

**DMAIC METHODOLOGY APPLIED IN THE TRAFFIC SECTOR OF AN  
URBAN SOLID WASTE COLLECTION COMPANY**ALBERTO SOARES SANTOS  
PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS  
CIRO HENRIQUE DE ARAÚJO FERNANDES  
ÂNGELO ANTÔNIO MACEDO LEITE**DMAIC METHODOLOGY APPLIED IN THE TRAFFIC SECTOR OF AN URBAN  
SOLID WASTE COLLECTION COMPANY****METODOLOGIA DMAIC APLICADA NO SETOR DE TRÁFEGO DE UMA EMPRESA DE  
COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS****ALBERTO SOARES SANTOS**

<https://orcid.org/0009-0003-6422-6244/> [alberto.soares@discente.univasf.edu.br](mailto:alberto.soares@discente.univasf.edu.br)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF - Petrolina, Pernambuco

**PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS**

<https://orcid.org/0000-0001-9802-506X/> [pedrovieirass@hotmail.com](mailto:pedrovieirass@hotmail.com)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF - Petrolina, Pernambuco

**CIRO HENRIQUE DE ARAÚJO FERNANDES**

<https://orcid.org/0000-0002-7788-9659/> [ciro.fernandes@aol.com](mailto:ciro.fernandes@aol.com)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF - Petrolina, Pernambuco

**ÂNGELO ANTÔNIO MACEDO LEITE**

<https://orcid.org/0000-0003-1566-091X/> [angelo.leite@univasf.edu.br](mailto:angelo.leite@univasf.edu.br)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF - Petrolina, Pernambuco

Recebido em: 29/07/2025

Aprovado em: 02/09/2025

Publicado em: 23/09/2025

**RESUMO**

Este trabalho propôs a aplicação adaptada da metodologia DMAIC com o objetivo de melhorar a eficiência no processo de coleta de resíduos sólidos urbanos em uma empresa de Juazeiro, Bahia, identificando causas-raiz do problema e sugerindo soluções práticas. Primeiramente, a etapa “Define” envolveu a construção de um SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) para identificar as partes problemáticas no processo de coleta. Com diálogos e discussões, o escopo, objetivos e metas do projeto são claramente estabelecidos. Na etapa “Measure”, foram coletados e compilados dados históricos de abril a outubro de 2024 para avaliar o desempenho da operação, utilizando o Controle Diário de Coleta (CDC) e uma planilha integrada (Planilha Global), que registra horários, setores, equipes e desempenho dos veículos. Na etapa “Analyze”, o estudo aplicou ferramentas como o diagrama de Ishikawa para identificar e hierarquizar as causas principais que impactam o tempo médio das viagens, realizado por meio de brainstormings com os funcionários diretamente envolvidos no processo, como coletores, motoristas e gestores.

**Palavras-chaves:** Setor de tráfego; DMAIC; Lean.

**ABSTRACT**

This work proposed the adapted application of the DMAIC methodology with the objective of improving the efficiency of the urban solid waste collection process in a company in Juazeiro, Bahia, identifying root causes of the problem and suggesting practical solutions. First, the “Define” stage involved the construction of a SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) to identify the problematic parts of the collection process. Through dialogues and discussions, the scope, objectives and goals of the project are clearly established. In the “Measure” stage, historical data were collected and compiled from April to October 2024 to evaluate the performance of the operation, using the Daily Collection Control (CDC) and an integrated spreadsheet (Global Spreadsheet), which records schedules, sectors, teams and vehicle performance. In the “Analyze” stage, the study applied tools such as the Ishikawa diagram to identify and prioritize the main causes that impact average travel time, carried out through brainstorming sessions with employees directly involved in the process, such as collectors, drivers and managers.

**Keywords:** Traffic sector; DMAIC; Lean.

**1 INTRODUÇÃO**

Tchobanoglous (1977) afirma que as atividades gerenciais ligadas aos resíduos sólidos podem ser agrupadas em seis elementos funcionais: geração de resíduos, acondicionamento, coleta, estação de transferência ou de transbordo, processamento e recuperação e disposição final. Com a prestação idônea desse serviço, é garantida a higiene, a saúde pública e a melhora da qualidade de vida, além de promover a sustentabilidade ambiental.

