

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RONALDO OCTAVIANO DINIZ JUNQUEIRA FILHO

APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC EM UMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

LONDRINA

2021

RONALDO OCTAVIANO DINIZ JUNQUEIRA FILHO

APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC EM UMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Dr. José Angelo Ferreira

LONDRINA

2021

RONALDO OCTAVIANO DINIZ JUNQUEIRA FILHO

APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC EM UMA EMPRESA DO SETOR LOGÍSTICO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 16/agosto/2021

José Ângelo Ferreira
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Silvana Rodrigues Quintilhano
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rogério Tondato
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LONDRINA

2021

AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento vai a Deus, pois se não fosse ele intercedendo no meu caminho todos os dias, me dando força, saúde, discernimento, sabedoria, inteligência, e atitudes para chegar aqui, não estaria realizando este trabalho. Desde o princípio foi ele quem estudou nesta Universidade e chegou vivo e com saúde até aqui.

Em segundo, agradeço a minha mãe Ângela Natalina Guimarães Vieira Coelho que está comigo em todas as horas da minha vida, não me abandonando em nenhum momento de minha vida. Apesar de algumas fases financeiras, foi ela que me sustentou até algum tempo atrás, acabando se endividando muitas vezes para me dar as melhores oportunidades e momentos na minha vida. Então diante disso, fica honrada com o seu filho realizar o seu sonho de se formar nesta belíssima instituição.

Também, queria agradecer as pessoas que tiveram um papel importante na minha vida, e onde estiverem estão olhando por mim, a minha avó Alaíde Gonçalves Guimarães e minha bisavó Olga Pereira Pavan. Sem o carinho, e o aprendizado da minha avó, eu não seria a pessoa que sou hoje, desde o momento em que utilizei uma parte da minha vida para cuidar da senhora com derrame, ainda não é nada comparado com tudo que a senhora fez por mim. E é por isto que neste trabalho, proponho eternizá-la. Os agradecimentos para a minha bisavó por cuidar de mim, na parte financeira e na parte emocional, permitindo que eu pudesse desfrutar de um cursinho, que me fez chegar até aqui, a minha almejada formatura.

Meus agradecimentos também aos meus tios Luiz Tadeu Guimarães Vieira Coelho e Marcelo Guimarães Vieira Coelho, que além de confiarem em mim para o desenvolvimento deste trabalho, também estão sempre me socorrendo e me ajudando da melhor forma possível. É graças a vocês que me tornei o homem que eu sou, com garra, força, atitude e responsabilidade. Sempre me considerei filho de vocês, pois vocês foram o pai que nunca tive.

Quero agradecer a Celia Regina Pinho Piai, que durante esta caminhada na vida universitária, entrou na minha vida para me ajudar, tornando-se a minha segunda mãe, proporcionando outros aprendizados de vida que eu nunca tive. Além de me apoiar em todas as dificuldades que enfrentei na minha caminhada até aqui. Eu sempre serei grato a você por tudo que fez para mim, pelos carinhos que me deu, pelos puxões de orelhas nas horas certas, pelas preocupações que você passou

comigo, sempre te amarei como uma mãe, além de agradecer a Deus todos os dias por ter posto você em meu caminho.

Os meus agradecimentos também ao meu avô Sergio Octaviano Diniz Junqueira, que esteve sempre à disposição para me escutar, me fazer rir, me alegrar, e sempre que foi possível estar do meu lado, e ter confiança de que tudo na vida é importante, dependendo do ponto de vista. Graças ao senhor, eu aprendi muito sobre respeito e sobre a vida. Onde o senhor estiver, levo comigo as palavras e os ensinamentos em meu coração. Jamais esquecerei o dia que você ficou contente por eu ter iniciado a minha vida acadêmica, me falando que tinha orgulho de mim por nunca desistir.

Agradeço a uma das pessoas mais importantes que é a minha namorada Larissa Maria da Silva, que durante este um ano esteve sempre comigo me dando forças, amor, carinho e toda atenção que eu precisava para estar sempre feliz, diante de todas as situações possíveis. Prometo te amar eternamente se possível. E aproveitar para agradecer por ter dado pessoas importantes como seu pai Jose Rozevaldo e sua mãe Laura Mariana, que vem me tratando como um filho, dando amor, carinho e atenção, ajudando também nas horas que mais precisamos, principalmente, pegando no meu pé para terminar este trabalho.

Agradeço a Gisela Pereira Marconato que vem me ajudando a realizar esta caminhada até este momento. Dando forças através de suas palavras, e conselhos, e realizando tudo que é possível para chegar até aqui. Só eu sei a diferença que você faz em minha vida, e por isto especialmente a você.

Queria aproveitar este trabalho, e homenagear a minha cachorra, que veio a falecer durante a construção deste trabalho. Sempre lembrarei de você Babuska, dos seus latidos, do seu carinho, da felicidade que você tinha em seus olhos quando você me via, e eu sempre terei muitas lembranças felizes a onde estiver.

Queria deixar também um agradecimento às pessoas como minha tia Sarita Michelli Casemiro também por estar se importando comigo em muitos momentos da minha vida. Fico eternamente agradecido, e deixo neste trabalho minha homenagem a você.

Queria deixar minhas homenagens a Roseli Silva, que se não fosse ela que estivesse puxando minhas orelhas no cursinho, eu não estaria aqui hoje apresentando este trabalho.

Meus agradecimentos eternos ao meu caro amigo Vitor Henrique Belther Silva e sua mãe Josilda Belther. Se não fossem estas pessoas, eu não estaria aqui, neste momento, me formando no curso de Engenharia de Produção, foi vocês que vieram comigo fazer a matrícula na universidade, obrigado de coração, sempre serei grato por esta atitude.

Agradeço ao meu professor doutor José Ângelo Ferreira que durante o curso de Engenharia de Produção, faz o melhor possível para seus alunos. Lembro-me que quando estava viajando em seu pós Doutorado no Canadá, não deixou de ensinar-me a matéria de Gestão de Custos, onde estava com muita dificuldade. Os meus agradecimentos a você, que também me acolheu neste trabalho que tive tanta dedicação em escrever.

Agradeço também ao meu professor doutor Marcos Goroski Rambalducci que durante o ano de 2018 até 2020 foi como um pai para mim dentro da Universidade. Sempre tendo paciência para conversar e explicar todas as situações e dúvidas possíveis. Agradeço imensamente por ter dado a oportunidade de estar trabalhando em seus projetos de pesquisa, onde pude tirar o maior proveito possível da situação.

Os meus agradecimentos também a Karina Elisa Farina, que foi minha supervisora de estágio, e foi como uma mãe para mim nesta caminhada da vida. Foi com ela que pude contar o ombro amigo e com os choros nas piores e tristes horas da vida. Por isso, deixo para ela aqui o meu eterno reconhecimento. Que Deus esteja sempre com você.

Os meus agradecimentos a Lucas Vital Costa e Silva que foi como um amigo também, me dando oportunidade para ficar na cidade de Londrina-PR e desfrutar de toda a universidade. Obrigado a você ter me ensinado algumas coisas na vida que jamais esquecerei.

Os meus agradecimentos a Antônio Aparecido Vital Junior que me ajudou nas horas mais inusitadas da minha vida diante da cidade de Londrina-PR. Foi graças a você, que me convenceu a vir estudar na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que hoje estou aqui, finalizando este curso.

E por último meus agradecimentos a todos os professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, graças a vocês que me tornei um excelente engenheiro, desfrutando cargos na minha área. Todos os ensinamentos dos mestres como Edilson, Silvana, Rogério, Rafael, Tiago, Erickson, Genaro, Henrique, Anazira, Previero, Bruno, Ribas, Pedro, Rosana, Regina,

Marco Antônio, Dalton, Chicão, Paulo, entre outros, estão sempre comigo. O ensinamento de vocês vou carregar em toda minha jornada, me esforçando cada dia mais para ser um excelente engenheiro, sendo eternamente discípulos de vocês.

RESUMO

Visto o avanço da globalização na atualidade, empresas do setor industrial e de serviços estão cada vez à procura de ferramentas que disponham buscar melhorias contínuas para mantê-las competitivas no mercado. Focadas nesta melhoria, empresas do ramo logístico no Brasil vem procurando melhorar os seus processos para que possam reduzir custos e aumentar o faturamento. Dentre as ferramentas para melhoria, destaca-se a ferramenta Lean Seis Sigmas, que trabalha com as filosofias do Lean Manufacturing, junto com a parte estatística do Seis Sigma. Através desta ferramenta, analisa-se o processo e desenvolve utilizando a metodologia DMAIC de projetos soluções para os problemas apresentados. Com esta metodologia possibilitou o desenvolvimento e melhoria nos processos da empresa diante de ferramentas como Diagrama de Causa-Efeito, Gráfico de Pareto, Análise de Regressão, entre outras. Estas ferramentas utilizadas convergiram a ineficiência do processo em faturamento para a empresa. Com isto, a empresa voltou a melhorar seu desempenho diante dos clientes que atendiam, trazendo excelência e competitividade empresarial.

Palavras-chave: Lean Manufacturing. Six Sigma. DMAIC. Logística. Cadeia de suprimentos. Estatística. Melhoria Contínua.

ABSTRACT

Given the advance of globalization today, companies in the industrial and service sectors are increasingly looking for tools that provide continuous improvement to keep them competitive in the market. Focused on this improvement, companies in the logistics industry in Brazil have been seeking to improve their processes so that they can reduce costs and increase revenues. Faced with the search for tools for improvement, we highlight the Lean Six Sigma tool, which works with the theoretical of Lean Manufacturing, along with the statistical part of Six Sigma. Through this tool, the process is analyzed and developed using the DMAIC methodology of projects, solutions to the problems presented. This methodology enabled the development and improvement of the company's processes using tools such as Cause-Effect Diagram, Pareto Chart, Regression Analysis, among others. These tools used converged the inefficiency of the billing process for the company. With this, the company once again improved its performance in relation to the customers it served, bringing excellence and business competitiveness.

Keywords: Lean Manufacturing. Six Sigma. DMAIC. Logistic. Supply Chain. Statistics. Continuous Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem referente a cadeia de suprimentos imediata.	6
Figura 2 - Imagem referente ao círculo crítico dos clientes.	7
Figura 3 - Os pilares do <i>Lean Manufacturing</i>	14
Figura 4 - Reduzindo estoques para expor problemas de processo.	15
Figura 5 - CTQ's influenciando a definição dos projetos Seis Sigma.	23
Figura 6 - Gráfico de distribuição normal centralizada na média.....	24
Figura 7 - Tabela de Defeitos por milhão de oportunidades versus nível sigma do processo.....	25
Figura 8 - Gráfico de séries temporais do faturamento entre os períodos de jan/18 e dez/19.	36
Figura 9 - Project Charter apresentado para diretoria.	41
Figura 10 - Imagem referente aos veículos da empresa.	42
Figura 11 - Imagem referente aos veículos da empresa.	43
Figura 12 - Imagem referente ao processo desenvolvido pela empresa no estudo de caso.....	44
Figura 13 - Imagem representa a ferramenta SIPOC para os processos da empresa.	45
Figura 14 - Imagem referente ao Gráfico de Normalização dos dados de faturamentos coletados.	47
Figura 15 - Imagem referente ao Gráfico de Séries temporais do faturamento realizado entre abril de 2020 e julho de 2020.....	48
Figura 16 - Figura representa o relatório de capacidade do processo.	49
Figura 17 - A imagem representa a análise estatística descritiva da análise de dados de viagens vazias.....	50
Figura 18 - Imagem referente ao gráfico de séries temporais entre total de viagens e total de viagens vazias.	51
Figura 19 - Imagem referente ao gráfico de dispersão entre faturamento e viagens vazias.	52
Figura 20 - Imagem referente a análise estatística descritiva dos dados de viagens de ida.	53
Figura 21 - Imagem referente a análise estatística descritiva dos dados de viagens de volta.....	53
Figura 22 - Imagem referente ao <i>Project Charter</i> atualizado com novas metas.....	55
Figura 23 - Imagem referente ao Gráfico de Pareto realizado com a análise dos dados apresentados na justificativa de viagens vazias.	56

Figura 24 - Imagem apresenta o diagrama de Ishikawa baseado nas justificativas encontradas.....	57
Figura 25 - Imagem representa o Plano de Ação (5W2H) desenvolvido após o Brainstorm.	60
Figura 26 - Imagem mostra registros de manutenções realizadas em uma das carretas após o levantamento 5W2H.	61
Figura 27 - Imagem mostra registros das manutenções realizadas em um dos semirreboques após o levantamento 5W2H.....	62
Figura 28 - Imagem mostra registros das manutenções realizadas no sistema de ar de um dos semirreboques após o levantamento 5W2H.	62
Figura 30 - Imagem referente a cartas de controle com base nos dados coletados após a melhoria.	65
Figura 31 - Imagem representa a análise de tendência realizada para os dados de faturamentos antes e após a melhoria.	66
Figura 32 - Imagem representa a análise do gráfico de probabilidade do faturamento após a melhoria implantada.	67
Figura 33 - Imagem representa o relatório de capacidade do processo após melhoria.....	68
Figura 34 - Imagem referente ao registro do projeto junto com as melhorias aplicadas.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de matriz de transportes.....	4
Tabela 2 - Estudiosos da qualidade e suas definições.....	9
Tabela 3 - Eras da qualidade e suas características.....	11
Tabela 4 - Tabela referente aos 8 desperdícios do Lean Manufacturing.	17
Tabela 5 - Empresas e seus ganhos financeiros após a aplicação da ferramenta Seis Sigma.	19
Tabela 6 - Os pilares do seis sigma.	20
Tabela 7 - Os benefícios do programa seis sigma baseado em Antony (2006) e Marshall Junior (2006).....	22
Tabela 8 - Conceito de CTQint e CTQext conforme a autora Santos (2006).	23
Tabela 9 – Pontos chaves apresentados para fundamentar a etapa de Medição.	28
Tabela 10 - Atividades realizadas conforme o levantamento da metodologia DMAIC.	35
Tabela 11 - Dados de faturamento da Empresa X entre os períodos de jan/18 e dez/19.	37
Tabela 12 - Média de faturamento nos anos 2018 e 2019.	37
Tabela 13 - Levantamento das principais observações anotadas nas entrevistas.	39
Tabela 14 - Tabela referente às características críticas de qualidade e seus tipos através do levantamento das observações.	40
Tabela 15 - Tabela referente ao faturamento bruto versus semana.....	47
Tabela 16 - Classificação dos dados tabulados.	52
Tabela 17 - Tabela apresenta levantamento apresentado no evento de <i>Brainstorm</i> na empresa com as justificativas para melhoria.....	58
Tabela 18 - Dados referente às anotações a atividades realizadas baseada nos planos de ação.	63
Tabela 19 – Tabela referente a aplicação da ferramenta OCAP, em forma de registro de atuação.....	69
Tabela 20 - Levantamento das principais observações anotadas nas entrevistas após a melhoria.....	71

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

5W2H	What (O que), Why (Por que), Where (Onde), When (Quando), Who (Quem), How (Como), How much (Quanto)
CEO	Chief Executive Officer – Diretor Executivo
CTQ	Critical to quality – Crítica para a qualidade
DMAIC	Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analisar), Improve (Melhorar), Control (Controlar)
DPMO	Defeitos por milhão de oportunidades
DPO	Defeitos por oportunidade
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis – Análise de Modo e Efeito de Falha
LIC	Limite inferior de controle
LIE	Limite inferior de especificação
LM	Linha média
LSC	Limite superior de controle
LSE	Limite superior de especificação
LSS	Lean Six Sigma
SIPOC	Supplier (Fornecedor), Inputs (Entradas), Process (Processo), Output (Saídas), Customers (Clientes)
VOC	Voice Of Customer – Voz do Cliente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.2 Objetivo Geral	2
1.2.3 Objetivo Específico.....	3
1.3 JUSTIFICATIVA.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 A IMPORTÂNCIA EMPRESARIAL DO SETOR LOGÍSTICO	5
2.2 O CONCEITO DE QUALIDADE E SUA EVOLUÇÃO	8
2.3 LEAN MANUFACTURING	12
2.3.1 O surgimento e os conceitos do <i>Lean Manufacturing</i>	12
2.3.2 O Conceito de <i>Lean Manufacturing</i>	13
2.4 O CONCEITO SEIS SIGMA (SS).....	18
2.4.1 Definição do Seis Sigma.....	20
2.5 METODOLOGIA DMAIC	25
2.5.1 Etapa 1: Definir (<i>define</i>).....	26
2.5.2 Etapa 2: Medir (<i>measure</i>)	27
2.5.3 Etapa 3: Analisar (<i>analyze</i>).....	29
2.5.4 Etapa 4: Melhorar (<i>Improve</i>).....	29
2.5.5 Etapa 5: Controlar (<i>Control</i>).....	30
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 TIPIFICAÇÃO DA PESQUISA	32
3.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 PROGRAMAÇÃO DO PRÉ-PROJETO	34
4.2 ETAPA: DEFINIR.....	36
4.3 ETAPA: MEDIR	45
4.4 ETAPA: ANALISAR	50
4.6 ETAPA: CONTROLAR.....	68
5 CONCLUSÃO.....	72
5.1 POSSÍVEIS TRABALHOS FUTUROS.....	73
REFERÊNCIAS	75

Anexo 1 – FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS PARA A ETAPA MEDIR DO MÉTODO DMAIC.....	83
--	----

1. INTRODUÇÃO

A globalização vem causando uma grande mudança nos mercados, mostrando que o mundo dos negócios está em constante mudanças e adaptações nas práticas de gestão, levando a ocorrência da competitividade entre estas organizações. Estas novas práticas têm por objetivo realizar a melhoria nos processos de uma organização, levando a uma excelência operacional nos serviços e produtos prestados ao consumidor final, atendendo os requisitos de qualidade que ambos procuram. Porém, é notório mostrar que a qualidade deve estar dentro das práticas de gestão de uma organização.

Para o desenvolvimento das práticas de gestão e o alcance da qualidade, o mundo empresarial vem utilizando de tecnologias e ferramentas para este desenvolvimento. E este procedimento garante o aumento da competitividade entre as empresas, pois nestes processos são utilizados conhecimentos técnicos e práticos (*know-how*) aos meios de produção e serviço, que traduzem todas as características de qualidade necessárias para o desenvolvimento da melhoria intraorganizacional.

Nestes procedimentos de utilização de conhecimentos técnicos e práticos, estão associadas ferramentas de melhoria contínua, que tem sido utilizada por várias organizações. Shingo (1998) mostra o caso da Toyota que desde 1950 vem aplicando *Lean Manufacturing* para solucionar os principais desperdícios ocorridos nos processos. Já Werkema (2006) mostra que até a Motorola em 1987 mostrava sua própria ferramenta de melhoria continua baseada no Lean Seis Sigma, que trata da aplicação de ferramentas estatísticas para melhoria continua dos processos, através da análise de dados. E na atualidade, essas ferramentas vem fazendo uma grande diferença nas organizações, trazendo resultado, integração entre todos os nichos da organização e tornando claro a eficiência do processo, além de atender os principais requisitos pelo qual foi criada.

O Lean Seis Sigma é uma das ferramentas que vem fazendo sucesso no mundo dos negócios. Desenvolvida através da junção da filosofia *Lean Manufacturing*, que trata do desenvolvimento de ações para resolução de problemas através da redução dos desperdícios contidos nos processos setoriais, inseridos dentro de uma organização e da ferramenta Seis Sigmas, que é a utilização das análises de dados estatísticos que dão uma melhor visibilidade, encontrando possíveis variáveis que

interferem no processo, assim podendo atacá-las de forma mais precisa e assertiva, o seis sigma se tornou a ferramenta mais procurada para mensurar problemas.

Como o setor de logística no Brasil possui uma vasta competitividade, podendo ser observado através Deimling *et. al.* (2016) apresenta um elevado custo do setor de logística aqui no Brasil, sendo de 11,5% do PIB brasileiro em 2012. Além de ser, segundo O autor, responsável por 61,1% do transporte de cargas no país. Os autores Carvalho *et. al.* (2006) apresentam em sua pesquisa, que o Brasil vinha desenvolvendo provedores de serviços logísticos para o ganho de competitividade e eficiência. Porém, se estes provedores de serviços logísticos não possuírem características, com quais precisam, para trabalhar com qualidade com cliente, as empresas tendem a escolher outros provedores, fazendo com que percam competitividade no mercado.

Diante disto, o presente trabalho apresenta uma pesquisa-ação, onde foram desenvolvidas melhorias nos processos da organização, através da ferramenta Lean Seis Sigma. Esta ferramenta possibilitou encontrar melhorias que estavam diante das características críticas de qualidade (CTQ) expostas pelo cliente, podendo retornar os valores de faturamentos em períodos anteriores. .

1.1 PROBLEMA

De que maneira a aplicação da ferramenta Lean Seis Sigma junto com a metodologia DMAIC, pode solucionar os problemas vigente a queda de faturamento apresentados pela empresa do setor de logística de pequeno porte situada na região de Araraquara no estado de São Paulo?

1.2. OBJETIVOS

Esta etapa apresenta os objetivos gerais, objetivos específicos e a justificativa contidos e desenvolvidos neste trabalho.

1.2.2 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo geral propor e implementar as melhorias encontradas em um projeto Lean Seis Sigmas aplicados em uma empresa do ramo

de transporte, utilizando a ferramenta DMAIC, através da análise das necessidades e a oportunidade, buscando soluções diante da queda de faturamento.

