deficiência na qualidade técnica dos serviços prestados (DIAS; CORNILS, 2008).

Carpinetti (2017) cita que para ter competitividade e assim conquistar mercados, há necessidade de cumprir com os requisitos básicos do cliente em relação a produtos e serviços. Para o autor, o pensamento é simples pois, clientes satisfeitos aumentam o faturamento, a reputação, aumentam os novos pedidos e trazem muitos resultados positivos para a empresa. A qualidade nos serviços está relacionada à capacidade de satisfazer necessidades e solucionar problemas o que significa que serviço com qualidade é aquele que ao entendimento do cliente,

traz satisfação. Assim, os clientes ficam satisfeitos ou não, conforme as suas diferentes expectativas.

Nos dias de hoje, as empresas tem se deparado com um alto nível de exigência dos clientes e isto gera uma busca constante de eficiência nas operações. Esta prática de busca constante de melhoria mostra uma grande oportunidade para os negócios. No setor de telecomunicações há uma grande demanda por solicitações de reparos e, por muitas vezes, reparos solicitados em menos de 30 dias do anterior e para propor uma melhoria nestes índices, podemos usar a metodologia DMAIC proposta na literatura. Os autores Rodrigues, Angra e Rabelo (2020) descrevem a utilização do DMAIC, uma metodologia que nasceu do Seis Sigma, como uma abordagem que se utiliza de dados coletados para propor uma melhoria nos processos, enfatizando que a aplicação da metodologia, vai mais além da esfera industrial a qual foi criada. A metodologia pode com facilidade ser adaptada em muitos outros processos de melhoria.

O presente trabalho visa utilizar a metodologia DMAIC para controle de reincidência de reparos e os pontos fora de controle para determinar seus impactos e propor melhorias. A oportunidade de melhoria se dá pelos dados existentes fornecidos pela própria empresa.

## **1.2 Problemática**

O mercado brasileiro de telecomunicações mudou rápido e consideravelmente durante os últimos anos. Os clientes têm agora mais alternativas para escolher a operadora de acordo com sua conveniência e baseado nas suas expectativas e qualidade percebida (FERREIRA, 2012).

A empresa de telefonia de grande porte foco deste estudo tem alto volume de reparos recorrentes, ou seja, clientes que solicitam atendimento de reparo por qualquer razão num tempo inferior à 30 dias do seu último atendimento. Os produtos (banda larga) e TV (IPTV) que são os principais serviços fornecidos, são identificados como os maiores ofensores ao volume total de reparos obtido através da base analítica de dados da empresa. A empresa ainda não tem um estudo efetivo para identificar fatores que impactam no indicador de reincidência de reparos. A partir deste contexto, foi proposto o uso da metodologia DMAIC visando ter um processo de melhoria contínua que auxiliará a empresa a diminuir o índice de reincidência que no momento deste estudo não tem se mostrado eficaz.

Na Tabela 1 é possível notar que o índice (indicador) de reincidência que é estipulado em 10,00%, em todos os meses de estudo, se mantém acima desta meta.

Tabela 1 - Volume de reclamações reincidentes

<b>Mês</b>	<b>Indicador em % de Reincidência</b>
JAN/19	10,68%
FEV/19	10,35%
MAR/19	12,00%
ABR/19	12,11%
MAI/19	14,86%
JUN/19	14,19%
JUL/19	14,56%
AGO/19	14,69%
SET/19	12,42%
OUT/19	14,07%
NOV/19	11,96%
DEZ/19	17,65%
JAN/20	11,02%
FEV/20	11,42%
MAR/20	10,95%
ABR/20	12,65%
MAI/20	11,38%
JUN/20	14,74%
JUL/20	12,85%

Fonte: O autor

O indicador médio da Tabela 1 está em 12,87%, ou seja, mais de 2,00% acima do máximo permitido pela empresa.

### **1.3 Questão da pesquisa**

Diante da necessidade de maior conhecimento sobre as variáveis que impactam na qualidade de uma empresa de telecomunicações, o estudo tem como premissa analisar os efeitos da implantação do sequenciamento do DMAIC para controle de reincidência de reparos. A pesquisa tem como meta principal, responder à seguinte questão: Como a implantação da metodologia DMAIC pode auxiliar no controle de reparos reincidentes em Telecomunicações?

### **1.4 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo geral aplicar a metodologia DMAIC para identificar e melhorar os entrantes de reparos reincidentes e propor melhorias para que o índice

de reincidência seja diminuído dentro dos limites aceitáveis da empresa e para atender a satisfação do cliente.

#### **1.4.1 Objetivo específico**

Implantar um modelo de controle para mitigar as reincidências de reparos reclamados antes de 30 dias após a última execução de atendimento através da metodologia DMAIC.

#### **1.5 Justificativa**

Esta pesquisa justifica-se pelo fato de que as operadoras de telefonia brasileira, inseridas em um ambiente de alta competitividade que é o mercado de telecomunicações, vêm sofrendo cada vez mais com a pressão dos clientes por qualidade de serviço.

Zeithaml e Inter (2003), citam que sem ações das empresas em resposta a uma falha de serviço o cliente pode procurar por empresas concorrentes, podem expor para outras pessoas suas experiências negativas e em momentos mais críticos de insatisfação, acionar órgãos de defesa do consumidor ou outros órgãos legais.

Chiavenato (2007) menciona que o cliente é imprescindível para a empresa se manter no mercado e a melhoria no atendimento é um dos aspectos que tem maior importância do negócio.

O ambiente onde este estudo ocorreu é uma empresa de telefonia situada na região central do estado de São Paulo que detém uma fatia grande de clientes entre as operadoras de mesmo serviço.

Esta dissertação aborda a implementação da metodologia DMAIC através da análise dos desvios de reparos e conseqüentemente os resultados que este estudo apresentou após o processo. O trabalho realizado auxilia na cultura organizacional e os reflexos em seus processos e nas pessoas.

Desta forma, este estudo gera um ganho acadêmico ao apresentar um caso prático de implementação do DMAIC conduzido por meio de projeto que estabelece solução de problema em um ambiente de alta competitividade.

Outra contribuição acadêmica inovadora introduzida por este estudo é mostrar que a metodologia DMAIC vai além de aplicações na indústria e seus processos. A metodologia também se aplica ao setor de serviços como o de telefonia, por exemplo, que é o foco desta dissertação.

A pesquisa-ação centra na questão do agir e supõe uma participação dos interessados na própria pesquisa organizada em torno de uma determinada ação planejada para intervenção com mudanças dentro da situação investigada (THIOLLENT, 1985).

### **1.6 Aspectos metodológicos**

Esta pesquisa é de natureza aplicada, com objetivo de pesquisa descritiva, possui abordagem quantitativa e seu procedimento é pesquisa-ação. O estudo teve como base a implementação da metodologia DMAIC em uma empresa de telecomunicações. Através da revisão da literatura sobre a implementação da metodologia DMAIC em empresas de pequeno, médio e grande porte, foi possível identificar os aspectos importantes para o processo de implementação e com isso apurar o padrão teórico e estabelecer uma proposta de implementação do DMAIC em segmento de telecomunicações.

A empresa do estudo tem foco em fibra óptica. Serviço de banda larga e IPTV são os maiores produtos fornecidos.

O aspecto descritivo se deve ao fato do estudo ter o propósito de descrever o processo de implementação da metodologia DMAIC em uma empresa no segmento de telecomunicações com características pouco exploradas pela literatura.

O detalhamento da metodologia abordada será apresentada na Seção 5 desta dissertação.

### **1.7 Estrutura do trabalho**

A dissertação está estruturada em 9 seções. A primeira seção apresenta a introdução, em que se introduz a contextualização, problemática, questão da pesquisa, objetivo, justificativa, viabilidade, aspectos metodológicos e a estrutura do trabalho. A segunda seção trata do tema Telecomunicações e suas estruturas. Traz também a visão geral do setor de telecomunicações brasileiro, a natureza do bem telecomunicação, fibra óptica, IPTV e uma breve descrição da ANATEL. A terceira seção aborda a Qualidade de Serviço onde são citados a evolução da qualidade, as dimensões da qualidade, a variabilidade da qualidade, as ferramentas da qualidade, a gestão da qualidade, qualidade na prestação de serviços e o controle da qualidade. A quarta seção aborda o conceito Seis Sigma, a ferramenta DMAIC, o ciclo DMAIC e suas aplicações. A quinta seção trata da metodologia da pesquisa, a abordagem da pesquisa, a problemática, a classificação da pesquisa e os procedimentos operacionais. A sexta seção trata da análise dos resultados onde serão apresentadas todas as etapas do DMAIC e os pontos

abordados em cada uma delas. A sétima seção aborda a aplicação da metodologia na empresa de estudo. A oitava seção aborda as considerações finais deste trabalho. A nona seção aborda as referências utilizadas neste trabalho.

A Figura 1 representa graficamente a estrutura da dissertação.

Figura 1 - Estrutura do trabalho

<p>Seção 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução</li> <li>Contextualização</li> <li>Problemática</li> <li>Questão da pesquisa</li> <li>Objetivo geral</li> <li>Objetivo específico</li> <li>Justificativa</li> <li>Aspectos metodológicos</li> <li>Estrutura do trabalho</li> <li>Cronograma de aplicação da metodologia DMAIC</li> </ul>	<p>Seção 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Telecomunicações</li> <li>Uma visão geral do setor de telecomunicações brasileiro</li> <li>A natureza do bem telecomunicação</li> <li>Fibra óptica</li> <li>IPTV</li> <li>ANATEL</li> </ul>	<p>Seção 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceito de qualidade</li> <li>Evolução da qualidade</li> <li>Dimensões da qualidade</li> <li>O processo e sua variabilidade</li> <li>Ferramentas da qualidade</li> <li>Fluxograma</li> <li>Gráfico de Pareto</li> <li>Diagrama de Causa e Efeito</li> <li>Histograma</li> <li>Diagrama de dispersão</li> <li>Ferramenta 5W2H</li> <li>Matriz de Priorização GUT</li> </ul>
<p>Seção 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologia DMAIC</li> <li>Conceitos de Seis Sigma</li> <li>DMAIC</li> <li>Algumas aplicações da metodologia DMAIC</li> </ul>	<p>Seção 5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologia de pesquisa</li> <li>Empresa do estudo</li> <li>Realização da pesquisa</li> <li>Classificação da pesquisa</li> <li>Procedimentos operacionais</li> <li>Etapas da revisão bibliográfica</li> <li>Viabilidade</li> </ul>	<p>Seção 6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação da metodologia DMAIC</li> <li>Etapa Definir - (<i>Define</i>)</li> <li>Etapa Medir - (<i>Measure</i>)</li> <li>Etapa Analisar - (<i>Analyze</i>)</li> <li>Etapa Aperfeiçoar - (<i>Improve</i>)</li> <li>Etapa Controlar - (<i>Control</i>)</li> </ul>
<p>Seção 7</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados</li> <li>Atingimentos</li> <li>Contribuições do estudo</li> <li>Limitações do estudo</li> </ul>	<p>Seção 8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerações finais</li> </ul>	<p>Referências</p>

Fonte: O autor

## 1.8 Cronograma de aplicação da metodologia DMAIC

O Quadro 1 mostra o cronograma de implementação das etapas do DMAIC para atingimento dos objetivos de melhoria.

Quadro 1 - Cronograma do projeto

Fase do Projeto	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	jun/20	jul/20
Definir	X						
Medir		X	X	X			
Analisar					X		
Melhorar						X	
Controlar							X

Fonte: O autor



## 2 TELECOMUNICAÇÕES

### 2.1 Uma visão geral do setor de telecomunicações brasileiro

A legislação e a regulamentação do setor de telecomunicações no Brasil são amplamente consideradas como competitivas e progressivas. O setor de telecomunicações é considerado um dos mais progressivos do Brasil devido à privatização em larga escala, concluída no final de 1999, e à introdução de concorrência no mercado (PEREIRA-FILHO, 2003).

No período anterior ao ano de 1995, o Brasil passou por muitas fases distintas especialmente durante o século passado. Nos anos 1950, o setor privado começou a investir em empresas brasileiras de telecomunicações e a regulamentação foi dividida entre autoridades federais, estaduais e municipais. Devido à ampla gama de qualidade, o governo brasileiro promulgou o Código Brasileiro de Telecomunicações (CBT), que concentrava a regulamentação e supervisão com o governo federal. O CBT também permitiu a criação da Embratel em 1965, a primeira entidade de telecomunicações a fornecer serviços de longa distância. Com o crescimento da Embratel, o país na sua totalidade, começou a se conectar por tecnologia de micro-ondas e outros meios. Em 1972, a Telebrás foi criada para consolidar as várias empresas em uma só, integrando as companhias telefônicas estaduais, que forneciam serviços locais e estaduais, com longa distância sendo fornecido pela Embratel, que também se tornou parte do sistema Telebrás.

A motivação da reforma em 1995, foi devido uma análise no setor de telecomunicações. A análise mostrou que, em 1994, haviam 13 milhões de telefones fixos e 800.000 telefones móveis no Brasil. Bem acima dos 2 milhões de telefones em 1972. Além disso, foi observado que só em torno de 6% dos lares pertencentes à classe social mais pobre recebiam serviço de telefonia. Depois de revisar esses números e reconhecer a enorme demanda reprimida para serviços de telecomunicações, o governo estabeleceu uma meta de 33 milhões de telefones no Brasil até o final de 2001. Era necessário investimento externo e, conseqüentemente, apoio à privatização.

Os objetivos da reforma foram projetados para alcançar cinco objetivos principais:

- Fortalecer o papel regulador do Estado e eliminar seu papel como empreendedor;
- Aumentar o alcance e melhorar a qualidade dos serviços de telecomunicações;

- Em um ambiente competitivo, criar oportunidades que incentivem investimentos e promovam desenvolvimento tecnológico e industrial;
- Fornecer condições para que o desenvolvimento do setor seja consistente com as metas para o desenvolvimento social do país; e
- Maximizar o valor de venda das empresas estatais de telecomunicações sem prejudicar os objetivos acima.

Para Ferreira (2012), telecomunicações é um setor econômico importante para o desenvolvimento de uma nação. Além disto, ele exerce um impacto crescente nas nossas vidas, no comércio, nas indústrias, no governo, enfim, impacta bastante com a competitividade de tudo e de todos.

O setor de telecomunicações mundial tem passado por uma transformação radical, do sistema analógico ao digital, e agora com uma tecnologia orientada a pacotes e integrada à internet. Isso tem criado novas oportunidades e novos desafios para os fornecedores de infraestrutura e serviços. Enfim, o mercado de telecomunicações tem assistido a mudanças consideráveis e sem precedentes nos últimos anos, que culminou com fortes transformações nas indústrias e nas estruturas das operadoras, principalmente as incumbentes.

Ferreira (2012) cita a Anatel que, no Brasil, no início da década de 1960, quando ainda vigorava a Constituição de 1946, cabia à União, aos estados e aos municípios a exploração dos serviços de telecomunicações, diretamente ou mediante a correspondente outorga. Havia, então, em torno de 1.200 empresas telefônicas no país que atuavam sem coordenação entre si e sem compromisso com as diretrizes de desenvolvimento e integração nacional.

Em 1962, ocorreu a primeira mudança nesse cenário, com a edição do Código Brasileiro de Telecomunicações (CBT) - Lei nº 4.117, de 27 de agosto de 1962. Essa lei contemplou vários aspectos, destacando-se a criação do Sistema Nacional de Telecomunicações, do Conselho Nacional de Telecomunicações (Contel), do Departamento Nacional de Telecomunicações (Dentel) e da instituição do Fundo Nacional de Telecomunicações (FNT).

## **2.2 A natureza do bem telecomunicação**

Quanto a natureza do bem telecomunicação Cooper et al. (2002) afirmam que está aparecendo uma reconfiguração do espaço e tempo, que implica que a forma e o propósito da comunicação definem o público e o privado, e não o espaço no qual a comunicação acontece.

O telefone, por exemplo, enquanto um “bem telecomunicação”, apresenta uma natureza tripla, pois trata-se ao mesmo tempo de:

- Um bem privado, já que a ligação telefônica, por exemplo, é objetivo de uma apropriação privada mediante um processo de oferta e de demanda em um mercado.
- Um bem sistema já que se apresenta cada vez mais sob a forma de um conjunto de elementos ou componentes elementares complementares. Por exemplo, um simples e-mail direcionado a um endereço eletrônico no exterior utiliza redes locais, redes de longa distância e redes internacionais.
- Um bem público, em razão da existência de um estoque de interlocutores potenciais (parque de assinantes) representando uma vantagem coletiva compartilhada incapaz de apropriação privada.

Essa vantagem aumenta com o número de assinantes e constitui o que é chamado de efeitos de clube ou uma externalidade. Koivumäki, Ristola e Kesti (2006, p.418) afirmam: “Nós identificamos que a utilidade e a satisfação do usuário são fatores significativos para recomendação voluntária dos serviços a outros demais consumidores”. Assim, corroborando com a ideia de que uma das particularidades essenciais do “bem comunicação” é que seu consumo depende da ação de, no mínimo, duas pessoas, as quais utilizam esse meio de comunicação em conjunto.

Com a expansão das redes, tanto móveis quanto fixas os usuários das telecomunicações cada vez mais serão encontrados e poderão encontrar os outros, a todo o momento em todos os lugares, a tal ponto que se fala cada vez mais de nomadismo. Essa necessidade, nos dias atuais, não se restringe apenas a comunicação de voz, mas também de dados e de vídeo.

Por estas razões, o conhecimento preciso das características da demanda de telecomunicações, objeto deste estudo, é também de uma importância vital para as operadoras e indústrias do setor, tanto pela natureza dos investimentos a serem realizados para satisfazer tal demanda, quanto para identificar um sistema eficaz de tarifas, suas variações e as sensibilidades às modificações de preços (elasticidade). Deste modo, faz-se necessário que as empresas tanto operadoras e indústrias do setor, dominem os aspectos da demanda e os cenários decorrentes para que possam posicionar-se estrategicamente e garantir vantagem competitiva nos negócios.

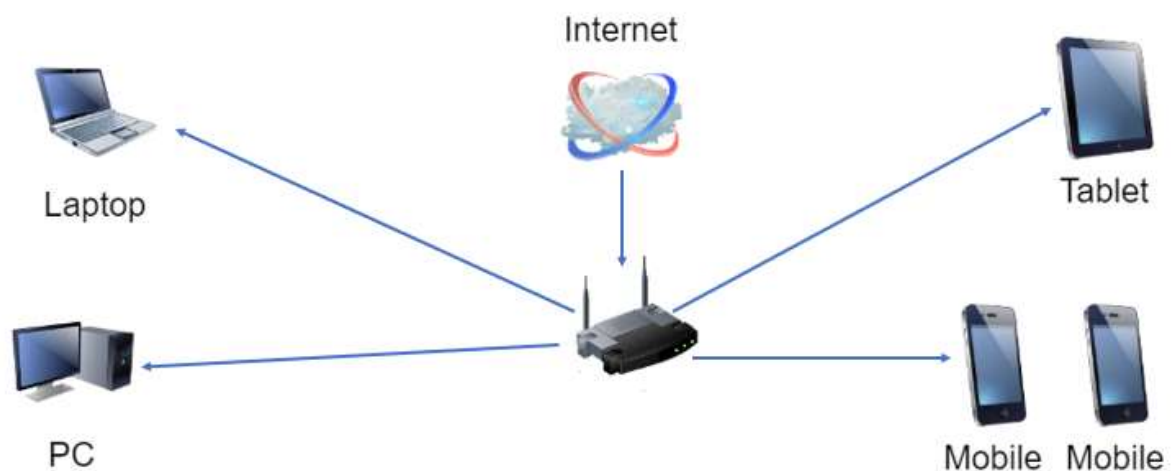
## 2.3 Fibra óptica

A internet é a tecnologia que mais cresce atualmente e isso é principalmente possível devido as fibras ópticas. Fibras ópticas são fios de vidro finos que transportam luz e são sinais de comunicação em todo o mundo. A fibra óptica é, portanto, um elemento muito importante de tecnologia para a internet. A eficácia dessa fibra na comunicação com a internet se dá através da instalação de redes ópticas e avanços na tecnologia de fibra óptica segundo Wei e Yingwen (2000). Avanços importantes foram feitos na pureza das próprias fibras, para que o sinal luminoso possa viajar até milhares de quilômetros sem ser amplificado. Grandes sinais de entrada são, portanto, necessários e levam o fenômeno óptico não linear em fibras ópticas. Wei e Yingwen (2000) dizem ainda que se a entrada de energia na fibra excede algum nível crítico de limiar, então um efeito não linear pode ocorrer, que pode ser convertido em onda de luz refletida, viajando para trás em direção ao transmissor.

Muitos computadores na internet são conectados via fibras ópticas para suportar as comunicações optoeletrônicas, transmissão digital, protocolo de transferência de arquivo (FTP) e acesso para troca interativa de informações / dados entre computadores. As redes são usadas para conectar computadores para fins de compartilhamento de recursos e arquivos bem como comunicações optoeletrônicas como citado por Lin (2001).

A Figura 2 representa um esquema de funcionamento da internet. A internet chega ao modem que pode distribuir para vários tipos de periféricos tais como: Laptop, Tablet, Celulares e PC's de mesa.

Figura 2 - Esquema de funcionamento da internet



Fonte: O autor

## 2.4 IPTV

O objetivo do serviço IPTV é oferecer aos usuários transmissões de um conteúdo multimídia através da utilização do protocolo IP, tornando o modo convencional de assistir televisão mais interativo.

Como o próprio nome indica, a transmissão de um servidor IPTV é realizada através da Internet, ambiente no qual existem ligações de banda larga em redes privadas, sendo o sinal recebido e decodificado por um *Set-Top-Box* (STB) e finalmente reproduzido no televisor (RODRIGUES, 2006).

Porém, as limitações inerentes ao transporte de informações em rede IP são também impostas a esse serviço, por isso, requer estudo e definição de Qualidade de Serviço (QoS) e Qualidade de Experiência (QoE).

O serviço IPTV possui características como: suporte por TV interativa (HDTV, VOD), otimização dos recursos disponíveis enviando apenas um canal de utilização, maior acessibilidade, pois o conteúdo está acessível também através de um computador ou dispositivos móveis. Permite que o usuário adapte o mesmo ao seu modo de utilização. Essa adaptação do sistema de acordo com as necessidades dos seus usuários possibilita a criação de novos serviços tarifados economicamente, sendo favorável para ambos, quem disponibiliza e quem usa o serviço (SANTOS, 2010).