Nesse sentido, a gestão de resíduos sólidos é um dos grandes desafios enfrentados pelas comunidades e autoridades municipais no Brasil (Silva; Mello, 2024), isso porque o serviço de coleta tem influência sobre muitos aspectos da sociedade. Sob essa ótica, torna-se essencial melhorar a gestão das empresas responsáveis por essa atividade. Estudos indicam que a inclusão de indicadores de desempenho aumenta a atenção dos gestores para as consequências de longo prazo de suas decisões (Melo et al., 2020; Oyadomari et al., 2023; Santos et al., 2025).

No caso específico da empresa objeto de estudo dessa pesquisa, por exemplo, tem-se como meta o valor máximo de três horas e trinta minutos. Contudo, o controle dessa métrica torna-se inconsistente, uma vez que dificilmente é atingida pelos motoristas (que a ultrapassam em cerca de uma hora, em média). Posto isso, acerca da eficiência das rotas, Santos Neto et al. (2024) afirmam que a otimização da coleta envolve a seleção da menor

rota para circular por todos os lugares que necessitam da coleta de resíduos e a organização para a viagem mais eficiente de todos os pontos no menor tempo ou nas rotas mais curtas.

Por isso, medidas de desempenho são essenciais para o monitoramento de uma organização e um grande desafio é padronizá-las. Sob essa ótica, mostra-se necessária a gestão de indicadores como forma de avaliação individual das variações, como citam Souza Júnior et al. (2022) e Oliveira et al., (2024). Além disso, pode-se associá-la com a análise das causas raízes, a implementação de melhorias e o controle dos resultados - ações essas que podem ser realizadas através da utilização do ciclo DMAIC, por exemplo.

O DMAIC é uma ferramenta central do *Lean Seis Sigma*, uma metodologia de melhoria de negócios que, segundo George (2004) e Silva et al. (2024), maximiza o valor para os interessados no negócio ao acelerar a melhoria em áreas-chave, como: satisfação do cliente, redução de custos, qualidade, velocidade dos processos e retorno sobre o capital investido. Essa metodologia combina os princípios defendidos pela manufatura enxuta, que focam na eliminação de desperdícios, com a filosofia Seis Sigma, cujo objetivo é reduzir a variabilidade e os defeitos nos processos.

De acordo com Monday (2022) e Daniyan et al. (2022), o ciclo DMAIC, que abrange cinco etapas principais — Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (em inglês: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) —, é utilizado para identificar problemas, mensurar desempenho, analisar dados, implementar melhorias e garantir que os resultados sejam sustentáveis. Por sua estrutura versátil, essa abordagem pode ser aplicada a diversos processos e setores da empresa, promovendo melhorias contínuas e significativas.

No cenário desta pesquisa, a aplicação do DMAIC impactará positivamente na qualidade do trabalho dos motoristas e coletores, que terão jornadas mais equilibradas e seguras, além de preservar a vida útil dos caminhões compactadores e reduzir o consumo de recursos da empresa, como peças de manutenção. Portanto, a aplicação dessa metodologia se justifica como uma estratégia essencial para melhorar os processos internos, diminuir custos e melhorar a qualidade do serviço prestado para a população.

No estudo intitulado "Aplicação do método DMAIC no processo de logística reversa de pós-consumo de *decoders*", os autores analisam a aplicação do método DMAIC na obtenção de melhorias no processo logístico em uma empresa que atua nas regiões norte e nordeste do Brasil. De acordo com os resultados, observou-se a geração de ganhos financeiros e o

processo manteve-se sob controle conforme desenvolvimento de acompanhamento da atividade (Lopes et al., 2023).

De maneira similar, na pesquisa “Aplicação do Lean Six Sigma na Logística de Transporte”, os autores buscaram solucionar um problema logístico real de transporte de produtos entre as unidades de uma indústria metalúrgica. Obteve-se, como resultado, além dos ganhos financeiros, observou-se que o problema foi solucionado de forma estruturada - gerando conhecimento sobre resolução de problemas para os envolvidos no projeto (Fernandes e Marins, 2012).