1.2.3 Objetivo Específico

O presente trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o mapeamento do processo de carregamento e descarregamento;
- Realizar a coleta de dados nos processos;
- Analisar os dados coletados;
- Identificar as possíveis oportunidades e suas variações;
- Propor e aplicar as melhorias encontradas para o processo;
- Verificar se as melhorias foram eficazes;

1.3 JUSTIFICATIVA

Martins *et. al.* (2012) mostra que a condução da sobrevivência, o crescimento e o desempenho de uma organização estão ligados à capacidade de interagir com o ambiente que está inserida. Domingues (2013) apresenta que a interação destes processos com o ambiente de trabalho, buscando uma melhor eficiência e eficácia nos processos impactam diretamente na competitividade da empresa, pois buscam realizar operações da melhor maneira possível, evitando qualquer desperdício e atendendo o cliente da melhor maneira possível.

A logística é um processo em que existem vários outros processos englobados que proporcionam, segundo Mijajlevski (2013), grandes vantagens competitivas para todas as empresas no mercado. E às vezes, existem clientes que necessitam da entrega de mercadorias urgentemente, para dar continuidade no processo. E caso não ocorra o abastecimento de forma correta, podem gerar vários transtornos para o cliente.

Logo, pensando no atendimento do cliente aqui no Brasil, Deimling *et al.* (2016) apresenta uma pesquisa em que evidencia as rodovias no Brasil como uma grande propulsora de transporte de cargas. A Tabela 1, mostra conforme a sua pesquisa, que as rodovias do Brasil, são responsáveis por 61,1% das participações, transportando uma quantidade de 485.625 toneladas por quilômetro útil (TKU).

Tabela 1 - Tabela de matriz de transportes.

Matriz de Transporte de Cargas		
Modal	Participação	Milhões TKU
Rodoviário	61,10%	485.625
Ferrovário	20,70%	164.809
Aquaviário	13,60%	108.000
Dutoviário	4,20%	33.300
Aéreo	0,40%	3.169
Total	100,00%	794.903

Fonte: Deiminling *et al.* (2016).

Fernandes e Marins (2012), apresentam que as empresas estão buscando se tornarem cada vez mais competitivas no cenário mundial, e com isto, elas devem realizar a implementação de soluções eficientes, que proporcionam a redução dos tempos e ciclos, aumentar a qualidade, e conquistar os clientes, E vendo estas mudanças, nota-se que os mercados mundiais estão cada vez mais exigentes.

Com isto, realizar projetos de melhoria em empresas que estão no ramo de logística com a aplicação da ferramenta do Lean Seis Sigma (LSS), trará mais ganhos e um melhor atendimento aos clientes, reduzindo a variabilidade que está invisível dentro da área logística.

Esta pesquisa é justificada como uma pesquisa acadêmica, pois trata-se de da análise de problemas encontrados em processos dentro da empresa, e traz a aplicabilidade de ferramentas que são apresentadas dentro do curso de Engenharia de Produção. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo o instrumento de formação de conhecimento e desenvolvimento acadêmico do aluno, visto que, pesquisas deste nível podem contribuir para a aplicabilidade de ferramentas de melhoria continua não só no setor industrial, mas também no setor de serviços, situada a área de logística.

Portanto, a justificativa deste trabalho explora a aplicação da ferramenta do Lean Seis Sigma em uma empresa do ramo de transportes, do interior do Estado de São Paulo, que busca identificar as oportunidades na empresa para a utilização da ferramenta DMAIC.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo é composto por uma revisão bibliográfica das ferramentas como, o gráfico de Pareto, diagrama de causa-efeito, análise de séries temporais, *Out of Control Action Plan* (OCAP), planilhas de verificação e DMAIC, que serão desenvolvidas e utilizadas neste trabalho. Todas estas ferramentas são englobadas pela metodologia LSS e gerenciamento da qualidade, que tem por finalidade, a solução de problema e melhoria, presente na estrutura deste estudo.

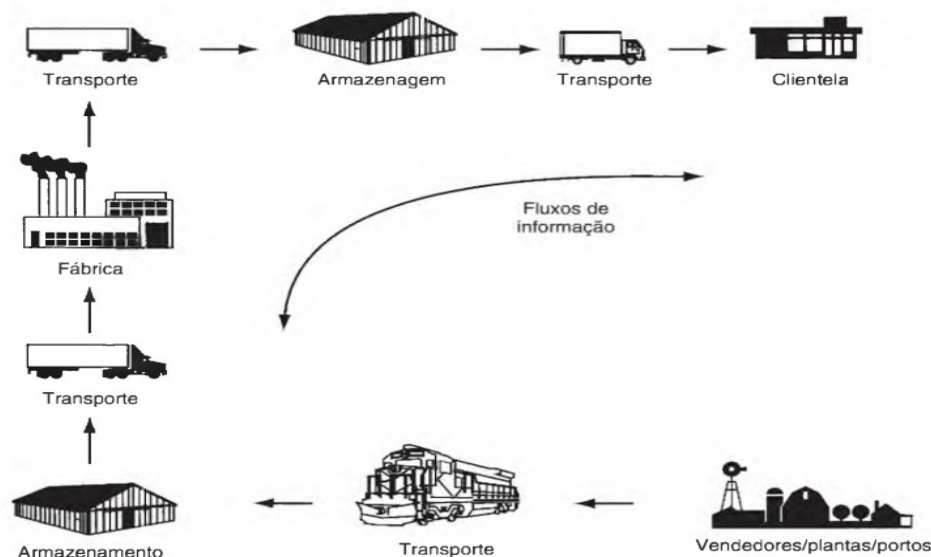
2.1 A IMPORTÂNCIA EMPRESARIAL DO SETOR LOGÍSTICO

Santos e Araújo (2018), definem que a logística é o setor responsável por atender as necessidades das pontas da cadeia produtiva, sendo elas os clientes e os fornecedores. São estes mesmo que através de movimentações, realizam toda a etapa de agregação de valor em um produto. Os autores também mostram que essa agregação se dá conta devido a disponibilidade do produto, na hora certa, para o consumidor.

Ballou (2007) mostra através da definição do CLM, que caracteriza a logística como um processo, incluindo em todas as atividades necessárias para a disponibilização de bens e serviços ao cliente. Entretanto, esta definição implica que a logística seja parte do processo da cadeia de suprimentos e não do processo como um todo. Segundo o autor, o gerenciamento da cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management*) é um termo que expressa a essência da logística integrada e que destaca as interações que ocorrem entre as funções de marketing, logística e produção.

A Figura 1 mostra como a malha de transportes está conectada entre fornecedores e clientes.

Figura 1 - Imagem referente a cadeia de suprimentos imediata.



Fonte: Ballou (2007).

Ballou (2007) também nos mostra a questão notória de suma importância da logística, citando:

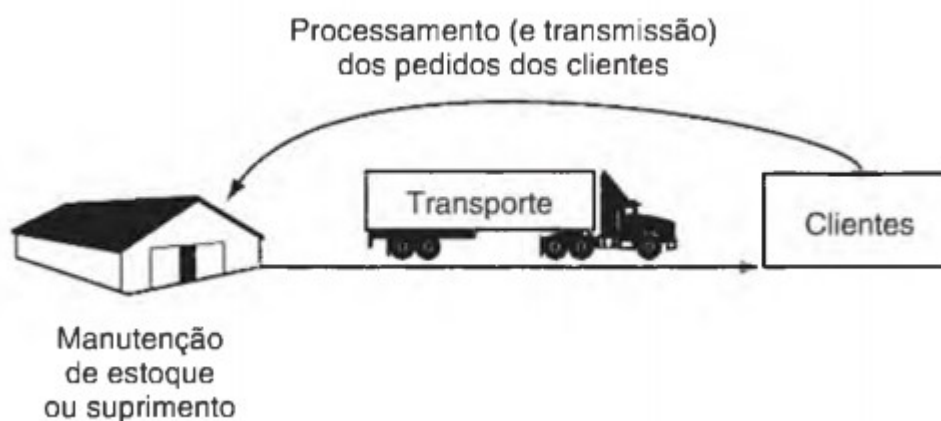
A logística trata da criação de valor - valor para os clientes e fornecedores da empresa, e valor para todos aqueles que têm nela interesses diretos. O valor da logística é manifestado primariamente em termos de tempo e lugar. Produtos e serviços não têm valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretendem consumi-los. Por exemplo, os bares que servem bebidas e lanches nos estádios de esportes não terão valor algum para os consumidores, a menos que sejam de fácil acesso por esse público, nos eventos esportivos e artísticos, e contem com estoques correspondentes à demanda característica dessas ocasiões. A boa administração logística interpreta cada atividade na cadeia de suprimentos como contribuinte do processo de agregação de valor. Quando pouco valor pode ser agregado, torna-se questionável a própria existência dessa atividade. Contudo, agrega-se valor quando os consumidores estão dispostos a pagar, por um produto ou serviço, mais que o custo de colocá-lo ao alcance deles. Para incontáveis empresas no mundo inteiro, a logística vem se transformando num processo cada vez mais importante de agregação de valor, por incontáveis razões. (Ballou, 2007, p. 33)

Analisando toda a estrutura da logística implícita acima e as empresas que estão no ramo, Bowersox *et. al.* (2014) indica que para realizar o impulsionamento no posicionamento estratégico e melhorar a eficiência de operação da organização, deve-se realizar uma colaboração entre as organizações através da gestão da cadeia de suprimentos. Esta colaboração envolve o relacionamento através da opção estratégica, pois se trata de um arranjo organizacional, onde essas corporações baseiam-se no mutualismo, através da interdependência, colaboração e cooperação. Quando há estes pontos, o autor relata que as cadeias necessitam de controle do

processo e seu próprio gerenciamento, pois são eles que estão nos pontos chaves das áreas funcionais da organização (fronteiras organizacionais), conectando fornecedores, parceiros de negócio e clientes.

O autor sentencia que na visão estratégica do negócio, o papel fundamental da logística é transportar o estoque regionalmente até o cliente, dentro da composição da cadeia de suprimentos. A Figura 2 mostra o papel fundamental da logística dentro da cadeia de suprimentos.

Figura 2 - Imagem referente ao círculo crítico dos clientes.



Fonte: Ballou (2007).

Considerando esta uma atividade que agrega valor desde o gerenciamento de pedidos realizados pelo cliente, como também o controle de estoque, transporte de mercadorias e o modo de manusear a manufatura. Cabe a logística conseguir realizar, de forma sincronizada, o gerenciamento da cadeia de suprimentos entre todas as empresas e os seus respectivos clientes, alcançando um nível de processo contínuo e sincronizado com a cadeia de suprimentos.

Esta sincronização apresentada por Pires (1998) utiliza a cadeia de suprimentos como forma estratégica e integrada, através da holística da administração de materiais tradicionais dentro da cadeia produtiva. Segundo o autor, as empresas são responsáveis pela construção de uma estratégia. É esta mesma que abrange toda a competitividade dentro do elo do gerenciamento da cadeia de suprimentos, participando diretamente do negócio.

Na participação da empresa nos elos dos negócios, Bowersox *et. al.* (2014) apresenta que é possível observar a existência das atividades relacionadas ao fluxo do produto, a troca de informações, a transformação de mercadores e o transporte de

produtos, até o consumidor final. As atividades citadas acima são atividades primordiais dentro da cadeia de suprimentos. Observa-se na figura 1, que o fluxo de atividades flui de forma contínua para os dois lados da cadeia. Este mesmo fluxo constrói toda a integração da atividade logística através de um gerenciamento, desenvolvendo a vantagem competitiva perante outras empresas.

Para desenvolver esta vantagem competitiva, Neves (2021) relatam que as empresas no ramo industrial e também no de serviços vem aplicando ferramentas da qualidade, para alcançar o sucesso através do aumento do número de clientes que elas possam atender. A próxima seção será conduzida os conceitos de qualidade e sua evolução até os dias de hoje.

2.2 O CONCEITO DE QUALIDADE E SUA EVOLUÇÃO

Oliveira e Campello (2018) traz o conceito de qualidade sob duas óticas. A ótica do cliente, a qualidade é o valor em que o cliente vê em utilizar aquele item ou serviço de forma que atenda suas necessidades, e não ocorram problemas. Já, quando os autores apresentam a ótica da empresa, eles mostram que a qualidade é uma forma em que elas atuam para competir.

Oakland (1994) apresenta que há presença da competição por qualquer fator, sendo eles recursos, clientes, ou negócio, as empresas vêm utilizando a qualidade como forma de vencer os concorrentes. Esta vitória acontece, na maioria das vezes, porque ela melhora o seu desempenho sobre as demais, nos termos de confiabilidade e preço. E, quando isto ocorre, aumenta a gama de clientes, obtendo uma vantagem enorme nos negócios empresariais.

No entanto, existem várias definições para o conceito de qualidade, e dependendo de épocas, houve uma variação deste conceito. Longo *et. al.* (1996) apresenta vários estudiosos na área de qualidade, em épocas diferentes, que tiveram diferentes conceitos de qualidade. Apresenta-se na Tabela 2, os conceitos de qualidade e seus especialistas.

Tabela 2 - Estudiosos da qualidade e suas definições.

Conceito de qualidade	Ano	Autor
Seleme (2008) diz que a qualidade e a variabilidade são conceitos contraditórios, através do fato de que quanto maior for a sua produção menor será a qualidade. Por esta contradição, conseguimos aplicar ferramentas estatísticas para monitorar a variabilidade.	1924	Walter Andrew Shewhart
Oliveira (2016) apresenta que a qualidade está baseada na realização da satisfação do cliente. Deve-se desenvolver meios para redução da incerteza e da variabilidade do processo.	1986	William Edwards Deming
Fonseca (1998) relata que a qualidade está situada com a expectativa do cliente, desenvolvidas com as características dos produtos ou serviços ofertados	1986	Joseph Moses Juran
Fonseca (1998) também mostra que a qualidade é a relação entre as conformidades dos produtos com as especificações estabelecidas pelo cliente. Justificando-se a ausência de defeitos.	1979	Philip Bayard Crosby
Segundo Fonseca (1998) a qualidade está diretamente relacionada quanto a satisfação do cliente. Sendo assim, todos os membros internos e externos da organização são responsáveis por esta satisfação do consumidor final.	1985	Kaoru Ishikawa
Segundo Fonseca (1998) a qualidade está no desenvolvimento de produtos específicos, que envolvem desde o início do projeto a redução das variações em seus componentes.	1986	Genichi Taguchihi Taguchi
Ferreira <i>et. al.</i> (2016) dizem que a qualidade está envolvida com aquilo que o cliente necessita, tanto como a responsabilidade dentro de uma organização de diversos departamentos.	1983	Armand Feigenbaum

Fonte: O autor (2021).

Visto as definições acima, Oliveira (2004) mostra que o conceito de qualidade está envolvido na questão da satisfação do cliente, conduzido através da capacidade do produto ou serviço atender em realmente atender às suas necessidades. Apresentado os diferentes conceitos de qualidade, Ishida *et. al.* (2019) também se nota que houve uma mudança na abordagem de como era tratada a qualidade na

época. Com esta mudança, os autores mostram a divisão da qualidade em quatro eras diferentes: a era da inspeção, a era do controle estatístico, a garantia da qualidade e a estratégia de gestão. A Tabela 3 mostra as principais características de cada era da qualidade.

Tabela 3 - Eras da qualidade e suas características.

Eras da qualidade	Principais características
Inspeção	Ishida <i>et. al.</i> (2019) relata que esta era estava estruturada na utilização da inspeção do produto no final da linha de montagem, com o objetivo de eliminar aquele produto que apresentasse falhas, e evitá-lo a sua distribuição até o cliente final. Porém, conforme a quantidade de produtos aumentassem, se tornaria inviável manter este tipo de inspeção, porque, este tipo de verificação torna os custos produtivos altos, tanto na questão de retrabalho, quanto no custo de manter inspetores.
Controle Estatístico	Ishida <i>et. al.</i> (2019) caracteriza esta era pelo uso das ferramentas estatísticas para analisar e eliminar as variabilidades no processo presente. Com isto, diminui-se a chance de defeitos de um produto. foram desenvolvidos gráficos de controle com limites de variação para os processos, que permitiam o monitoramento do processo, inviabilizando a chance de o defeito acontecer.
Garantia da Qualidade	Lobo (2019) conduz uma visão que esta era se iniciou através da visão nas entradas de processo, relatando que as tais, possuíam variabilidade e defeitos, sendo impossível medir o impacto na qualidade da manufatura. Com isto, instaurou-se um modelo não só para gerenciar a qualidade na saída do processo, mas também a entrada do processo, com o objetivo de garantir a qualidade do produto, identificando os riscos e os possíveis problemas potenciais que poderiam causar no processo. Com isto, atuou-se através do Plano de Ação, para evitar que elas acontecessem, e também se criou a qualidade desde o desenvolvimento do produto, até o atendimento do requisito dos clientes.
Gestão Estratégica	Machado (2019) apresenta que a gestão estratégica na qualidade ficou conhecida como a Gestão da Qualidade Total (TQM). As mudanças nesta era estão baseadas na difusão do conceito de alta qualidade em toda a organização. Passa-se, neste caso, ser de suma responsabilidade os aspectos de qualidade em suas operações, para todos os membros da organização, deixando-a de ser apenas a qualidade no produto final.

Fonte: O autor (2021).

Para implementação da qualidade nos processos de produtos e serviços, Dalla Valle *et. al.* (2017) apresenta uma forma de adequar o sistema *Lean Manufacturing*

para alcançar os objetivos estratégicos da empresa. A próxima seção será abordada os temas de *Lean Manufacturing* e os 8 desperdícios encontrados nesta metodologia, com o intuito de aplicabilidade neste trabalho.

2.3 LEAN MANUFACTURING

A metodologia de *Lean Manufacturing* é baseada na visão sistêmica de melhoria da qualidade e visa reduzir desperdícios, custos, tempo de processamento e atividades que não agregam valor. Com essa ferramenta, a empresa se torna mais eficiente, aumentando a lucratividade. Para serem implementadas, as organizações devem estar dispostas a ajustar as principais características que as regem, a saber, cultura organizacional e princípios. (Rodrigues, 2016).

A seguir apresenta-se o surgimento da *Lean Manufacturing* explicando todos os conceitos abrangidos pelo método e suas ferramentas, que podem afetar o potencial de melhoria da organização.

2.3.1 O surgimento e os conceitos do *Lean Manufacturing*

O sistema *Lean Manufacturing* surgiu na *Toyota Motor Company* após a década de 50, após a reconstrução do Japão pós Segunda Guerra Mundial. Diferente dos outros, o país não possuía muitos recursos naturais, e devido a isto, propuseram o desenvolvimento de uma metodologia que diferenciava da produção em massa desenvolvida nos Estados Unidos. (Correa & Correa, 2006, p. 597-598)

Segundo Womack (2004) estas diferenças estavam tanto na diferenciação do sistema produtivo, quanto na redução de desperdícios. O objetivo da Toyota era o desenvolvimento de vários tipos de veículos de forma diferente da produção em massa americana onde, baseada no conceito de Ford, a deveriam fabricar em grande quantidade, com baixa variedade de veículos, com o objetivo de reduzir os custos produtivos.

Para desenvolver este novo modelo de produção, Shingo (1996) Ohno conduziu a eliminação dos desperdícios encontrados no sistema de produção da Toyota aplicando as ferramentas de Deming de melhoria contínua, como o ciclo PDCA. Ao erradicá-los, obtém-se melhor eficiência e qualidade do produto, principalmente a melhoria da lucratividade da empresa.

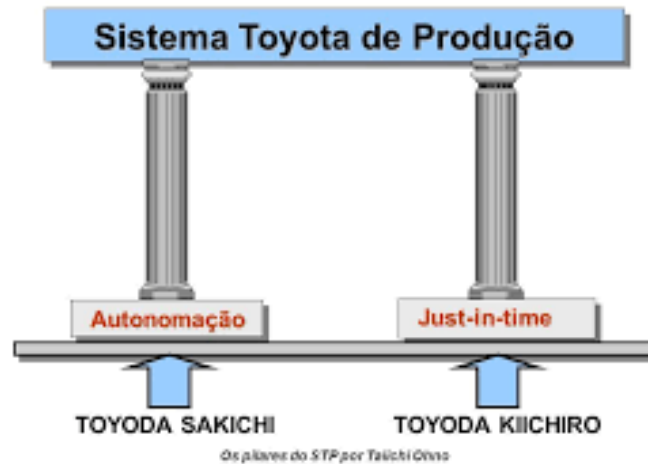
O autor ainda argumenta que com o desenvolvimento e aplicação da metodologia nos anos seguintes na Toyota, criou-se uma sistemática, baseada na produção do somente necessário, e no tempo certo. E este conceito é descrito através do *takt time*, definido pelo ritmo produtivo de componentes e produtos, de um fluxo contínuo de recursos. Os benefícios neste meio produtivo estão na redução dos estoques em processos e as movimentações desnecessárias dentro da linha produtiva. E a partir disso, torna-se muito mais claro atender apenas às necessidades do cliente, sem criar perdas durante e após o processo de produção.

Visto esta redução dos recursos diretos e indiretos, desenvolveu-se a nomenclatura de *Lean Manufacturing*, ao traduzirmos seria a manufatura enxuta. Seu nome tem relação a redução dos esforços, menos espaço físico, menos alocação de recursos, menos estoques, e uma cultura de melhoria contínua, através dos funcionários proporem soluções eficientes para o aumento da eficiência das linhas produtivas (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Shook, 2010), diferentemente do sistema de produção em massa criado por Ford e Taylor.