Segundo Santos (2010) os componentes que compreendem a arquitetura da IPTV são:

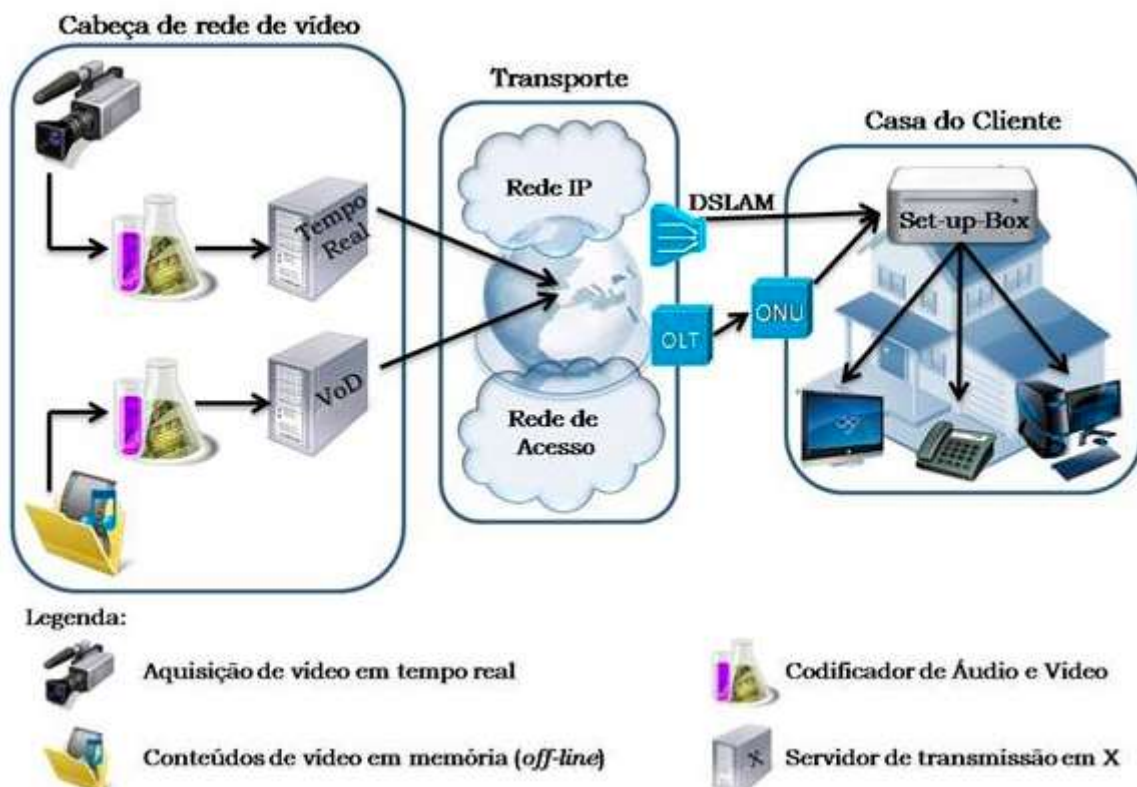
- O head-end, onde é realizada a aquisição dos conteúdos através de satélites, câmeras digitais, além da codificação e empacotamento dos dados. É por meio do head-end que a informação é transmitida através de uma rede IP, podendo ser distribuído como uma Broadcast TV, onde os sinais de satélite são recebidos e decodificados, através de um Set-Top-Box, recodificando, multiplexando os sinais recebidos e envia-os por stream em tempo real com a utilização de protocolo de Multicast. Uma outra forma de transmissão é a utilização do VoD, no qual o conteúdo multimídia é armazenado em um servidor VoD.
- Middleware, responsável pelo controle e gerenciamento de uso do usuário, possibilitando realizar funções como: autenticação, faturação e proteção de conteúdo.

- Proteção de conteúdo, responsável pela encriptação e gestão dos Digital Media Rights.
- Rede de transporte e de acesso, rede pela qual os usuários terão acessos aos serviços da IPTV.

Através de estudos e experiências foi possível caminhar com os primeiros passos para a construção da IPTV da FACTO, através da criação da definição de uma infraestrutura inicial que pudesse conter um servidor VoD para hospedagem dos conteúdos disponibilizados aos usuários deste serviço através de um frontend (página web), podendo ser acessado sempre que o usuário sentir necessidade ou interesse.

A Figura 3 exemplifica um esquema de funcionamento de um IPTV. É um pouco mais complexo do que o próprio funcionamento da banda larga pois, aqui temos transmissões ao vivo, conteúdos de streaming que são transportados para um rede IP e dela, partem o sinal, imagem e som para o decoder - *Set-Up-Box* (SUB) - do cliente.

Figura 3 - Esquema de funcionamento IPTV



Fonte: O autor

## 2.5 ANATEL

Um relatório preparado pela Anatel (2015) menciona que a agência foi criada pela Lei Geral de Telecomunicações (Lei 9.472, de 16 de julho de 1997), sendo a Anatel a primeira agência reguladora a ser instalada no Brasil, em 5 de novembro de 1997.

Conforme estabelece a Lei 9.472/1997, a Anatel é uma entidade integrante da Administração Pública Federal indireta, submetida a regime autárquico especial e vinculada ao Ministério das Comunicações. É administrativamente independente e financeiramente autônoma.

Com sede em Brasília, a Anatel realiza as atividades de fiscalização e mantém contato mais próximo com a sociedade por meio de Gerências Regionais e Unidades Operacionais em todas as capitais brasileiras.

A Agência trabalha com foco em sua missão de promover o desenvolvimento das telecomunicações do País de modo a dotá-lo de uma moderna e eficiente infraestrutura de telecomunicações, capaz de oferecer à sociedade serviços adequados, diversificados e a preços justos, em todo o território nacional.

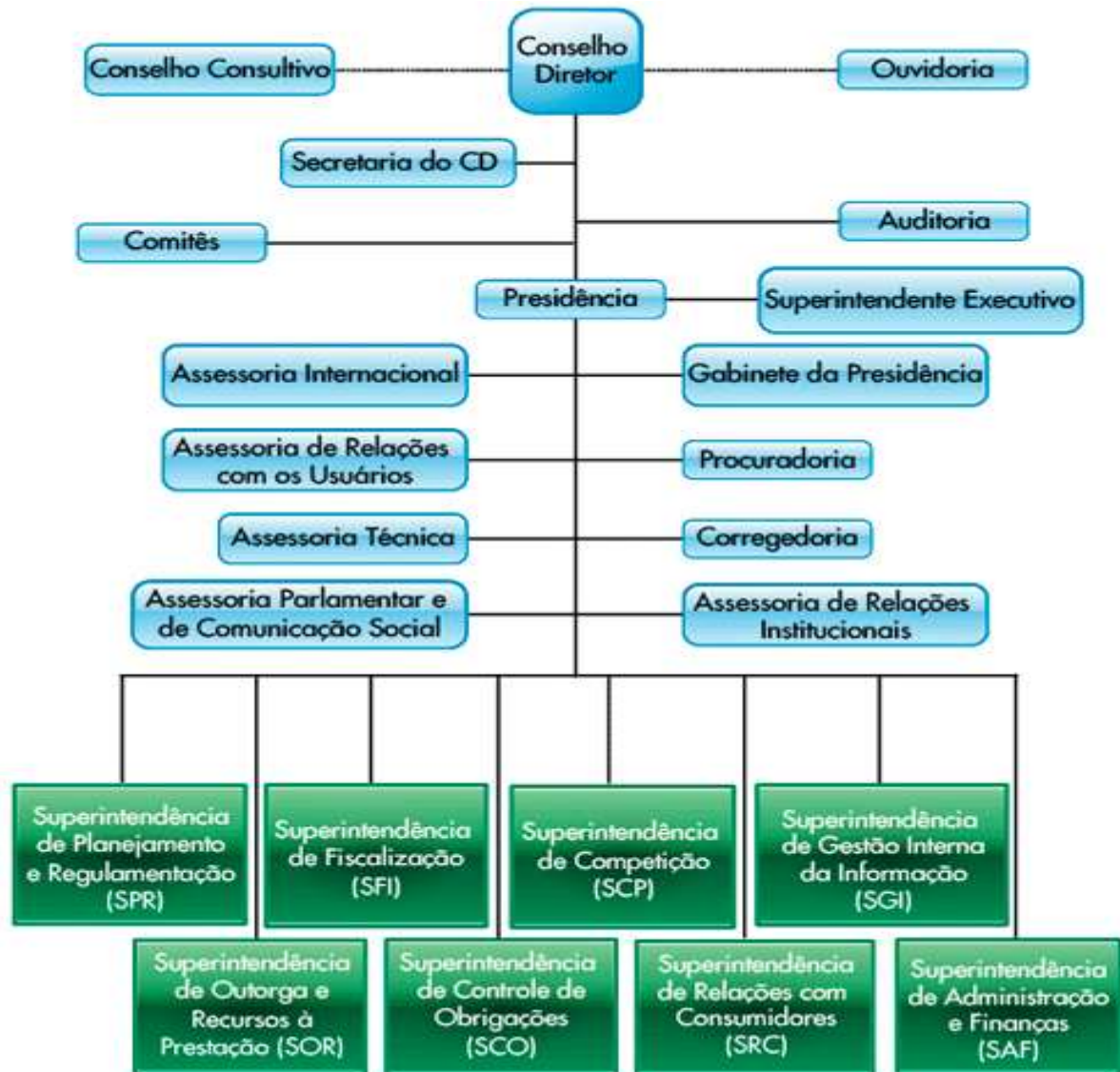
Pereira-Filho (2003) cita que a Anatel é uma entidade sujeita à Administração Pública Federal indireta, sujeita a agência governamental e suas regras e conectado ao Ministério das Comunicações, atuando como órgão regulador das telecomunicações.

A Anatel tem o poder de supervisionar a maioria das funções regulatórias de telecomunicações, incluindo licenciamento, aprovação tarifária, estabelecimento de normas técnicas que determinam as taxas de interconexão, tipo de aprovação, alocação de frequência, estabelecimento de taxas de licenciamento e garantia da qualidade do serviço. Tem algumas áreas de responsabilidades compartilhadas, como solução de controvérsias, conduzida tanto pelo órgão regulador e os tribunais judiciais. As decisões da Anatel são vinculativas e só podem ser alteradas pelo tribunais (PEREIRA-FILHO, 2003).

A Anatel introduziu uma série de mecanismos regulatórios inovadores e alguns inéditos para qualquer agência reguladora no Brasil, que a colocaram acima de suas contrapartes. Obteve a prestigiada certificação ISO 9001 por suas práticas regulatórias (PEREIRA-FILHO, 2003).

A Figura 4 mostra o organograma institucional da ANATEL.

Figura 4 - Organograma institucional ANATEL



Fonte: ANATEL



## 3 CONCEITO DE QUALIDADE

### 3.1 Evolução da qualidade

Qualidade de produtos e de serviços é um tema de interesse desde os primórdios da civilização sendo observado desde o antigo Egito nas grandes construções faraônicas (EXLER; LIMA, 2012). Entre os séculos 16 e 18 a qualidade de produtos em geral era controlada pelos artesãos. A partir da revolução industrial, quando iniciaram as primeiras linhas industriais de produção o tema qualidade passou a ser prioritário nas empresas e indústrias e relevante sob o aspecto científico (MONTGOMERY, 2016).

Montgomery (2016) associa qualidade sob a ótica de consumidores com melhores produtos ou serviços e maior confiabilidade. Melhor qualidade pode ser um fator chave para o crescimento e melhor competitividade de uma empresa. Um dos grandes precursores da área de Controle de Qualidade, especialmente nas indústrias e gerenciamento da produção foi William Edward Deming (1900-1993), um estatístico americano, que teve suas ideias aplicadas especialmente no Japão pelos engenheiros japoneses após o término da segunda guerra mundial para o reerguimento da indústria e economia do Japão (início dos anos 1950). Deming estabeleceu um princípio básico da qualidade como uma atividade estratégica: a qualidade aumenta com a diminuição da variabilidade (EXLER; LIMA, 2012). Outro nome relevante na área de qualidade foi Joseph Moses Juran (1904-2008). Juran foi o primeiro pesquisador a atribuir a qualidade à estratégia empresarial. Nos Estados Unidos, a American Society for Quality - Sociedade Americana para a Qualidade, fundada em Milwaukee, Wisconsin em 1946 lidera e estimula o conceito de qualidade e fornece suporte para o aprimoramento da qualidade. No Brasil, as empresas em geral usam o Sistema de Gestão de Qualidade diante dos requisitos da ISO 9000.

Uma referência significativa nos conceitos de qualidade como consequência da redução da variabilidade é apresentada por Montgomery (2016), enfatizando a metodologia de Qualidade Total que consiste de várias técnicas estatísticas ou de pesquisa operacional usadas para melhorar a qualidade de um produto ou serviço, com destaque para o Controle Estatístico de Processo.

Garvin (2002) menciona que qualidade no início tinha o propósito unicamente voltado ao processo de inspeção final de produtos, ou seja, atuando somente na consequência. Ao longo

dos anos e com maior necessidade de produtos com qualidade, foi primordial para as empresas adotar essa característica a partir das novas exigências.

### 3.2 Dimensões da qualidade

Para Montgomery (2016), a qualidade pode ser descrita e avaliada de várias formas. No geral, é importante que se caracterize essas várias dimensões da qualidade. As dimensões da qualidade compõem-se de oito componentes importantes. Essas dimensões e seus principais pontos relativos são:

1. **Desempenho** - (o produto realizará a tarefa pretendida?) - Os potenciais consumidores atestam um produto para determinar se ele cumprirá certas funções específicas e quão bem será o desempenho.
2. **Confiabilidade** - (qual a frequência de falhas do produto?) - Produtos complexos, como alguns aparelhos elétricos, automóveis ou aviões, obrigatoriamente exigirão algum tipo de reparo ao longo de sua vida útil. Muitas indústrias para as quais a visão de qualidade do cliente é ligada de maneira forte pela afetação da dimensão de confiabilidade da qualidade.
3. **Durabilidade** - (Quanto tempo o produto durará?) - Aborda a vida útil efetiva do produto. Certamente, os clientes esperam que um produto tenha um desempenho satisfatório por um período longo.
4. **Assistência técnica** - (Qual a facilidade para se concertar o produto?) - Muitas indústrias em que a visão de qualidade do cliente é influenciada pela rapidez e baixo custo de uma manutenção de rotina possa ser feito. Como exemplo, as indústrias de eletrodomésticos e automotivas.
5. **Estética** - (Qual a aparência do produto?) - Nesta dimensão é muito importante a aparência do produto onde fatores como cor, estilo, forma e características são importantes.

6. **Características** - (O que o produto faz?) - Os clientes associam alta qualidade a produtos têm características a mais, ou seja, produtos que possuem desempenho além do básico esperado.
7. **Qualidade percebida** - (Qual é a reputação da companhia ou do produto?) - Clientes confiam na reputação das empresas em relação à qualidade do seu produto. A reputação tem ligação direta com as falhas do produto que podem ser altamente visíveis ao público. A qualidade percebida, a fidelidade do cliente e a repetição dos negócios estão altamente relacionados.
8. **Conformidade com especificações** - (O produto é feito conforme o projeto pretendia?) Considera-se como alta qualidade produtos que apresentem de forma exata as especificações a ele destinadas.

### 3.3 O processo e sua variabilidade

Montgomery (2012) indica que as exigências de um consumidor em relação a um produto são cada vez maiores dado o avanço tecnológico contínuo observado nos dias atuais. A melhoria da qualidade está diretamente relacionada com a redução da variabilidade, onde os serviços prestados possam ser oferecidos de forma estável e que a variabilidade seja pequena em torno de um resultado esperado. Isso significa redução cada vez maior da variabilidade. O processo de gestão de qualidade pode ser considerado como todo conjunto de condições ou causas que tem ação direta no processo (PALADINI, 2009). A área de qualidade tem apresentado grandes avanços nos últimos anos e está sendo usada na competição entre indústrias de todos os países do mundo especialmente após a queda da cortina de ferro em 1990. Alguns aspectos importantes associados à qualidade são dados por:

- É preciso entender que a qualidade é dinâmica;
- Existem muitos conceitos de qualidade e a forma que as pessoas interpretam esses conceitos;
- A qualidade é um conceito relativo pois, não há uma mensuração absoluta já que depende de um contexto ao qual está contida a análise.

Paladini (2009) menciona que a qualidade em geral é direcionada pela sociedade e exigências dos consumidores que muitas vezes alteram o conceito de qualidade das grandes

organizações. Em geral há parâmetros a serem seguidos para cada tipo de produção que permite a adequação ao uso (EXLER; LIMA, 2012). Esses parâmetros são dimensionados conforme a área de atuação de cada organização e relaciona características do produto (propriedades dos materiais, seus aspectos éticos, a quantidade de defeitos, valores máximos e mínimos de especificação e valor de tolerância).

Röder et al. (2018) mencionam que variabilidade de processos é classificada em causas comuns e as causas especiais. Nas causas comuns, é necessária uma atuação contínua pois são causas de natureza aleatória com difícil controle. É necessário mencionar que para atuar em causas comuns, muitas vezes é necessário grande investimento para melhoria de equipamentos e também em matéria prima. As causas especiais são as de variação de anomalias, portanto, não fazem parte do todo do processo ou sistema. Estas causas são prejudiciais à qualidade do produto final e em geral são identificadas por um bom planejamento estatístico de experimentos (planejamentos fatoriais completos, planejamentos fatoriais fracionários).

As variabilidades de processos podem ser minimizadas se o processo for mais robusto, isto é, a prova de erro dentro de uma margem probabilística. Para isso, a aplicação da metodologia DMAIC num processo de variabilidade busca a padronização de processos produtivos (CAIXETA; NUNES; SANTOS; 2020).

Para Werkema (2014), um processo é a combinação de equipamentos, insumos, informações e procedimentos. A fabricação de bens ou prestação de serviços apresentam variabilidade. Manter a variabilidade em escala aceitável dentro de um determinado processo, é um requisito da qualidade.

Rodrigues (2004) cita a variabilidade como uma oscilação da média ou ponto ideal do processo e representa um aspecto fundamental para o controle da qualidade. Este conceito está relacionado principalmente a não uniformidade de ambiente, conhecimentos e as diferenças de aprendizado dos funcionários nas empresas. Também tem-se não uniformidade nos equipamentos, e muitas vezes, das condições contextuais inerentes ao processo. Em um processo, a determinação dos limites em valores aceitáveis são primordiais.

Há dois tipos de causas em variabilidade de processos. Estas causas são as consideradas comuns e as consideradas especiais.

- Causas comuns são aquelas associadas à estrutura e responsáveis pelo processo. Para mitigá-las é necessário rever o projeto do processo.

- Causas especiais são aquelas imprevisíveis ou raras e causam grandes variações no processo. Por serem difíceis de serem previstas, são associadas a aspectos não controláveis do processo.

A diminuição da variabilidade no processo é uma tarefa que precisa da contribuição de todos os envolvidos. Para trabalhar nas oportunidades de melhoria é preciso que a equipe seja capacitada e comprometida. Todos na equipe precisam ter consciência da importância de melhoria do processo (RODRIGUES, 2004).

A análise da capacidade do processo é a atividade de quantificar a variabilidade do processo em relação às exigências ou especificações. A análise da capacidade do processo é uma atividade muito importante para um programa de melhoria da qualidade e a utilização dos dados obtidos é útil para selecionar fornecedores concorrentes e reduzir a variabilidade do processo (MONTGOMERY, 2012).

### **3.4 Ferramentas da qualidade**

Segundo Araújo (2012), a utilização de ferramentas da qualidade atreladas ao conhecimento e sensatez dos gestores, auxiliam no atendimento das expectativas da organização em alcançar melhores resultados. A escolha de ferramenta adequada, proporciona rápida e eficaz solução de problemas e perda na qualidade.

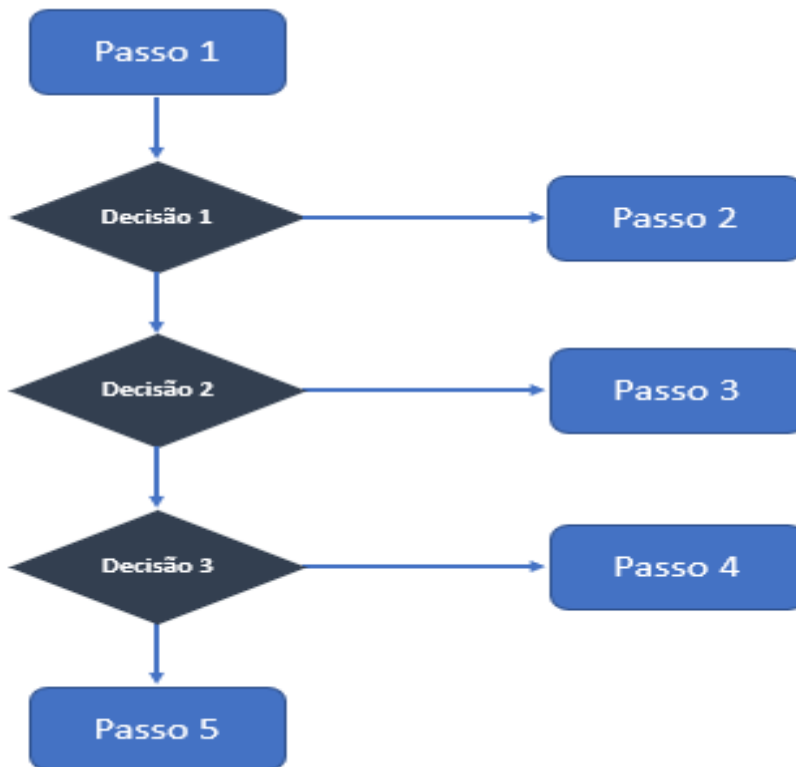
Nas subseções 3.4.1 a 3.4.7 serão apresentadas as principais ferramentas de qualidade que são identificadas na literatura.

#### **3.4.1 Fluxograma**

O autor Campos (2013) define fluxograma como início de uma padronização com objetivos de garantir a qualidade e aumentar a produtividade. O fluxograma tem a necessidade de definir tarefas prioritárias que serão padronizadas. Estas tarefas prioritárias são aquelas que tendem a afetar a qualidade do processo.

A Figura 5 ilustra um exemplo de fluxograma.

Figura 5 - Exemplo de fluxograma



Fonte: O autor

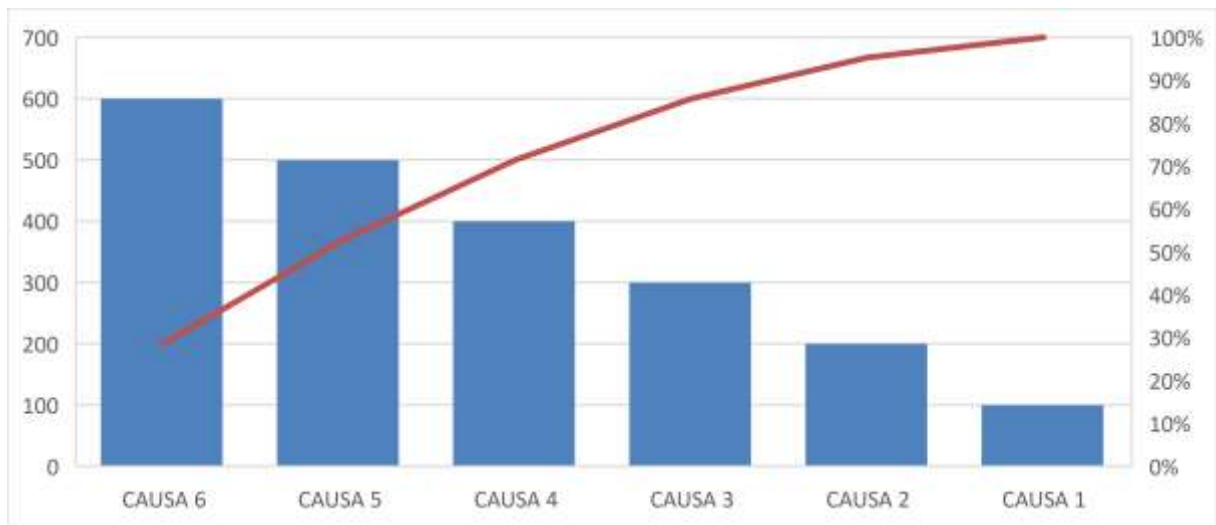
### 3.4.2 Gráfico de Pareto

Werkema (2014), descreve gráfico de Pareto como uma ferramenta que mostra a informação analisada de modo a torná-la evidente e visual ao que tange a priorização de problemas no projeto. O princípio da ferramenta estabelece que os problemas relacionados à qualidade que são os percentuais obtidos dos produtos defeituosos, quantidade de reclamações de clientes e falhas em maquinários podem ser classificados como pouco vitais ou muito vitais. O gráfico de Pareto dispõe ilustra uma informação a modo que permita a concentração de esforços para melhoria em locais onde se pode obter maiores ganhos.

Para Montgomery (2016), o gráfico de Pareto consiste em uma distribuição de frequência dos dados que é organizada por categoria. Através do gráfico, pode-se identificar de forma rápida os tipos de defeitos que ocorrem com mais frequência.

A Figura 6 ilustra um exemplo de gráfico de Pareto.

Figura 6 - Exemplo de gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

O gráfico de Pareto também é conhecido por 80/20 onde 80% das ocorrências estão relacionadas à 20% das causas.