Ademais, o trabalho cujo título é “A Metodologia DMAIC para Redução do Índice de Perdas de Produtos: o Caso do Processo Logístico de Bebidas” buscou responder o seguinte questionamento: “Como reduzir as perdas de produto por vencimento no processo logístico em uma revenda de bebidas, mediante o uso da metodologia DMAIC?”. Como resultado, foi constatado pelos autores que essa metodologia tem capacidade de resolver o problema (Silva et al., 2024).

A presente pesquisa está inserida no campo da Gestão da Qualidade, uma das áreas da Engenharia de Produção que visa garantir a excelência dos produtos e serviços, com foco em atender as necessidades e expectativas dos clientes. Para isso, foram aplicadas ferramentas e técnicas da qualidade, com o objetivo de promover a melhoria contínua do processo operacional da coleta de resíduos, contribuindo para o sucesso da empresa.

Isso posto, o presente estudo buscou aplicar a metodologia DMAIC para obtenção de melhoria parcial no processo de coleta de lixo com foco no tempo de viagem em uma empresa localizada em Juazeiro, Bahia.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 COLETA DE RESÍDUOS URBANOS

A gestão de resíduos sólidos tem se destacado devido ao crescimento da necessidade de soluções sustentáveis que atenuem os impactos gerados por diferentes atividades humanas. Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), especialmente, têm recebido um enfoque maior, uma vez que envolvem os resíduos domiciliares e os de limpeza urbana, sendo esses os mais relevantes no cotidiano das cidades (PNRS, 2010). A falta da gestão eficiente desses

resíduos pode ocasionar sérios problemas urbanos, como o acúmulo de lixo em áreas impróprias, esgotos a céu aberto e outros fatores que prejudicam o bem-estar da população e a paisagem urbana. Segundo Lima e Costa (2011), esses problemas atrapalham na operacionalização das etapas necessárias (coleta, transporte e destino final) do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, sendo um dos maiores desafios das gestões desses serviços no Brasil.

Ferraz (2008) ressalta que a gestão de resíduos sólidos deve cumprir os melhores princípios de saúde pública, engenharia, economia e preservação ambiental, além de considerar todos os aspectos relacionados às ciências sociais, tendo em vista que o comportamento da sociedade define o êxito das melhorias implementadas. A falta de infraestrutura adequada para lidar com o crescimento populacional, conseqüentemente com o aumento dos resíduos gerados pela população, é um dos maiores desafios enfrentados pelas administrações públicas. A incapacidade de se coletar e transportar de forma eficiente, combinada com a falta de conscientização da população sobre a importância do descarte correto, agrava os problemas relacionados à disposição inadequada dos resíduos (Lima; Costa, 2011).

Nesse cenário, a gestão de resíduos enfrenta problemas de atuação devido a necessidade de integração entre conhecimentos técnicos e científicos para a realização dos processos específicos do setor. O desenvolvimento de soluções que considerem a interdisciplinaridade entre saúde pública, engenharia, economia e ciências sociais, como proposto por Ferraz (2008), pode solucionar os problemas causados pelos resíduos sólidos, promovendo um ambiente urbano mais adequado.

## **2.2 DMAIC**

Derivada do Seis Sigma, a metodologia DMAIC é tem destaque por dispor de uma abordagem estruturada para identificar, analisar e corrigir falhas. De acordo com Brait e Fettermann (2014), o DMAIC busca melhorar o processo através da seleção correta de projetos e com etapas direcionadas para a solução de problemas dispostas de forma cíclica, contribuindo no processo de melhoria contínua. O formato cíclico é o que garante que haja alterações a adaptações nos processos em busca da excelência, como apontam Ahmed, Manaf e Islam (2018).

Introduzido por W. Edwards Deming, o ciclo PDCA é um dos princípios das metodologias de melhoria contínua e serve como base para o DMAIC e outras abordagens. Segundo Donadel (2008), esta e muitas outras metodologias de resolução de problemas são baseadas na mesma lógica do ciclo PDCA (Planeje, Execute, Verifique, Ações). O PDCA também segue um processo cíclico que busca garantir adaptações e melhorias para os processos.