2.3.2 O Conceito de *Lean Manufacturing*

O conceito do *Lean Manufacturing* possui como base a eliminação total dos desperdícios encontrados em toda a estrutura da organização. Sendo estes, segundo Ohno (1997), os principais pilares para os conceitos de automação e *Just in Time*. A Figura 3 apresenta a base de sustentação da metodologia.

Figura 3 - Os pilares do *Lean Manufacturing*.



Fonte: Ohno (1997).

2.3.2.1 Just-in-time

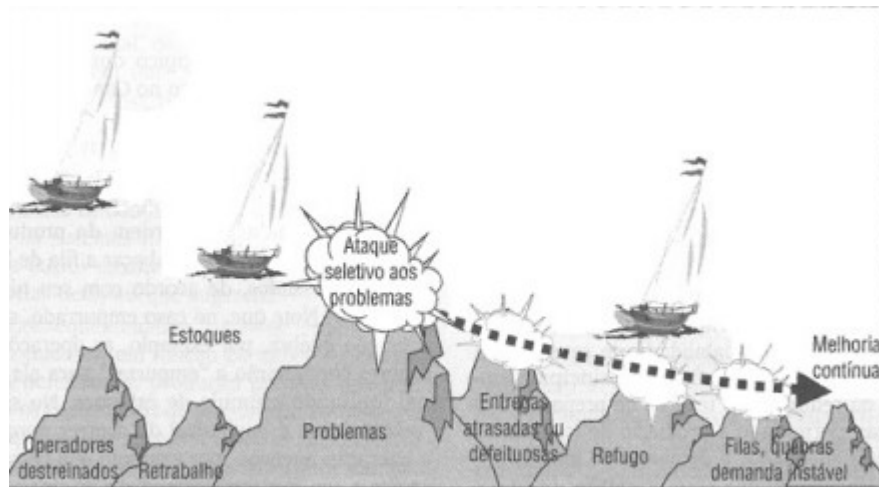
Moden (2015) relata que o conceito de *Just in Time* é baseado na disponibilidade dos recursos na hora certa de produção, de forma que a quantidade atenda a demanda no momento apropriado. Para ele, ter estoque é um desperdício, pois é possível produzir com qualidade, em momentos certos e corretos, sem que haja perdas ou ociosidades.

O *Just in Time* é uma filosofia baseada na administração de produção, Bianchi (2011) mostra que existem meios para atingir este conceito de estoques zeros. E estes, segundo a autora, meios são o gerenciamento das variáveis de produção e gestão, sendo elas os materiais, qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho, recursos humanos entre outros.

Os principais princípios do *Just in Time* estão baseados nos conceitos de melhoria contínua e ataque aos desperdícios. E quando se ataca os desperdícios começa-se a apresentar os problemas na organização. Corrêa & Corrêa (2006, p. 599).

A Figura 4 mostra como a aplicação contínua de uma ferramenta de melhoria e redução de estoques podem impactar uma organização.

Figura 4 - Reduzindo estoques para expor problemas de processo.



Fonte: Corrêa & Corrêa (2006, p. 599).

2.3.2.2 Autonomia

Os autores Mariano *et. al.* (2016) tratam o conceito de autonomia como a habilidade da máquina entender que um produto ou processo está anormal, e desenvolve meios para alertar ou corrigir o problema, evitando que esta anomalia continue no processo produtivo. Segundo Ohno (1997) a Toyota dá o nome do conceito de autonomia de *Jidoka* que é o sinônimo de máquinas inteligentes, referindo-se à instalação de dispositivos que são capazes de evitar o erro ou problema que acontecem no processo produtivo, são conhecidas segundo Ghinato (2006) como “a prova de erros”. Shingo (1996) mostra que estes dispositivos ajudam a reduzir os custos produtivos, evitando que este problema ou erro tenha continuidade nas linhas produtivas.

Shingo (1996) evidencia em seu livro que a aplicação do conceito permite que apenas um operador possa verificar mais de uma máquina, reduzindo o custo da mão de obra nas linhas produtivas.

2.3.2.3 Os 8 desperdícios do Lean Manufacturing

Para compreender a eliminação dos desperdícios proposto pelo *Lean Manufacturing*, e apresentado pelo autor Womark *et. al.* (1992) no livro “A máquina que mudou o mundo”, temos que compreender o que seria um desperdício na

metodologia. Este conceito, segundo Shingo (1996) tende-se a entender os significados de atividades que agregam valor (VA) e atividades que não agregam valor (NVA) dentro dos produtos ou serviços prestados. Atividades que não agregam valor são aquelas atividades em que os clientes não estão dispostos a pagar por elas (Alves e Mendes,2021).

Ohno (1997) conceitualiza os principais 8 desperdícios conceituados no *Lean Manufacturing* e estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela referente aos 8 desperdícios do Lean Manufacturing.

Nome do Desperdício	Caracterização
Superprodução	É caracterizado pela produção além do necessário. Criando um alto volume de estoque, sem a necessidade da demanda de consumo.
Espera	É caracterizada pela ociosidade ou longos tempos de espera, desenvolvendo um aumento do lead time.
Movimentação	É caracterizado pelo número excessivo de movimentação desnecessária entre os recursos disponíveis produtivos.
Processamento	É caracterizada pelo uso incorreto de procedimentos, ferramentas ou ferramentas.
Estoque	É caracterizada pelos estoques desnecessários entre os meios produtivos, não acompanhando o ritmo de produção. Com isto, cria-se um estoque em processo (WIP) altos durante os processos produtivos.
Transporte	É caracterizado pelo alto transporte de materiais, funcionários e informações no processo.
Defeitos ou Retrabalho	É caracterizado por aquelas manufaturas ou produtos que estão fora das especificações, criando um desperdício de recursos e tempo utilizados.
Potencial Humano	É caracterizado pela desvalorização da inteligência e habilidade profissionais de um ser humano para solucionar problemas cotidianos dentro da organização.

Fonte: Adaptado de Alves e Mendes (2021).

Para o desenvolvimento da aplicação do *Lean Manufacturing*, fica claro, segundo os autores Pinheiro (2021), Alves e Mendes (2021), Mariano *et. al.* (2019), Oliveira *et. al.* (2016), Shingo (1996) e Ohno (1997), que se deve ter a visão e realizar o entendimento dos desperdícios nos processos produtivos, pois é difícil identificar e mensurar, em um processo, atividades que agregam ou não agregam valor no produto. Estes mesmos apresentam que a redução desses desperdícios, e a melhoria nos processos, impactam diretamente nos resultados estratégicos da organização.

A próxima seção será apresentada os conceitos de seis sigmas e a identificação da variabilidade dentro dos processos produtivos. Com isto, relaciona-se esta metodologia a aplicabilidade na melhoria contínua dentro da produção de produtos e serviços.

2.4 O CONCEITO SEIS SIGMA (SS)

O Seis Sigma é tratado segundo Pacheco (2014) e Werkema (2010) como uma metodologia que utiliza dados e fatos, através de análises estatísticas e gerenciamento de projetos, é capaz de entender as reais necessidades dos clientes, podendo criar valor dentro dos gerenciamentos e processos de negócios de uma organização.

“É possível definir o 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” (WERKEMA, 2010, p. 15).

Gois e Gasparotto (2020) e Montgomery e Wodall (2008), apresentam que o programa Seis Sigma foi desenvolvido na Motorola pelo engenheiro Bill Smith em 1986, com o objetivo de redução da variabilidade de defeitos em seus produtos, conduzindo a melhoria contínua, criando um conceito de qualidade e atendendo as especificações para o cliente final. Com os impressionantes resultados gerados na época, o CEO Bob Galvin conduziu a aplicabilidade da ferramenta e metodologia dentro dos processos em toda a organização.

Alper (2019) apresenta em seu trabalho, que a Motorola aplicou 3 programas até 1991, e encontrou resultados impressionantes, gerando resultados de melhoria acima de 1000% da meta. Logo, isto fez com que outras empresas adotassem a metodologia seis sigma como pilar principal, procurando planos para melhoria de qualidade.

Ariente *et. al.* (2005) apresenta que com o desenvolvimento do “Programa de Qualidade Seis Sigma” criados pela Motorola através dos pensamentos de Juran e Deming, outras empresas seguiram esta metodologia, como Allied signal e General Electric, dirigida pelo CEO Jack Welch.

Os autores Pande *et. al.* (2001) apresentam um fato importante sobre a ferramenta seis sigma, que é:

“[...] O Seis Sigma não é mais um modismo do mundo dos negócios, atrelado a um único método ou estratégia, mas, ao contrário, um sistema flexível para uma liderança e um desempenho de negócios melhorados. Ele se baseia em

muitas das ideias mais importantes de gestão e melhores práticas do século passado, criando uma nova fórmula para o sucesso dos negócios no século XXI. Não se trata de teoria, mas de ação.” (Pande *et. al.*, 2001, p. 45)

Na Tabela 5, nota-se outras empresas no mundo que aplicaram a ferramenta Seis Sigma e obteve resultados extraordinários, também, encontrou-se o primeiro caso da aplicação da metodologia aqui no Brasil e seus ganhos financeiros.

Tabela 5 - Empresas e seus ganhos financeiros após a aplicação da ferramenta Seis Sigma.

Empresas	País	Investimento	Ganhos financeiros	Autor
General Eletrics	EUA	380 milhões	1,5 bilhões	Andrietta e Miguel (2007)
Dow Chemicals	EUA	Não informado	1,5 bilhões	Andrietta e Miguel (2007)
Motorola	EUA	Não informado	2,2 bilhões	Montgomery (2009); Drohomeretski <i>et. al.</i> (2014)
Allied Signal	EUA	Não informado	1,2 bilhões	WERKEMA (2012).
Grupo Brasmotor	Brasil	Não informado	20 milhões	Andrietta e Miguel (2007)

Fonte: Adaptado de Andrietta e Miguel (2007), Montgomery (2009), Drohomeretski *et. al.* (2014), e Wekerma (2012).

Os autores Andrietta e Miguel (2007) relatam que após o desenvolvimento bem sucedido do programa Seis Sigma na Brasmotor, outras empresas como Brahma, Belgo Mineira, Votorantim Cimentos, Votorantim Metais, GE Plastics, Maxion, Grupo Gerdau, ALL, Líder Táxi Aéreo, Nokia, Tupy Fundições, Fiat Automóveis, entre outras, começaram a adoção do programa para buscar solucionar problemas e melhorar a qualidade dos produtos e serviços entregue aos seus clientes.

Portanto, fica claro que as apresentações de exemplos neste capítulo explanados por meios de estudo como Andrietta e Miguel (2007), Montgomery (2009), Wekerma (2012) e Pande, Neuman e Cavanagh (2001), ajudam a relatar que a

aplicabilidade metodologia Seis Sigma, acabam gerando resultados através do resultado da melhoria contínua dos processos, e da satisfação dos clientes.

2.4.1 Definição do Seis Sigma

As definições da metodologia Seis Sigma estão em volta das mudanças estratégicas provocadas por ela (Pande *et. al.*, 2001). Segundo o autor, ela é um procedimento baseado na mudança organizacional para a excelência do desempenho estrutural, buscando atender, através da melhoria contínua, a tentativa de alcançar a perfeição, utilizando o entendimento das necessidades dos clientes, em conjunto com a análise de dados, fatos e melhoramentos possíveis nos processos. Coronado e Antony (2002) relatam que a análise e melhoria dos processos devem estar alinhados com a precisão e a acuracidade, para que seja atingido as estratégias organizacionais, e que elas possam ter um impacto significativo na estrutura do sistema empresarial.

Schroeder *et. al.* (2002) relata que as definições dos seis sigmas seguidas, para que um projeto alcance resultados significativos, devem estar estruturadas nas três bases. Estas bases são apresentadas na Tabela 6, como forma de pilar para sustentar o programa seis sigma.

Tabela 6 - Os pilares do seis sigma.

Seis Sigma		
Vasto conjunto de ferramentas e métricas	Utilização e aplicabilidade de melhorias de processo	Filosofia de negócio e cultura organizacional

Fonte: Adaptado de Schroeder *et. al.* (2002).

Linderman *et. al.* (2003) traz o seis sigma como uma metodologia que tem por objetivo de realizar a melhoria estratégica do negócio. O autor Arnheiter e Maleyff (2005) mostra que o seis sigma é uma estratégia de longo prazo para as organizações, que ajudam na tomada de decisão. Pfeifer *et. al.* (2004) explica que está tomada de decisão ajuda o alcance da efetividade e o desempenho organizacional, através dos conceitos de qualidade instaurados.

Para que o programa alcance a sua efetividade, Antony e Banuelas (2002) argumentam que existem 11 fatores críticos para o sucesso da implementação da metodologia. Estes fatores são:

- a. O envolvimento e comprometimento da alta administração. (CEO, diretoria e gestores);
- b. Mudança na cultura organizacional;
- c. Alteração na estrutura organizacional;
- d. A realização de treinamento de toda a organização;
- e. A aptidão em gerenciamento de projetos;
- f. A identificação e seleção de projetos de suma importância;
- g. O entendimento do programa seis sigma, através da utilização de ferramentas e técnicas;
- h. O entrelaçamento entre o Seis Sigma e o cliente;
- i. A sintonia entre o programa seis sigma e a estratégia do negócio;
- j. A importância do seis sigma com os recursos, principalmente humanos na organização;
- k. A conexão entre o programa Seis Sigma e os fornecedores;

Através destes fatores apresentados por Antony e Banuelas (2002), associa-se aos benefícios da utilização do programa seis sigma apresentado por Antony (2006) e Marshall Junior (2006). Estes benefícios são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Os benefícios do programa seis sigma baseado em Antony (2006) e Marshall Junior (2006).

Os benefícios do programa Seis Sigma.	Decisões estratégicas baseadas em fatos e dados
	O conhecimento amplo sobre as reais características e desejo dos clientes.
	Melhor desempenho da companhia, através da melhoria e participação de todos os membros organizacionais;
	Eliminação das operações que não agregam valor na organização, causando o aumento e a diminuição do tempo de ciclo dos processos.
	Redução da variabilidade encontrada nos processos, trazendo processos mais previsíveis e estáveis;
	Melhoria no desenvolvimento dos produtos;
	Redução dos desperdícios por defeitos, falhas e erros sistêmicos;
	Balanceamento de carga dos processos e estoques, dependendo da demanda exigida;
	Aumento do faturamento financeiro;
	Melhoria da qualidade dos produtos, processos e serviços.

Fonte: Adaptado de Antony (2006) e Marshall Junior (2006);

Visto que a metodologia Seis sigmas tem o enfoque nas estratégias de negócios, que visam a busca da excelência operacional e organizacional através da melhoria de processos, produtos e serviços. Rotondaro (2011) mostra que a expressão Seis Sigma (6σ) é baseada na capacidade de o processo rodar sem apresentar falhas. Ou seja, é a taxa de realização de 3,4 defeitos por 1.000.000 produtos ou serviços realizados, tratando-se de 99,9997% de perfeição. Através da eliminação de defeitos apresentados, também fica claro que aumenta a satisfação do cliente, sendo uma indiretamente proporcional a outra. E segundo Kloter (1994), os clientes são escassos, e sem eles não existe nenhuma organização.

Chakrabarty e Chuan (2009) mostram que para a eliminação de defeitos e satisfação do cliente, devemos fazer entendimento de quais são as características críticas para a qualidade (CTQ's) de um processo. Segundo Santos (2006), existem dois tipos de CTQs, tanto o CTQ interno (CTQint), quanto o (CTQext). As definições de CTQs estão situados na Tabela 8.

Tabela 8 - Conceito de CTQint e CTQext conforme a autora Santos (2006).

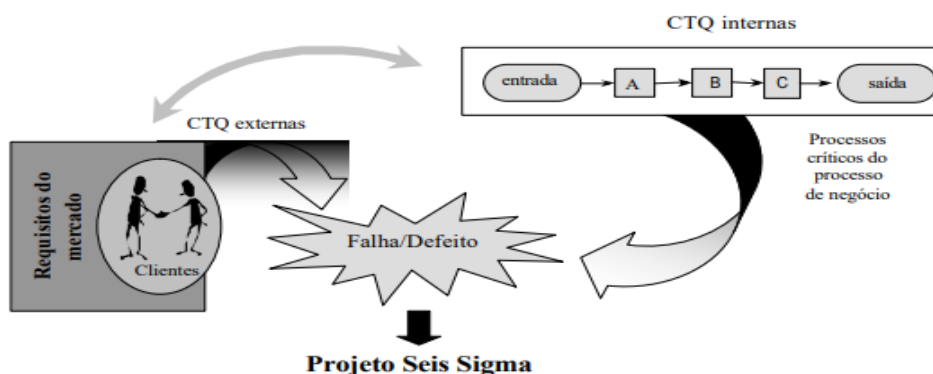
Nome	Sigla	Definição
Característica Crítica para a Qualidade interna	CTQint	Representa as características críticas de qualidade para a organização conforme os requisitos ditados pelo mercado;
Característica Crítica para a Qualidade externa	CTQext	Representa os processos críticos estabelecidos dentro da organização, que impactam diretamente a qualidade dos negócios;

Fonte: Adaptado Santos (2006).

Segundo Santos (2006), para o alcance dos benefícios apresentados pelo programa seis sigma, a organização precisa identificar quais são os processos críticos do negócio, e entender se este processo interfere no problema apresentado pelo cliente. E através disso, realizar o entendimento e a melhoria para o alcance da satisfação do cliente, e logo os benefícios do programa.

A Figura 5 mostra, segundo o autor, a ideia transmitida do entendimento da identificação do processo crítico do negócio, tanto quanto a relação do entendimento do problema de qualidade apresentado pelo cliente sobre a organização.

Figura 5 - CTQ's influenciando a definição dos projetos Seis Sigma.



Fonte: Santos (2006).

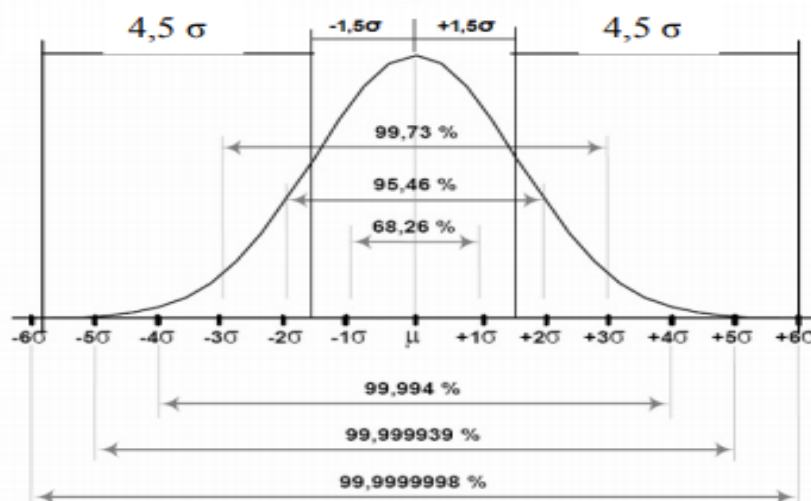
Através da identificação dos processos críticos, o programa seis sigma é capaz de identificar e mensurar os desperdícios devido ao termo estatístico sigma (σ). Esta letra possui o significado de desvio padrão, tendo a analogia de quanto o processo está distante da perfeição. A ideia principal, é que é possível a medição da quantidade de feitos em um processo através desta análise estatística. E assim, encontra-se, sistematicamente, os problemas de não-qualidade ocorridos dentro de um processo. (Alper, 2019)

Santos (2006) apresenta que o termo sigma tem sua desenvoltura através desvio padrão de um conjunto de dados populacionais, e tem por objetivo realizar a sua mensuração. Nisto, o autor apresenta, que a Motorola, utilizou esta definição para o desenvolvimento dos padrões de qualidade, onde toma-se como Limite Superior de Especificação (LSE) e Limite Inferior de Especificação (LIE), e ambos deveriam estar 6 desvios padrões da média, portanto esta quantidade de desvios representaria a perfeição do processo.

Com esta perfeição apresentada, autores como Alper (2019), Pacheco (2014), Montgomery (2008), Galvani e Carpinetti (2013), apresentam que um processo no qual atua dentro dos limites de especificações, a uma distância de 6 desvios padrões da média, é um processo perfeito. Ou seja, este significado para os autores, segundo a estatística, tem a chance de apresentar erros na casa de 0,0023%.

Montgomery (2008) relata estatísticas de um processo centrado na média através da Figura 6. Esta corresponde a uma distribuição de dados dentro dos padrões dos 6 desvios padrões, em relação da média, comparado com os limites de especificações superiores e inferiores.

Figura 6 - Gráfico de distribuição normal centralizada na média.



Fonte: Estorilio e Amitrano (2013).

Segundo Dalla Valle *et. al.* (2017), conforme um processo tiver níveis baixos de desvios padrões, significa que ele tem mais taxas de apresentar um processo, porém, processos com um número maior de desvios, possuem uma chance bem menor de encontrar defeitos. A Figura 7 mostra a diferença entre os níveis sigmas e suas taxas de defeito por milhão.

Figura 7 - Tabela de Defeitos por milhão de oportunidades versus nível sigma do processo.

Nível da qualidade	Defeitos por milhão	% de conformidade
1 Sigma	691.463	30,85%
1,5 Sigma	500.000	50%
2 Sigma	308.537	69,15%
3 Sigma	66.807	93,32%
4 Sigma	6.210	99,38%
5 Sigma	233	99,97%
6 Sigma	3,4	99,99966%

Fonte: Coutinho (2020).

Por outro lado, Montgomery (2008) apresenta que os determinantes dos limites de especificações (LE) são aqueles públicos que irão ser os responsáveis pelas CTQ, podendo ser eles gerências, clientes, projetistas e engenheiros.