### 3.4.3 Diagrama de Causa e Efeito

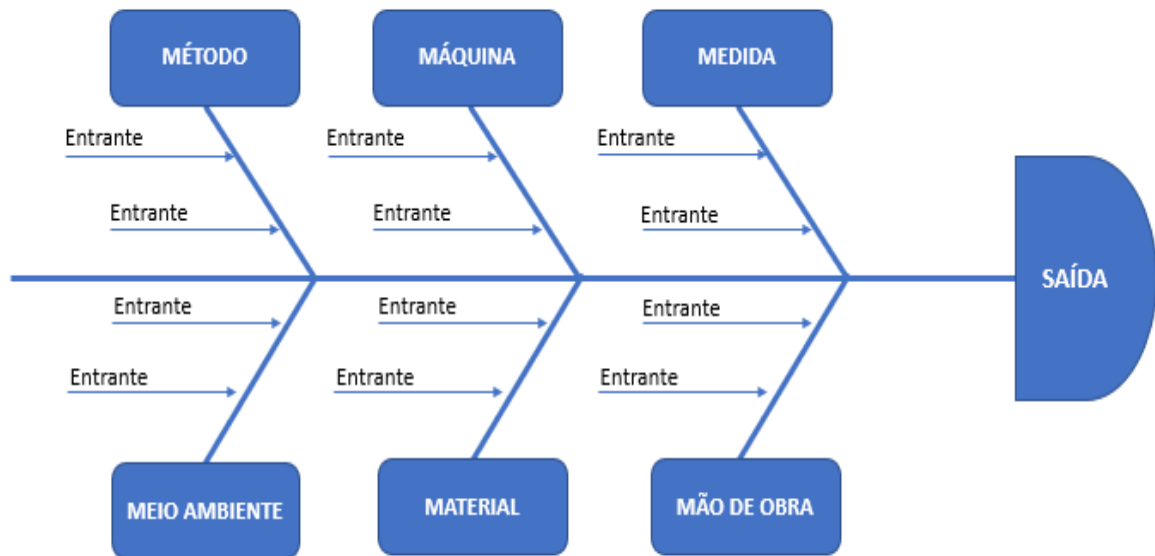
Werkema (2014), define diagrama de causa e efeito (também conhecido como diagrama de Ishikawa) como uma ferramenta com proposta a mostrar a relação existente em um resultado de um processo (chamado efeito) e seus fatores do processo (chamados causas) que, por alguma razão, afetem um resultado considerado. O resultado de interesse em um processo é originado de um problema no qual pretende-se apresentar uma solução. Esta ferramenta é utilizada para sumarizar e propor as possíveis causas do problema identificado e assim poder atuar como um norte para a identificação da causa fundamental do problema. Com isso, pode-se determinar medidas e ações corretivas que serão adotadas no processo.

Louzada et al. (2013), define diagrama de causa e efeito como uma ferramenta que expressa a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e todos os fatores possíveis (causa) que influenciam no resultado considerado.

Em um diagrama de causa e efeito, os problemas são agrupados por categoria e similaridade. A ferramenta necessita que haja uma equalização com uma sequência de questões que expõem fatos para assim identificar problemas e fontes causadoras para auxiliar na melhoria do processo (LOUREIRO et al., 2019).

A Figura 7 ilustra um exemplo de diagrama de causa e efeito.

Figura 7 - Exemplo de diagrama de causa e efeito



Fonte: Adaptado de Loureiro et al. (2019)

### 3.4.4 Histograma

Werkema (2014), define histograma como um gráfico de barras onde, seu eixo horizontal que é subdividido em pequenos intervalos, mostra seus valores identificados por uma variável de interesse. Cada intervalo é necessário construir uma barra vertical que será a área de observações a serem feitas, ou seja, o número dessas observações. Também no eixo vertical, os números dessas observações pertencem aos intervalos correspondentes.

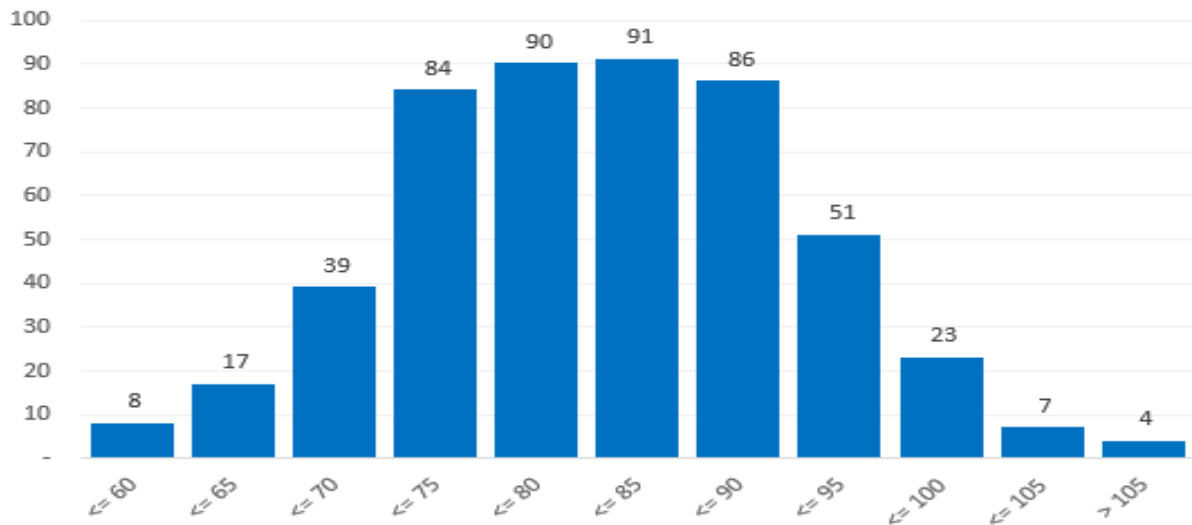
Este modelo de ferramenta é um modelo estatístico para verificar padrão de ocorrência dos valores em uma informada população.

Rotondaro et al. (2011) descrevem histograma como uma representação gráfica de distribuição de dados quantitativos. Estes dados são agrupados em classes com sua frequência e assim permite apurar a distribuição e dispersão de dados. No histograma, na primeira análise, necessário verificar o tamanho da variação através da amplitude total que é ocupada pelas barras no gráfico. Após a análise da variação, necessário verificar a simetria da distribuição. Se houver simetria, significa que o processo tem uma distribuição normal ou assimétrica.

A Figura 8 ilustra um exemplo de histograma com uma distribuição truncada.



Figura 8 - Exemplo de histograma



Fonte: Adaptado de Rotondaro et al. (2011)

### 3.4.5 Diagrama de dispersão

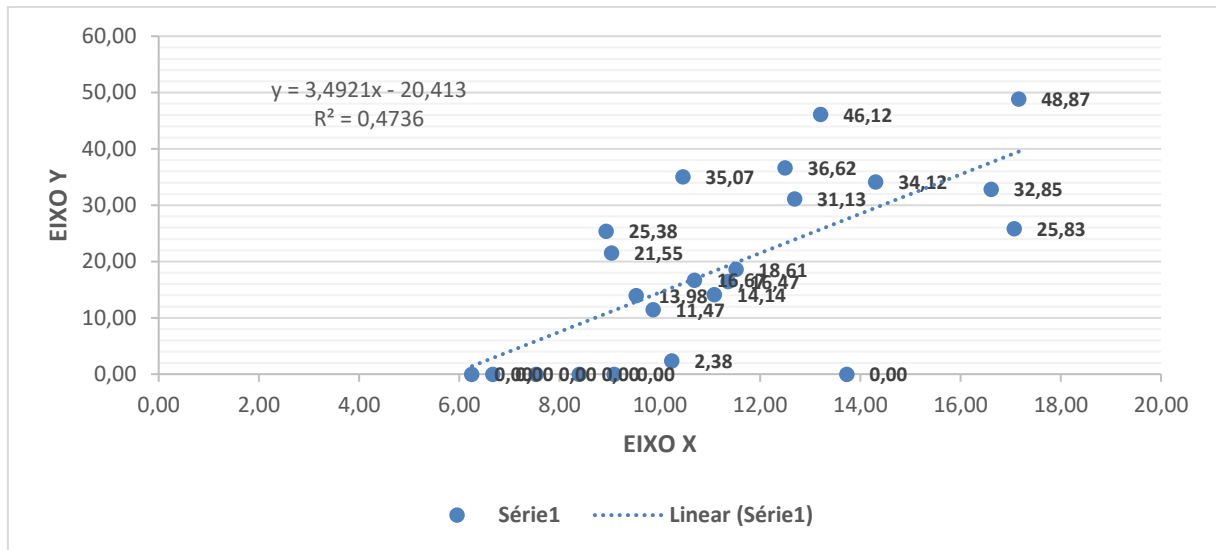
Werkema (2014), cita o diagrama de dispersão como um gráfico onde podemos visualizar tipo de relacionamento que há entre duas variáveis. A compreensão dos tipos de relações existentes entre variáveis envolvidas no processo auxilia a eficiência ser maior no controle do processo. A ação facilita identificação dos eventuais problemas e contribui para o planejamento de ações de planos de melhoria que devam ser adotados. O diagrama de dispersão é uma ferramenta de fácil compreensão e que possibilita a análise de relações encontradas no estudo de forma assertiva.

Slack et al. (2006) descrevem que o diagrama de dispersão permite apenas identificar a relação entre as variações. No diagrama de dispersão, não há necessariamente uma existência de relação causa e efeito. No diagrama de dispersão, é possível avaliar relacionamento entre variáveis com natureza quantitativa e sua intensidade a fim de poder verificar se as duas variações atuam em conjunto ou são amplamente independentes.

Os autores Cooper e Shindler (2001) citam que os diagramas de dispersão são essenciais na compreensão das relações entre as variações por fornecer um meio para uma análise visual de dados. O diagrama é possível identificar as direções e as formas de relações entre as variáveis.

A Figura 9 ilustra um exemplo diagrama de dispersão com uma correlação moderada.

Figura 9 - Exemplo diagrama de dispersão



Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

### 3.4.6 Ferramenta 5W2H

Lisboa e Godoy (2012), citam o 5W2H como uma ferramenta que possibilita analisar dados e rotinas mais importantes em um processo. A ferramenta possibilita também dentro de uma organização identificar seus respectivos responsáveis, suas atividades, tarefas realizadas no processo, prazos, custos, local etc. O 5W2H é uma formação de 7 perguntas que ao longo do processo de melhoria para direcionar a soluções. O 5W2H é um acrônimo em inglês que representam as principais perguntas que devem ser feitas e respondidas durante um processo de melhoria e assim relatar um fato ou uma situação. Esse acrônimo significa:

- *What?* (O que?) - O que deve ser feito? Ações e etapas.
- *Why?* (Por que?) - Porque será feito e executado dessa forma? Justificativa
- *When?* (Quando?) - Quando será feito? Prazos e datas.
- *Who?* (Quem?) - Quais pessoas envolvidas? Os responsáveis.
- *Where?* (Onde?) - Onde ocorreu o problema? Local do processo.
- *How?* (Como?) - Como será executado? Como definir as etapas e os métodos.
- *How Much?* (Quanto Custa?) - Quanto custará fazer? Custos da atividade.

A Figura 10 ilustra um exemplo de um uma matriz de 5W2H .

Figura 10 - Exemplo de Matriz 5W2H

	Projeto	Participantes	Observações
<b>WHAT?</b> O que será feito?			
<b>WHY?</b> Por que será feito?			
<b>WHEN?</b> Quando será feito?			
<b>WHO?</b> Por quem será feito?			
<b>WHERE?</b> Onde será feito?			
<b>HOW?</b> Como será feito?			
<b>HOW MUCH?</b> Quanto custará o processo?			

Fonte: O autor

### 3.4.7 Matriz de Priorização GUT

Tichauer (2016), descreve matriz de priorização como uma ferramenta de auxílio a tomada de decisão. Esta ferramenta tem a característica de ser aplicada em problemas que se intenciona solucionar e também processos a se implementar em organizações. A matriz de priorização também na literatura é chamada de Matriz GUT (Gravidade-Urgência-Tendência).

Para Relim et al. (2020) o método consiste em identificar os maiores riscos onde se pretende solucionar. Na matriz GUT é utilizada uma escala de 1 a 5 para avaliar a gravidade, urgência e tendência. Apesar de normalmente a pontuação ser fixada nessa escala, é possível adaptar essa escala de acordo com a exigência da análise na gestão de riscos. Na análise de matriz GUT, primeiramente se faz necessário indicar os principais riscos designados através de uma matriz. Após constatação dos riscos, é definida uma escala que vai de 1 a 5.

No Quadro 2, temos um exemplo de matriz de priorização GUT.

Quadro 2 - Exemplo de matriz de priorização GUT

NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
5	Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Piora Imediata
4	Muito Grave	Muito Urgente	Piora Curto Prazo
3	Grave	Urgente	Piora Médio Prazo
2	Pouco Grave	Pouco Urgente	Piora Longo Prazo
1	Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem Tendência de Piora

Fonte: Adaptado de Relim et al. (2020)

Relim et al. (2020) citam ainda que após definir os riscos reais no processo, é necessário classificar a pontuação de cada risco através de ponderação matemática onde:

$$\text{Pontuação} = \text{Gravidade} * \text{Urgência} * \text{Tendência}$$

Após o levantamento matemático, o resultado final verificado deve ser enviado à uma tabela com sua pontuação decrescente, ou seja, maior risco para o menor risco. O Quadro 3 mostra um exemplo de priorização GUT após os cálculos de definição de maior risco.

Quadro 3 - Exemplo de pontuação em uma matriz de priorização

PROBLEMA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	GRAU CRÍTICO (GxUxT)	SEQUÊNCIA DE PRIORIZAÇÃO
Problema 3	5	5	5	125	1
Problema 1	5	4	5	100	2
Problema 5	3	4	4	48	3
Problema 4	3	4	3	36	4
Problema 2	3	3	3	27	5
Problema 7	3	3	2	18	6
Problema 6	2	2	2	8	7

Fonte: Adaptado de Relim et al. (2020)

## 4 METODOLOGIA DMAIC

### 4.1 Conceitos de Seis Sigma

Pande, Neuman e Cavanagh (2001), definem a metodologia Seis Sigma como unicamente orientada pelo bom entendimento das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado dos fatos concretos, dados e análises estatísticas, e pela atenção diligente ao gerenciamento, melhoria e reinvenção dos processos dos negócios.

A metodologia Seis Sigma abrange um conjunto de melhores práticas e competências empresariais (algumas avançadas, algumas de senso comum), que são ingredientes essenciais para o sucesso e crescimento da empresa. A metodologia Seis Sigma é muito mais do que um conjunto de métodos analíticos baseados em análises estatísticas detalhadas para cada aplicação (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH; 2001).

No direcionamento da metodologia Seis Sigma há uma técnica denotada por Seis Sigma DMAIC e originada por engenheiros e gestores de uma empresa dos Estados Unidos (Motorola na década de 1980) que estabelece de forma racional um roteiro para ser usado pelas empresas para melhoria da qualidade. Nessa época já havia uma grande concorrência comercial de alguns países com os Estados Unidos, especialmente da indústria eletrônica do Japão que já estava dominando muitos setores da tecnologia e na área automotiva com uma grande invasão de carros importados do Japão no mercado americano. Isso motivou os engenheiros e gestores da Motorola a desenvolver em 1987, uma nova técnica com o intuito de acompanhar e comparar o desempenho exigido pelos clientes denominada de medida sigma e posteriormente melhorar a qualidade que levou a empresa a receber em 1988 o destacado prêmio Malcolm Baldrige National Quality Award (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH; 2001). A partir dessa época, um ganho financeiro significativo foi obtido pela Motorola em função do uso dessas técnicas (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH; 2001)

Essa metodologia tornou-se conhecida mundialmente a partir da experiência da GE (General Electric) no início da década de 1990, em função dos resultados extraordinários em termos de aumento de lucratividade. A estratégia surgiu como uma abordagem estruturada e quantitativa para a melhoria dos processos de trabalho, voltada à redução da variabilidade, que provoca resultados insatisfatórios na performance destes processos. A ferramenta, criada para o setor industrial, hoje está em praticamente todos os setores. O DMAIC é aplicado a qualquer tipo de organização (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH; 2001).

Na literatura há vários autores que sintetizam a grande redução da variabilidade dos processos obtida usando a metodologia Seis Sigma baseada em métodos estatísticos.

É importante destacar que os países mais industrializados e desenvolvidos usam esse tipo de metodologia de forma corriqueira para melhoria de seus produtos, serviços e garantir sucesso de seus países e empresas face a grande concorrência internacional. Antony et al. (2012) cita a metodologia Seis Sigma como uma estratégia de negócios muito promissora sendo utilizada e implantada em várias organizações com objetivo de melhoria contínua nos processos, mesmo em países de terceiro mundo onde a situação ainda é muito preocupante, entre os quais o Brasil. Pande, Neuman e Cavanagh (2001) mencionam que a metodologia Seis Sigma tem por princípio uma maior lucratividade da empresa e como objetivo principal a satisfação do cliente. Isto se consegue através da análise de dados reais das empresas (muito comum nos dias atuais dada a informatização presente em qualquer empresa onde toda empresa tem grandes bancos de dados armazenados em seus computadores) com o uso de análise estatística para um processo de melhoria contínua.

Salah, Rahim e Carretero (2010), enfatizam que para uma organização ter sucesso na melhoria da qualidade, depende muito de como serão aplicadas as metodologias relacionadas na melhoria contínua e principalmente como serão gerenciadas pelos administradores e engenheiros da empresa que devem ter um treinamento adequado para isso. Usualmente há dois desafios para os gestores. O primeiro se trata da excelência na implantação e o segundo, se trata do pós-implantação que é obtido pela manutenção a longo prazo da melhoria contínua. Com o objetivo em criar um programa de melhoria contínua, a metodologia Seis Sigma teve o início do seu desenvolvimento em meados dos anos de 1980. Como mencionado anteriormente, a metodologia Seis Sigma foi iniciada na empresa norte-americana Motorola, com objetivo de reduzir os problemas de qualidade e aumentar a lucratividade da empresa. Na época, os gestores principais da Motorola admitiram que a qualidade de seus produtos não era satisfatória e programas de qualidade da empresa, apresentavam pouca efetividade de resultado enquanto o cenário mundial apresentava evolução em produtividade e qualidade, especialmente nas empresas japonesas.

Jacobs, Swink e Linderman (2015) e Gaikwad e Sunnapwar (2020), citam Seis Sigma como uma estratégia de negócios e também uma ciência que une as metodologias estatísticas e de negócios que focam em melhorias contínuas e inovadoras para redução dos custos de fabricação, melhoraram a satisfação do cliente e produzem produtos e serviços de classe mundial de forma previsível.

As técnicas de Seis Sigma não são exclusivas aos esforços de melhoria somente no chão de fábrica, mas também tem efeitos em diferentes partes de uma organização, onde equipes de especialistas em Seis Sigma colocam em prática técnicas sofisticadas de análise de causa raiz que levam a um retorno significativamente mais eficaz no controle e exploração de um problema em comparação com qualquer outra iniciativa de melhoria de qualidade (GAIKWAD; SUNNAPWAR, 2020).

Gaikwad e Sunnapwar (2020) citam a aplicação e implantação do ciclo DMAIC desde a definição do problema até a melhoria do processo para otimizar os resultados. A caixa de ferramentas do Seis Sigma compreende ferramentas de design, projeto, Lean, cliente, controle de qualidade e gestão.

A metodologia Seis Sigma estatisticamente compartilha um benefício com o fornecedor, as partes interessadas e os funcionários. É uma técnica que busca medir as métricas de desempenho existentes e investiga como o nível de desempenho desejado e ideal pode ser alcançado. De acordo com o trabalho em um nível Seis Sigma, significa que o processo não produz mais de 3,4 defeitos por milhão de unidades produzidas (GAIKWAD; SUNNAPWAR, 2020).

Werkema (2012), define a metodologia Seis Sigma como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores.

Pande, Neuman e Cavanagh (2001), citam que as ações de um programa Seis Sigma estão nos processos, como projetos de produtos e serviços, medidas de desempenho, melhoria da eficiência e da satisfação do cliente. Seis Sigma engloba ferramentas e práticas que substituem hábitos reativos por um estilo de gerenciamento dinâmico, receptivo e proativo. Ser proativo significa agir antes dos eventos. Na metodologia Seis Sigma os métodos utilizados para criar, monitorar e melhorar o sistema de negócios são:

- Gerenciamento do processo
- Melhoria do processo
- Projeto/reprojeto do processo

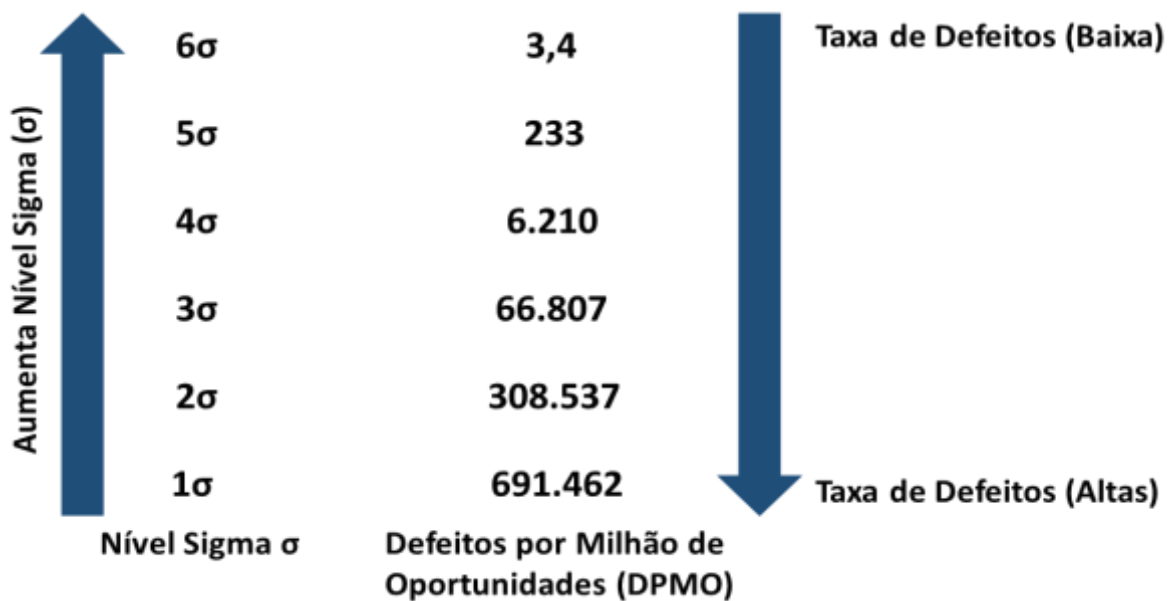
Phruksaphanrat e Tipmanee (2019), definem Seis Sigma como um sistema de gestão que utiliza técnicas de melhoria da qualidade para reduzir o número de defeitos e aumentar a eficiência de máquinas e processos. Isto inclui um método sistemático em que se baseia em

estatísticas para reduzir drasticamente as taxas de defeitos. Seis Sigma tem sido aplicado em muitas áreas. Também são identificados benefícios do Seis Sigma em muitos outros setores, como manufatura, finanças, saúde, engenharia, construção e pesquisa e desenvolvimento.

O nível sigma é expresso em termos de Defeitos Por Milhão de Oportunidades (DPMO), sendo assim quanto maior for o nível sigma, menor será o número de defeitos (ECKES, 2001).

A Figura 11 mostra a proporção de defeitos em cada nível sigma.

Figura 11 - Proporção de Defeitos x Nível Sigma



Fonte: Adaptado de Eckes (2001)

Werkema (2014) para melhorar o entendimento de variação entre os níveis sigma ( $\sigma$ ), mostra em seu estudo um comparativo entre processos sendo um com quatro sigma ( $\sigma$ ) e os mesmos processos em seis sigma ( $\sigma$ ). A Figura 12 mostra exemplos de perdas em processos em termos de estrutura sigma.