Autores como Alper (2019), Pacheco (2014), Montgomery (2008), Galvani e Carpinetti (2013), e Estorilio e Amitrano (2013) mostram que os ganhos com projetos seis sigma que resultam em uma menor variabilidade do processo, são de extrema importância para a organização. E esta importância vem do fato do entendimento do cliente, como aumento do desempenho da organização, através da análise estatística, processual e o desenvolvimento de melhorias.

2.5 METODOLOGIA DMAIC

O seis sigma utiliza-se uma ferramenta e uma metodologia centrada chamada DMAIC (Pacheco, 2014). Esta metodologia, segundo o autor, envolve uma implementação de etapas que são totalmente focadas na melhoria contínua. Estas etapas são divididas em 5 conhecidas como Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Também, segundo O autor, existe o DMADV, que é a metodologia focada no *Design of Six Sigma*, porém como o foco do trabalho é o DMAIC, não se abordará esta ferramenta.

Santos (2006) apresenta a metodologia como uma ferramenta focada na análise de dados. E este enfoque é feito, segundo O autor, em um ciclo de 5 etapas conhecidas como definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Esta ferramenta é muito parecida e equipara ao ciclo PDCA (Planejar-Fazer-Checar-Agir). Segundo o

autor, cada etapa da ferramenta DMAIC é compreendida melhor, descrevendo cada etapa, ou passo-a-passo desta ferramenta.

2.5.1 Etapa 1: Definir (*Define*)

A letra D da sigla DMAIC significa definir, segundo o Goiás e Gasparotto (2020). Brait e Fettermann (2014) relatam que nesta etapa do projeto é onde se define quais os processos críticos responsáveis pelos maus resultados. Sendo esta etapa segundo é a etapa da ferramenta onde fica claro qual o problema a ser resolvido. (Goiás e Gasparotto, 2020).

Segundo Alper (2019), é nesta etapa do processo que também se definem a meta do projeto a ser atingida, o retorno financeiro que o projeto pode trazer. O autor também mostra que nesta etapa é montado o *Project Charter*, que significa a abertura do mapa de processos em que é possível compreender as reais necessidades do cliente e entender onde o processo está tendo falhas para atender estas expectativas.

Brait e Fettermann (2014) mostram que o *Project Charter* é um documento formal, nele são contidas todas as informações importantes para o desenvolvimento possível do projeto. Estas informações dão um *Kick-off* (“um chute inicial”) para a realização de um estudo racional para a continuidade do entendimento do processo.

Figueiredo (2006) apresenta que no *Project Charter* é muito importante ficar bem estabelecido a equipe do projeto, e como ela irá atuar em cada parte do projeto, conforme o seu desenrolar. Também, diz que, na etapa definir, é muito importante no *Project Charter* apresentar as metas, com o objetivo de entender as estratégias de negócio da organização, a participação do mercado, entre outras características de suma importância.

Santos (2006) reafirma ainda mais a ideia de ser a parte mais importante do projeto, pois é uma etapa que é primordial para o preparo de pesquisa e coleta de dados possíveis. O intuito é deixar as outras etapas do processo de forma mais fácil e aliviadas.

Para entendimento melhor, Alper (2019) relata quatros pontos chaves principais para alcançar, de forma objetiva, toda a expectativa gerada nesta etapa do projeto. Estes pontos principais são:

- Identifique e mapeie todos os processos relevantes ao negócio;

- Identifique todas as partes interessadas do negócio
- Determine e identifique as necessidades, requisitos e expectativas propostas pelo cliente;
- Realizar a construção de um caso de negócio para o desenvolvimento do projeto;

Para o alcance dos pontos primordiais para esta etapa do projeto, as ferramentas mais utilizadas são Fornecedores-Entradas-Processos-Saídas-Clientes (SIPOC), Mapa de fluxo de valor (VSM), Voz do Cliente (VOC). (Alper, 2019). Já Figueiredo (2006) complementa com mais duas ferramentas possíveis que são a tempestade de ideias (*Brainstorm*) e o mapa de processos.

2.5.2 Etapa 2: Medir (*Measure*)

Alper (2019) afirma que nesta etapa do projeto é fundamental a mensuração e verificação da magnitude do problema nos requisitos de execução ou qualidade. Deve-se realizar medidas conforme o processo está rodando, para verificar o seu desempenho.

Com isto, deve-se preparar um plano de coleta de dados do processo, segundo Figueiredo (2006), sendo essencial a quantificação destes dados, para medir as oportunidades.

Santos (2006) apresenta que para a criação de um plano de coleta de dados nesta fase, deve levar em conta os seguintes pontos apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Pontos chaves apresentados para fundamentar a etapa de Medição.

Nº	Pontos Chaves
1.	Quem realizará a coleta dos dados e sua digitalização?
2.	Quais ficha de coleta de dados serão necessários?
3.	Quantas observações ou itens deverão ser coletados?
4.	Qual a frequência que deve ser estabelecida para a coleta destes dados?
5.	Onde estão os dados e as informações necessárias?
6.	Quanto e quais recursos deverão ser utilizados para coletar estes dados?
7.	Qual o treinamento dado para aqueles membros da equipe que vão coletar os dados?
8.	Como será concedido o monitoramento do processo?
9.	O sistema de medição é adequado? Se não, quais alterações devem ser realizadas para alterar o sistema de medição?

Fonte: Adaptado Santos (2006).

Dalla Valle *et. al.* (2017) apresenta que esta etapa é importante a estratificação do problema inicial, em vários outros problemas chaves, facilitando suas resoluções.

Pensando nisso, segundo Alper (2020) mostra que após estratificar o problema, que está no fim desta etapa, é de suma importância garantir a confiabilidade dos dados e redefinir as definições objetivos do projeto.

O autor também demonstra 5 objetivos que devem ser alcançados nesta etapa do projeto, são elas:

- Selecionar um ou mais CTQ's;
- Determinar as principais definições operacionais para os CTQ's e requisitos;
- Validar e criar a confiabilidade dos dados coletados nos sistemas de medição dos CTQ's;
- Avaliar a capacidade do processo atual;
- Definir os objetivos;

As ferramentas que podem ser utilizadas nesta etapa do processo são: Folhas de verificação, gráfico de pareto, cartas de controle, histograma. (Werkema, 2012). Figueiredo (2006) apresenta como ferramenta análise e modos de falhas (FMEA), análise da capacidade do processo (CPK), análise de dados exploratória e descritiva, análise das principais entradas e saídas dos processos, entre outras ferramentas.

2.5.3 Etapa 3: Analisar (*Analyze*)

Segundo Figueiredo (2006) o objetivo desta etapa do projeto é analisar os dados para encontrar a causa raiz dos problemas apresentados no *Project Charter* validá-los com as análises. Brait e Fettermann (2014) mostram que é primordial nesta etapa, a identificação das variáveis que afetam o processo de negócio, sendo necessário encontrar as possíveis causas para o problema apresentado no processo.

Vale ressaltar que ambos os autores mostram que estas análises de dados devem ser baseadas com os dados coletados na etapa de medir.

Alper (2019) mostra que a equipe deve trabalhar e analisar as causas primordiais do processo, que levam a realizar um defeito, e fazer o entendimento de qual é o ponto de partida para o acontecimento. Com isto, segundo o autor, a equipe deve examinar o processo de perto com os dados, e a partir disto examinar cada causa ou causas do problema, para que após isto possa se atualizar os termos de abertura do projeto.

Ele também ressalta que os pontos principais a serem levados em conta são:

- Identificar as causas de influência em potencial;
- Selecionar as poucas causas vitais que têm uma alta influência no processo.

As ferramentas utilizadas nesta etapa do processo, segundo Figueiredo (2006), gráfico de Pareto, diagramas de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa), regressão linear, múltipla e entre outras, análise de variância (ANOVA), testes de hipóteses, gráfico de dispersão, entre outras ferramentas estatísticas. Já o autor Alper (2019) citou algumas outras como histogramas, box plots, e 5 porquês.

2.5.4 Etapa 4: Melhorar (*Improve*)

Alper (2019) afirma que esta etapa do processo é responsável pelo desenvolvimento de ideias e propostas de soluções, para resolver os pontos cruciais das causas raízes. Já Brait e Fettermann (2014), relata que esta etapa é onde se determina formas de realizar intervenções, que tem por objetivo redução de níveis de defeitos e solução dos CTQs.

Santos (2006) mostra que é muito importante alcançar a solução dos problemas desenvolvidos, lá nas definições, e apresentados na etapa anterior. Nesta correção, segundo o autor, ideias que já possuam melhoras para prevenir novamente a ocorrência do problema, são essenciais.

Alper (2019) mostra as etapas quais os requisitos necessários serem cumpridos nesta etapa:

- Quantificar as relações entre as variáveis X's e CTQ's
- Projetar ações para modificar o processo ou a configuração dos fatores de influências que podem levar a otimização dos CTQ's
- Desenvolvimento de um teste piloto, antes da aplicação total

Segundo Braitt e Fettermann (2014), as ferramentas utilizadas nesta etapa do processo são: *Design of Experiments* (DOE), Análise e Módulo de Falhas (FMEA), *Brainstorming*, 5w2h, e entre outras. Figueiredo (2006) mostra que pode utilizar análise de regressão também nesta etapa.

2.5.5 Etapa 5: Controlar (*Control*)

Santos (2006) define que a fase controlar é a etapa que tem por objetivo o controle do processo em um novo patamar de desempenho, buscando o monitoramento para se manter a melhoria implementada. Nesta etapa, deve-se possuir ações corretivas e preventivas que mantenham o controle da operação do processo, preservando os ganhos obtidos.

Alper (2019) traz nesta etapa, que a equipe do projeto tem a necessidade de garantir o gerenciamento e monitoramento do processo através de ferramentas de planos de controle.

Braitt e Fettermann (2014) diz que é nesta etapa que é confirmada a implantação da melhoria, buscando alcançar a meta estabelecida no início do projeto, mostrando a solução dos problemas encontrados, e o cálculo dos ganhos com o projeto realizado.

Segundo Alper (2019) as etapas que devem ocorrer nesta etapa são:

- Determinar a nova capacidade do processo melhorado
- Desenvolver e implementar planos de controle para as melhorias desenvolvidas.

Os autores Braitt e Fettermann (2014) mostram que nesta etapa recomenda-se a utilização das ferramentas Carta de Controle Estatístico do processo (CEP), histogramas, técnicas de coleta de dados.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por objetivo mostrar as etapas necessárias para o desenvolvimento deste trabalho. Este capítulo será dividido nos seguintes tópicos: Tipificação da pesquisa, estruturação do trabalho, desenvolvimento da metodologia, e aplicação da metodologia.

3.1 TIPIIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa quanti-qualitativa, que tem por objetivo basear-se no método de pesquisa-ação.

Kauark *et. al.* (2010) mostram que as pesquisas podem ser classificadas através de três tipos, sendo eles: abordagem, objetivo e procedimentos realizados. Segundo os mesmos, por ser um trabalho que se trata da aplicação de conhecimento na prática, com o objetivo de resolução de problemas cotidianos, este trabalho é caracterizado como aplicado.

Thiollent e Silva (2007) mostra que a pesquisa *in loco*, é uma pesquisa que trabalha com os devidos problemas que ocorrem dentro de uma organização, e neste caso, estes problemas necessitam de uma solução. O mesmo, ainda retrata que devem se buscar dois objetivos neste tipo de pesquisa, que são: a busca de soluções e o desenvolvimento de ações que tragam soluções para tais situações, sendo como um todo o lado técnico, e para o lado científico, é a pesquisa que desenvolve conhecimentos sobre os assuntos.

Segundo os autores Ensslin e Vianna (2008), este trabalho é uma pesquisa quanti-qualitativa, pois no fator quantitativo é realizado uma pesquisa e mensuração de dados, e através deles, são classificados e realizados a análise. Já na característica qualitativa, trata-se pelo fato de observar os fenômenos recorrentes na organização e realizar a sua compreensão, e buscar soluções para estes mesmos.

Gil (2008) caracteriza que esta pesquisa é tratada como explicativa. Segundo o autor, este tipo de pesquisa tem como principal finalidade a intensificação de fatores que agregam em algum grau para as ocorrências dos fenômenos. Por ser uma pesquisa que embasa muito a realidade, suas características estão em volta da dos métodos experimentais.

3.2 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é um estudo de caso conduzido em uma empresa de pequeno porte no ramo de transportes logístico, no qual está situada na região de Araraquara, no Estado de São Paulo, tendo como objetivo proporcionar melhorias em seus processos de serviços utilizando as ferramentas do Lean Seis Sigma, através da metodologia DMAIC.

Utilizando as ferramentas e as metodologias relacionadas ao DMAIC e as ferramentas do LSS, foi possível a identificação das operações e processos cotidianos na empresa. Através disso, buscou-se realizar as modificações necessárias e propor melhorias, conforme os dados levantados e analisados.

Estas modificações e melhorias foram realizadas através do levantamento de imersões de reuniões com a alta administração e colaboradores.

O trabalho se desenvolveu no período de abril de 2020 até novembro de 2020. O mapeamento do processo foi realizado entre os meses de abril a junho de 2020, levantando possíveis dados, entre outros fatores. Logo após, em julho, foram realizadas a análise dos dados, a proposta de melhoria, a mudança no processo, e também, a realização de reuniões e a coleta dos novos dados. Em novembro, houve uma nova reunião mostrando o desempenho do projeto, e os novos projetos possíveis.

Para o desenvolvimento das análises estatísticas no período da pesquisa e tabulação dos dados apresentados neste trabalho, utilizou-se as ferramentas de Microsoft Excel e Minitab 19 para desenvolvimento de gráficos, tabela, entre outras apresentações no trabalho. Nos mapeamentos de processos foram utilizadas ferramentas como Bizagi Modeler e Microsoft Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo deste trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de cada etapa da metodologia DMAIC, abordando toda a aplicação das cinco etapas e a utilização das ferramentas para encontrar as análises necessárias, e desenvolver a solução para os problemas encontrados.

4.1 PROGRAMAÇÃO DO PRÉ-PROJETO

De acordo com o desenvolvimento no capítulo de referência bibliográfica e de metodologia, foi desenvolvido, através das cinco etapas da ferramenta DMAIC, algumas informações importantes que teriam que ter no projeto Lean Seis Sigma. Estas etapas a realizar são apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Atividades realizadas conforme o levantamento da metodologia DMAIC.

Etapas	Realizar
Definir	1. Certificar que o projeto é crítico para um Objetivo Estratégico
Definir	2. Definir a Equipe, Escopo e Prazos do Projeto
Definir	3. Registrar o Projeto
Definir	4. Mapear o processo e calcular o <i>saving</i> .
Medir	5. Desenvolver um plano de coleta de dados
Medir	6. Comprovar que nossos dados são confiáveis
Medir	7. Demonstrar a variação do processo
Medir	8. Determinar o nível atual do processo.
Analisar	9. Definir os objetivos de desempenho
Analisar	10. Determinar a Causa-Raiz
Analisar	11. Estratificar e analisar o processo
Analisar	12. Validar a Causa-Raiz
Implementar	13. Gerar ideais de melhoria
Implementar	14. Avaliar e selecionar Soluções
Implementar	15. Desenvolver o plano piloto
Implementar	16. Comprovar a melhoria e confirmar o <i>Saving</i>
Controlar	17. Como manter as melhorias obtidas sob controle.
Controlar	18. Prevenir ocorrência de falhas
Controlar	19. Alterar documentação de todo o sistema e promover treinamento.
Controlar	20. Padronizar e documentar as melhorias.

Fonte: O autor (2021).

Como pode ser observado na Tabela 10, através das cinco etapas a metodologia, e dentro destas etapas, separou-se em atividades que deveriam ser realizadas, conforme as características necessárias em cada etapa do processo, baseado nas metodologias analisadas na referência bibliográfica. Atividades com objetivos onde cada etapa tem seu processo, para que alcance com êxito os resultados do projeto.

4.2 ETAPA: DEFINIR

A primeira etapa da metodologia trata-se da definição, que tem por objetivo verificar as etapas do processo, em que estão localizadas as características críticas que interferem no objetivo estratégico da organização. Para satisfazer essas características críticas, observa-se o faturamento mensal dos anos anteriores, e verifica-se que a empresa, nos últimos tempos, apresenta resultados abaixo do esperado pelo empreendedor.

Através do gráfico de séries temporais apresentado na Figura 8 pode-se observar que a empresa vem caindo o seu faturamento, com as mesmas quantidades de equipamentos em funcionamento. As Tabelas 11 e 12 apresentam os resultados do faturamento no período.

Figura 8 - Gráfico de séries temporais do faturamento entre os períodos de jan/18 e dez/19.



Fonte: O autor (2021).

Tabela 11 - Dados de faturamento da Empresa X entre os períodos de jan/18 e dez/19.

Mês/Ano	Faturamento	Mes/Ano	Faturamento
jan/18	R\$ 167.790,00	jan/19	R\$ 169.591,12
fev/18	R\$ 211.772,79	fev/19	R\$ 139.162,32
mar/18	R\$ 180.777,63	mar/19	R\$ 155.105,91
abr/18	R\$ 168.697,97	abr/19	R\$ 141.556,65
mai/18	R\$ 187.625,88	mai/19	R\$ 129.240,24
jun/18	R\$ 156.064,20	jun/19	R\$ 156.505,44
jul/18	R\$ 177.320,73	jul/19	R\$ 127.959,75
ago/18	R\$ 188.890,92	ago/19	R\$ 140.566,77
set/18	R\$ 172.561,17	set/19	R\$ 138.034,90
out/18	R\$ 149.095,94	out/19	R\$ 125.289,33
nov/18	R\$ 191.093,70	nov/19	R\$ 108.786,24
dez/18	R\$ 143.182,36	dez/19	R\$ 139.786,55

Fonte: O autor (2021)

Tabela 12 - Média de faturamento nos anos 2018 e 2019.

Ano	Média de Faturamento
2018	R\$ 174.572,77
2019	R\$ 139.298,77

Fonte: O autor (2021).

Após os proprietários da empresa apresentarem os dados de faturamento, uma análise e verificação foram feitas para identificar o porquê de uma queda no faturamento dos últimos 24 meses, decidindo pela utilização da ferramenta Voz do Cliente (VOC) para buscar os fatores internos e externos apresentados na empresa, com o objetivo de encontrar quais são as características críticas de qualidade apresentada por ela.

Adotou-se assim a pesquisa via telefone com 3 clientes externos do negócio, através do critério de senso, utilizando todos os clientes, além de coletar a informação de todos os motoristas para verificar e encontrar os registros necessários para tipificação.

A Tabela 13 mostra as informações coletadas com base nos respectivos entrevistados. Conforme verificado os dados apresentados, houve uma classificação destes dados, procurando encontrar quais são as características críticas de qualidade internas ou externas existentes em toda a organização.

Tabela 13 - Levantamento das principais observações anotadas nas entrevistas.

Entrevistado	Principais observações anotadas
Cliente 1	“[...]demora para responder e atrasos na retirada do produto.[...]”
Cliente 2	“[...]Dificuldade com o motorista para agendamento.[...]”
Cliente 3	“[...]Problemas com o agendamento com os motoristas, demora de obtenção de respostas de confirmação, e atrasos tanto na entrega, tanto quanto na retirada do produto.[...]”
Motorista 1	“[...]Dificuldades com sinais de operadoras na hora do agendamento de carga, atraso na descarga dos caminhões, problemas com notas.[...]”
Motorista 2	“[...]Atraso na descarga dos caminhões, e dificuldade para encontrar carga.[...]”
Motorista 3	“[...]Problemas com o caminhão e dificuldades para agendamento de carregamento.[...]”
Motorista 4	“[...]Falta de comunicação com a empresa fornecedora de carga nos seguintes pontos: - Falta de compromisso com o agendamento de carga, - Falta de compromisso com a emissão da documentação. - Falta de comprometimento na hora de cumprir horários de descarga dos caminhões.[...]”
Motorista 5	“[...]Problemas com os caminhões durante a viagem, problemas com o fornecedor de cargas na hora de agendamento de carregamento.[...]”

Fonte: O autor (2021).

A coleta destas observações possibilitou o mapeamento das principais características críticas da qualidade tanto externas, quanto internas. Estas estão sendo apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 - Tabela referente às características críticas de qualidade e seus tipos através do levantamento das observações.

Características	Tipos
Problemas com Agendamento	CTQ Interno e Externo
Falta de compromisso	CTQ Interno e Externo
Problemas com o semirreboque	CTQ Interno
Falta de comunicação	CTQ Interno e Externo
Atrasos	CTQ Interno

Fonte: O autor (2021).

Após a conciliação destas características, com as entrevistas e a queda do faturamento, foi possível encontrar a justificativa de que o desenvolvimento deste projeto é crítico para os objetivos estratégicos da empresa. A argumentação está baseada no seguinte raciocínio: encontrando a solução, e reduzindo os problemas apresentados nas características críticas de qualidade, impactará no aumento da satisfação do cliente, e conseqüentemente, aumentará o faturamento da empresa que vinha em queda nos últimos períodos.

Logo, seguindo os passos apresentados na Tabela 14, realiza-se o desenvolvimento do *Project Charter*, que tem por objetivo a definição das equipes, o desenvolvimento do escopo do projeto. Este escopo deve possuir o objetivo de eliminar ou reduzir o impacto desta característica crítica, e definir também, os prazos do projeto para sua execução através de um cronograma. Com todos estes dados, realiza-se o registro do projeto através da ferramenta *Project Charter* apresentada na Figura 9.

Figura 9 - Project Charter apresentado para diretoria.

Project Charter	
Empresa:	Empresa X
Ramo:	Logística
Lider:	Autor
Equipe de Projeto:	Autor, motorista 1, motorista 2, empresário x e empresário y
Descrição do Problema:	A empresa vem perdendo faturamento devido a problemas incorretos de agendamento de carga, além que os semi-reboques vem apresentando muito problemas na parte de manutenção, tanto mecânica, quanto elétrica.
Avaliação do Histórico do Problema / Identificar lacuna de performance	A empresa perdeu faturamento nos últimos 24 meses. Entre os dados analisados entre 2018 e 2019, a empresa perdeu 20,21% do faturamento, comparados o faturamento de 2018 versus o faturamento de 2019.
Meta:	Aumentar o faturamento semanal da empresa.
Ganho Estimado:	Ainda não calculados.

Fonte: O autor (2021).

Como algumas variáveis não tinham cálculos definidos no início do projeto, sendo algumas delas como: faturamento de cada viagem dos veículos, o número de viagens médios de cada veículos, entre outras, ficou inviável definir um valor para a meta do projeto, além de calcular ganhos previstos estimados com o impacto da resolução do problema. Porém, notou-se que os ganhos estimados indiretos poderiam

já ser citados como: o aumento da confiabilidade e melhoria da qualidade de serviço entregue pela empresa para os clientes.

Após a realização do *Project Charter*, desenvolveu-se o mapeamento do processo através do acompanhamento das atividades dos veículos, motoristas, fornecedores e clientes nos processos de carregamento e descarregamento. Através dos dados observados, foi possível a construção de duas versões de ferramentas disponíveis para mapeamento de processo, como o Mapa de Processo, tanto quanto no SIPOC.

Para mapeamento do processo utilizou-se processos com todos os motoristas. Abaixo segue na Figura 10 e 11 com as fotos de quatro dos cinco veículos que a empresa possui, utilizados para mapear o processo.

Figura 10 - Imagem referente aos veículos da empresa.



Fonte: O autor (2021).

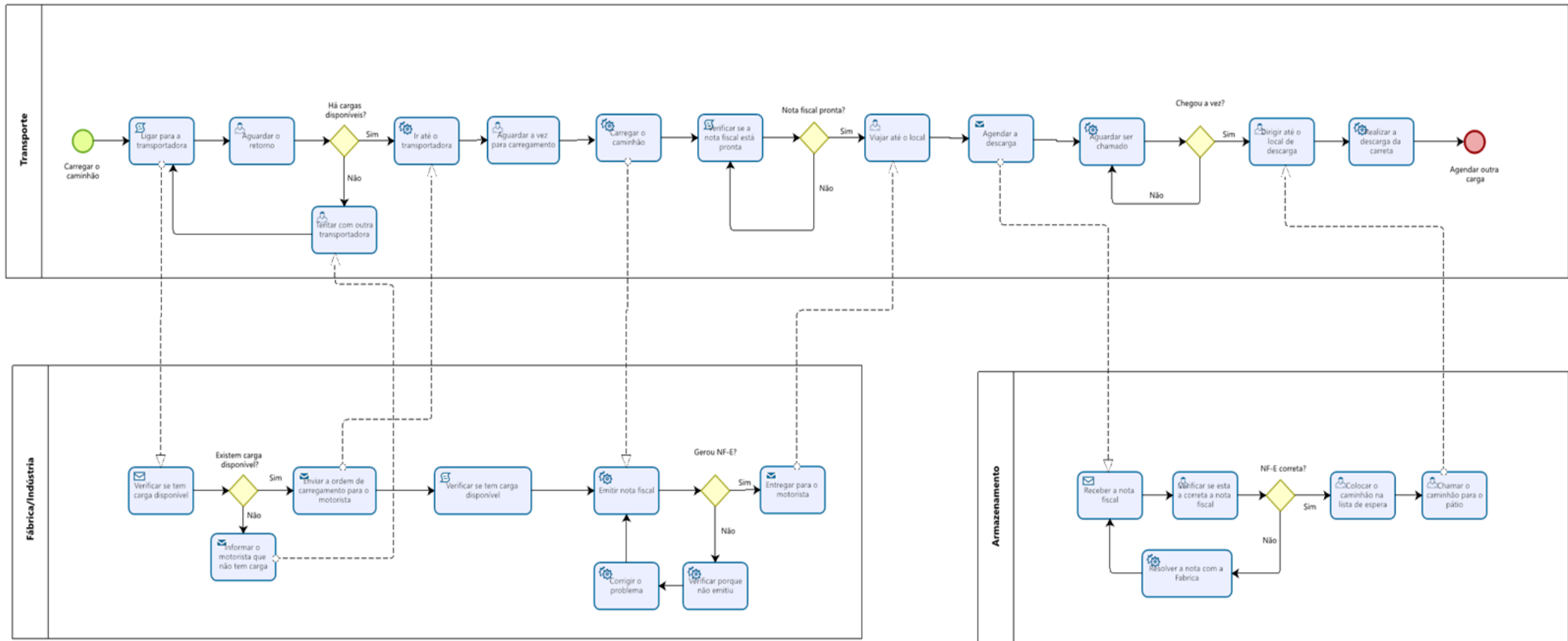
Figura 11 - Imagem referente aos veículos da empresa.



Fonte: O autor (2021).

Os processos construídos no Mapa de Processo, fica notável como funcionam os processos dentro da cadeia de suprimentos, para carregamento e descarregamento de um semirreboque. Através disto, futuramente, poderá apresentar melhorias no fluxo do processo. O mapa de processos encontrado entre organização e o cliente é apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Imagem referente ao processo desenvolvido pela empresa no estudo de caso.



Fonte: O autor (2021).

Visto o mapa de processos, e acompanhando as atividades das análises feitas, identificou-se os processos-chaves para o desenvolvimento da ferramenta SIPOC, além de fazer um entendimento mais amplo das entradas e saídas deste processo. Assim, através das características encontradas acima, desenvolveu-se o entendimento da ferramenta SIPOC, colocando as variáveis devidas em cada parte do processo. A Figura 13 representa o SIPOC encontrado para este processo.

Figura 13 - Imagem representa a ferramenta SIPOC para os processos da empresa.

Supplier (Fornecedores)	Inputs (Entradas)	Process (Processo)	Outputs (Saída)	Customer (Cliente)
Indústria/Fábrica	1. Telefone 2. Motorista 3. Veículo de Transporte 4. Documentação 5. Produto 6. Atendente 7. Operadores 8. Máquinário 9. Nota fiscal	Agendar o carregamento	1. Produto 2. Veículo de Transporte 3. Motorista	Armazem Logístico
		Carregar o veículo		
		Viajar até o local		
		Agendar a descarregar		
		Descarregar o veículo		

Fonte: O autor (2021).

Logo estabelecidos o mapa do processo, as entradas e saídas, e o desenvolvimento do *Project Charter* com a organização, começa-se a desenvolver a etapa próxima etapa, sendo ela a etapa de medição da metodologia DMAIC.

4.3 ETAPA: MEDIR

A etapa medir, segundo o passo-a-passo apresentado na Tabela 10, inicializa-se com a criação e desenvolvimento de um plano de coleta de dados. Este plano foi desenvolvido através da análise das características principais das entradas e saídas dos processos apresentados na ferramenta SIPOC.

Verificou-se que não existiam coleta de dados de viagens de cada motorista, e nem um registro de justificativas de motoristas na tomada de decisão de cada viagem. Também, no desenvolvimento da ferramenta Mapa de Processos, notou-se que são os motoristas que entram em contato com as empresas para realizar o transporte de carga para elas. E quando não há cargas disponíveis, estes mesmos voltam no depósito, ou deslocam-se até um destino mais longe para realizar o transporte de

outra carga. Este depósito é onde fica a estrutura da organização, encontrando um local para reparo, manutenção, deixar o veículo em segurança, e sendo a sede da empresa em questão.

Baseado nos fatos apresentados acima, desenvolveu-se um plano de coleta de dados onde colocaríamos as seguintes informações a data de viagem, o nome do motorista, a marca e o tipo do veículo (pois existem 2 tipos de veículos que podem carregar diferentes valores de gramaturas, sendo estes semirreboques de 6 eixos e de 5 eixos), o faturamento da nota fiscal, local de carregamento, e o destino da viagem de todos os semirreboques que a empresa possuía. E no caso do deslocamento de viagens vazia, para os destinos apresentados no texto acima, eles deveriam justificar na folha ao verso com códigos das principais viagens vazias possíveis, apresentadas pelos proprietários da empresa e levantados lá na entrevista realizada na etapa de definir, e um breve argumento.

Esta folha está presente no anexo A deste trabalho.

Conforme coletados os dados pela planilha de coleta de dados, foi realizada a tabulação destes mesmos em junto a ferramenta Microsoft Office Excel para facilitar a análise das próximas etapas deste trabalho. E esta coleta durou 15 semanas, onde foram coletados 5185 dados para as respectivas análises que foram desenvolvidas neste trabalho.

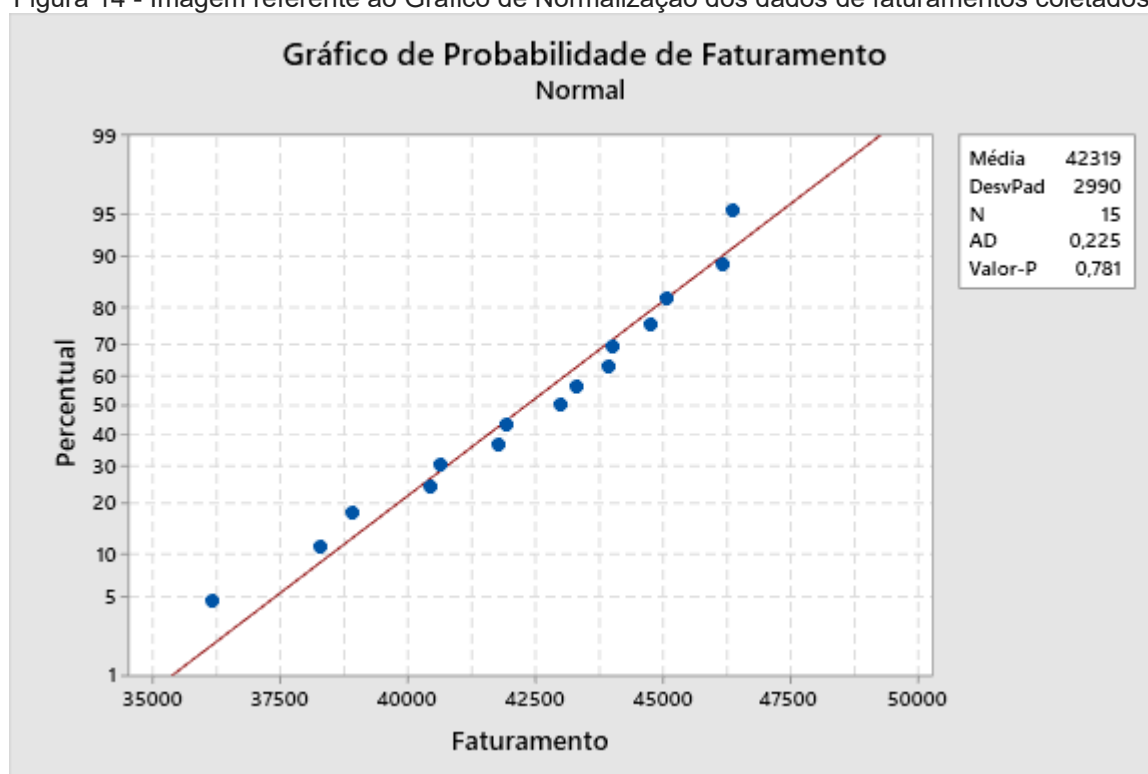
Com esta coleta em mãos e tabulada, iniciou-se o passo de verificar se estes dados coletados são confiáveis. Para verificar a confiabilidade destes dados, realizou-se o teste de normalidade com a ferramenta Minitab, buscando verificar se os faturamentos encontrados nesse período possuíam uma normalidade em sua distribuição. Os resultados encontrados são apresentados na Tabela 15 e na Figura 14.

Tabela 15 - Tabela referente ao faturamento bruto versus semana.

Semana	Faturamento	Semana	Faturamento	Semana	Faturamento
16	R\$ 43.306,35	21	R\$ 44.000,75	26	R\$ 46.394,66
17	R\$ 45.089,90	22	R\$ 43.920,97	27	R\$ 40.436,32
18	R\$ 40.629,30	23	R\$ 38.918,27	28	R\$ 38.254,59
19	R\$ 43.010,15	24	R\$ 36.153,23	29	R\$ 41.945,45
20	R\$ 44.767,61	25	R\$ 46.201,30	30	R\$ 41.755,60

Fonte: O autor (2021).

Figura 14 - Imagem referente ao Gráfico de Normalização dos dados de faturamentos coletados.

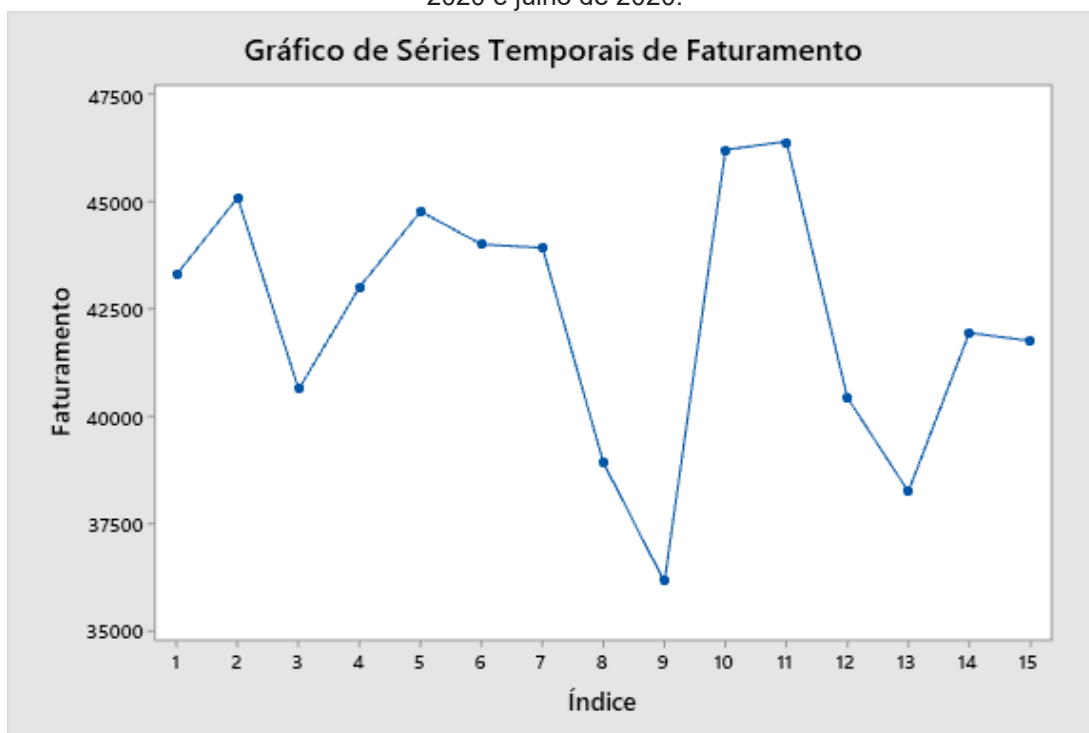


Fonte: O autor (2021).

Como os dados apresentados possuem o P-Valor acima de 0,05, significam que estes dados seguem uma distribuição normal, sendo possível trabalhar com estes dados para análise. Ou seja, os dados coletados apresentam confiabilidade do sistema de medição.

Para mostrar a variação do processo, no caso situado, realizou-se a análise de séries temporais para mostrar que há uma variação no processo de faturamento destes veículos. O gráfico de séries temporais será apresentado na Figura 15, estes dados são baseados conforme a Tabela 15 apresentada.

Figura 15 - Imagem referente ao Gráfico de Séries temporais do faturamento realizado entre abril de 2020 e julho de 2020.

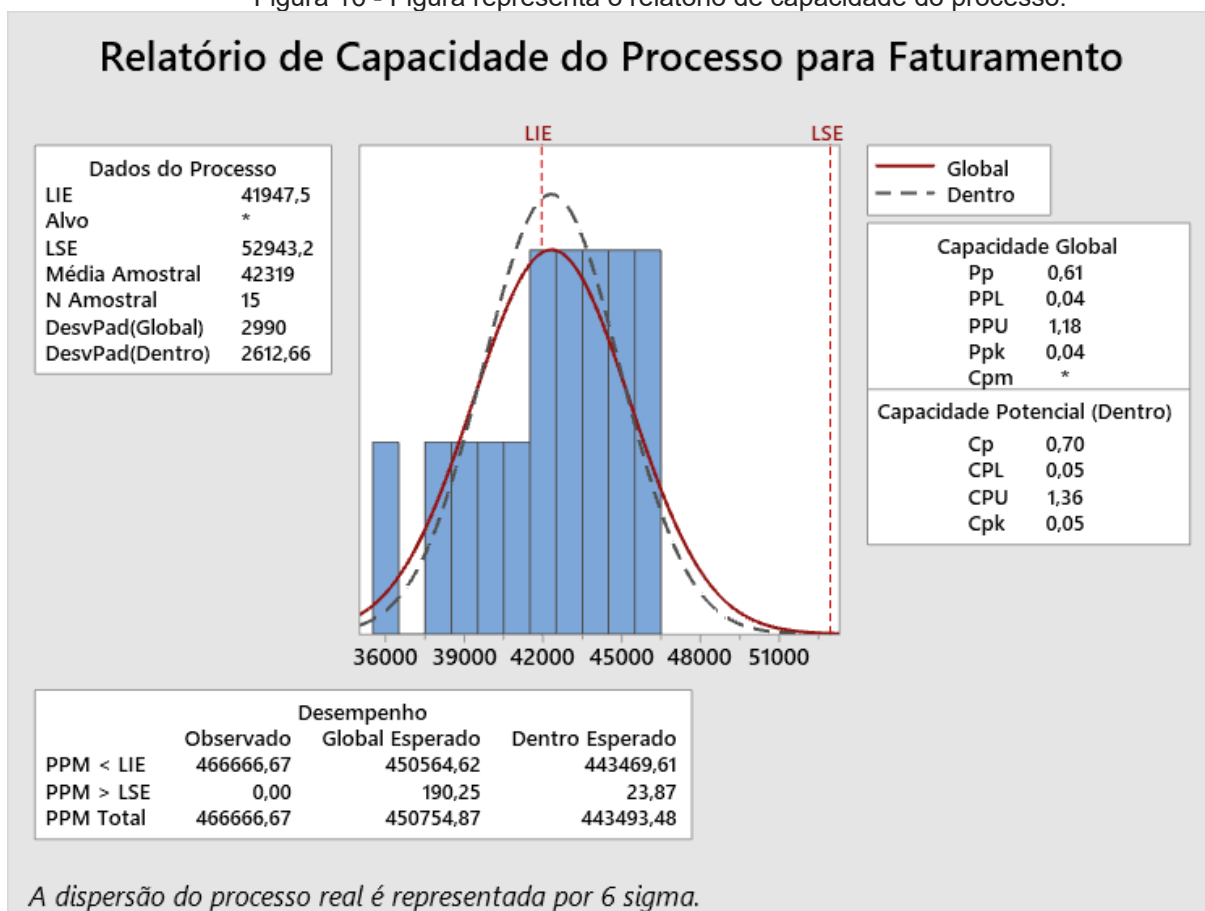


Fonte: O autor (2021).

Com isto, verificou-se com os empresários quais eram os limites de especificações para eles, no caso, para faturamento mínimo e máximo esperado, conforme realizados os cálculos baseados, segundo eles, entre os gastos versus a margem de rentabilidade do negócio. Este valor deveria ser entre R\$ R\$ 41.947 e R\$ 52.943 reais semanais.

Estes valores serão utilizados para o cálculo da capacidade do negócio, pois representam uma característica da qualidade definida pelo empresário para que o negócio esteja fluindo conforme as qualidades exigidas por eles. Para isto, utilizando estes valores, calculou-se a capacidade do sistema apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Figura representa o relatório de capacidade do processo.



Fonte: O autor (2021).

Notou-se que o relatório de capacidade apresenta um faturamento abaixo dos limites específicos de faturamentos estabelecidos pelos empresários, para sustento do negócio. Pode-se notar que existe uma chance de que entre 1.000.000 de faturamentos semanais realizados pela empresa, 44,35% desse montante seja abaixo dos valores específicos requisitados pelos empresários. Tendo uma grande chance de acontecer estes valores, fica-se notável que, isto impactará brevemente no funcionamento do negócio dentro da organização, já que se trata de uma empresa de serviços. Assim, a capacidade do processo (CPK) está no valor de 0,05.

Determinado o nível atual do processo, será desenvolvido na próxima etapa a etapa analisar, onde serão analisados profundamente os dados coletados na organização durante a semana 31, com a equipe do projeto.

4.4 ETAPA: ANALISAR

Na etapa analisar o desenvolvimento iniciará com os objetivos de desempenho. Porém, após o desenvolvimento de toda comprovação da confiabilidade dos dados e dos gráficos de faturamento com suas variações, observou-se na tabulação dos dados que havia um elevado número de viagens vazias registradas pelos motoristas. Estas viagens vazias acabaram chamando atenção da equipe do projeto, principalmente dos empresários ali disponíveis na reunião na semana 15, e pela equipe que estava analisando os dados para definir o projeto.