Figura 12 - Exemplos de processos operando em 4 sigma ( $\sigma$ ) e 6 sigma ( $\sigma$ )

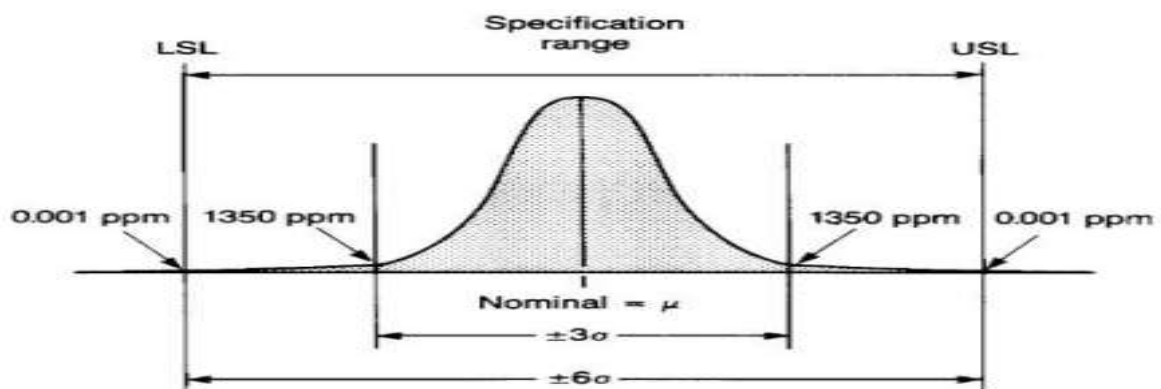


Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

A Figura 12 mostra que quanto menor for a variabilidade nos processos industriais, menor será a sua taxa de defeitos.

Para Werkema (2014) um processo é definido como sendo Seis Sigma, quando estiver com a média da população centrada no valor nominal da especificação e os limites de especificação estiverem distantes seis desvios padrões da média da população. A Figura 13 apresenta a curva de distribuição normal ilustrando a conformidade paramétrica 3 Sigma ( $\sigma$ ) e 6 Sigma ( $\sigma$ ).

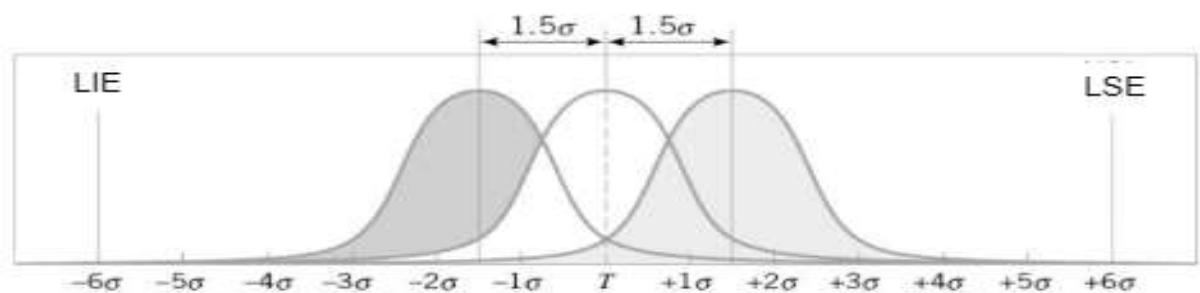
Figura 13 - Distribuição normal paramétrica



Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

Werkema (2014) enfatiza que dificilmente um processo possuirá capacidade de produzir produtos que atendam exatamente o valor nominal, pois todo o processo sofre influência da variabilidade e apresenta desvios em relação ao valor nominal. Porém, mesmo sofrendo uma variação positiva ou negativa em relação à média, de magnitude igual a 1,5 vezes o seu desvio padrão, a queda do nível de qualidade será pouco perceptível em uma produção de um milhão de unidades de determinado produto, onde haverá um aumento de zero para três defeitos. A Figura 14 mostra o desvio de 1,5 no valor médio em relação a uma distribuição normal.

Figura 14 - Distribuição normal com desvio 1,5



Fonte: Adaptado de Werkema (2014)

A aplicação da metodologia Seis Sigma é conduzida de forma estruturada em um modelo de melhoria de desempenho denominado DMAIC (Definir, Mensurar, Analisar, Melhorar e Controlar), a aplicação de um projeto seis sigma segue de forma sequenciada seguindo as cinco etapas do modelo.

## 4.2 DMAIC

Por necessidade de redução de custos e aumento da qualidade e ter um ambiente competitivo, as organizações buscam estratégias para estes atingimentos. Embora estes objetivos sejam comuns em qualquer organização, as empresas devem atingi-los com recursos limitados. A metodologia DMAIC é muito importante neste processo pois, é um método que se concentra em identificar e corrigir causas, em vez de defeitos, e concentra-se em melhoria de processos, em vez de atividades isoladas. O processo DMAIC possibilita também que os indivíduos sejam direcionados a agir sobre a fonte dos problemas e não os seus sintomas. O DMAIC também representa uma mudança de cultura significativa nas organizações e garante que as melhorias duradouras sejam atingidas (TAKAO; WOLDT; SILVA; 2017).

Schroeder et al. (2008) acrescentam que o DMAIC fornece uma meta rotina, ou seja, uma rotina para mudar ou criar novas rotinas com o objetivo de fazer com que os membros da organização possam resolver problemas e melhorar os processos.

O método DMAIC, cujas siglas são: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar), *Control* (Controlar), é um dos pilares para o desenvolvimento de projetos do programa Seis Sigma. Esse programa é uma estratégia gerencial que visa aumentar eficientemente a lucratividade das empresas e com o objetivo de torná-las mais competitivas (WERKEMA, 2012).

As melhorias proporcionadas pelo DMAIC são alcançadas através da condução de um projeto de melhoria com objetivos e metas bem definidas. Esse projeto pode ser aplicado na maioria dos processos organizacionais e, geralmente, é dividido em cinco etapas que são sumarizadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Etapas do DMAIC: ação, objetivos e ferramentas

ETAPA	AÇÃO	OBJETIVO
<i>Define</i> (Definir)	Descrever o problema e avaliar seu impacto sobre os clientes, estratégias e resultados financeiros da empresa.	Definir escopo do projeto.
<i>Measure</i> (Medir)	Definir quais as características do projeto que deverão ser monitoradas e de que forma os dados serão obtidos e registrados.	Determinar o foco do problema e verificar a confiabilidade dos dados.
<i>Analyze</i> (Analisar)	Analisar os dados e os processos envolvidos. Determinar as causas que contribuem para o baixo desempenho do processo.	Analisar o processo para determinar as causas impactantes do problema.
<i>Improve</i> (Aperfeiçoar)	Gerar ideia para soluções potenciais para eliminação das causas dos problemas verificados na fase anterior.	Identificar e avaliar as soluções prioritárias e aperfeiçoá-las.
<i>Control</i> (Controlar)	Aplicar a solução de etapa anterior em larga escala e controlar o desempenho do processo ao longo do tempo. Padronizar as alterações realizadas no processo com soluções. Plano de ação corretiva caso ocorram problemas no processo.	Garantir que o alcance da meta seja mantida a longo prazo e padronizar as alterações.

Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

A metodologia Seis Sigma e a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) são entendidas como uma abordagem de melhoria de última geração, agregando conceitos, métodos, ferramentas e removendo as limitações em métodos anteriores. A metodologia se baseia em percepções do campo da engenharia de qualidade, incorporando ideias de qualidade total (CUNHA; DOMINGUEZ, 2015).

Entre muitas ferramentas diferentes de gestão da qualidade que podem ser consideradas como métodos de melhoria da qualidade, o conceito DMAIC é um dos mais utilizados. DMAIC é um acrônimo das palavras Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controle. Este método é baseado na melhoria do processo de acordo com o ciclo proposto por Deming. É uma melhoria de processo de muitas diferentes áreas da empresa. O ciclo DMAIC consiste em cinco fases que estão conectadas entre si (SMĘTKOWSKA; MRUGALSKA, 2018).

Para Antony et al. (2012), geralmente os projetos Seis Sigma são derivados de objetivos estratégicos a partir da redução de variabilidade nos processos. As etapas do DMAIC são aplicadas para identificar as causas raízes no programa da metodologia Seis Sigma a fim de reduzir falhas no processo e defeitos nos produtos e melhorar a qualidade nos processos, convergindo para a minimização da variabilidade nos processos.

Antony et al. (2012) citam também que o DMAIC fornece evidências concretas de descobertas que facilitam a tomada da decisão. Além disso, o DMAIC tem a capacidade de integrar os aspectos humanos e processuais da melhoria de processos e ajuda a identificar as causas-raiz do problema e definir as medidas de controle para o mesmo. Essa metodologia de melhoria auxilia na identificação de desperdícios e custos ocultos, além de aumentar a agilidade dos processos e melhorar o planejamento de capacidade de produção.

Braitt e Fettermann (2014) citam o DMAIC como um método que surgiu com a missão de reduzir variações, especialmente em processos de fabricação. O DMAIC possui funções e práticas similares aos seus antecessores na resolução de problema de fabricação e qualidade ao cliente como o PDCA por exemplo. O DMAIC visa à melhoria do processo por meio de uma seleção correta dos projetos e com etapas direcionadas para a solução de problemas e assim contribuir no processo de melhoria contínua. A integração de diversas ferramentas às fases do DMAIC contribui para estruturar um método sistemático e disciplinado, capaz de promover a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos. A abordagem DMAIC, definida através de etapas, a caracterização do problema e o entendimento do Controle Total da Qualidade (CTQ) são os principais fatores para o seu sucesso.

Detalhando e enfatizando as etapas do DMAIC apresentadas no Quadro 2, Smętkowska e Mrugalska (2018) citam que o ciclo DMAIC consiste em cinco etapas que estão conectadas entre si e definem como:

- *Define* (Definir)

O principal objetivo da etapa de definir é verificar se as ações que devem ser realizadas para a resolução dos problemas estão relacionadas com as prioridades da organização e se existe apoio da gestão e disponibilidade dos recursos necessários. Ele começa com a identificação do problema que precisa de uma solução e termina com a compreensão dessas questões, bem como uma evidência clara da supervisão da gestão. Existem várias formas para identificar um projeto de melhoria. Em primeiro lugar, é melhor focar nos fatores externos, que criam o custo para a organização e tomar as medidas para eliminá-los e depois resolver os problemas de custos internos.

Para esta etapa, são sugeridas algumas ferramentas como:

- Contrato de projeto
- Escopo do Projeto
- Voz do Cliente (CTQs)
- SIPOC
- Mapa de Raciocínio

- *Measure* (Medir)

A etapa de medição envolve a coleta de informações sobre os processos que serão melhorados. A etapa se concentra nas informações necessárias para compreender melhor todos os processos da organização, as expectativas dos clientes, as especificações dos fornecedores e a identificação dos possíveis locais onde um problema pode ocorrer. A principal questão da fase de medição é coletar e analisar os dados que serão necessários na fase de controle para mostrar as diferenças e avaliar o progresso que será apresentado à gestão. Também é essencial avaliar o sistema de medição e garantir que todos os dados sejam verdadeiros e coletados de maneira adequada.

Para esta etapa, são sugeridas algumas ferramentas como:

- Matriz Causa e Efeito
- Mapa de Processo
- Estatística descritiva
- Diagrama de Ishikawa

- Matriz Esforço x Impacto
- Pareto
- Histograma
- Boxplot

- *Analyze* (Analisar)

Na etapa de analisar, diferentes ferramentas e métodos são usados para encontrar as causas raízes, avaliar o risco e analisar os dados. Para confirmar a análise, algumas amostras devem ser realizadas e os problemas potenciais devem ser comprovados como problemas reais. Nesta etapa, é necessário definir a capacidade do processo, esclarecer os objetivos com base nos dados reais obtidos na fase de medição e iniciar a análise da causa raiz que tem impacto na variabilidade do processo. Ao calcular a capacidade do processo, que é definida como "sigma" do processo, a capacidade do processo de atender aos requisitos dos clientes é medida. A capacidade do processo será um ponto chave para melhorias planejadas.

Para esta etapa, são sugeridas algumas ferramenta como:

- Diagrama de Dispersão
- Testes de Hipóteses
- Regressão Linear

- *Improve* (Aperfeiçoar)

O objetivo da etapa aperfeiçoar é levar as informações necessárias para a criação e desenvolvimento de um plano de ação a fim de melhorar o funcionamento da organização, aspectos financeiros e questões de relacionamento com o cliente. As possíveis soluções para o plano de ação devem ser apresentadas e executadas. São realizados alguns tipos de soluções piloto, que confirmam a validade e precisão do trabalho analítico que permite fazer quaisquer correções antes de aplicar as soluções em grande escala.

Para esta etapa, são sugeridas algumas ferramenta como:

- Matriz de Priorização
- 5W2H
- Kaizen

- *Control* (Controlar)

A etapa de controle consiste na confirmação se as mudanças implementadas na fase de melhoria são suficientes e contínuas, verificando a qualidade do processo melhorado. Ele também controla o estado futuro do processo a fim de minimizar o desvio dos objetivos e garantir que a correção seja implementada antes que tenha má influência no resultado do processo. Convém que sistemas de controle, como controle estatístico de processo, sejam implementados. O processo deve ser monitorado continuamente. Na fase de controle, gráficos de controle são usados para identificar se o processo é controlável ou não.

O Seis Sigma permite implementar métodos científicos na organização para entregar o melhor valor aos clientes. Existem também algumas etapas adicionais que devem ser realizadas no ciclo DMAIC:

- Observação de questões importantes do ambiente de negócios e externo;
- Desenvolvimento de uma hipótese com base nessas observações;
- Fazer previsões sobre hipóteses;
- Testar as previsões e outras observações, conduzir experimentos e usar métodos estatísticos;
- Repetir as duas últimas etapas e comparar a hipótese com os resultados para observação e experimentos.

Para esta etapa, são sugeridas algumas ferramentas como:

- Cartas de Controle
- Poka Yoke

### **4.3 Algumas aplicações da metodologia DMAIC**

Para contribuir com o estudo proposto de melhoria de reincidência em uma empresa de telecomunicações, foi realizada revisão na literatura de autores que implementaram a metodologia DMAIC em diferentes segmentos industriais e pode-se extrair as principais contribuições e limitações. O Quadro 5 demonstra as contribuições e as limitações dos trabalhos investigados. Em comum com a aplicação deste estudo, temos dificuldades iniciais com qualidade e a forma que os dados foram sequenciados bem como as ferramentas de

qualidade utilizadas. Os autores encontraram dificuldades iniciais com a qualidade em seus segmentos de atuação e também dificuldades com as próprias equipes em identificar as causas ofensoras. A metodologia DMAIC aplicada nestes estudos encontrados na literatura agregaram a este trabalho possibilidades de entendimento de melhor identificar um ofensor de qualidade e as maneiras de como analisar as causas. Dentre as ferramentas de qualidade mais utilizadas, temos o gráfico de pareto e o diagrama de Ishikawa como uma das principais para análise de desvios identificados pelos autores e ferramentas estas que também foram utilizadas para identificação dos desvios deste trabalho. As limitações são similares pois, o estudo aqui apresentado também é focado exclusivamente em telecomunicações.

Quadro 5 - Contribuições e limitações

AUTORES / PAÍS / SEGMENTO	CONTRIBUIÇÕES	FERRAMENTAS UTILIZADAS	LIMITAÇÕES
<b>BARBOSA et al. 2017</b> PORTUGAL INDUSTRIAL	O artigo apresenta um estudo através da metodologia DMAIC para diminuir defeitos nos pneus fabricados devido formação de bolha. O trabalho contribui para o desenvolvimento de pesquisas futuras em outros cenários. O estudo apresenta um sistema de produção APEX onde o cordão de fabricação apresentava ar retido devido a temperatura do cordão de fabricação. Houve aumento de 41% no índice de qualidade.	Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, Controle Estatístico de Processo.	Não houve um Termo de Abertura de Projeto (Project Charter). Isto implica em não ter registrado as lições aprendidas para que em projetos futuros, os mesmos erros do anterior não sejam cometidos.
<b>MARQUES; MATTHÉ, 2017</b> PORTUGAL INDUSTRIAL	Estudo com abordagem na implantação da metodologia DMAIC para melhoria do processo de fundição de alumínio e os desafios que os autores enfrentaram durante o processo de implantação.	SIPOC, Gráfico de Pareto.	Os autores descrevem a criação do Termo de Abertura de Projeto (Project Charter) durante a implementação do DMAIC, porém não apresentam a sua estruturação no trabalho.
<b>ERTÜRK; TUERDI; WUJIABUDULA, 2016</b> TURQUIA INDUSTRIAL	Uso da metodologia DMAIC para sistema de gestão um fabricação eletrodomésticos. O estudo de caso comprova que as técnicas de planejamento resultaram em ganhos de qualidade, competitividade e satisfação do cliente além, de ter uma redução nos custos e aumento de produtividade.	Carta de Controle, Brainstorming.	O estudo é muito limitado apenas à produtos de linha branca (eletrodomésticos). Não deixa um histórico para novos estudos.
<b>KAROUT; AWASTHI, 2017</b> CANADÁ INDUSTRIAL	Estudo estruturado com uso de metodologia DMAIC para eliminar erros e melhorar a qualidade de softwares. Estudo com contribuição para estudos futuros em melhoria contínua de processos.	SIPOC, Gráfico de Pareto, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa.	O estudo realizado não lida com todos os desafios de superar as deficiências que empresas de software enfrentam.



<b>SMĘTKOWSKA; MRUGALSKA 2018</b> POLÓNIA INDUSTRIAL	Estudo com abordagem no aumento de eficácia de processo de produção e diminuição do tempo de setup de uma máquina de produção Kolbus BF 511 através da metodologia DMAIC.	Brainstorming.	Os autores não demonstraram muitas evidências do estudo para aumento da eficácia no setup da máquina Kolbus BF 511.
<b>HAKIMI; ZAHRAEE; ROHANI, 2018</b> IRÃ ALIMENTÍCIO	Estudo com abordagem em melhoria da qualidade do processo de produção de iogurte natural. Estudo com oportunidade de análise de pH ideal do iogurte. Nesse estudo foram seguidas as etapas do DMAIC e através de avaliações estatísticas foi possível identificar os fatores que influenciavam o pH do iogurte.	SIPOC, Diagrama de Ishikawa.	Este estudo se concentrou exclusivamente no processo de produção de iogurte natural em empresa de fabricação de produtos lácteos.
<b>NOORI; LATIFI, 2016</b> IRÃ INDUSTRIAL	Aplicação da metodologia DMAIC para reduzir defeitos no processo de fabricação de eixos de uma indústria automotiva e a redução de custos.	Diagrama de Ishikawa	Estudo não fez uso de ferramentas e técnicas avançadas para aumento da eficácia do gerenciamento das mudanças.
<b>PANAGOPOULOS; ATKIN; SIKORA, 2017</b> REINO UNIDO AVIAÇÃO	Aplicação da metodologia DMAIC para implementar melhoria contínua no sistema de gestão e controle de segurança na construção de aviões através do controle de indicadores de performance e ferramentas estatísticas.	Carta de Controle, Diagrama de Ishikawa.	Estudo e métodos concentrados exclusivamente em ramo de aviação civil.
<b>HADIDI; BUBSHAIT; KHREISHI, 2017</b> ARÁBIA SAUDITA INDUSTRIAL	Estudo com aplicação da metodologia DMAIC para solução de defeitos estéticos em produção de alumínio devido a fabricação do alumínio é suscetível a sujeiras na superfície ou arranhões.	Carta de Controle, Diagrama de Ishikawa, FMEA.	Mesmo com a implantação de metodologia, o estudo tinha limitações de aferição das peças de alumínio o que deixava o trabalho de contagem manual das peças e aumentava o tempo de controle.

Fonte: O autor

## **5 METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **5.1 Empresa do estudo**

A empresa é do segmento de telecomunicações, atuando fortemente em todos os segmentos de Voz, Dados, TV e Telefonia Móvel. A empresa atua em Araraquara desde o início dos anos 2010 e atualmente apresenta um quadro de funcionários de 40 pessoas, sendo 18 que atuam em setores internos como área comercial, área de fiscalização, área de análise e apoio direto ao campo. São 22 técnicos que atuam diretamente no serviço externo. A empresa atua diretamente com outras cidades composta pela sua gerência de serviços no interior do estado. A empresa localiza-se na região central do estado de São Paulo.

### **5.2 Realização da pesquisa**

O estudo foi realizado através de uma análise de dados visando identificar os desvios em reclamações de reparos reincidentes.

Após a estruturação teórica foi realizado coleta de dados e foi feito o levantamento estatístico do índice de reincidência o no período de janeiro 2019 até julho 2020. Foi verificado todas as variáveis de causas nos reparos reclamados. A partir disso, foi definido a problemática, o tema, e os objetivos do estudo. Todos os dados foram estruturados em ferramentas de qualidade para descoberta de fatores que podem diretamente ou indiretamente ocasionar variabilidade.

A empresa tem alto volume de reparos reincidentes, ou seja, clientes que tornam a abrir uma solicitação de reparo por qualquer razão num tempo inferior à 30 dias do seu último atendimento. Os produtos dados (banda larga) e TV que são os principais serviços fornecidos, são identificados como maiores ofensores ao volume total de reparos obtido através de base analítica de dados da empresa. Por esse alto volume, a empresa decidiu investigar os motivos num período de 18 meses e constatou-se certa variação nos tipos de reclamações reincidentes. A partir desta análise, teve início a contextualização da pesquisa em que o pesquisador desta dissertação conduziu e aplicou as etapas do DMAIC utilizado em programas Seis Sigma.

### 5.3 Classificação da pesquisa

Para Miguel (2007) o valor metodológico de um trabalho se dá pela necessidade de apoio científico adequado para assim buscar a melhor forma de abordagem para encaminhar as questões da pesquisa que pretende endereçar onde na maioria dos casos, é expressa pelos objetivos do trabalho, no qual o fator determinante deve ser a ação (verbo) desse objetivo para escolher a metodologia de pesquisa.

Miguel (2007) cita ainda que uma pesquisa pode ter os seguintes macro objetivos:

- A familiarização do fenômeno ou possuir um entendimento novo sobre ele;
- Apresentar dados sobre uma situação em específico, grupo ou entidade;
- Verificar a frequência com que determinada situação ocorre ou como afeta outros fenômenos;
- Verificar uma suposição de relação causal entre variáveis.

Gil (2017) cita que tradicionalmente podemos classificar as pesquisas em duas grandes categorias. A primeira é denominada de pesquisa de natureza básica. Esta pesquisa reúne estudos em que o propósito é preencher uma lacuna no conhecimento. A segunda é denominada de pesquisa natureza aplicada. Esta pesquisa se estende a estudos elaborados com a finalidade de solucionar os problemas identificados e está voltada para a solução em problemas específicos.

Turrioni e Mello (2012) citam que pesquisa aplicada se caracteriza por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Esta dissertação tem como proposta aplicar a metodologia DMAIC na identificação de reparos recorrentes em telecomunicações e, neste contexto, a natureza da pesquisa é aplicada.

Para Gil (2017), uma pesquisa é descritiva quando têm como propósito descrever características de uma determinada população ou até mesmo fenômeno. Estas pesquisas também podem ser construídas para identificar possíveis interações entre variáveis do estudo. Estas pesquisas são realizadas com objetivos profissionais.

Sampieri, Collado e Lucio (2013) citam que uma pesquisa descritiva busca especificar as propriedades, características e perfis de qualquer estudo que seja submetido a uma análise e

se pretenda de forma exclusiva medir ou coletar informações de uma maneira independente ou de forma conjunta sobre os conceitos ou variáveis a que se referem.