Então, com isto, se dá a verificação da variação do total de viagens entre os 5 semirreboques, e número de viagens realizadas no total, por semana, e as mesmas análises estatísticas realizadas acima para o faturamento. Para isto realizou-se a análise destes valores em forma de Gráfico de séries Temporais, apresentados na Figura 17 e 18.

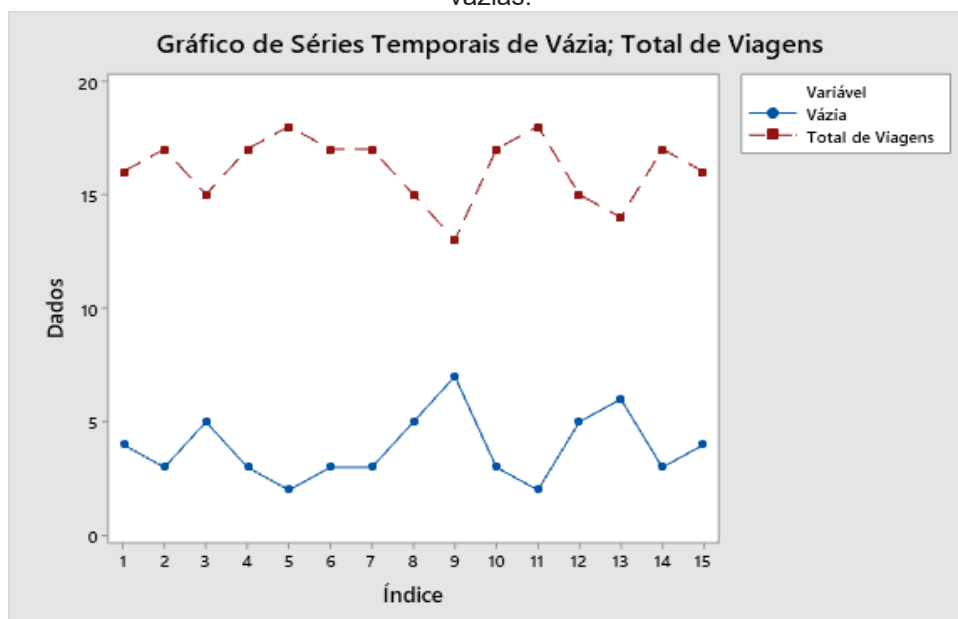
Figura 17 - A imagem representa a análise estatística descritiva da análise de dados de viagens vazias.

Estatísticas

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Vázia	15	0	3,867	0,376	1,457	2,000	3,000	3,000	5,000	7,000	

Fonte: O autor(2021).

Figura 18 - Imagem referente ao gráfico de séries temporais entre total de viagens e total de viagens vazias.

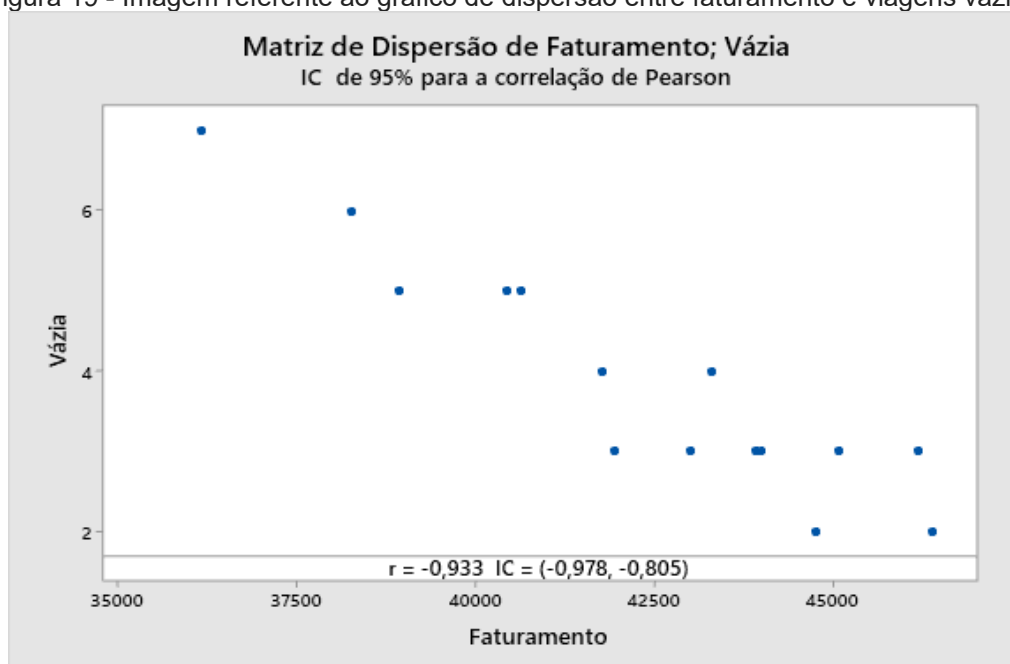


Fonte: O autor(2021).

Visto as informações citadas e reparando principalmente das semanas 5, 9, 12, 13, 14 e 15 apresentadas na Figura 18. Verifica-se que é possível é claro o impacto de viagens vazias no total de viagens realizadas.

E assim, para validar o impacto das viagens vazias no faturamento da empresa, realizou-se um teste estatístico de correlação entre as duas variáveis, para comprovar, estatisticamente, que as duas variáveis possuem correlação. A Figura 19 apresenta a correlação encontrada por estas duas variáveis.

Figura 19 - Imagem referente ao gráfico de dispersão entre faturamento e viagens vazias.



Fonte: O autor (2021).

Com os valores encontrados no gráfico, conclui-se que a variável de viagens vazias é inversamente proporcional relacionada com a variável de faturamento, e além disto, entre ambas há uma correlação negativa, ou seja, o aumento de uma, interfere na outra.

Neste caso, mesmo sabendo que viagens vazias, inferem no faturamento, deve-se provar que existem correlação entre ambas.

Assim, fica claro para equipe, que para aumentar o faturamento deve-se atacar a principal causa da perda de faturamento: as viagens vazias proporcionadas pelos motoristas.

Conforme verificado o impacto das viagens vazias no faturamento da empresa, decidiu-se então estratificar e classificar as viagens realizadas pelos veículos em duas categorias. A Tabela 16 mostra quais são as categorias de dados.

Tabela 16 - Classificação dos dados tabulados.

Dados Gerais	Classificação
Viagens	Viagens de ida
	Viagens de volta

Fonte: O autor (2021).

Estes dados foram classificados com o seguinte critério:

1. Toda viagem que era realizada com destino a docas do porto, seria considerada viagem de ida.

2. Toda viagem que era realizada da região de São Paulo para o interior seria considerada como viagem de volta.

Com isto, realizou-se a classificação dos dados coletados na etapa anterior, e realizou-se a análise estatística descritiva destes dados através da ferramenta Minitab 19. Estes dados são apresentados nas Figuras 20 e 21.

Figura 20 - Imagem referente a análise estatística descritiva dos dados de viagens de ida.

Estatísticas

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Faturamento Viagens Ida	155	0	3091,0		23,2	288,4	2562,2	2833,4	3082,3	3351,7
Variável	Máximo									
Faturamento Viagens Ida	3687,8									

Fonte: O autor (2021).

Figura 21 - Imagem referente a análise estatística descritiva dos dados de viagens de volta.

Estatísticas

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Faturamento Viagens de Volta	92	0	1851,5		15,4	148,2	1608,0	1720,0	1851,5	1987,0
Variável	Máximo									
Faturamento Viagens de Volta	2096,0									

Fonte: O autor (2021).

Analisando os dados coletados do número de viagens entre ida e volta, pode-se ver claramente uma diferença entre 63 viagens não realizadas ao destino de volta. Confrontando os dados de viagens vazias, encontra-se os mesmos valores para viagens realizadas vazias. Ou seja, as viagens de volta eram 40,64% das viagens de volta realizadas para o destino.

Verificando estes dados foi possível identificar que a empresa em média perdia o faturamento de R\$ 1.851,50 entre viagens vazias realizadas na categoria viagens de volta, sendo um fator impactante no faturamento da empresa. A meta traçada nesta situação foi a redução do número médio de viagens vazia de 3,87 para uma meta de 1,94 viagens vazias, com base no estabelecimento do cálculo de metas apresentado no livro de Vicent Falconi Campos chamado Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. (Campos,2004).

Ou seja, os ganhos obtidos neste projeto seriam de R\$ 3.582,67 por semana a mais no faturamento da empresa. No total, em um mês, a empresa apresentaria um valor equivalente de R\$ 14.330,68, em média. Este valor, conduziria a empresa a entrar nos limites de especificação de faturamento apresentado por elas.

Após isto, voltou-se ao *Project Charter* e definiu-se os Ganhos Estimados que ainda não tinham sido calculados. A Figura 22 mostra a atualização realizada após encontrar este fator impactante no projeto.

Figura 22 - Imagem referente ao *Project Charter* atualizado com novas metas.

Project Charter	
Empresa:	Empresa X
Ramo:	Logística
Lider:	Autor
Equipe de Projeto:	Autor, motorista 1, motorista 2, empresário x e empresário y
Descrição do Problema:	A empresa vem perdendo faturamento devido a problemas incorretos de agendamento de carga, além que os semi-reboques vem apresentando muito problemas na parte de manutenção, tanto mecânica, quanto elétrica.
Avaliação do Histórico do Problema / Identificar lacuna de performance	A empresa perdeu faturamento nos últimos 24 meses. Entre os dados analisados entre 2018 e 2019, a empresa perdeu 20,21% do faturamento, comparados o faturamento de 2018 versus o faturamento de 2019.
Meta:	Aumentar o faturamento semanal da empresa. Redução do número de viagens vazio de 3,83 para 1,94.
Ganho Estimado:	Redução do número de viagens vazio de 3,83 para 1,94. Viagens vazio = 1,94 por semana Valor médio de viagens de volta = 1.851,50 1 Mês = 4 Semanas Calculo = 1,94 * R\$ 1.851,50 * 4 semanas = R\$ 14.330,68 /mensais

Fonte: O autor (2021).

Para encerrar a etapa de definir os objetivos de desempenho do projeto, definiu-se que para cálculo destas viagens seriam apresentadas conforme a fórmula abaixo.

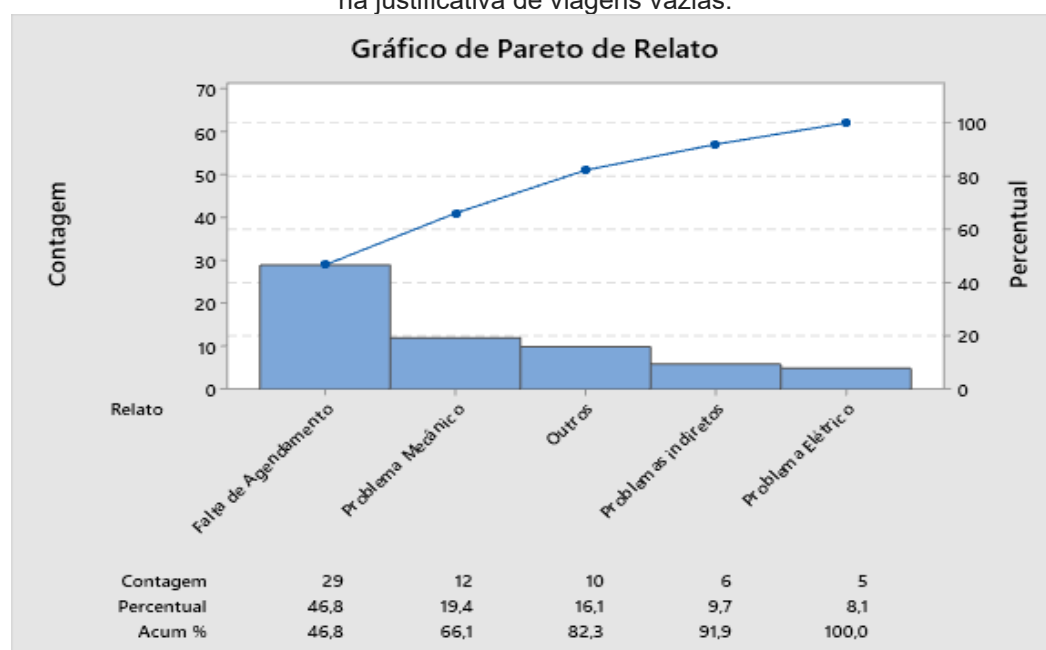
$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Viagens realizadas com faturamento}}{\text{Viagens totais realizadas}}$$

Com isto, seria possível calcular o desempenho da organização através dos dados encontrados, e medir futuramente o processo.

No próximo passo, definiu-se realizar a verificação e validação da causa-raiz e estratificação dos problemas ocorridos de viagens vazias no retorno dos semirreboques. Para isto, realizou a estratificação dos dados, utilizando a ferramenta Gráfico de Pareto, para analisar os dados apresentados na planilha de coleta de dados, onde justificavam as viagens vazias realizadas pelos motoristas.

A Figura 23 apresenta a estratificação dos dados de viagens vazias justificadas pelos motoristas durante as 15 semanas de medição.

Figura 23 - Imagem referente ao Gráfico de Pareto realizado com a análise dos dados apresentados na justificativa de viagens vazias.



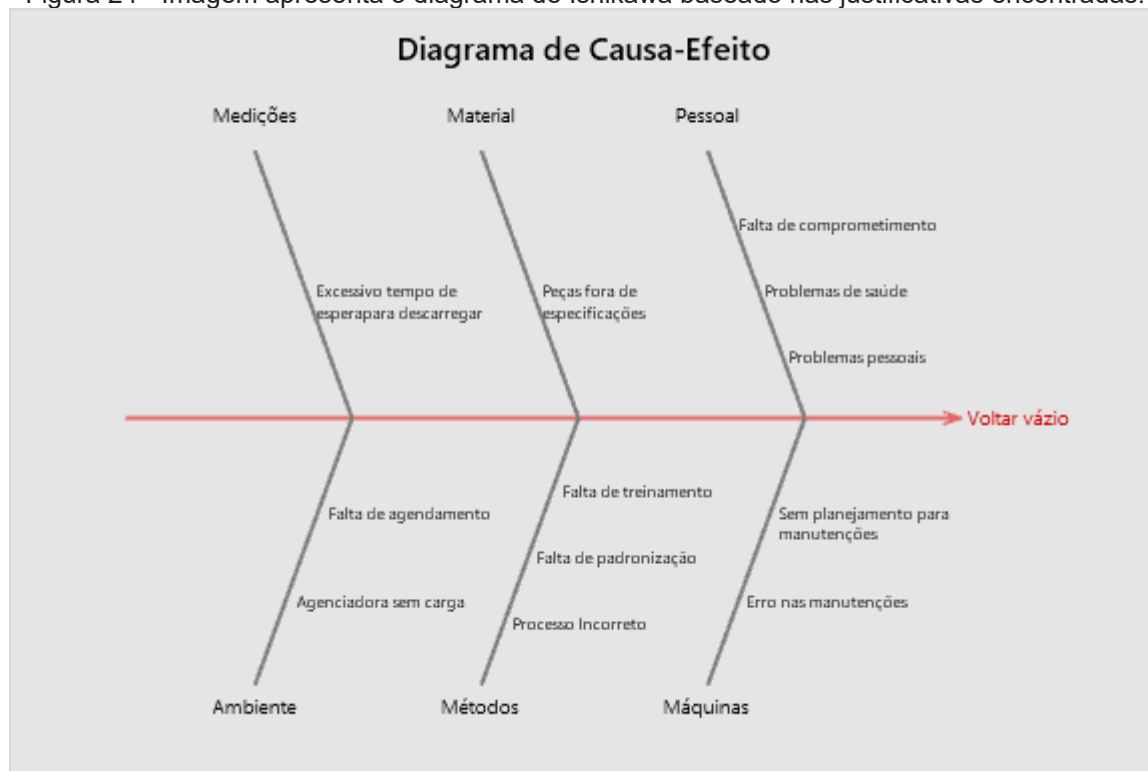
Fonte: O autor (2021).

Nesta análise, ficou claro que as faltas de agendamento e Problemas mecânicos foram no total 66,10% das causas que levaram ao problema de viagens vazias. Então, para possíveis soluções, fica claro que se deve eliminar primordialmente essas 2 primeiras causas, para que se possa reduzir o problema.

Para verificar os problemas ocorridos, relata-se os principais problemas em um Diagrama de Ishikawa estratificando os dados de justificativa dos motoristas. A Figura

24 apresenta o diagrama de causa-efeito (Diagrama de Ishikawa) apresentado os principais problemas apresentados entre os 6 M's.

Figura 24 - Imagem apresenta o diagrama de Ishikawa baseado nas justificativas encontradas.



Fonte: O autor (2021).

É possível notar na ferramenta do Diagrama de Causa efeito, que as categorias Pessoas, Manutenção, e Métodos, são as etapas que se deve atacar, por ser um fator interno dentro da organização, que é possível realizar melhorias, sendo trabalhadas na próxima etapa do trabalho.

4.5 ETAPA: MELHORAR

Na etapa de melhoria, iniciou-se com um evento de *Brainstorming* junto com a equipe do projeto mais todos os funcionários da empresa para levantamento de ideias para solução das possíveis causas-raízes.

Porém, antes de iniciar a geração de ideias, era notório apresentar à corporação todos os dados medidos e analisados, para que pudessem gerar o conforto de que eles estavam fazendo parte de toda mudança da cultura organizacional da empresa, buscando a excelência operacional dos processos.

Vendo que eles faziam parte desta mudança, foram levantadas as seguintes ideias para propor a solução do problema apresentado nas etapas anteriores. As ideias geradas são apresentadas na Tabela 17, com a justificativa apresentada por ambos.

Tabela 17 - Tabela apresenta levantamento apresentado no evento de *Brainstorm* na empresa com as justificativas para melhoria.

Problemas	Possível melhoria	Justificativa
Falta de programação	Desenvolvimento de um setor responsável.	A contratação de um funcionário que somente esteja responsável pela programação de agendamento dos veículos, mantendo o total contato entre os motoristas e os fornecedores de carga. Nota-se que às vezes, os motoristas não possuem problemas para agendar estas cargas. Então fica-se viável a concentração desta atividade em um setor responsável.
Problemas mecânicos.	Planejamento de manutenção nos veículos	Visto que às vezes falta um pouco de tempo para realizar a manutenção dos veículos. Fica-se claro, que através do responsável o desenvolvimento de um planejamento de manutenção neste setor
	Compra de peças qualidade melhores	Nota-se que a quebra na maioria dos veículos é ocasionada por compra de produtos de má qualidade, ou mal instalados, com isto fica-se claro o desenvolvimento de responsável pela compra de peças através da especificação.
	Desenvolvimento de responsáveis por compras.	
	Criação de planilhas de verificação de veículos.	Visto que não tem um check list de integridade dos equipamentos, fica-se viável a ocasionar problemas nos veículos durante a viagem. Com isto, deve-se realizar a criação de um check list antes de ir viajar, impedindo que aconteçam problemas mecânicos e elétricos durante a viagem.

Fonte: O autor (2021).

Com estas ideias propostas para solução do problema, foram levantadas atividades que deveriam ser realizadas nesta semana, para que ocorresse com

sucesso a etapa de melhoria. Foi criado, através da ferramenta 5W2H um plano de ação para as ideias levantadas no *Brainstorm*, e que se tomaram de ação, com os valores e custos apresentados. Esta ferramenta é situada na Figura 25.

Figura 25 - Imagem representa o Plano de Ação (5W2H) desenvolvido após o Brainstorm.

O que?	Quem?	Quando?	Como?	Onde?	Por que?	Quanto?
Criar uma ficha de verificação	Consultor	26/07/2020	Realizando uma verificação dos itens que são necessários verificar no veículo antes de iniciar a viagem.	Computador	Para evitar problemas com manutenções corretivas, e possíveis problemas durante a viagem.	Sem custo
Criação do setor de Planejamento Controle de Produção e Manutenção	Diretor	26/07/2020	Realizando a entrevista e contratando uma estagiária para planejamento do carregamento dos veículos e suas manutenções preventivas necessárias	Dentro da empresa	Para evitar o problema de falta de agendamento dos veículos, além do fato de planejar as manutenções para o veículo, buscando deixá-los em ordem e evitar perda de faturamento.	R\$ 1.040,00
Realizar manutenções nos veículos	Motoristas Manutenção	26/07/2020	Verificar os veículos e anotar o que precisa ser feito nos veículos para deixá-los de forma correta, sem nenhum problema para os motoristas realizarem viagens de forma adequada.	Nos veículos semirreboque e nas carretas	Porque os veículos vinham apresentando muitos problemas de manutenção, então foi necessário realizar estas manutenções de forma correta para que os motoristas pudessem realizar a viagem sem problemas.	R\$ 4.987,59

Fonte: O autor (2021).

Após o desenvolvimento do plano de ação, realizou-se a implementação da atividade e os registros dessas atividades para melhoria durante a semana do dia 25 a 29 de julho. A Tabela 18 mostra a data de início e fim, as atividades realizadas implementadas através do plano de ação desenvolvido na atividade acima. Já a Figura 26, 27 e 28 mostram as aplicações desenvolvidas na parte de manutenção durante esta semana.

Figura 26 - Imagem mostra registros de manutenções realizadas em uma das carretas após o levantamento 5W2H.



Fonte: O autor (2021).

Figura 27 - Imagem mostra registros das manutenções realizadas em um dos semirreboques após o levantamento 5W2H.



Fonte: O autor (2021).

Figura 28 - Imagem mostra registros das manutenções realizadas no sistema de ar de um dos semirreboques após o levantamento 5W2H.

Registro de Manutenção	
Caminhão: Scania 124 G	Placa: XXX-0000,
Atividade: Manutenção no sistem de ar do bexigão	
Troca das mangueiras	Lubrificação do sistema
	
Realizada: 26/07/2020	Observação: Verificar no continuamente por duas
Assinatura: _____	

Fonte: O autor (2021).

Tabela 18 - Dados referente às anotações a atividades realizadas baseada nos planos de ação.

Data início	Data de encerramento	Atividade	Descrição
25/07/2020	29/07/2020	Levantamento de manutenções primordiais nos caminhões.	Foram feitas o levantamento das manutenções necessárias nos caminhões, para que eles pudessem ter condições para o transporte de cargas sem causar manutenções
26/07/2020	26/07/2020	Desenvolvimento de ficha de verificação para condições primordiais	Foram feita uma ficha, onde o motorista verifica as condições do veículo antes de seguirem viagem, com o objetivo de realizarem manutenções preventivas e diminuir os custos de manutenção
27/07/2020	27/07/2020	Desenvolvimento de manutenções preventivas	Através da ficha de verificação, será possível a verificação e agendamento das possíveis manutenções preventivas, evitando que o caminhão volta vazio para a realização de manutenção
27/07/2020	27/07/2020	Contratação de uma pessoa responsável por programar o carregamento	Foi contratada uma pessoa para a realização do agendamento dos caminhões, antes da vinda dos motoristas, que deixavam para agendar de última hora. Além disso, ela também é responsável por programar as manutenções planejadas nos equipamentos.
27/07/2020	27/07/2020	Treinamento com os motoristas	Foi treinado os motoristas com o objetivo de instruir, de forma correta, como conduzir uma ficha de verificação

Fonte: O autor (2021).

Nesta etapa, verificou-se uma necessidade de alteração de todo o processo, em que a partir da aplicação da melhoria, criar-se-ia um setor responsável pelo

planejamento das viagens executadas pelos motoristas através da autonomia via computador, e passaria a responsabilidade de agendamento destas viagens do motorista, para esta pessoa responsável do setor. Além, de que ela também ficaria responsável por coletar os dados e tabulá-los, tanto os dados de *check list* de verificação, quanto a planilha de coleta de dados das viagens.

Após a implementação das melhorias apresentadas *no brainstorm* e o desenvolvimento do plano de ação e sua aplicabilidade acompanhou-se as melhorias durante 13 semanas, através da mesma planilha de coleta de dados, para verificar se a redução foi efetiva.

Para validar esta melhoria, verificou-se o número de viagens vazias que aconteceram durante o período, através das cartas de controle dos dados analisados. A Figura 29 e 30 apresenta, respectivamente, os dados estatísticos encontrados e o gráfico da melhoria implementada nos equipamentos da organização.

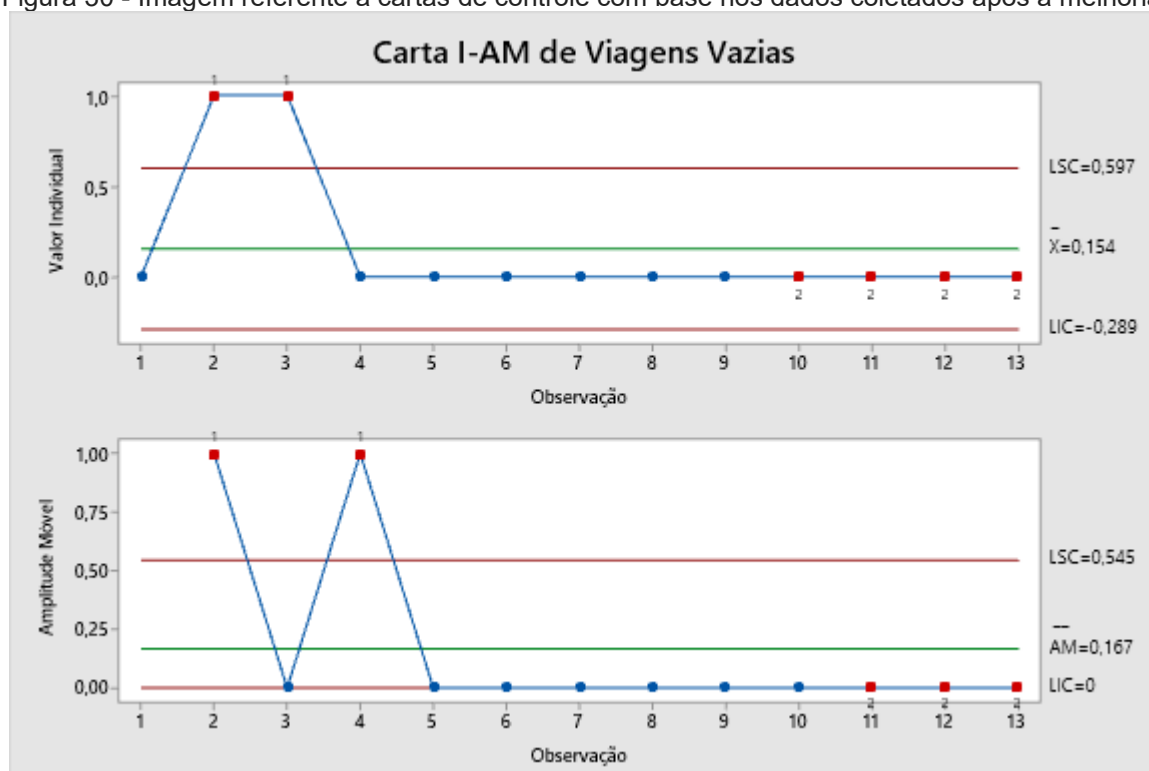
Figura 29 - Imagem referente a análise estatística descritiva dos dados coletados após a melhoria.

Estatísticas

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Faturamento	13	0	58002	3417	12320	25516	55403	57851	64216	77331	
Viagens Vazias	13	0	0,154	0,104	0,376	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	
Desempenho	26	0	1,0659	0,0431	0,2196	0,3000	1,0000	1,0000	1,1625	1,6000	
Total de Viagens	12	0	24,333	0,932	3,229	19,000	23,000	23,500	26,500	32,000	

Fonte: O autor (2021).

Figura 30 - Imagem referente a cartas de controle com base nos dados coletados após a melhoria.

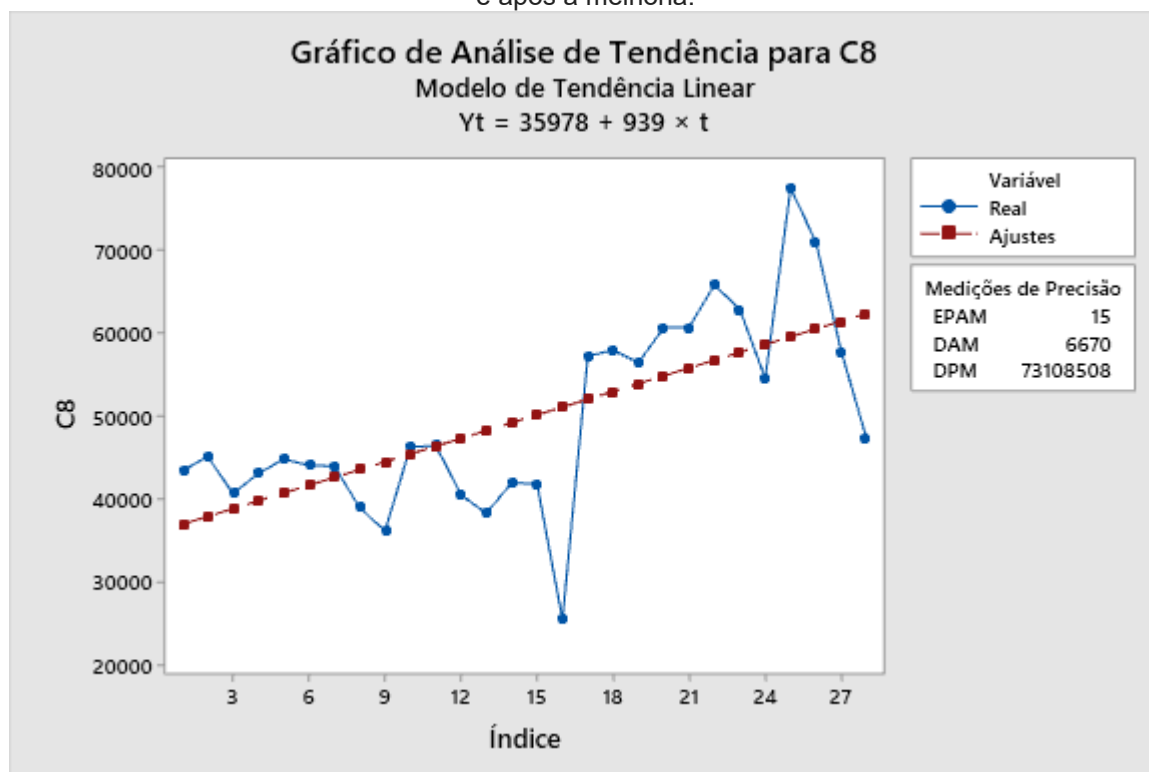


Fonte: O autor (2021).

Nota-se então que durante as 13 semanas, o número de viagens vazias médias entre todos os equipamentos caiu de 3,86 para 0,154, ou seja, obteve-se um ganho maior do que o esperado nos ganhos de projetos. Nota-se também, na Figura 29, que o faturamento médio foi de R\$ 58.002 por semana, além de que o número de viagens aumentou para 24,33, alcançando um desempenho de 106% em média.

A Figura 31 mostra o gráfico de séries de tendências dos resultados anteriormente a melhoria, e após a melhoria justificando, que houve um ganho no faturamento da empresa.

Figura 31 - Imagem representa a análise de tendência realizada para os dados de faturamentos antes e após a melhoria.

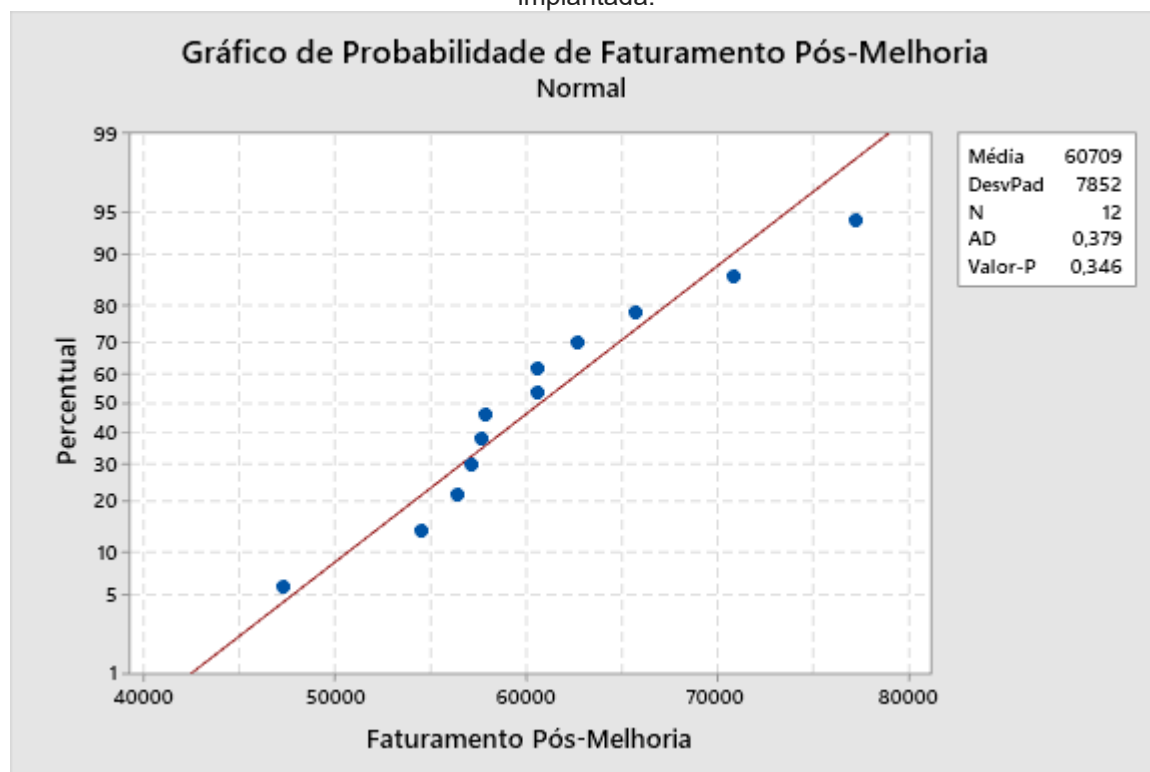


Fonte: O autor (2021)

É notável que houve um ponto, onde o faturamento foi de R\$ 25.516,30, porém este valor é causado na semana em que foi desenvolvido a etapa de melhoria. Pois, como foi realizado melhoria no processo em andamento, coletou-se os dados também neste período. E neste mesmo período não foram apontadas viagens vazias pois os veículos estavam parados realizando a manutenção aplicada no plano de ação (5W2H).

Para validar estatisticamente os resultados, novamente, aplica-se a gráfico de probabilidade para verificar se o faturamento segue uma distribuição normal. Para esta análise, foi desconsiderada o faturamento da semana 31, de valor R\$ 25.516,31, pois se sabe que este é um *outlier* (ponto fora da curva) e sua real causa citada nos textos acima. Este dado nesta situação pode atrapalhar as análises estatísticas, por isto, foi desconsiderado. A Figura 32 apresenta o gráfico de probabilidade com o faturamento encontrado nas semanas 32 a 43.

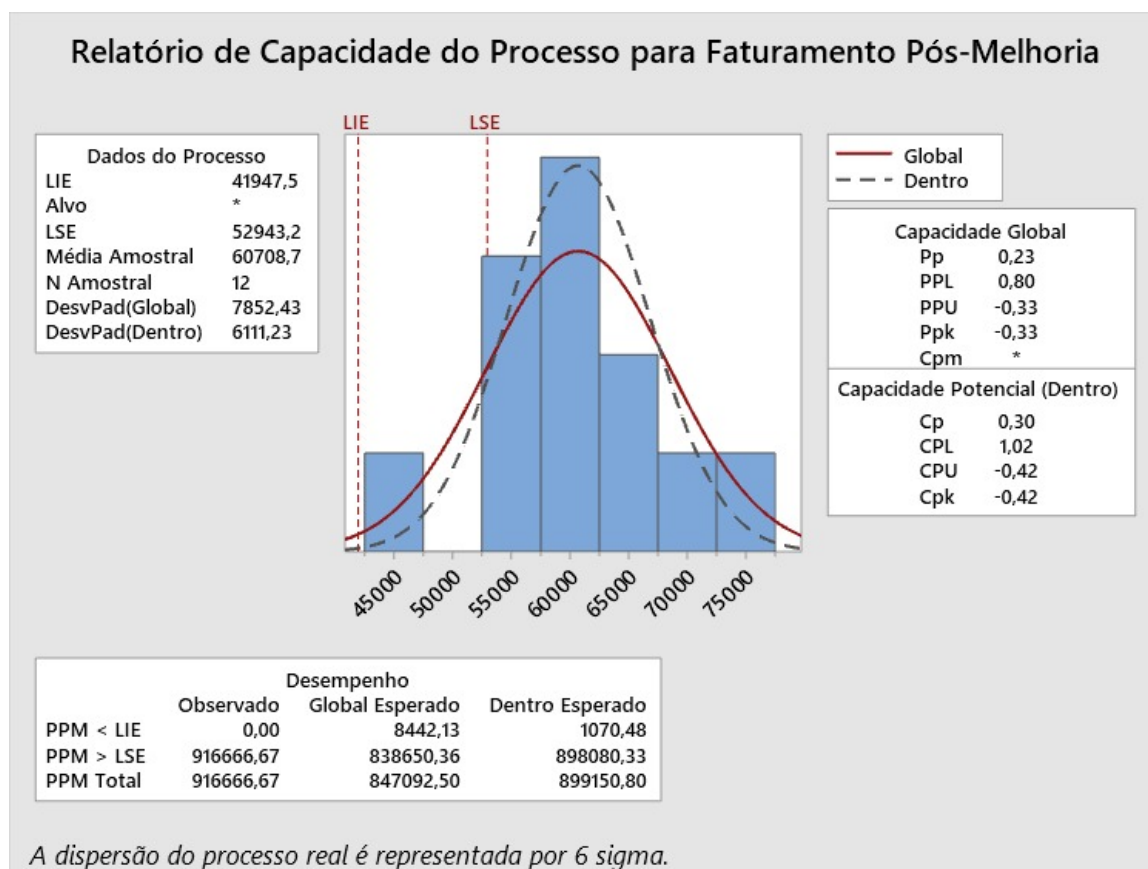
Figura 32 - Imagem representa a análise do gráfico de probabilidade do faturamento após a melhoria implantada.



Fonte: O autor (2021)

Visto que o valor-P é maior do que 0,05, considera-se os dados normais para análise da distribuição normal, e para o relatório de capacidade. Com os dados realiza-se a análise do relatório de capacidade, para verificar se a melhoria está dentro dos LE exigidos pela empresa. A Figura 33 mostra o gráfico de capacidade e seus relatórios.

Figura 33 - Imagem representa o relatório de capacidade do processo após melhoria.



Fonte: O autor (2021)

Nota-se que a melhoria foi além de eficaz, situando que entre 1.000.000 de amostras, a chance de o faturamento ser abaixo aos limites de especificação inferior (R\$ 41.957,40) é de 0,84%. E se verifica que a chance de o faturamento ser superior ao limite de especificação superior é de 83,86%, tendo a chance em 1.000.000 de amostras, encontrar um resultado de 836.650 amostras de faturamento acima do LIE (R\$ 52.943,20). Com isto, mostra-se que a melhoria foi muito eficaz nos resultados da empresa.

A próxima etapa do projeto mostra como foi implementado as atividades para controlar as melhorias propostas neste trabalho.

4.6 ETAPA: CONTROLAR

A etapa controlar (C) no trabalho iniciou-se junto com as melhorias ocorridas, pois conforme os planos de ações que foram tomando, criou-se um sistema para

controlar as possíveis ações para evitar os acontecimentos das causas-raízes no processo.

Nesta etapa, foram implementadas algumas ferramentas como *Out Control Action Plan* (OCAP) para verificar quando uma viagem vazia ocorreria, e se ela saísse fora dos limites de controle propostos pelo sistema.

Verificou-se que houve duas saídas, conforme a Figura 30, porém elas foram justificadas pelo fato de a programadora de produção contratada estava ainda se adequando ao processo de programar as viagens para os veículos. Após treinamento, verificou-se que este erro se tornou inexistente, resultando no valor médio de 0,154 viagens vazias por semana (abaixo da meta esperada pelo projeto).

A Tabela 19 mostra a implementação do OCAP, além de mostrar as aplicações da ferramenta, quando houve verificação da atividade “viagem vazia” ocorrida nos dados.

Tabela 19 – Tabela referente a aplicação da ferramenta OCAP, em forma de registro de atuação.

Data de início	Data de encerramento	Atividade	Descrição
27/07/2020	-	Criação de um OCAP.	Criação de um OCAP para fazer entendimento do retorno dos caminhões vazios.
03/08/2020	03/08/2020	Treinamento com a Programadora	Realizou-se treinamento com a programadora para entender qual problema ela teve para agendar o motorista C.
13/08/2020	13/08/2020	Treinamento com a Programadora	Realizou-se treinamento com a programadora para entender qual problema ela teve para agendar o motorista C. Conclusão: estava agendando depois do veículo ter descarregado.

Fonte: O autor (2021).

Também, nesta melhoria proposta foi desenvolvido uma instrução de operação, junto com a nova programadora, com o objetivo de realizar a criação de um documento padrão com as atividades realizadas pela função, como o planejamento de manutenção, planejamento de agendamento de cargas e conferência e tabulação dos dados.

Para encerrar esta etapa e o projeto como um todo, documenta-se às melhorias encontradas, os ganhos do processo encontrado, e qual o impacto deste resultado financeiro no projeto. A Figura 34 segue o documento proposto para registro do projeto, as melhorias encontradas, e os ganhos efetivos do projeto versus os ganhos esperados.

Figura 34 - Imagem referente ao registro do projeto junto com as melhorias aplicadas.

Registro do Projeto	
Problema:	Queda de faturamento
Causas:	Elevado número de viagens v�zias de volta ocasionadas por falta de programação e manuten�o mal planejadas.
Solu�es:	Cria�o do setor de planejamento e programa�o de agendamentos e manuten�o Cria�o de sistemas para prevenir viagens v�zias Cria�o de checklist's para os ve�culos
Ganhos encontrados:	Faturamento m�dio de R\$ 58.002,00 semanais.
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin: 0 auto;"></div>
Proprietario da Empresa	Lider do Projeto

Fonte: O autor (2021).

Ap s isto realizou-se uma pesquisa de satisfa o, como se fosse a voz do cliente para verificar se os problemas de qualidade existentes na presta o de servi os foram completamente atendidos, eliminando as reclama es que foram exibidas na VOC. A Tabela 20 mostra a opini o dos clientes realizada no final do projeto.

Tabela 20 - Levantamento das principais observações anotadas nas entrevistas após a melhoria.