Turrioni e Mello (2012) citam que uma pesquisa descritiva se caracteriza quando se descreve as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

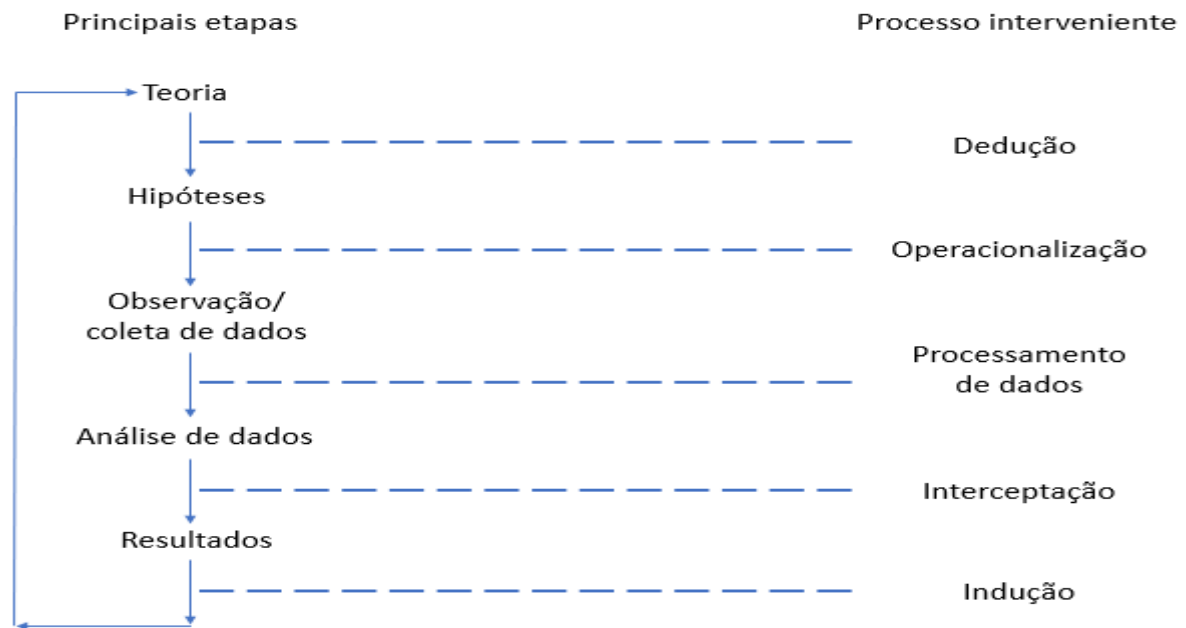
Esta dissertação tem como proposta descrever a aplicação da metodologia DMAIC na identificação de reparos recorrentes em telecomunicações e as oportunidades para melhorias no fluxo de entrada de reclamações conduzindo assim, a classificação de uma pesquisa descritiva.

Em relação à abordagem, Miguel (2018) cita que podemos mensurar variáveis de pesquisa que é uma das características mais relevantes em uma abordagem quantitativa. Em alguns casos, pode ser a única forma de poder justificar a razão da abordagem em questão. Na abordagem quantitativa, o pesquisador precisa coletar dados de evidência do estudo através da mensuração das variáveis. O autor cita ainda que os principais pontos de atenção em uma abordagem quantitativa são:

- Mensurabilidade
- Causalidade
- Generalização
- Replicação

A Figura 15 mostra uma estrutura lógica de abordagem quantitativa.

Figura 15 - Estrutura lógica da abordagem quantitativa



Fonte: Miguel (2018)

O estudo proposto nesta dissertação tem por propósito identificar a variação de reparos recorrentes baseado em ferramentas estatísticas e banco de dados analítico e para tanto, é classificada como uma pesquisa quantitativa.

Em relação ao procedimento, o estudo será feito através de pesquisa-ação pois, como observado na literatura, Thiollent (1985 apud GIL, 2017) cita que a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com estrutura empírica que é tida e realizada com uma estreita associação com uma ação ou ainda com a solução de um problema coletivo.

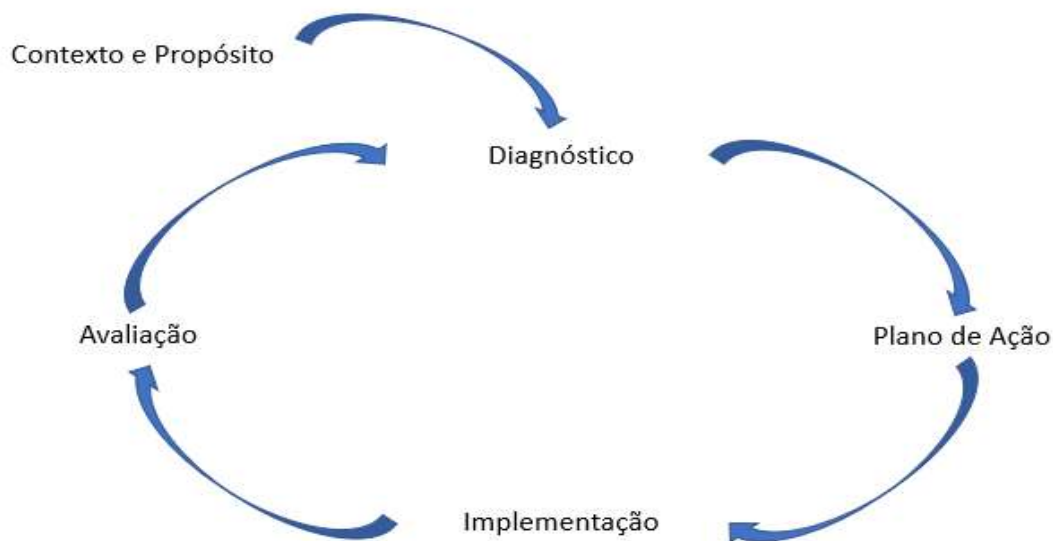
Gil (2017) cita ainda que pesquisa-ação tem uma característica situacional, pois tem como premissa diagnosticar um problema específico em uma situação específica com o propósito de alcançar algum resultado prático.

Segundo Mello et al. (2012) a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa da engenharia de produção com o objetivo de resolver um problema prático e se criar conhecimento em que o pesquisador interfere no estudo de modo cooperativo com o grupo. O planejamento da pesquisa-ação consiste em três fases:

- Definição da estrutura conceitual teórica,
- Seleção da unidade de análise
- Definição do contexto e propósito da pesquisa

Em pesquisa-ação, os autores Coghlan e Brannick (2008) afirmam que, ao dividir a pesquisa em duas fases, estabelece-se um contexto de melhor adequação ao cenário estudado. A fase preliminar valida o contexto e o propósito a serem estudados, e a fase principal compreende os passos de diagnóstico, plano de ação, implementação e avaliação das ações conforme Figura 16.

Figura 16 - Estruturação para condução da pesquisa-ação



Fonte: Coghlan e Brannick (2008)

Esta pesquisa-ação será conduzida pela metodologia DMAIC onde, está relacionada ao diagnóstico realizado do problema, o plano de ação proposto após identificação dos desvios, a implementação de um plano de melhoria contínua e a constante avaliação do plano proposto no controle do processo.

A Figura 17 retrata a metodologia realizada na pesquisa.

Figura 17 - Estruturação metodologia de pesquisa



Fonte: O autor

#### 5.4 Procedimentos operacionais

Esta pesquisa foi desenvolvida seguindo os passos abaixo:

- Revisão bibliográfica sobre Seis Sigma e aplicações da metodologia DMAIC;
- Procedimentos metodológicos necessários para aplicação no estudo proposto;
- Acompanhamento do indicador de reincidência na empresa;
- Definição do escopo do problema identificado seguindo as etapas do DMAIC;
- Análise dos dados obtidos e oportunidades de melhoria através do DMAIC;
- Aplicação das melhorias para minimizar os reparos recorrentes;
- Avaliação dos resultados em reincidência de reparos após implantação do DMAIC.

#### 5.5 Etapas da revisão bibliográfica

As etapas iniciais da pesquisa foram:

1. Escolha do tema: a escolha deste tema surgiu de uma necessidade de compreender os desvios em reincidência de reparos. A cidade da empresa objeto deste estudo tem histórico grande de reincidência elevada. São muitos fatores que elevam o índice de reincidência. A ferramenta DMAIC pode solucionar as causas ofensoras e possibilitar o

melhor controle de todo o entrante de reparos na empresa. Uma vez que o reparo inicial diminua, a reincidência também diminuirá.

2. Busca e revisão da literatura: a busca na literatura teve início no segundo semestre de 2019. A busca embasou a escolha do tema. O critério de pesquisa foram trabalhos na literatura com abordagem nos temas em DMAIC, Seis Sigma, Reclamações de Clientes e Telecomunicações. Os meios utilizados foram: sites como Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online - SciELO*, Periódicos CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, *Science Direct* e *Emerald Group Publishing*. Também foram feitas pesquisas em livros com enfoque em Seis Sigma e DMAIC. A partir destas buscas, foi realizada a revisão da literatura e a seleção de materiais para dar sustentação ao trabalho dos quais, foram selecionadas 202 obras, sendo que a escolha foi realizada com base na relevância desses materiais para a pesquisa, ou seja, os que mais se aproximavam deste estudo em questão na aplicação da metodologia DMAIC e o ano de publicação, dando-se preferência aos mais recentes (a partir de 2017).
3. Formulação da questão de pesquisa, do objetivo geral e específico: a questão de pesquisa foi elaborada mediante trabalhos na literatura com problemas em desvios em qualidade e como a metodologia DMAIC pode solucionar as causas de maior impacto neste tema. Os objetivos geral e específico foram elaborados de acordo a identificar causas ofensoras de reincidência e propor melhoria para que a reincidência seja diminuída com um controle no processo de mitigar reparos recorrentes. Na literatura, foram estudados materiais que se assemelhavam a este cenário. Materiais que tinham esta proposta de uso da metodologia DMAIC.

O Quadro 6 resume os passos da revisão bibliográfica.



Quadro 6 - Etapas revisão bibliográfica

<b>Fontes de Pesquisa</b>
* Livros nacionais e internacionais
* Artigos em periódicos nacionais e internacionais
* Dissertações e Teses nacionais
* Portais: SciELO, CAPES, Science Direct, Emerald
* Dados eletrônicos: Google Acadêmico
<b>Critérios de Seleção</b>
* Relevância acadêmica e tema relacionado ao tema do estudo
* Artigos com referência citada por outro trabalho do mesmo assunto
* Obras com publicação mais recente
<b>Modo de Pesquisa</b>
* Uso de palavras chaves ( <i>Keyword</i> ) em idioma Português e Inglês:
- DMAIC ( <i>DMAIC</i> )
- Seis Sigma ( <i>Six Sigma</i> )
- Reclamações de clientes ( <i>Customer complaints</i> )
- Telecomunicações ( <i>Telecommunications</i> )

Fonte: O autor

A Tabela 2 apresenta o processo de seleção dos artigos na revisão bibliográfica. Para critério de exclusão de trabalhos, foram retiradas obras duplicadas e também obras que não continham o conteúdo de critério para seleção das obras.

Tabela 2 - Quantificação da revisão bibliográfica

<b>Fontes de Pesquisa</b>	<b>Encontrados</b>	<b>Duplicados Excluídos</b>	<b>Trabalhos Excluídos</b>	<b>Trabalhos Utilizados</b>
SciELO	54	29	12	13
CAPES	62	32	13	17
Science Direct	187	64	18	105
Emerald	121	48	20	53
Google Acadêmico	60	14	32	14
<b>Total</b>	<b>484</b>	<b>187</b>	<b>95</b>	<b>202</b>

Fonte: O autor

## 5.6 Viabilidade

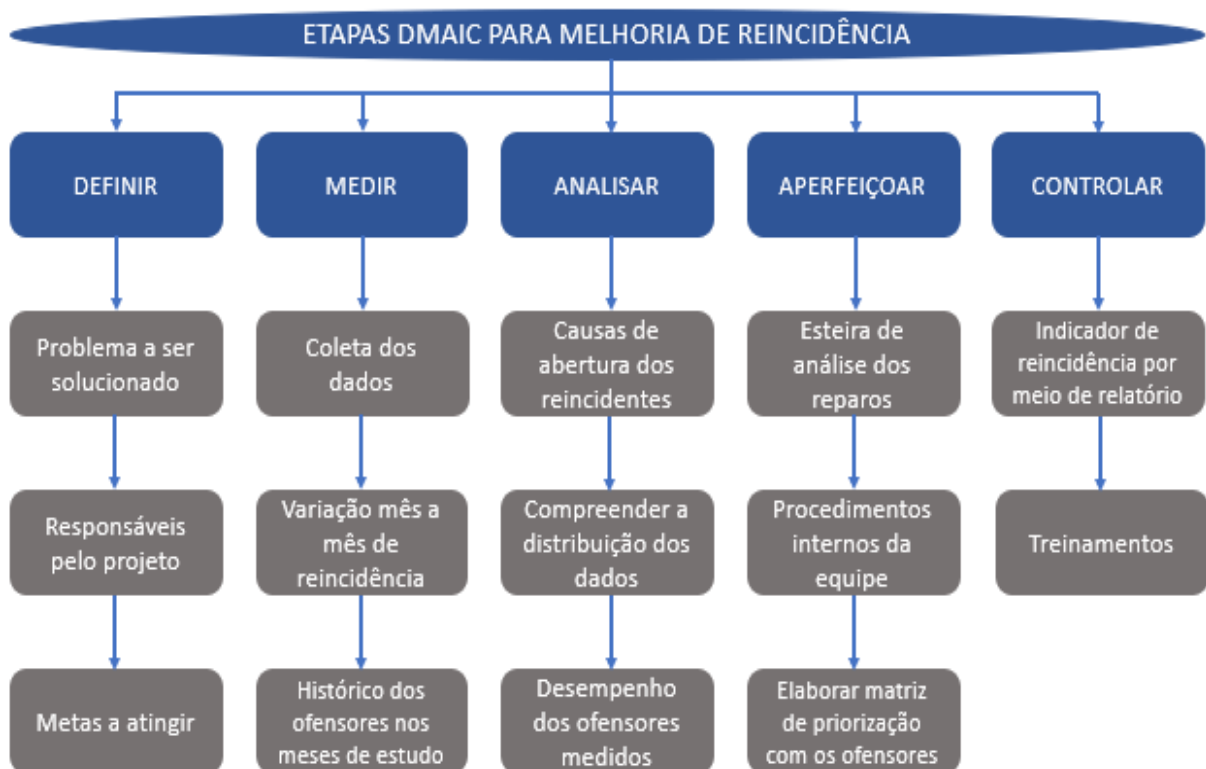
Além da relevância do tema, o estudo justifica-se também por sua viabilidade operacional.

O mestrando tem, atualmente no desenvolvimento deste trabalho, vínculo profissionais com uma empresa de telecomunicações onde, tem acesso a importantes bases de dados de entrantes de reparos e suas variáveis.

## 6 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC

No estudo, observou-se a possibilidade em escolher as ferramentas que mais se encaixam para cada etapa do DMAIC. O estudo possibilitou elaborar uma estrutura de aplicação do DMAIC para acompanhamento de cada etapa no decorrer do controle de reparos recorrentes. A Figura 18 representa as etapas DMAIC e sua aplicação no controle de reincidência.

Figura 18 - Etapas DMAIC para melhorias de reincidência



Fonte: O autor

A oportunidade de melhoria deste trabalho iniciou pela identificação da variabilidade e posterior estruturação do projeto. Assim no presente estudo, temos as etapas do DMAIC dadas por:

- Na fase definir foi identificado o problema e finalidade da pesquisa, foram definidos os responsáveis pela implantação e meta a atingir.
- Na fase medir, teve início à coleta de dados, o levantamento dos históricos dos indicadores de reincidência e suas variações.

- Na fase analisar, foram levantadas as causas ofensoras de abertura dos reparos reincidentes, analisada a distribuição dos dados e o desempenho do indicador de reincidência.
- Na fase aperfeiçoar, foi usada a matriz de priorização (GUT) para levantar as causas mais urgentes a serem acompanhadas, proposta as melhorias para corrigir as causas ofensoras e criado os procedimentos internos da equipe.
- Na fase controlar, foi elaborado relatório para acompanhamento do indicador de reincidência dia a dia e conteúdo necessário de treinamento em vista dos dados obtidos nas etapas anteriores.

### **6.1 Etapa Definir - (*Define*)**

No Brasil os serviços de Telecom são regidos e controlados pela Agencia Nacional de Telecomunicações - ANATEL. O órgão controla a qualidade e satisfação dos clientes com as operadoras de telecomunicações de todo o país, ou seja, os clientes não satisfeitos com reincidência de problemas – reparos solicitados em período inferior à 30 dias de um atendimento anterior – podem acionar este órgão do governo federal para cobrar atitude ou explicação de sua operadora em questão. A ANATEL não define prazo para um reparo ser reincidente. As empresas de Telecomunicações pelo país decidem qual a regra para se considerar reparo sobre reparo como reincidente.

Para limitar o campo de análise do trabalho, os processos foram avaliados em bases analíticas fornecidas pela empresa no período de 19 meses a partir de janeiro de 2019 quando surgiu a necessidade de análise. O estudo tem por proposta verificar qual a maior causa de reclamação de reparo reincidente. A metodologia DMAIC foi escolhida para ser aplicada ao tipo de entrante de reparos reincidentes. A Tabela 3 ilustra o entrante de reparos reincidentes no período de janeiro 2019 até julho 2020.

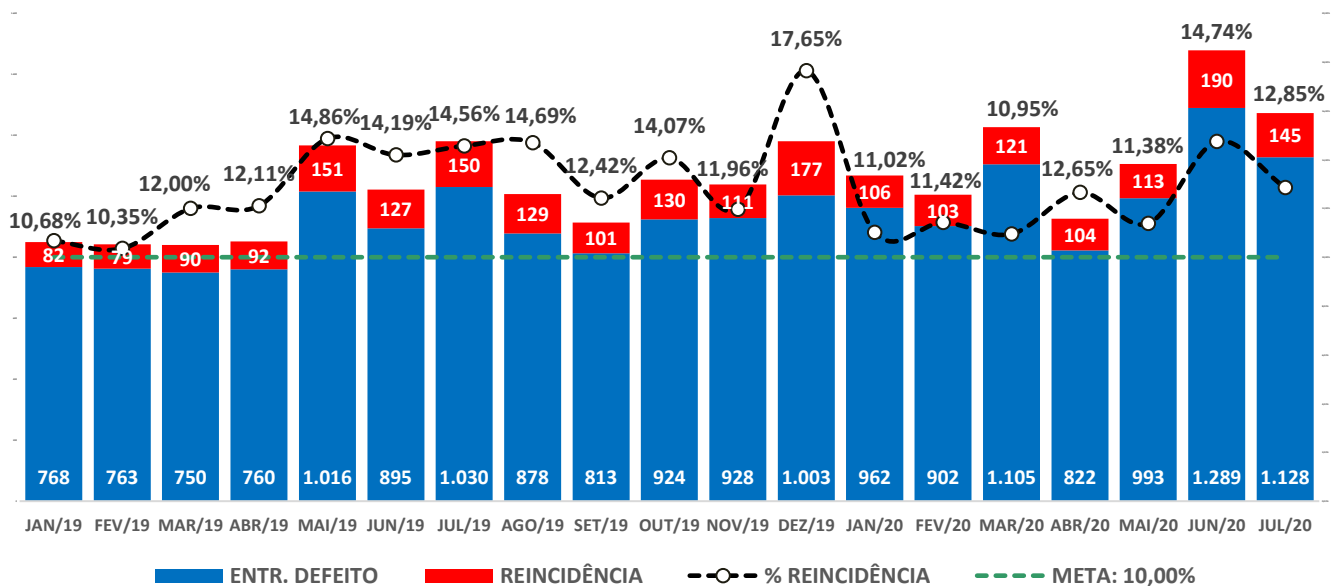
Tabela 3 - Entrante de reparos recorrentes

Mês	Reincidente
jan/19	82
fev/19	79
mar/19	90
abr/19	92
mai/19	151
jun/19	127
jul/19	150
ago/19	129
set/19	101
out/19	130
nov/19	111
dez/19	177
jan/20	106
fev/20	103
mar/20	121
abr/20	104
mai/20	113
jun/20	190
jul/20	145
<b>Total 19 meses</b>	<b>2.301</b>

Fonte: O autor

Na Figura 19, são observados os entrantes de reparo total e os recorrentes deste total onde, resulta nos indicadores de reincidência que são superiores a meta que é determinada pela empresa em 10,00%.

Figura 19 - Volume de reclamações recorrentes em expressão gráfica



Fonte: O autor

Um ponto de interesse na etapa definir foi a formação de uma equipe para a elaboração do cronograma e estruturação do projeto. O projeto envolve 8 funcionários (3 analistas, 1 coordenador, 2 assistentes e 2 supervisores) para atuar neste frente de controle de reincidência.

Na empresa de estudo, há também um setor de funcionários que acompanham diariamente os indicadores de qualidade para poder identificar desvios importantes. Os reparos reincidentes quando estão muito acima da curva, se faz necessário a abertura para detalhamento de todos eles através de banco de dados para analisar motivo aberta x motivo fechamento.

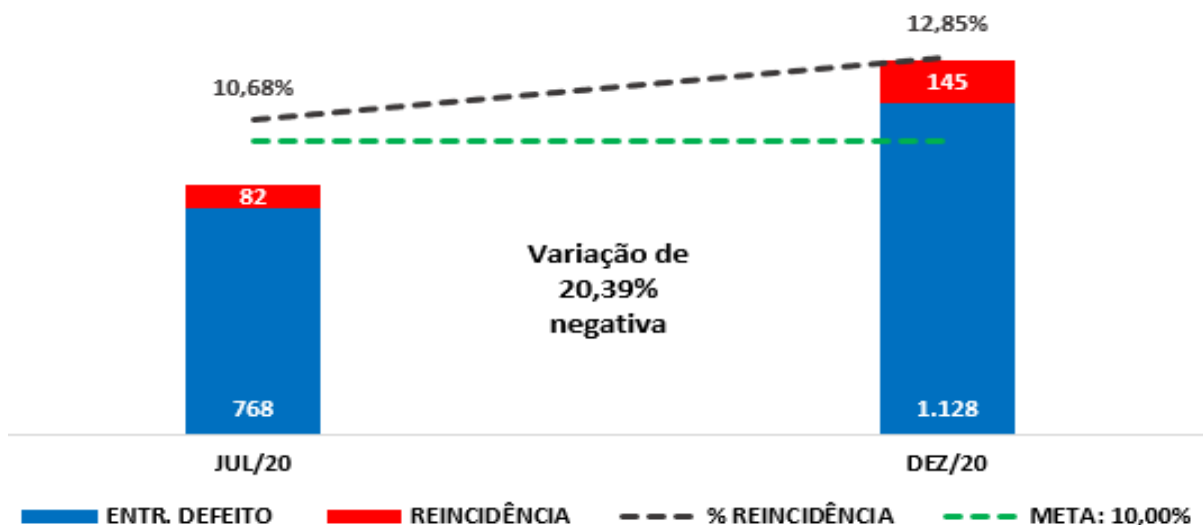
Durante reuniões com o staff da equipe responsável pela cidade, havia dificuldades em entender o alto número de aberturas reincidentes de reparo. Muitos estudos pontuais eram realizados, planos de ações tomados e mesmo assim, o número de reincidentes se mantinha elevado.

Em reuniões de diretoria e gerentes, o contrato a qual pertence a cidade do estudo sempre ficava no foco de cobranças pelo volume alto de reincidência de reparo. Além disso, as medidas internas não estavam surtindo o efeito desejado para minimizar estas ocorrências.

O primeiro passo da implementação de melhoria proposta, foi a criação da equipe composta pelo gerente, analistas, supervisores e assistentes. Na formação do grupo de melhoria, buscou-se selecionar pessoas que tivessem conhecimento e envolvimento no processo de análise de causas.

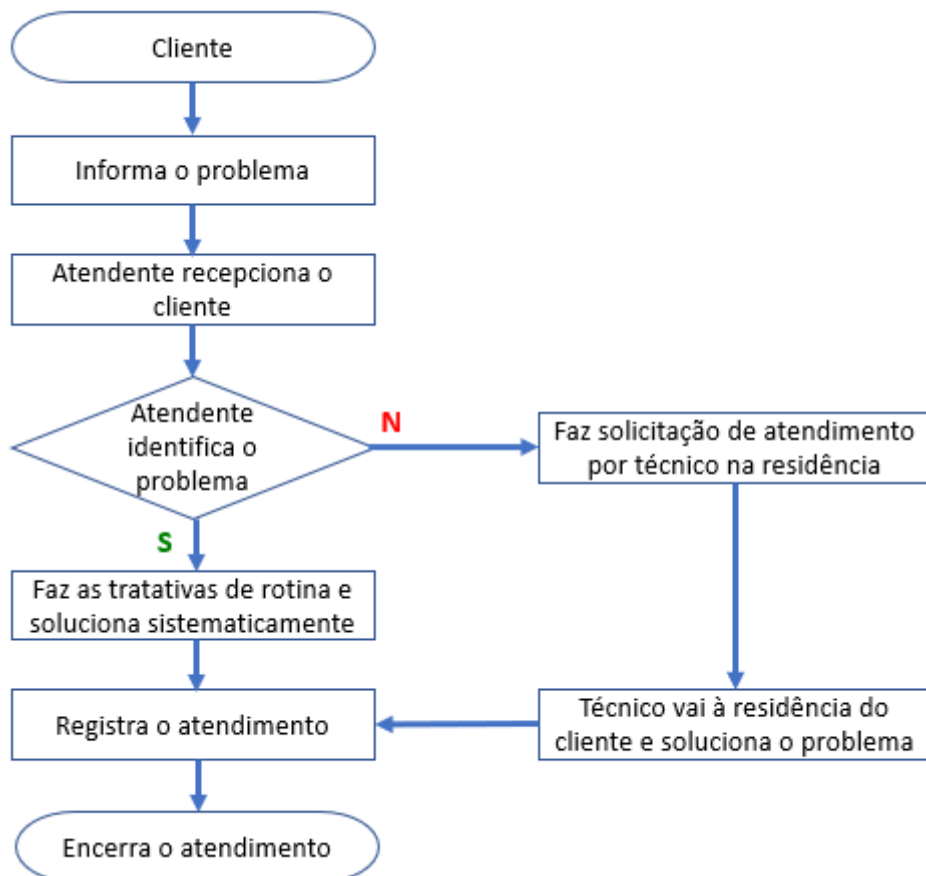
A Figura 20 mostra a variação do primeiro mês de estudo (JAN/2019) até o último de avaliação (JUL/2020). A variação avançou em 20,39%. Um aumento muito significativo para uma empresa de que atua no segmento de telecomunicações.

Figura 20 - Variação reincidência período 19 meses



A Figura 21 representa através de um fluxograma o atendimento do cliente via URA (Unidade de Resposta Audível) quando é necessário ligar no suporte de atendimento da empresa.

Figura 21 - Fluxograma de atendimento via URA



Fonte: O autor

O atendimento pode tanto ser resolvido pelo próprio atendente quanto ser necessário o envio a campo para que um técnico se desloque até a residência do cliente e efetue o atendimento necessário a fim de solucionar o problema do cliente.

## 6.2 Etapa Medir - (*Measure*)

A necessidade do projeto surgiu no mês de Janeiro do ano de 2020 e inicialmente foi necessária a coleta de dados do ano anterior em base de dados com histórico do período proposto de estudo. O pesquisador pode usar os dados contidos em analíticos de base na empresa e assim verificar a evolução dos reincidentes. A cidade sempre teve um histórico alto de entrantes de reparos e deste alto volume, muitos reincidentes, ou seja, reparos aberto antes de 30 dias do reparo anterior.

Em fevereiro de 2020, iniciou-se um processo de observação onde, além do mês de citado, seriam monitorados os meses de março e abril de 2020 para assim, poder comparar com os meses de mesmo período do ano anterior (2019). Este estudo foi realizado para monitorar a variância dos reparos reincidentes. Foi possível verificar que apesar de uma variância favorável ao período de 2020, a reincidência praticamente não tinha uma melhora significativa. Isto levou a um diagnóstico que o reincidente na empresa é linear, ou seja, constante com pouca variação para cima ou para baixo.

A ferramenta utilizada para este acompanhamento foi o Microsoft Excel 2019 e seus cálculos disponíveis.

A Tabela 4 mostra os resultados de fevereiro, março e abril do ano de 2019 e também do ano de 2020.

Tabela 4 - Resultados trimestres confrontados

<b>Mês</b>	<b>Indicador em % de Reincidência</b>
FEV/19	10,35%
MAR/19	12,20%
ABR/19	12,11%
FEV/20	11,42%
MAR/20	10,95%
ABR/20	12,65%

Fonte: O autor

Os resultados vistos, estão acima de 10,00% que é o máximo permitido pela meta estabelecida pela empresa.

A Tabela 5 mostra a porcentagem de variação entre períodos iguais.

Tabela 5 - Variação dos pares de meses estudados

Mês	% Variação entre meses
FEV/19 - FEV/20	10,34%
MAR/19 - MAR/20	-10,25%
ABR/19 - ABR/20	4,46%

Fonte: O autor

Nesta análise, identifica-se uma grande variação nos meses de fevereiro, melhora perceptível nos meses de março e uma nova piora nos meses de abril.

O Quadro 7 mostra a porcentagem de reincidente acumulado no trimestre de análise para o ano de 2019 como para o ano de 2020.

Quadro 7 - Reincidente acumulado

Período Acumulado	%Período
<b>%fev_mar_abr_2019</b>	11,55%
<b>%fev_mar_abr_2020</b>	11,67%
<b>%Var_Período</b>	1,04%

Fonte: o autor

Nesta análise, verifica-se que o ano de 2020 no trimestre acumulado representa uma piora em relação mesmo trimestre de 2019. O indicador acumulado também fica acima de 10,00% permitidos pela empresa.

É visto que o histórico da cidade não é de um indicador próximo ou abaixo de 10,00% e isto é o que preocupa a gerência da cidade.

Na Tabela 6, é identificado o grupo ofensor de reincidências no período do estudo. O produto Banda Larga se mostra como o maior grupo ofensor de causas de reincidência.



Tabela 6 - Grupo ofensor de reincidência

<b>Grupo Ofensor</b>	<b>Reincidente</b>
Banda Larga	1.551
Equipamento	409
Sistema	167
Rede Externa	87
TV	72
VOIP	14
Outros	1
<b>Total</b>	<b>2.301</b>

Fonte: O autor

Os grupos ofensores constatados na Tabela 6 são descritos abaixo.

- **Banda Larga**: Grupo de clientes com problemas de baixa velocidade, sem navegação, conexão lenta, quedas de conexão e falhas de acesso à páginas web.
- **Equipamento**: Grupo de clientes com problemas em modem ou decoder de TV.
- **Outros**: Grupo de clientes em triagem, situação quando o cliente não tem sua reclamação enviada para o sistema gerador de reparos. O atendimento de URA consegue sanar as dúvidas/problemas do cliente. Também entra neste grupo os clientes com reclamação de insatisfação com conta, suspeita de fraude ou descontentamento com atendimento anterior.
- **Rede Externa**: Grupo de clientes que abrem reclamações decorrentes de problemas externos e mais especificamente, problemas com rompimento de cabo devido furto ou carga alta de caminhões. São reparos que entram em situação de massiva dependendo da gravidade.
- **Sistema**: Grupo de clientes com falha de transmissão de sinal, falha na interatividade da TV e falha nos canais à la carte (pay-per-view).
- **TV**: Grupo de clientes com problemas em transmissão IPTV ou DTH. São casos de tela com mensagens de erro ou até mesmo ausência de imagem.
- **VOIP**: Grupo de clientes com problema de linha muda, ruídos em linha ou não recebem chamada de outros originadores de chamada.

Após a identificação do maior grupo ofensor, foram analisados os fechamentos dos reparos reincidentes de Banda Larga que no estudo totalizou 1551.

A Tabela 7 mostra todas as causas identificadas pelos técnicos de campo durante os atendimentos dos reparos.

Tabela 7 - Causas identificadas dos fechamentos banda larga

<b>FECHAMENTO REINC.</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Equipamentos Cliente	300
Troca Modem	224
Cliente Cancelou Visita	147
Indevido Cliente	108
Encontrado Ok	103
Serviço desconfigurado IT	86
MASSIVA_NA	75
Conexão CTO	50
Troca Componente Interno	44
Reset Modem	44
Reconfigurado serviço	39
Aberto	39
Indevido CRM	39
TROCA CABO OPTICO (DROP)	36
Lentidão Backbone	36
Wifi	33
Lance CTO-Cliente	27
OSP	21
Rede Interna	17
Cordão óptico cliente	9
ASSOCIACAO ONT-OLT	9
Erro de Cadastro	8
Reaprovisionamento	7
Defeito de porta	4
Troca Adaptador Wi-Fi	4
RESET PORTA DSLAM	4
Conexão TPA	3
BRIDGE/VLAN DADOS	3
ACESSO PROIBIDO	3
Drop Optico	3
Fibra Óptica	2
Fechado sem código	2
ACESSO	2
Configuração	2
Provedor Backbone	2
DADOS	2
Conexão DGOI	2
Atual FW PowerBox	2
Lance DGOI-CDOI	2
SPLITER CENTRAL	1
Conexão CDOI	1
Reset Fábrica Modem	1

TRANS	1
Troca Tomada	1
DG CONDOMINIO	1
Insatisfação estética Modem	1
Lance TPA-Cliente	1
<b>Total IRR Banda Larga</b>	<b>1.551</b>

Fonte: O autor

Na Tabela 7, é visto que os três principais fechamentos dos reincidentes são Equipamento do Cliente, Troca de Modem, Cliente Cancelou Visita, Indevido Cliente e Encontrado OK.

Com a identificação dos maiores fechamentos de reparos reincidentes de banda larga, foi focado nos 5 maiores deles pois se destacam mais em relação às outras causas.

A participação no total (Quantidade Unitária/Soma Total) desses maiores fechamentos são: Equipamento do Cliente: 19,34%, Troca de Modem: 14,44%, Cliente Cancelou Visita: 9,48%, Indevido Cliente: 6,96% e Encontrado OK: 6,64%.

As descrições dos 5 maiores ofensores são:

- **Equipamentos do Cliente**: São causas de reparos encerrados devido o computador do cliente não ser compatível tecnologicamente com algum serviço adquirido. Em especial, as placas de rede para alta velocidade de banda larga. A Figura 29 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020.

- **Troca Modem**: São causas de reparos encerrados devido o técnico ter que efetuar troca do equipamento devido travamentos no modem ou o periférico ser obsoleto e não ser adequado a tecnologia em vigência. A Figura 26 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020.

- **Cliente Cancelou Visita**: São causas de reparos encerrados devido arrependimento do cliente em relação à solicitação de reparo. Defeitos intermitentes ou mesmo dúvida de funcionamento de produto por parte do cliente os levam a ligar no suporte da empresa e antes que o técnico possa ir até a residência, o cliente liga no suporte informando que seus serviços estão em funcionamento novamente e que não precisa do técnico mais. A Figura 27 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020.

- **Indevido Cliente**: São causas de reparos encerrados devido o cliente não ter um real problema em seus serviços e por dúvida ou mesmo por questão técnica na residência do cliente onde não

competente à empresa prestadora do serviço, o cliente solicita atendimento técnico. O técnico faz todo o procedimento de teste e não identifica nenhuma ocorrência que seja de reparo. O técnico finaliza o reparo sem atendimento executado. A Figura 28 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020.

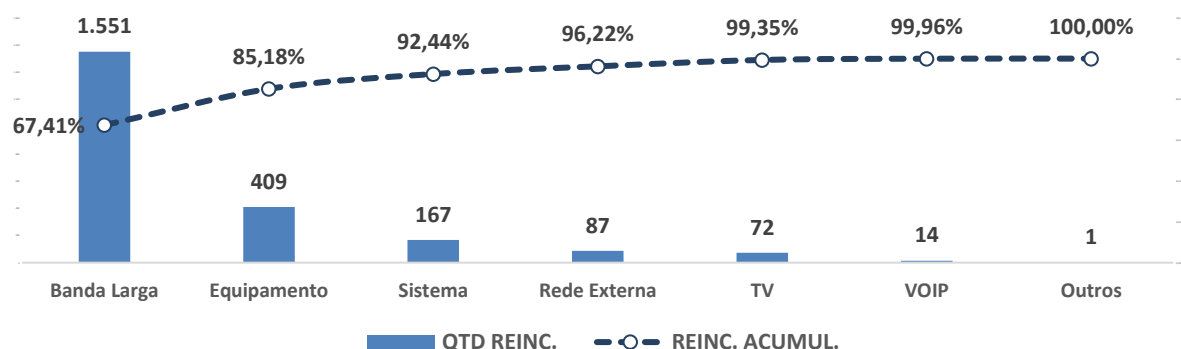
- **Encontrado OK**: São causas de reparos encerrados devido o técnico encerrar o reparo sem nenhuma intervenção. Há uma reclamação solicitada e não há defeito identificado. Muitos casos são por dúvida do cliente que por não saber utilizar um tipo de serviço, solicita técnico em sua residência. A Figura 29 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020.

### 6.3 Etapa Analisar - (Analyze)

Na etapa analisar, foram estudadas as causas de abertura dos reparos recorrentes. O que o cliente realmente tinha de problema para necessitar do suporte da empresa. As reclamações foram classificadas por grupo primeiramente para facilitar o entendimento de qual agrupamento eram as maiores ocorrências dos entrantes registrados em base analítica. Após, foram analisados os fechamentos dos técnicos.

Para o período com visão acumulada, ou seja, de Janeiro 2019 até Julho 2020, as ocorrências também possibilitaram a elaboração do Gráfico de Pareto para evidenciar em qual grupo os clientes mais reclamam por falta do ideal funcionamento. A Figura 22 mostra uma análise com Gráfico de Pareto com as ocorrências.

Figura 22 - Gráfico de Pareto visão grupo ofensor acumulado

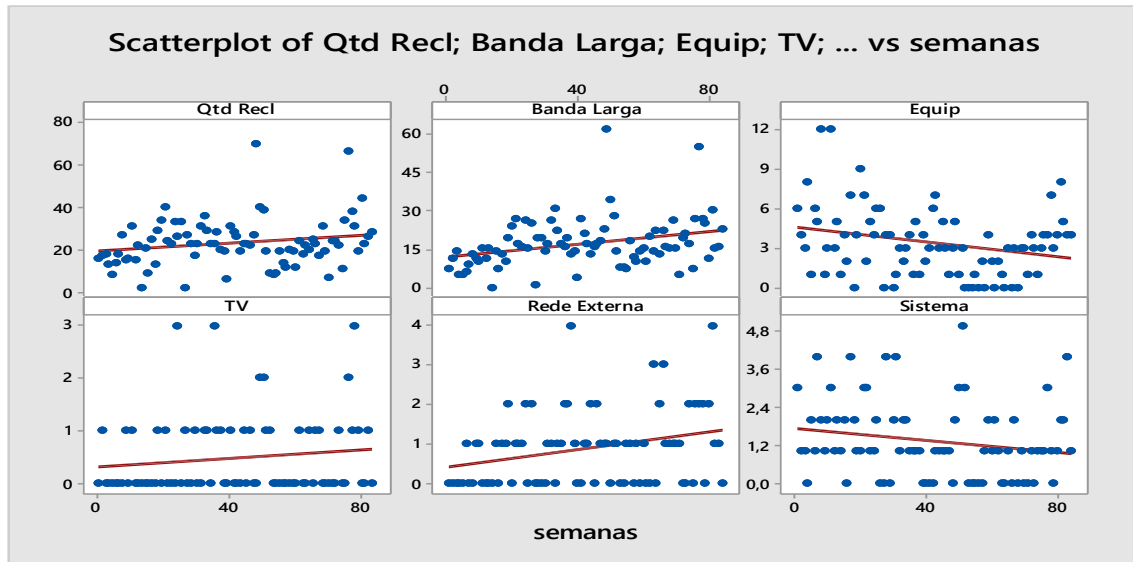


Fonte: O autor

Na Figura 23, visualiza-se os diagramas de dispersão com a quantidade total de reclamações recorrentes e as ocorrências nela embutidas. Os dados considerados referem-se

as contagens semanais de reclamações por semana (unidades amostrais) no período considerado (um período de 80 semanas).

Figura 23 - Diagramas de dispersão de número de reclamações recorrentes



Fonte: O autor

Foi identificado que a quantidade de reclamações totais, banda larga, rede externa e TV aumentam nas últimas semanas do período analisado enquanto as reclamações por sistema e equipamento diminuem nas últimas semanas do mesmo período

É possível que reclamações por algumas causas podem mostrar alguma diferença entre meses e anos. Para isso apresentamos a seguir os resultados da análise estatística usando modelos de ANOVA para as contagens de reclamações na escala logarítmica devido a outras causas. Para todos os casos, as suposições necessárias para o uso de modelos de ANOVA (normalidade e variância constante dos resíduos) foram verificadas graficamente usando o software Minitab<sup>®</sup>, não incluídos na dissertação para economia de espaço.

- **Reclamações por banda larga**

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por banda larga entre meses (valor-p = 0,925 > 0,05)
- Há diferença estatística entre as medias de reclamações por banda larga entre anos (valor-p = 0,022 < 0,05)

- **Reclamações por equipamento**

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por equipamento entre meses (valor-p = 0,777 > 0,05)
- (b) Há diferença estatística entre as medias de reclamações por equipamento entre anos (valor-p = 0,043 < 0,05).

- **Reclamações por rede externa**

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por rede externa entre meses (valor-p = 0,728 > 0,05).
- (b) Há diferença estatística entre as medias de reclamações por rede externa entre anos (valor-p < 0,001 < 0,05).

- **Reclamações por sistema**

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por sistema entre meses (valor-p = 0,672 > 0,05).
- (b) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por sistema entre anos (valor-p = 0,264 > 0,05).

- **Reclamações por TV**

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por TV entre meses (valor-p = 0,934 > 0,05).
- (b) Há diferença estatística entre as medias de reclamações por TV entre anos (valor-p = 0,001 < 0,05).

- **Reclamações por TV**

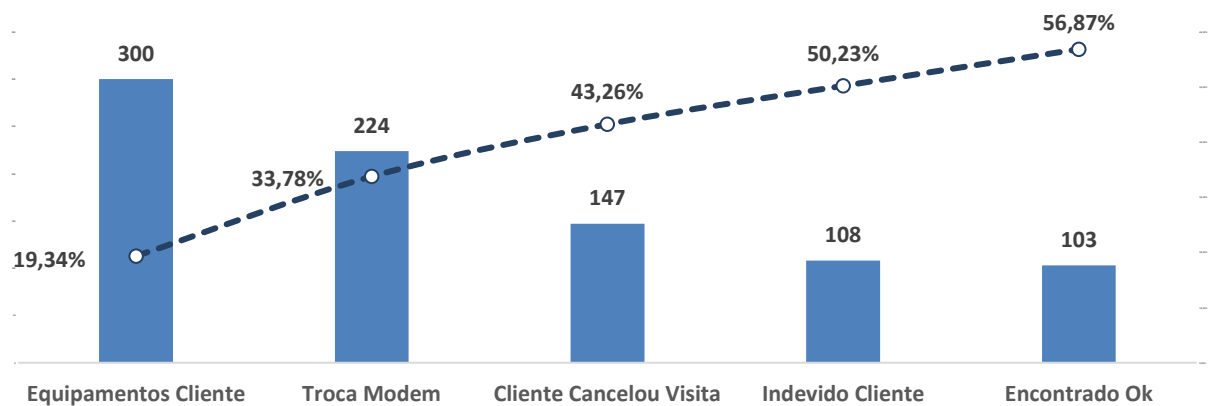
Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) Não há diferença estatística entre as medias de reclamações por TV entre meses (valor-p = 0,934 > 0,05).
- (b) Há diferença estatística entre as medias de reclamações por TV entre anos (valor-p = 0,001 < 0,05).

Esses resultados estatísticos são importantes para a empresa de telefonia direcionar correções e melhorias em alguns setores para diminuir as contagens de reclamações e atingir a meta estabelecida para controle de qualidade dos serviços prestados.

Após levantamento de grupo ofensor e identificação do maior grupo, foi feita a abertura dos 5 principais tipos de causas dos 1551 reparos reincidentes de banda larga e sua representatividade no total dos reincidentes. A Figura 24 mostra uma análise com Gráfico de Pareto com as causas de fechamentos mais frequentes no período de estudo.

Figura 24 - Gráfico de Pareto visão das maiores causas ofensoras

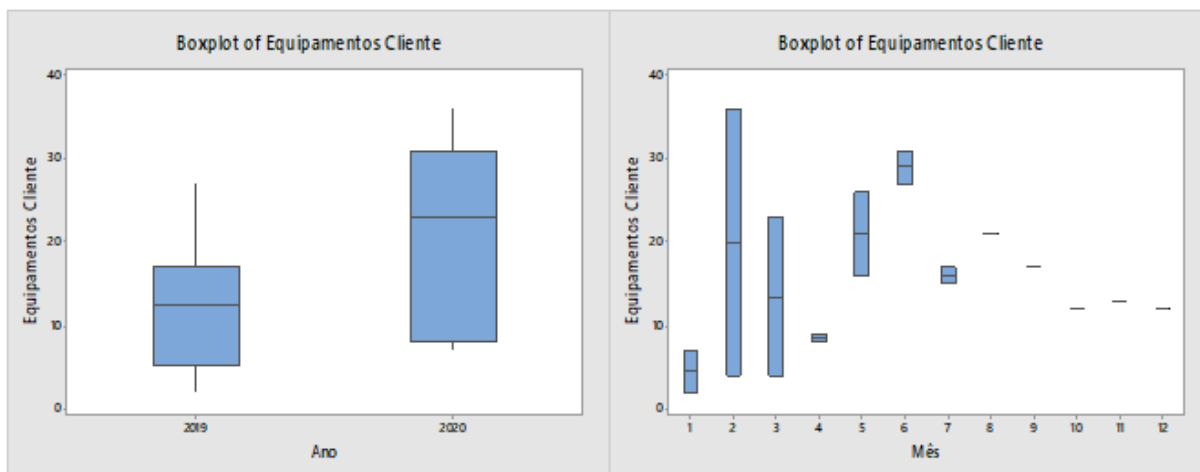


Fonte: O autor

Com a identificação dos maiores fechamentos de reparos reincidentes de banda larga, foi focado nos 5 maiores deles pois se destacam mais em relação às outras causas.

A Figura 25 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020 para equipamento do cliente.

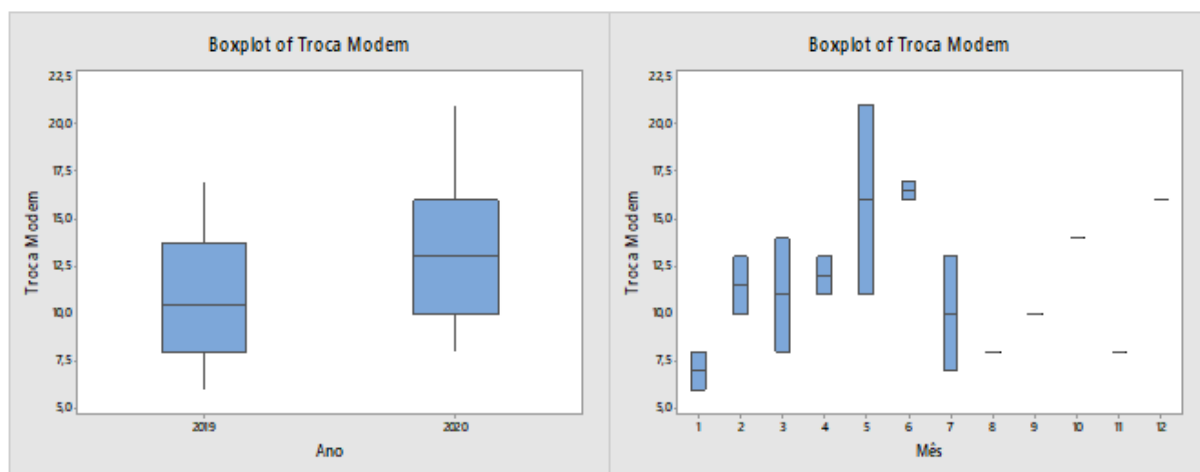
Figura 25 - Representatividade causa equipamento cliente



Fonte: O autor

A Figura 26 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020 para troca de modem.