Entrevistado	Principais observações anotadas
Cliente 1	“[...] a empresa mudou a qualidade de serviços prestados nos últimos meses, meus parabéns.”
Cliente 2	“[...]nunca imaginaria que a disposição de uma pessoa programando as viagens dos caminhões pudessem fazer uma diferença na qualidade do serviço prestado. Além disso, nenhum dos motoristas da empresa tratou de atrasar nossas entregas nos últimos meses. Além disso, ficamos mais seguros com a planejadora X estar na empresa cuidando de todos os problemas que às vezes acontecem e demoram para ser solucionados, às vezes pela parte do motorista.”
Cliente 3	“[...] A empresa está excelente no nível de serviços prestados, gostaria de oferecer este mesmo tipo de serviço a outras empresas que estão no ramo, e são nossos clientes. A empresa mudou da água para o vinho, sem sombra de dúvidas.[...]”

Fonte: O autor (2021).

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível compreender que a metodologia DMAIC aplicada às práticas de *Lean Manufacturing* e Seis Sigma, num conjunto do Lean Seis Sigma é capaz de solucionar, além dos problemas ocorridos em indústrias, também soluciona problemas na área de serviços, principalmente na parte da logística. E com estas soluções, foi possível observar a melhoria no aumento da qualidade de serviços prestados para seus clientes, e com isto tornando a organização mais competitiva no seu ramo apresentado.

Nota-se que este trabalho apresentou todas as características implícitas desde a introdução, onde foi relatando toda a exigência de os dias atuais para organizações melhorarem os seus processos internos, com o objetivo de melhorar o atendimento do cliente e tornar mais competitivo em relação a outras organizações do mercado. E para isto, fez-se necessário a utilização do Lean Seis Sigma, em conjunto com a metodologia DMAIC para a construção e desenvolvimento deste cenário.

Com a metodologia, foi possível desenvolver uma forma de seguir alguns passos-a-passos apresentados na tabela nos resultados e discussões, que servem como um modelo padronizado para o desenvolvimento de trabalhos futuros realizados na área do Lean Seis Sigma com a metodologia.

O trabalho apresentado atendeu todas as perspectivas mostradas nos objetivos gerais como, o mapeamento do processo de carregamento e descarregamento, a coleta de dados nos processos, que é de suma importância para as análises estatísticas feitas. Foi também possível identificar as possíveis oportunidades e suas variações para o presente trabalho, e possíveis trabalhos futuros, propor e aplicar as melhorias encontradas para o processo, com base no conhecimento adquirido pelas referências bibliográficas e poder analisar se as melhorias aplicadas neste trabalho trouxessem resultados operacionais e financeiros para a empresa situada.

Com isto, notou-se também, que às vezes variáveis que ocorrem durante muitas vezes se tornam invisíveis aos olhos da organização, que está presente sempre no processo. E com isto, esta variável acaba-se tornando uma causa comum de problemas e não podendo mensurá-las.

Observou-se também, que ferramentas estatísticas aplicadas a uma série de etapas e procedimentos metódicos, além da análise correta dos dados, podem gerar grandes resultados, impactando diretamente no faturamento da empresa.

Foi também possível observar que, através da programação de viagens através de um setor, reduziu-se três principais características do Lean Manufacturing que era a movimentação desnecessária por parte dos caminhoneiros, do processamento e da espera. Com isto, fez com que a empresa solucionasse seu problema com a perda de faturamento nos últimos anos.

Segundo a situação apresentada no projeto, pode-se notar que a questão de um oferecimento de um serviço ineficaz e sem excelência, sem controle para tais situações, levava a empresa atender o cliente de mal forma, e com isto impactando diretamente o faturamento da empresa no setor, fazendo com que ela perdesse competitividade.

A respeito dos clientes que a empresa entrevistou após a melhoria, ficaram muito satisfeitos com o nível de serviço, agilidade e comprometimento que a empresa está oferecendo. Além disso, um dos fornecedores cita que esperava que outras empresas que são parceiras deles ofereçam o mesmo tipo de serviço que a empresa está prestando.

Evidenciou-se, que com um valor baixo de investimento e programação da demanda de forma correta, além da redução de desperdícios de movimentação indevidas, levou a empresa o aumento do seu faturamento em média de R\$14.330,68 reais semanais, podendo desfrutar dos resultados alcançados.

Também notou-se, que a empresa poderá aumentar os Limites de Especificação para seu faturamento, para que o gráfico de probabilidade possa cair dentro, aumentando os valores de sigmas encontrados, podendo desfrutar de uma maior capacidade.

5.1 POSSÍVEIS TRABALHOS FUTUROS

Como o Lean Seis Sigma trata-se de uma ferramenta de melhoria contínua, para possíveis trabalhos futuros, é possível realizar a melhoria na empresa situada em outras questões. E isto se dá ao fato, de que na etapa de Análise, no diagrama de causa-efeito trabalhou-se apenas com duas das cinco variáveis apresentadas. Ou seja, poderiam realizar outros estudos de melhoria, que impactam diretamente no processo da empresa situada.

Também, foi possível notar um projeto de melhoria na parte de manutenção preventiva e preditiva dos equipamentos da empresa, já que a melhoria foi feita com

base no planejamento das manutenções pelo setor. Porém, estas melhorias não foram medidas, mas para possíveis trabalhos futuros, poderá aplicar a ferramenta do Lean Seis Sigma, junto a metodologia DMAIC para verificar e solucionar problemas na área de manutenção da organização, reduzindo os gastos com manutenção, que não foram mostrados no trabalho.

REFERÊNCIAS

ABDULMALEK, Fawaz A.; RAJGOPAL, Jayant. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal Of Production Economics**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 223-236, maio 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>.

ALPER, Burak. **LEAN SIX-SIGMA METHODOLOGY AND AN APPLICATION IN A DEFENSE INDUSTRY COMPANY**. Orientador: Benhür SATIR. 2019. 75 p. Tese (Mestrado em Engenharia Industrial) - UNIVERSIDADE ÇANKAYA, Ancara (Turquia), 2019. Disponível em: <http://earsiv.cankaya.edu.tr:8080/handle/20.500.12416/3500>. Acesso em: 5 maio 2021.

ALVES, Luíza Machado; MENDES, Mateus Genaro. **Aplicação dos conceitos do Lean Office na etapa de projeto conceitual do protótipo rover de uma equipe de competição universitária**. Orientador: Lucas Winterfeld Benini. 2021. 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/22043>. Acesso em: 11 jun. 2021.

ANDRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 203-219, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530x2007000200002>.

ANTONY, Jiju. Six sigma for service processes. **Business Process Management Journal**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 234-248, mar. 2006. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/14637150610657558>. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14637150610657558/full/html?casa_token=QFN-O-gm_kUAAAAA:s88cD-GFEU3cSf8yFbv2oZ7mxQJcKoxhFWty4DVkDi7T4IDpowg7zOnJ59b9KA9KdOQV4R2GUAtYlKYQXnwhVzmsGsGN0vjpxGfvBVJ05DqCElt1H1Q. Acesso em: 17 jun. 2021.

ANTONY, Jiju; BANUELAS, Ricardo. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 20-27, dez. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/13683040210451679>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/13683040210451679/full/html>. Acesso em: 17 jun. 2021.

ARIENTE, Marina *et. al.* Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. **Revista da FAE**, Curitiba, Brasil, ano 2005, v. 8, n. 1, p. 81-92, jan-jun. 2005. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/377>. Acesso em: 15 jun. 2021.

ARNHEITER, Edward D.; MALEYEFF, John. The integration of lean management and Six Sigma. **The Tqm Magazine**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 5-18, fev. 2005. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780510573020>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780510573020/full/html?>

casa_token=vydiv8wMAFcAAAAA:eBI6UEZnLM7gTFTZSPF1BUm5kz6EmdEuHljHj06MaLxaTMv4ez0xgUEcDmaKw5MZJT8QRkah-CYZTHRup2NQYojj3pXYRyYT5LbqtifOYQ2JeHvvyKs. Acesso em: 16 jun. 2021.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BIANCHI, Adriane Maria. **OS EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO DE ESTOQUES, COM BASE NA FILOSOFIA JUST-IN-TIME, NO QUE DIZ RESPEITO AO RESULTADO ECONÔMICO DE UMA EMPRESA**. Orientador: Nilton de Marchi. 2011. 69 p. Monografia (Bacharel em Ciências Contábeis) - Universidade Caxias do Sul, Farroupilha, Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1479/TCC%20Adriane%20Maria%20Bianchi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jun. 2021

BOWERSOX, Donald J *et. al.* **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. 4^a. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

BRAITT, Bruno; FETTERMANN, Diego Castro. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Produto & Produção: Produto e Produção**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 29-41, 15 dez. 2014. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1983-8026.51559>. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/51559>. Acesso em: 5 jul. 2021.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CARVALHO, Karine Lima de; *et. al.* Terceirização e estratégia competitiva: perspectivas para a logística no Brasil. **Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP)**, Bauru (SP, ano 2016, ed. 13, p. 1-8, 8 nov. 2006. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/241.pdf. Acesso em: 7 jun. 2021.

CHAKRABARTY, Ayon; CHUAN, Tan Kay. An exploratory qualitative and quantitative analysis of Six Sigma in service organizations in Singapore. **Management Research News**, [S.L.], v. 32, n. 7, p. 614-632, 19 jun. 2009. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/01409170910965224>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01409170910965224/full/html>. Acesso em: 17 jun. 2021.

CORONADO, Ricardo Banuelas; ANTONY, Jiju. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The Tqm Magazine**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 92-99, abr. 2002. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780210416702>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780210416702/full/html?src=recsys&fullSc=1&mbSc=1&fullSc=1&fullSc=1>. Acesso em: 16 jun. 2021.

CORRÊA, Henrique L., e Carlos A. CORRÊA. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2^a Edição. São Paulo: Atlas, 2006.

COUNTINHO, Thiago. **Aprenda como a Metodologia Seis Sigma impulsiona a melhoria nos resultados das empresas.** [S.l.], 17 nov. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/metodologia-seis-sigma>. Acesso em: 1 jun. 2021.

DALLA VALLE, Felipe Luis Zorzi. *et. al.* ABORDAGEM TEÓRICA DE GESTÃO DA QUALIDADE DIRECIONADA A METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA. **Anais da Engenharia de Produção / ISSN 2594-4657**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 1 - 19, ago. 2017. ISSN 2594-4657. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/86>>. Acesso em: 30 junho 2021.

DEIMLING, Moacir Francisco *et. al.* Análise da Influência da Logística de Transportes Rodoviários no Custo Brasil. **Revista de Administração do Unifatea**, Lorena (SP), ano 2016, v. 13, ed. 13, p. 166-188, 2016. Disponível em: <http://unifatea.com.br/seer3/index.php/RAF/article/view/765/777>. Acesso em: 25 jun. 2021.

DOMINGUES, João Pedro Diogo. **Aplicação de ferramentas Lean e Seis Sigma numa indústria de sistemas de fixação.** 2013. 183 p. Dissertação (Mestre em Engenharia e Gestão Industrial) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/11177/1/Domingues_2013.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2021.

DROHOMERETSKI, Everton *et. al.* Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. **International Journal Of Production Research**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 804-824, 15 out. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2013.842015?casa_token=DmvudQhDS8AAAAAA%3Aabq7ugNQV4BVq0ViR70_-VVPsXbVWjOCZRQwfXjaolkJQBuuqlyRNfw3CqESuDTVMyEVDXzy-pkqCkk. Acesso em: 16 jun. 2021.

ENSSLIN, Leonardo; VIANNA, William Barbosa. O design na pesquisa qualitativa em engenharia de produção – questões epistemológicas. **Revista Produção Online**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-16, 6 jul. 2008. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v8i1.28>. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/28>. Acesso em: 9 jun. 2021

ESTORILIO, Carla Cristina Amodio; AMITRANO, Fernanda Gonçalves. Aplicação de Seis Sigma em uma empresa de pequeno porte. **Produto & Produção**, [S.l.], v. 14, n. 2, p. 1-25, 24 jul. 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1983-8026.20505>. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ProdutoProducao/article/view/20505/26153>. Acesso em: 17 jun. 2021.

FERNANDES, Simone Tavares; MARINS, Fernando Augusto Silva. Aplicação do lean six sigma na logística de transporte. **Revista Produção Online**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 297, 13 jun. 2012. Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v12i2.763>. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/763>. Acesso em: 5 jun. 2021.

FERREIRA, Jonathan Dias. *et. al.* A Importância da Qualidade nas Organizações. **Revista da Ciências Jurídicas**, [S.L.], ano 2016, v. 17, n. 1, p. 50-55, 7 abr. 2016. Disponível em: <https://revistajuridicas.pgsskroton.com.br/article/view/3710>. Acesso em: 7 jun. 2021.

FIGUEIREDO, Thiago Gomes. **METODOLOGIA SEIS SIGMA COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS: ESTUDO DE CASO SOBRE A REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÓLEO SINTÉTICO NA OPERAÇÃO DE USINAGEM**. Orientador: Marcos Martins Borges. 2007. 48 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2006. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Thiago.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

FONSECA, Luis Miguel C. M. Filosofia da Qualidade (Quality Gurus) - desenvolvimento de uma cultura da qualidade na empresa. *Revista Qualidade*, [S. l.], n. 3, p. 9-13, 1 ago. 1988. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.22/5020>. Acesso em: 6 jun. 2021.

GALVANI, Luis Ricardo; CARPINETTI, Luiz César R.. Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. **Production**, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 695-704, 19 mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132013005000013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/bjNdbVmvRDPxsZ8QGPTxpnk/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

GASQUE, Kelley Cristine G. D. **Teoria fundamentada: nova perspectiva à pesquisa exploratória**. In: MUELLER, Suzana Pinheiro Machado (Org.). Métodos para a pesquisa em Ciência da Informação. Brasília: Thesaurus, 2007. p. 83-118. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/9610>. Acesso em: 09 jun. 2021.

GHINATO, P., 2006. **Jidoka: mais do que pilar da qualidade**. Lean Way Consulting. Disponível em: <https://www.leanway.com.br/wp-content/uploads/Paper-03-Jidoka.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOIS, Jenifer Naiara de; GASPAROTTO, Angelita Moutin Segoria. UM ESTUDO SOBRE A METODOLOGIA SEIS SIGMA. **Revista Interface Tecnológica**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 743-754, 18 dez. 2020. Interface Tecnológica. <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v17i2.969>. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/969>. Acesso em: 15 jun. 2021.

ISHIDA, J. P. *et al.* Um estudo sobre a Gestão da Qualidade: conceitos, ferramentas, custos e implantação. **Encontro de Iniciação Científica**, Toledo, Paraná, ano 2019, 2019. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/7742/67648340>. Acesso em: 7 jun. 2021.

KAUARK, Fabiana da Silva. *et al.* **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. 2010.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo, Atlas, 1994.

LINDERMAN, Kevin. *et al.* Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal Of Operations Management**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 193-203, 25 set. 2002. Wiley. [http://dx.doi.org/10.1016/s0272-6963\(02\)00087-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0272-6963(02)00087-6). Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696302000876?casa_token=I_slvHODffsAAAAA:L2H353DMkHN4ewLsyDm7raBsaecsO8ZCy_jV-uZM_MZ9XUPYMk85kGryDwwemxr1ONNGmobcFQ. Acesso em: 17 jun. 2021.

LOBO, Renato Nogueira. **Gestão da qualidade**. 2. ed. São Paulo, São Paulo: [s. n.], 2020. 100 p..

LONGO, Rose Mary Juliano. *et al.* Gestão da qualidade: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, Brasil, ano 2013, p. 15, 1996. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1722?mode=full>. Acesso em: 7 jun. 2021.

MACHADO, Simone S. **Gestão da qualidade**. 1. ed. Inhumas, Goiás: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2012. 92 p. Disponível em: http://200.17.32.215:8080/bitstream/handle/123456789/386/gestao_da_qualidade.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 jun. 2021.

MARIANO, Fabiana Duarte. *et al.* **EFICIÊNCIA GERAL DE EQUIPAMENTO - OEE: O IMPACTO DO JIDOKA**. INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation, [S. l.], ano 2016, v. 4, n. 1, p. 1-10, 16 jul. 2015. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/515/1096>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MARTINS, V. F. *et al.* Gestão Econômica e Gestão de Processos: em busca da melhoria contínua. **Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA): Gestión Joven**, Madrid(Espanha), ano 2012, ed. 9, p. 87-96, 2012. Disponível em: http://elcriterio.com/revista/contenidos_9/6fernandes_sousa_massuda_barbosa_9.pdf. Acesso em: 7 jun. 2021.

MARSHALL JUNIOR, Isnard et al., **Gestão da Qualidade**, 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MIJAJLEVSKI, A. The Six Sigma Dmaic Methodology in Logistics. **Logistics International Conference**, 1, Belgrade, 2013. **Anais [227]**. Belgrade: LOGIC, 2013.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MONTGOMERY, D.C., WOODALL, W.H. An overview of Six Sigma. **International Statistical Review**, Vol. 76 No.3, pp.329-46, 2008.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**, Rio de Janeiro: LTC 4. Ed. 2009.

NEVES, E. N. **LOGÍSTICA EMPRESARIAL: AVALIAÇÃO DA COMPETÊNCIA LOGÍSTICA NO PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO ENTRE OS ELOS DA CADEIA DE SUPRIMENTOS**. Orientador: Ieso Costa Marques. 2021. 16 p. Tese (Graduação em Administração) - Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA), Anápolis(GO), 2021. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/18113/1/EDGAR.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total : TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo, SP: Nobel, 1994. 459 p.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção : Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

OLIVEIRA, Gabriela G. M.; OLIVEIRA, Otávio Braga. **Gestão da Qualidade: 14 Princípios de Deming**. Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá, 2016. Disponível em: . Acesso em: 16 jun 2021.

OLIVEIRA, Otávio J. (org). **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Thomson Learning, 2004.

OLIVEIRA, Juliana S. G. de; CAMPELLO, Mauro. Qualidade e Logística: diferencial competitivo nas empresas de serviços. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, [S.l.], ano 2018, n. 15, p. 1-14, 31 out. 2021. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/7926104.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

OLIVEIRA, Rafael Pellizzoni de. *et. al.* Lean Manufacturing em Associação à Automação Industrial: Estudo de Caso Aplicado à Indústria Moveleira. **Revista Espacios ISSN 0798 1015**, [S.l.], ano 2017, v. 38, n. 17, p. 24-41, 18 nov. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Stefano-Frizzo-Stefenon/publication/315828457_Lean_Manufacturing_em_Associacao_a_Automacao_Industrial_Estudo_de_Caso_Aplicado_a_Industria_Moveleira/links/58e93e7ba6fdccb4a8321379/Lean-Manufacturing-em-Associacao-a-Automacao-Industrial-Estudo-de-Caso-Aplicado-a-Industria-Moveleira.pdf. Acesso em: 15 jun. 2021.

PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Production**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 940-956, 11 mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132014005000002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/Y87wzFMjZSJwCrt7SfsfZsf/?lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2021.

PANDE, P. *et. al.* **Estratégia Seis Sigma**: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Tradução: Cristina Bazán Tecnologia e Lingüística. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PFEIFER, Tilo. *et. al.* Integrating six sigma with quality management systems. **The Tqm Magazine**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 241-249, ago. 2004. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780410541891>. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541891/full/html?casa_token=OeZva3oESzYAAAAA:hbdxC8RMZnbuSmG3ZAdBPCN-ZrTVnhVYC-47FVRqLQ9ffD2yAmQjqVCDG4A4-lrRFgYnRWjgMLuKWfJ_T7Hcs0mDT0gb43mYW32FYIvhy8WR0agk-GI. Acesso em: 17 jun. 2021.

PINHEIRO, Ivo dos Santos. **Melhoria de uma célula de produção com a aplicação de conceitos Lean Manufacturing**. Orientador: Rui M. Sousa, P. Carneiro. 2021. 120 p. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia e Gestão Industrial) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2021. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/72123/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Ivo%20dos%20Santos%20Pinheiro.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

PIRES, S. R. I. **Managerial implications of the modular consortium model in a Brazilian automotive plant**. International Journal of Operations & Production Management, v. 18, n. 3, 1998.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo**: Sistema de Produção Lean Manufacturing. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 152 p.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. 1. ed. São Paulo: Editora ATLAS S.A., 2011.

SANTOS, Adriana Barbosa. **MODELO DE REFERÊNCIA PARA ESTRUTURAR O PROGRAMA DE QUALIDADE SEIS SIGMA: PROPOSTA E AVALIAÇÃO**. Orientador: Manoel Fernando Martins. 2006. 312 f. Tese (Doutorado no curso de Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3473/TeseABS.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2021.

SANTOS, Pedro Vieira Souza; ARAÚJO, Maurílio Arruda de. Aplicação de Ferramentas Lean no setor de Logística: um estudo de caso. **Revista Gestão em Análise**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 168, 18 dez. 2018. Instituto para o Desenvolvimento da Educação. <http://dx.doi.org/10.12662/2359-618xregea.v7i2.p168-183.2018>. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/1625>. Acesso em: 12 jun. 2021.

SCHROEDER, R. G. *et. al.* Six sigma: old wine in new bottles? **Working Paper**, Carlson School of Management, University of Minnesota, Dez., 2002.

SELEME, R.; STADLER, H. **Gestão da qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Ibpex, 2008.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de produção com estoque zero** : o sistema Shingo para melhorias contínuas. Porto Alegre: Bookman, 1996. 380 p.

Shook, J. (2010). **How to Change a Culture: Lessons From NUMMI**. **MIT Sloan Management Review**, 51(2), 63–68.

THIOLLENT, Michel; SILVA, Generosa de Oliveira. Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 93-100, 31 jan. 2007. Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde. <http://dx.doi.org/10.29397/reciis.v1i1.888>. Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/888/1533>. Acesso em: 9 jun. 2021.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Seis Sigma**. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2010.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347 p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Elsevier. 4 ed. 2004. 368 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