Figura 26 - Representatividade causa troca modem

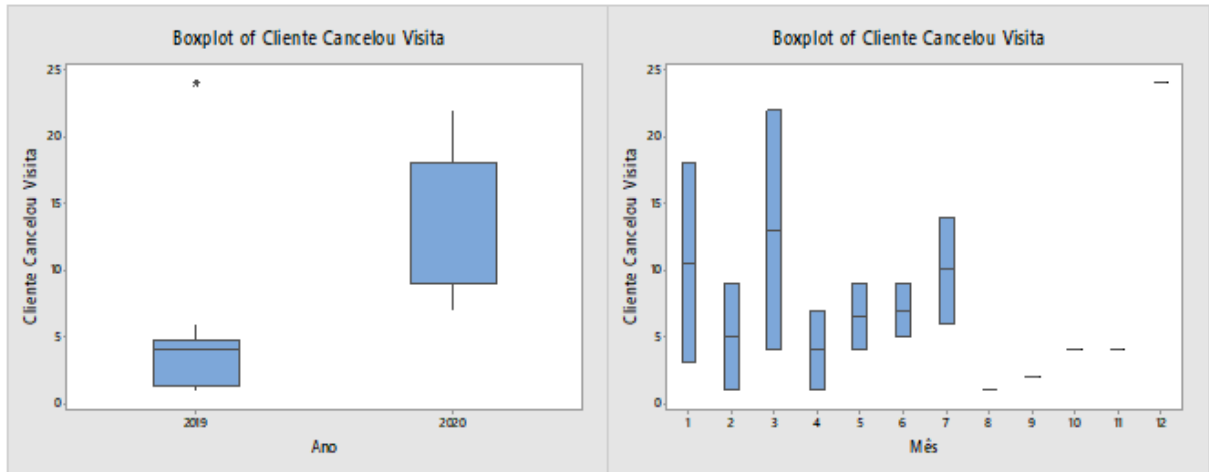


Fonte: O autor

A Figura 27 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020 para cliente cancelou visita.



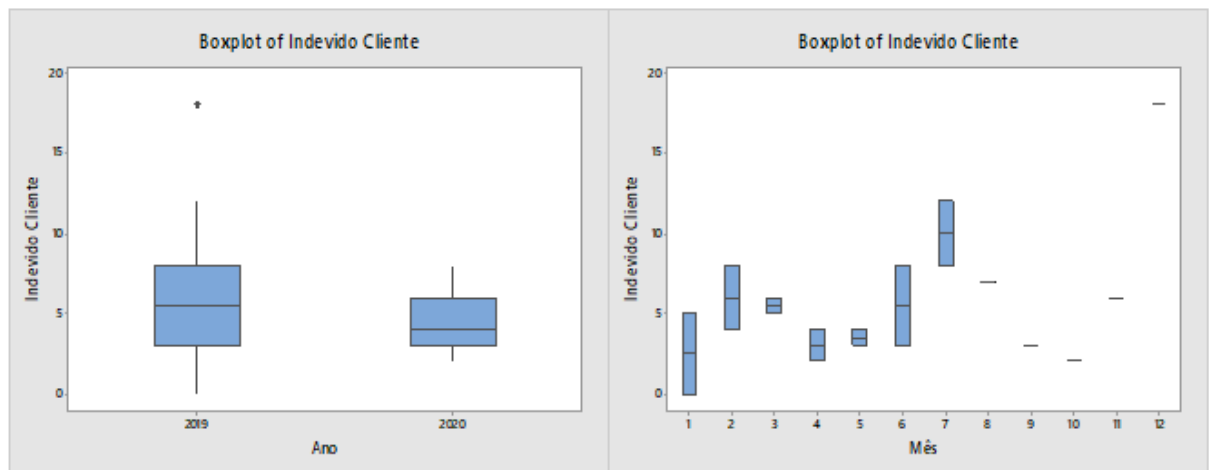
Figura 27 - Representatividade causa cliente cancelou visita



Fonte: O autor

A Figura 28 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020 para indevido cliente.

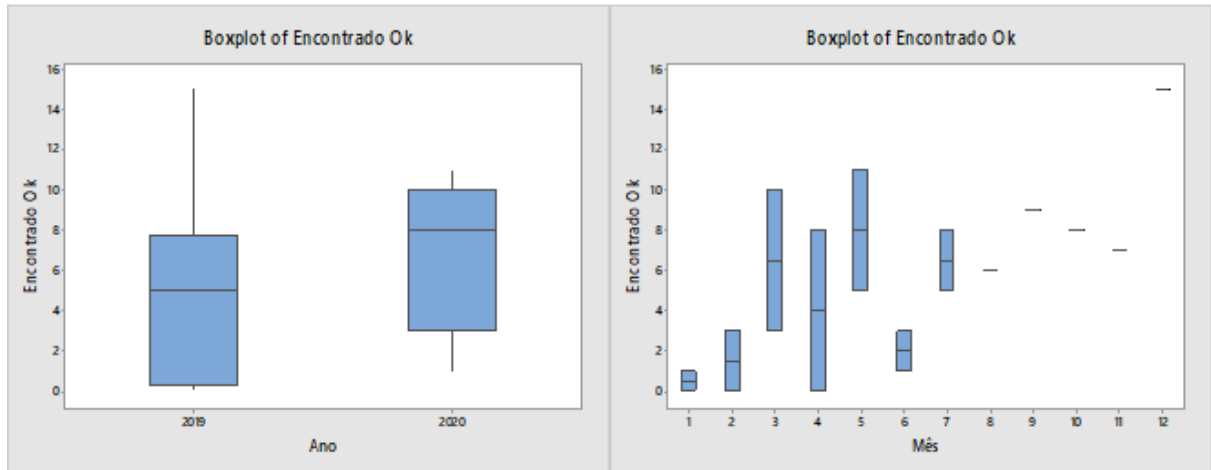
Figura 28 - Representatividade causa indevido cliente



Fonte: O autor

A Figura 29 mostra estatisticamente a comparação 2019X2020 para encontrado OK.

Figura 29 - Representatividade causa encontrado OK

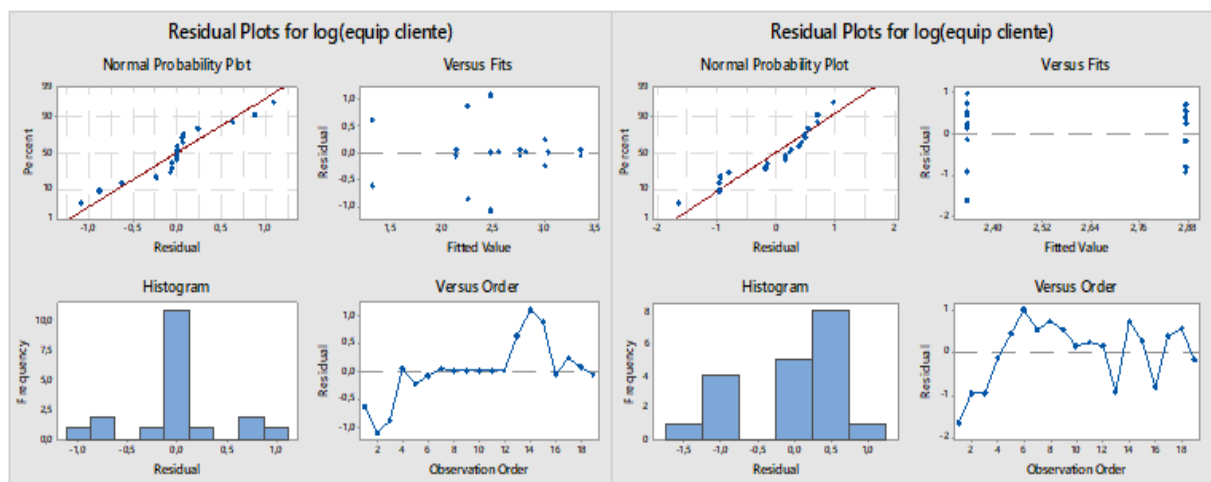


Fonte: O autor

Usando análise ANOVA para comparar medias (dados transformados para a escala logarítmica para melhor normalidade dos resíduos)

A Figura 30, mostra os gráficos de resíduos da análise ANOVA aplicada em Equipamento do Cliente.

Figura 30 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) equipamento do cliente



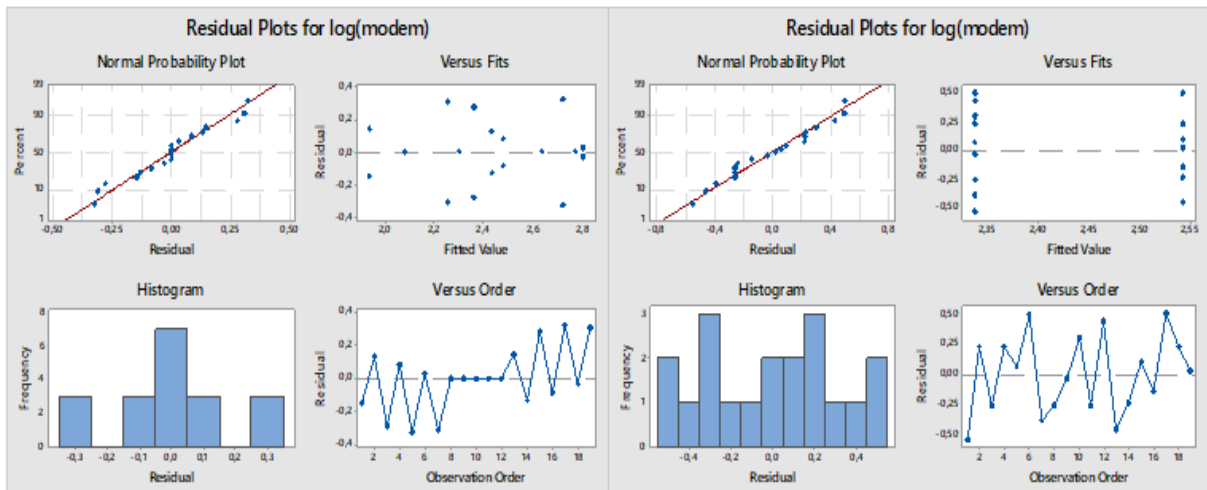
Fonte: O autor

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) As médias (equipamento cliente) não são diferentes entre meses (valor- $p > 0,05$ ).
- (b) As médias (equipamento cliente) não são diferentes entre anos (valor- $p > 0,05$ ).

A Figura 31, mostra os gráficos de resíduos da análise a análise ANOVA aplicada em Troca Modem.

Figura 31 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) troca modem



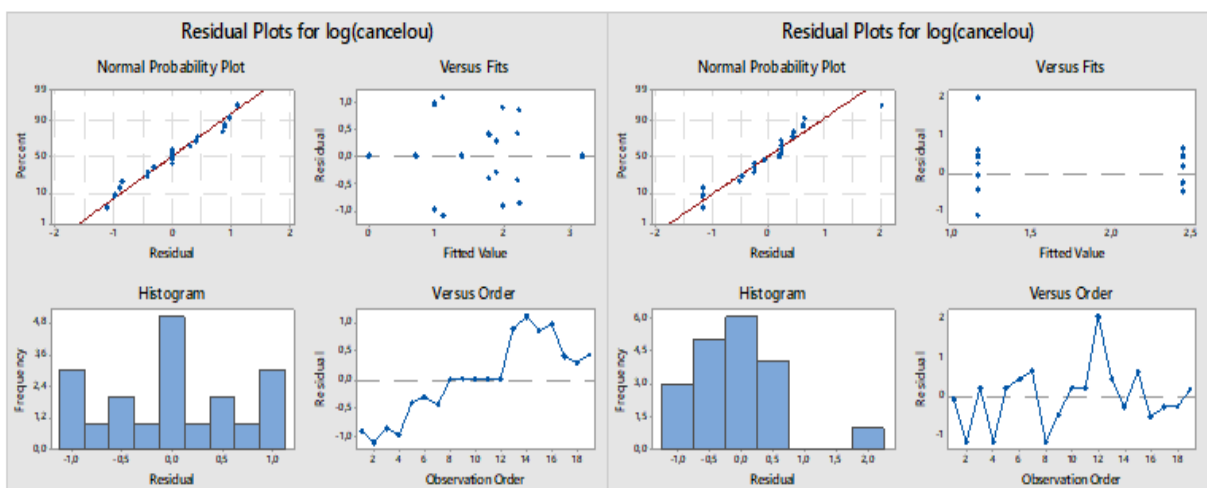
Fonte: O autor

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) As médias (troca modem) não são diferentes entre meses (valor-p > 0,05).
- (b) As médias (troca modem) não são diferentes entre anos (valor-p > 0,05).

A Figura 32, mostra os gráficos de resíduos da análise a análise ANOVA aplicada em Cancelado pelo Cliente.

Figura 32 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) cancelado pelo cliente



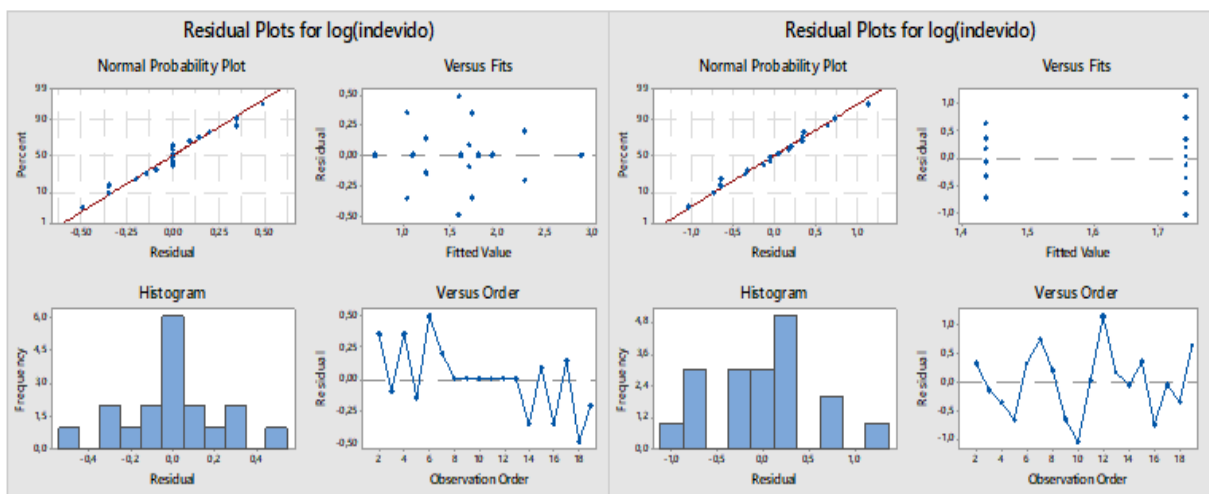
Fonte: O autor

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) As médias (cliente cancelou visita) não são diferentes entre meses (valor-p > 0,05).
- (b) As médias (cliente cancelou visita) são diferentes entre anos (valor-p < 0,05).

A Figura 33, mostra os gráficos de resíduos da análise a análise ANOVA aplicada em Indevido Cliente.

Figura 33 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) indevido cliente



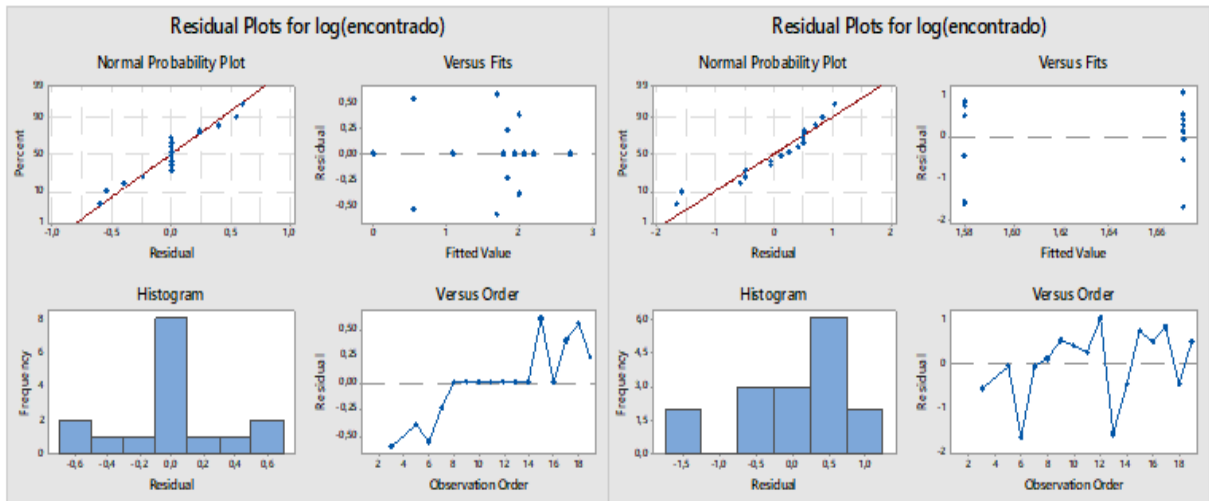
Fonte: O autor

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) As médias (indevido cliente) não são diferentes entre meses (valor-p > 0,05).
- (b) As médias (indevido cliente) são diferentes entre anos (valor-p < 0,05).

A Figura 34, mostra os gráficos de resíduos da análise a análise ANOVA aplicada em Encontrado OK.

Figura 34 - Gráficos de resíduos da análise ANOVA (meses e anos) encontrado OK



Fonte: O autor

Dos resultados da ANOVA observa-se que:

- (a) As médias (encontrado OK) não são diferentes entre meses (valor- $p > 0,05$ ).
- (b) As médias (encontrado OK) são diferentes entre anos (valor- $p < 0,05$ ).

Dos estudos realizados, há uma constante mês a mês nos maiores ofensores identificados e o equipamento do cliente é o maior em volume. A análise possibilita uma tomada de decisão onde o técnico necessita orientar melhor o cliente sobre seus produtos (desktop, laptop, celular, TV Smart) com incompatibilidade com os serviços prestados pela operadora do estudo.

Na Figura 35, é apresentado o levantamento causa e efeito através do diagrama de Ishikawa onde, em métodos, medida, material e mão de obra identifica-se razões que contribuem para o alto volume recorrente nos reparos solicitados.

Figura 35 - Diagrama de Ishikawa de causa de reincidência de reparos



Fonte: O autor

### 6.4 Etapa Aperfeiçoar - (Improve)

As análises obtidas na etapa analisar contribuíram na construção de um Matriz de Priorização (GUT) onde, tem-se todos os principais ofensores dentro do grupo banda larga e as maiores necessidades para priorizar. Com essa matriz, também possibilita tomada de decisões para soluções que possam trazer benefícios para a empresa, como indicado na Figura 36.

Figura 36 - Matriz de Priorização - GUT

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO - GUT					
NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA		
1	Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Piora Imediata		
2	Muito Grave	Muito Urgente	Piora Curto Prazo		
3	Grave	Urgente	Piora Médio Prazo		
4	Pouco Grave	Pouco Urgente	Piora Longo Prazo		
5	Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem Tendência de Piora		
PROBLEMA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	GRAU CRÍTICO (GxUxT)	SEQUÊNCIA
EQUIP. DO CLIENTE	5	5	5	125	1
TROCA MODEM	5	4	5	100	2
CANC. PELO CLIENTE	3	4	5	60	3
INDEVIDO CLIENTE	3	4	5	60	4
ENCONTRADO OK	3	4	5	60	5

Fonte: O autor

De acordo com o Figura 36, a priorização dos problemas deve acontecer na seguinte ordem, Equipamento do Cliente, Troca Modem, Cancelado pelo Cliente, Indevido Cliente e Encontrado OK.

A partir dessas causas ofensoras e dos estudos realizados, a equipe criou uma proposta de melhoria embasada em cada item como contingência dos ofensores. O Quadro 8 mostra as propostas levantadas.

Quadro 8 - Problemas e propostas de melhoria

Causa raiz do Problema	Solução Proposta
Equipamento do Cliente	Ação imediata de treinamento dos técnicos para que orientem melhor o cliente sobre os produtos. O treinamento visará também orientar o técnico em relação a testes do equipamento na casa do cliente. Se necessário, o técnico utilizará o laptop da empresa para efetuar testes e assim garantir que os serviços fornecidos pela empresa estão em funcionamento conforme pacote contratado e assim evidenciar que o equipamento do cliente por incompatibilidade ou até mesmo ser obsoleto, está causando falha.
Troca de Modem	Avaliação dos lotes dos modems e decoders quando houver muita troca destes equipamentos. Verificação por parte do técnico na casa do cliente sobre as condições que o equipamento se encontra como por exemplo estar em local aberto (área externa da casa) e sujeito a ser atingido por chuva ou sol. Verificar se o equipamento não tem risco de quedas do local onde está instalado. Essas combinações se atendidas, diminuirá muito os encerramentos de reparo por troca.
Cancelado pelo Cliente / Indevido Cliente / Encontrado OK	Estas causas tem em comum clientes com dúvidas no atendimento anterior e em muitas vezes por falta de orientação adequada. Para evitar que os clientes abram solicitação de reparo por não ter certeza do funcionamento, o técnico deverá saber dar um “treinamento” ao cliente de como utilizar funções básicas de um controle remoto de IPTV por exemplo. E acompanhar o cliente numa tentativa de fixação de entendimento.

Fonte: O autor

Com as soluções indicadas, foi criado o Quadro 9 para um plano de ação que é o planejamento de todas as ações necessárias para o atingimento da melhoria contínua.

Quadro 9 - Plano de ação

Nº	O quê? (Ação)	Por que? (causa)	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?
1	Criar procedimento para que se treine melhor o técnico para orientar o cliente sobre dúvidas em produtos.	Clientes ligam para o número da central da empresa para reclamar de um defeito pois, muitas vezes não tem a devida orientação do técnico e por dúvida, voltam a reclamar e isso, prejudica o indicador de reincidência.	Criar rotinas de treinamento interno para que se capacite de maneira adequada os técnicos de campo.	Empresa.	Coordenador de Operações.	A partir de julho 2020.	Não haverá custo, pois, é tudo feito pela empresa.
2	Criar célula interna no escritório capaz de auxiliar em configurações de modem ou decoder sem que o cliente necessite acionar a central geral da empresa.	Não existe célula específica para apoio de configurações interna na empresa.	Treinar assistentes e implementar apoio técnico interno na empresa.	Empresa.	Coordenador de Operações.	A partir de julho 2020.	Não haverá custo, pois, é tudo feito pela empresa.
3	Acompanhamento diário dos indicadores de qualidade e capacitação de equipe interna para avaliar os analíticos dos desvios para análise rápida e tomada de solução imediata.	Não existe rotina semanal de reuniões com os técnicos para trocar informações sobre temas que os clientes possam vir a precisar.	Criar uma rotina de reuniões semanais para tratar temas específicos que podem gerar dúvidas aos clientes e que o técnico esteja capacitado a orientar.	Empresa.	Analistas.	A partir de julho 2020.	Não haverá custo, pois, é tudo feito pela empresa.
4	Rotina de pós contato para todo reparo atendido em campo pelos técnicos.	O pós contato não é uma atividade frequente no escritório de serviço. Esta atividade de ligar para o cliente para certificar se está tudo em ordem os serviços após reparo é essencial.	Criar um painel com reparos encerrados em D-1 para que os assistentes possam fazer download dos reparos do dia anterior e contatar o cliente.	Empresa.	Assistentes.	A partir de Setembro 2020.	Não haverá custo, pois, é tudo feito pela empresa.

Fonte: O autor

A solução que vai trazer maior impacto para a resolução do problema é a criação de rotinas internas para treinamento.

A segunda ação é capacitar os assistentes internos a auxiliar de maneira adequada o técnico em campo. Ser o suporte para o técnico. O técnico será capacitado (por treinamento) a ser preciso em seu atendimento e passar segurança na informação ao cliente e o escritório,



também precisa ser capacitado a apoiar o técnico em testes e informações complementares ao cliente.

A terceira ação trata de criar uma rotina de reunião semanal para que possa ser discutido a cada semana, temas relacionados à atendimento de campo para que o técnico tenha conhecimento de todos os cenários que o envolvam para que atenda o cliente e supra suas expectativas.

Após a melhoria, será apresentada a última etapa que corresponde ao controle do plano de ação.

### 6.5 Etapa Controlar - (*Control*)

Para que os efeitos das fases do DMAIC sejam mantidos e não voltem ao estágio zero com mesmos problemas reclamados após as ações, torna-se necessário a elaboração de um plano de controle. Plano este apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 - Plano de controle

Nº	O que?	Como?	Quem?	Quando?	Entregar
1	Criando rotinas de treinamento interno para capacitar técnico de campo.	Preparando materiais de apoio para ilustrar todo o procedimento técnico.	Equipe de multiplicadores da empresa.	Mensalmente.	Apresentação de resultados.
2	Criando treinamentos para assistentes e implementado apoio técnico interno na empresa.	Criando procedimentos internos juntamente com material de apoio sobre o uso das ferramentas online da empresa.	Equipe de multiplicadores da empresa.	Semestre.	Mais capacitação interna por parte dos assistentes.
3	Criando rotinas de acompanhamento para tratar temas específicos para garantir satisfação do cliente.	Supervisor de cada equipe elabora material simples, mas com conteúdo importante para que os técnicos entendam de quais são as necessidades dos clientes em suas principais dúvidas.	Supervisor de campo.	Semanal.	Redução de reincidência.

Fonte: o autor

O plano de controle indicada que para cada ação, deve existir um responsável. O responsável deve verificar todo o atingimento proposto nas ações para que seja analisada a situação dos mesmos. Todo o processo mantido, garantirá a satisfação do cliente e, melhorará a experiência do mesmo com os produtos da empresa de telecomunicações.

Com o plano de controle implementado, o dia a dia de reincidência será acompanhado via relatório Excel desenvolvido com estrutura de banco de dados para ser disponibilizado à

equipe com resultados de reincidência e demais indicadores de qualidade. O relatório conterá um analítico trimestral para que se possa ser verificado em caso de desvios importantes e assim, possibilitar a rápida ação para conter o volume.

A Figura 37 ilustra o esboço deste relatório.

Figura 37 - Relatório para acompanhamento reincidência

<input checked="" type="radio"/> POR CIDADE <input type="radio"/> POR CONTRATO		CIDADE <input type="text"/> CONTRATO <input type="text"/>		IFI TOTAL IRR TOTAL		JANEIRO 2021 FEVEREIRO 2021 MARCO 2021								
10,00%	S9	S9	S9	S9	S9	S9	S10	S10	S10	S10	S10	S10	S10	S11
	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB	DOM
DATA	01/03/21	02/03/21	03/03/21	04/03/21	05/03/21	06/03/21	07/03/21	08/03/21	09/03/21	10/03/21	11/03/21	12/03/21	13/03/21	14/03/21
IRR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENTRANTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% IRR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IRR ACUMUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENTRANTE ACUMUL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
% IRR TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
META: 10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%

Fonte: o autor

## 7 RESULTADOS

### 7.1 Atingimentos

Após a implantação da metodologia DMAIC iniciada em Julho de 2020, foi identificado uma significativa melhora no indicador de reincidência da operadora de telecomunicações. Os resultados apontam uma variação positiva para a redução de reparo recorrente.

O Quadro 11 ilustra a variação dessa melhora comparando Julho/20 com Dezembro/20.

Quadro 11 - Comparativo Jul/20 X Dez/20 para reincidência

RESUMO	jul/20	dez/20	% VAR
REPAROS	1.128	1.043	-7,54%
REINCIDENTE	145	118	-18,62%
INDICADOR	<b>12,85%</b>	<b>11,31%</b>	-11,99%
<b>META</b>	<b>10,00%</b>	<b>10,00%</b>	-

Fonte: o autor

No Quadro 11 uma significativa melhora no recorrente com uma variação positiva de 18,62% pode ser observada.

Em Dezembro de 2020, o indicador de reincidência da empresa em Araraquara apresentou o resultado de 11,31%, ou seja, uma melhora de 1,54pp. Apresentou também uma redução de 1128 para 1043 reparos totais entrantes. O recorrente diminuiu de 145 para 118 reparos.

Na Figura 38, temos a representação da variação com resultado favorável comparando Julho/20 e Dezembro/20.

Figura 38 - Variação reincidência Jul/20 X Dez/20

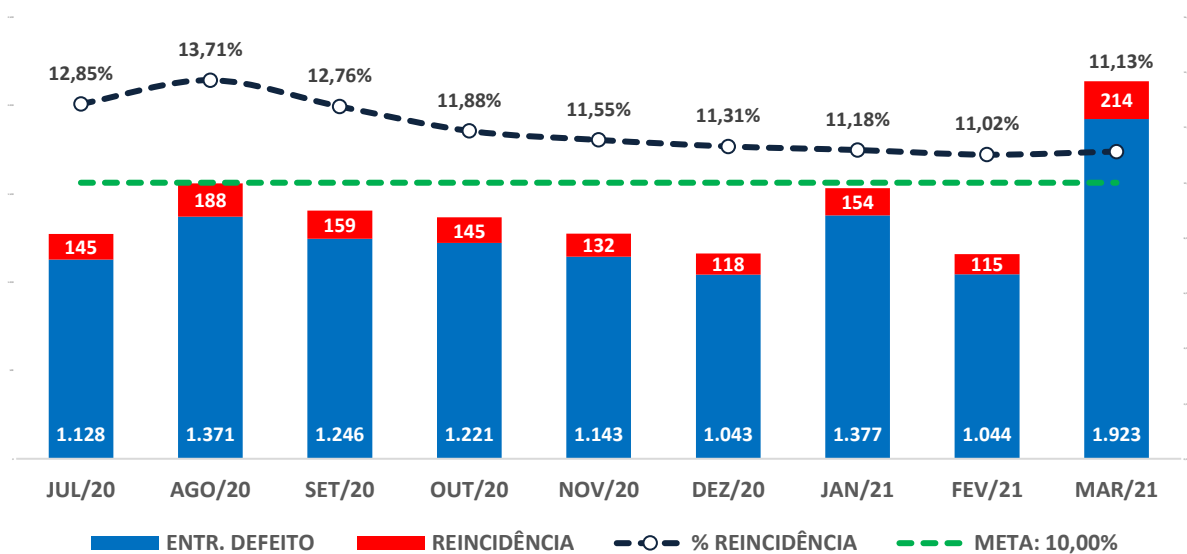


Fonte: o autor

O ano de 2021 começou com boa evolução. Com os técnicos seguindo as orientações dadas em treinamento, o indicador apresenta melhora que se deverá ser mantida ao longo de 2021 para ter uma estabilidade na reincidência. Deverá pela equipe responsável da implantação do DMAIC, manter o controle e acompanhar todo o desvio em tempo real. As causas ofensoras informadas neste estudo sempre serão tratadas de forma diária para pontuar qualquer desvio que seja ofensor e assim, poder sanar antes de virar uma sequência de entrantes e volume que saia do controle. A Figura 39 mostra de forma temporal, o indicador de recidente de Julho/20 (último mês antes da implantação da metodologia DMAIC) e os meses seguintes até Março/21.

O indicador mantém desde Outubro/20 uma média pouco superior à 11,00%, ou seja, desde Outubro/20 não ultrapassa a marca de 12,00% ou mais o recidente e se mantém em queda mês a mês. A variação de Julho/20 até Março/21 já registra um ganho de 14,43%. A expectativa é que para Março/21 e Abril/21 o índice de reincidência já esteja abaixo de 11,00%.

Figura 39 - Acompanhamento final indicador de reincidência



Fonte: o autor

## 7.2 Contribuições do estudo

Como contribuição desta dissertação, destaca-se a aplicação da metodologia DMAIC em uma empresa do ramo de telecomunicações. Estudos 6 Sigma não são comuns na literatura e este estudo visa contribuir para que novos estudos sejam realizados aplicando o DMAIC ou outras ferramentas no ramo de telecomunicações.

Pesquisas sobre esse tema e especificamente sobre a implementação da metodologia DMAIC no contexto do 6 Sigma são majoritariamente aplicadas no setor industrial, sendo bem pouco citada em relação ao setor de serviços e em especial telecomunicações. Assim, uma das contribuições deste estudo consistiu em mostrar empiricamente que, é importante a análise de todos os desvios com aplicação de metodologia 6 Sigma.

A metodologia desta dissertação pode ser aplicada em outras áreas da empresa bem como ser aplicado em outras empresas de segmentos diversos seguindo os passos adotados durante o estudo das etapas DMAIC.

### **7.3 Limitações do estudo**

Como limitação do estudo evidenciou-se que o foco deve ser direcionado sobre a os funcionários e a mudança de cultura na organização, pois a metodologia DMAIC aplicada depende que a equipe seja comprometida com a performance da empresa e na implementação dos processos.

O indicador de reincidência ao final do estudo não atingiu a meta proposta que foi de estar abaixo de 10,00% devido muitas instabilidades durante o estudo. Instabilidades estas que iam além do mensurado nas etapas do DMAIC.

Os analíticos fornecidos pela empresa foram bastante limitados de informações dado necessidade de se manter a LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) e isso diminuiu análises mais abrangentes como áreas mais ofensoras dos reparos reincidentes por exemplo.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O foco da pesquisa em reduzir o entrante de reincidência foi positivo durante as etapas da metodologia DMAIC. A metodologia possibilitou as melhorias e o controle da reincidência da empresa de telecomunicações objeto de estudo desta dissertação.

O trabalho contribuiu para a empresa na melhoria da qualidade de prestação do seus serviços e também a interação da equipe em Lean Seis Sigma e suas ferramentas. O trabalho também teve uma contribuição importante na estrutura do projeto durante os procedimentos das etapas DMAIC. Essa estrutura criou a cultura da gestão para o controle de entrante de reparos de forma analítica em telecomunicações e possibilitou este estudo ser reproduzido e ajustado na aplicação de outros trabalhos em segmentos diversos. Deste modo foram atendidos os objetivos técnicos e científicos da pesquisa-ação gerando também o conhecimento científico e contribuindo na mudança de realidade da empresa.

Durante o projeto, a equipe compreendeu a importância dos controles de indicadores no dia a dia e também a importância de analisar dados analíticos e estatísticos. No término do projeto, os funcionários da empresa estavam mais aptos para acompanhar novos processos e assim contribuir para as melhorias de qualidade em outros setores de indicadores.

O estudo contribuiu para uma gestão com foco na causa do problema de reincidentes e a rapidez para solucioná-lo antes de se tornar um ofensor massivo como era antes das etapas DMAIC serem implementadas.

## REFERÊNCIAS

- AITCHINSON, J. SHEN, S. M. Logistic-normal distributions: Some properties and uses. **Biometrical**. n. 47, p. 136-146, 1985.
- ANATEL. **Institucional**. 2015. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/setorregulado/index.php/component/content/article?id=99>. Acesso em 07/05/2020.
- ANATEL. **Organograma**. 2020. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalPaginaEspecial.do?acao=&codItemCanal=1641&nomeVisao=In%EDcio&nomeCanal=Sobre%20a%20Anatel&nomeItemCanal=Organograma>. Acesso em 10/05/2020.
- ANTONY, J.; BHULLER, A. S.; KUMAR, M.; MENDIBIL K.; MONTGOMERY D. C. Application of Six Sigma DMAIC methodology in a Transactional environment. **International Journal of Quality & Reliability Management**. vol. 29, p.31-53, 2012.
- ARAÚJO, L. C. D. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- BELL, W. R. An introduction to forecasting with time series models. **Insurance: Mathematics and Economics**. n. 3(4), p. 241-255, 1984.
- BRAITT, B.; FETTERMANN, D. C. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Produto & Produção**. vol. 15 n. 4 p. 29-41, 2014.
- CAIXETA, F. F.; NUNES, D. M.; SANTOS, A. G. Aplicação do Roadmap DMAIC no gerenciamento de abastecimento de linha automobilística. **Brazilian Journal of Production Engineering**. v. 6, p. 90-109, 2020.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- CARVALHO, M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CHIAVENATO, I. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COOPER, R. R.; SCHINDLER P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Art Med Editora S.A., 2001.
- COOPER, G.; GREEN, N.; MURTAGH, G. M.; HARPER, R. Mobile Society? Technology, distance, and presence. In: WOOLGAR, S. **Virtual Society. Technology, cyberbole, reality**. Oxford: Oxford Press, p. 287-300, 2002.
- COGHLAN, D.; BRANNICK, T. **Doing action research in your own organization**. 2 ed. Londers: Sage, 2008.

CUNHA, C.; DOMINGUEZ C. A DMAIC project to improve warranty billing's operations: a case study in a Portuguese car dealer. *Procedia Computer Science*. v. 64, p. 885-893, 2015.  
 DIAS, L. R.; CORNILS, P. **Telecomunicações no desenvolvimento do Brasil**. São Paulo: Momento Editorial, 2008.

ECKES, G. **A revolução Seis Sigma: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

ERTÜRK, M.; TUERDI, M.; WUJIABUDULA, A.; The Effects of Six Sigma Approach on Business Performance: A Study of White Goods (home appliances) Sector in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. v. 229, p. 444-452, 2016.

EXLER, R. B., LIMA, C. J. B. Controle Estatístico de Processos (CEP): Uma Ferramenta para Melhoria da Qualidade. **ReAC - Revista de Administração e Contabilidade**. Faculdade Anísio Teixeira (FAT), Feira de Santana-BA, v. 4, n. 3, p. 78-92, setembro/dezembro, 2012.

FERREIRA, J. E. **Fatores associados à qualidade de serviços e ao nível de satisfação dos clientes de telefonia celular de Belo Horizonte**. 2012. 90f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2012.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GAIKWAD, L.; SUNNAPWAR V. An integrated Lean, Green and Six Sigma strategies. A systematic literature review and directions for future research. *The TQM Journal*. v. 32, n. 2 p. 201-225, 2020.

GARVIN, D. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIMENES, R. M. T.; GIRON, E.; OPAZO, M. A. U.; JUNIOR, W. F. R. Aplicação do controle estatístico de processo em uma empresa do setor avícola. **Revista de Administração e Inovação**. São Paulo, v. 10, n.4, p.38-62, out ./dez. 2013.

HADIDI, L. A.; BUBSHAIT, A.; KHREISHI, S. Six Sigma for improving aesthetic defects in aluminum profiles facility. *Facilities*. v. 35, n. 3/4, p. 242-267, 2017.

HAKIMI, S.; ZAHRAEE, S. M.; ROHANI, J. M. Application of Six-Sigma DMAIC methodology in plain yogurt production process. **International Journal of Lean Six Sigma**. v. 9 n. 4, p. 562-578, 2018.

HO, S., XIE, M. The use of ARIMA models for reliability forecasting and analysis. *Computers & Industrial Engineering*. v. 1 n. 35(1-2), p. 213-216, 1998.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control**. Nova York: Kraus International Publications, 1991.

JACOBS, B. W.; SWINK, M.; LINDERMAN, K.; Performance effects of early and late Six Sigma adoptions. *J. Oper. Manag.* n. 36, p. 244-257, 2015.



- JESUS, M. A.; BARBOSA, R. M.; VIEIRA, R. D. Controle estatístico de processo aplicado ao processamento de sementes de amendoim. **South American Sciences**. v. 1, p. 1-13, 2020.
- JOHNSON, R.; WICHERN, D. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1982.
- KAROUT, R.; AWASTHI, A. Improving software quality using Six Sigma DMAIC based approach: a case study. **Business Process Management Journal**, v. 23, n. 4, p. 842-856, 2017.
- KOIVUMÄKI, T.; RISTOLA, A.; KESTI, M. Predicting consumer acceptance in mobile services: empirical evidence from an experimental end user environment. **Int. J. Mobile Communications**, v. 4, n. 4, 2006.
- KUBA, G. H.; GIRALDI J. M. E.; PADUA, S. I. D.; Avaliação da qualidade de serviços de telefonia móvel: o impacto da nova lei dos *callcenters*. **Produção**. v. 23, n. 1, p. 52-65, jan./mar. 2013.
- KOTLER, P. **Administração de Marketing**. 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- LISBOA, M. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: A joia. **IJIE**. v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012.
- LOUREIRO, J. P. B *et al.* Estudo da identificação dos problemas rotineiros e cálculo do nível de eficiência nos processos industriais da Cooperativa Mista de Tomé-Açu. **Revista Brazilian Applied Science Review**, v. 4, p. 2418-2429, 2020.
- LOUZADA, F.; DINIZ, C.; FERREIRA, P.; FERREIRA, E. **Controle Estatístico do Processo. Uma abordagem prática para cursos de Engenharia e Administração**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- MARQUES, P. A. A.; MATTHÉ, R. Six Sigma DMAIC project to improve the performance of an aluminum die casting operation in Portugal. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 34 n. 2, p. 307-330, 2017.
- MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, v. 22 n.1, p. 1-13, 2012.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**. v.17, n.1, p.216-229, 2007.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Alteração do marco regulatório do setor de telecomunicações viabilizará novos investimentos.** 2016. Disponível em: <http://fazenda.gov.br/centrais-de-conteudos/notas-tecnicas/2016/alteracao-do-marco-regulatorio-do-setor-de-telecomunicacoes-viabilizara-novos-investimentos-11-05-2016.pdf/view>. Acesso em 05/05/2020.

MIRANDA, A. C. L.; ALVES, A. F.; GOMES, C. A. S.; MOREIRA, A. M.; SILVA, N. C. F.; MELO, C. A. D. O controle estatístico de processos no monitoramento da fabricação em uma empresa no ramo colchoeiro. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 5, n. 12, p. 29165-29185 dec. 2019.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade.** 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers.** New York: Wiley, 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. **Previsão de séries temporais.** 2 ed. São Paulo: Atual, 1987.

NOORI, B.; LATIFI, M. Development of Six Sigma methodology to improve grinding processes: A change management approach. **International Journal of Lean Six Sigma**. v.9, p. 50-63, 2016.

OLIVEIRA, M.; ABDALA, E. A. **Tecnologias da Internet: casos práticos em empresas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

PALADINI, E. P. **Avaliação Estratégica da Qualidade.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R.; **Estratégia Seis Sigma. Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PEREIRA-FILHO, J. L. Brazilian strategy on mobile spectrum. **Telecommunications Policy**. v. 27, n. 5, p. 333-350, 2003.

PANAGOPOULOS, I.; ATKIN, C.; SIKORA, I. Developing a performance indicators leansigma framework for measuring aviation system's safety performance. **Transportation Research**, v. 22, p. 35-44, 2017.

PHRUKSAPHANRAT, B.; TIPMANEE, N. Six sigma DMAIC for machine efficiency improvement in a carpet factory. **Songklanakarín J. Sci. Technol.** v. 41, n. 4, p.887-898, 2019.

PIANNO, R. F. C. **Controle da variabilidade do processo de envase de biocombustível através da metodologia seis sigma.** 2019. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade de Araraquara - UNIARA, Araraquara, 2019.

SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J. A. The Integration of six sigma and lean management. **International Journal of Lean Six Sigma**. v.1, p. 249-274, 2010.

RELIM, T. E.; OLIVEIRA, E. C.; MARIANO, A. M.; GRUBISIC, V. V. F. Capital econômico para risco de crédito: Gestão de riscos do processo de cálculo por meio da aplicação da norma ABNT ISO 31000 e da matriz G.U.T. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 5, p. 25369-25384 may. 2020.

RÖDER, C.; OLIVEIRA, G. D.; SANTOS, J. D.; SILVA, V. L. Aplicação do controle estatístico do processo em uma indústria de autoadesivos. **Exacta - EP**. São Paulo, v. 16, n. 2, p. 135-154, 2018.

RODRIGUES, F. M. S.; ANGRA, D. R. S.; RABELO, P. C. Aplicação do método DMAIC a melhoria de processo de gerenciamento de fornecedores em uma empresa do setor de óleo e gás. **Revista Perspectivas Online: Exatas & Engenharia**. v. 10, n. 28, p. 1-17, 2020.

RODRIGUES, L. M. **IPTV Conceitos, Padrões e Soluções**. Monografias em Ciência da Computação. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2006.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ROTONDARO, R. G.; RAMOS, A. W.; RIBEIRO, C. O.; MYAKE, D. I; NAKANO, D.; LAURINDO, F. J. B.; HO, L. L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M. A.; BALESTRASSI, P. P. **Seis Sigma. Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2011.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, J. C.; GOECKS, L. S.; SOUZA, D. L.; SILVA, F. L.; SANTOS, A. A. Gestão de perdas no CEP: uma pesquisa-ação utilizando conceitos de *Lean Office*. **Revista Espacios**. vol. 41, n. 3, p. 8-23, 2020.

SANTOS, N.; NEVES, N. **IPTV**. 2010. Disponível em: [http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2009\\_2010/Trabalhos\\_MEEC\\_2010/Artigo\\_MEEC\\_8/IPTV/resources/IPTV\\_CAV.pdf](http://www.img.lx.it.pt/~fp/cav/ano2009_2010/Trabalhos_MEEC_2010/Artigo_MEEC_8/IPTV/resources/IPTV_CAV.pdf). Acesso em 18/05/2020.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHOO, A. S. Six Sigma: definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**. v.26, n.4, p. 536 554, 2008.

SILVA, C. M., FILHO, N. A. M, & KOMATSU, B. K. Uma Abordagem sobre o Setor de Serviços na Economia Brasileira. **Inspere Policy Paper**. v. 11, n. 1, p. 201-225, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos**. Princípios e prática de impacto estratégico. Person Education Limited, 2006.

SMĘTKOWSKA, M.; MRUGALSKA, B. Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. vol. 238 p. 590- 96, 2018.

TAKAO, M. R. V.; WOLDT, J.; SILVA, I. B. Six Sigma methodology advantages for small and medium-sized enterprises: A case study in the plumbing industry in the United States. **Advances in Mechanical Engineering**. v. 9, n. 10, p. 1-10, 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 1 ed. São Paulo: Cortez, 1985.

TICHAUER, R. M.; **Matriz de priorização aplicada à pesquisa mineral na pequena mineração**. São Paulo. 2016. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

TURRIONI, J.B.; MELLO, C.H. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. UNIFEI, 2012.

VIEIRA, E. **Os bastidores da Internet no Brasil**. Barueri, SP: Manole, 2003.

WEI, J. D. L.; YINGWEN L. A study on fiber optic remote temperature measurement system based on the Internet. **Proc. of SPIE**. vol. 4220, p. 326-329, 2000.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean seis sigma**. São Paulo: Atlas, 2012.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J. **Marketing de serviço: a empresa com foco no cliente**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

## ANEXO A - CARTA DE ACEITE DE ARTIGO EM PERIÓDICO



*Independent Journal of  
Management & Production*

Prof. Dr. Paulo Cesar Chagas Rodrigues  
Editor-in-Chief Independent Journal of Management & Production  
e-mail: paulo@ijmp.jor.br

Jacarei/SP Brazil, October 24, 2020

### **Manuscript Acceptance Letter**

---

Dear Author(s),

I declare for due purposes that the article entitled **QUALITY OF SERVICES: AN APPLICATION WITH CUSTOMER COMPLAINT DATA FROM A TELECOMMUNICATION COMPANY**, and submission Id. 1352, authored by **Jorge Alberto Achcar, Daniel Marcos Godoy**, was **ACCEPTED FOR PUBLICATION**, approved in: 7/14/2020 and will be published in edition v. 12, n. 4, May-June 2021, with DOI registration: **10.14807/ijmp.v12i4.1352** from the *Independent Journal of Management & Production* (e-ISSN: 2236-280x).

The authors will also receive the galley proof of the final revision after all of the quality control checks and prior to publishing the article.

Best Regards,

Thank you for choosing to publish in our journal.

  
Paulo Cesar Chagas Rodrigues