O sucesso da implementação do DMAIC depende de diversos fatores críticos, sendo um dos mais relevantes a definição objetiva e transparente dos problemas e das metas de melhoria (Improta et al., 2020). Matos (2003) afirma que a abordagem passo-a-passo, definida através de etapas, a caracterização do problema e o entendimento das Características Críticas para a Qualidade (CTQ) são os principais fatores para o seu sucesso.

- **Definir:** Para iniciar a melhoria de processos, é necessário que haja a identificação dos processos críticos que geram os resultados negativos, como reclamações de clientes, elevados custos de mão de obra, baixa qualidade de suprimentos, erros na execução e outros problemas. Conforme afirmam Carvalho e Paladini (2005) e Fernandes et al. (2021), na etapa “definir” deve-se identificar os processos responsáveis pela geração de maus resultados, para seguir com o procedimento do ciclo. Após a identificação dos problemas, é necessário analisar a viabilidade do projeto para a empresa. Essa análise de viabilidade deve destacar os ganhos para a empresa, como redução de desperdícios, custos, e melhoria da qualidade dos produtos ou serviços. Carpinetti (2012) destaca que ao avaliar se o projeto é viável para a empresa é necessário analisar os ganhos que podem ser obtidos com este projeto, partir para o planejamento, definir o escopo e a equipe do projeto e estabelecer o cronograma.
- **Medir:** A segunda fase do ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar) representa o momento ideal para a coleta e análise de dados relacionados ao processo estudado. De acordo com Werkema (2013) e Vieira et al., (2025) é necessário definir se serão utilizados dados novos ou históricos, também deve ter como objetivo medir os resultados úteis para conseguir analisar o problema e definir as principais causas que devem ser solucionadas para eliminar/atenuar os problemas

(dependendo da complexidade do problema, é necessário que sejam divididos em problemas menores).

- **Analisar:** A terceira fase do ciclo DMAIC (*Analyze* - Analisar) tem como proposta identificar as causas-raízes dos problemas encontrados na etapa “medir”. Segundo Santos (2006), além da análise dos dados escolhidos e da determinação das causas-raízes de defeitos, também é possível identificar as discrepâncias entre o desempenho real e o planejado. Essa comparação é útil porque mostra para a equipe de melhoria onde estão as lacunas e como os problemas identificados se mostram efetivamente nos resultados finais. Depois da identificação das causas, a equipe pode proceder estabelecendo uma relação de prioridade hierárquica entre elas. Como Werkema (2013) afirma, após a determinação das causas dos problemas, a equipe poderá realizar um brainstorming (tempestade de ideias) e listar os principais problemas a serem resolvidos, bem como a definição das prioridades para cada problema levantado.
- **Melhorar:** A fase "melhorar" do ciclo DMAIC é quando deve haver a aplicação prática das soluções propostas durante a fase de análise. De acordo com Brait e Fettermann (2014), é nesta etapa que se determina a forma de intervenção para a redução do nível de defeitos dos processos. Ou seja, é aqui onde os responsáveis pelo projeto definirão quais soluções causarão um impacto mais positivo (pode haver uma listagem de prioridades). Ainda nesta fase é avaliada a viabilidade das soluções identificadas através da etapa anterior. Werkema (2013) ressalta que é nesta etapa que serão estabelecidas as potenciais soluções para a eliminação das causas-raízes dos problemas e será verificada a viabilidade da implantação destas soluções, buscando sempre trazer maior impacto e menor custo para a implementação.
- **Controlar:** A última fase do ciclo DMAIC tem como objetivo assegurar que as melhorias identificadas e implementadas não se percam com o tempo. Matos (2003) descreve que nesta etapa é confirmada a efetividade da resolução aplicada, a validação dos benefícios, as alterações exigidas aos procedimentos antigos e instruções de trabalho, a aplicação de ferramentas de controle e, por fim, a auditoria do processo e o monitoramento do desempenho. Esse processo é essencial para que a evolução atingida seja mantida e melhorada, ao invés de ser perdida.

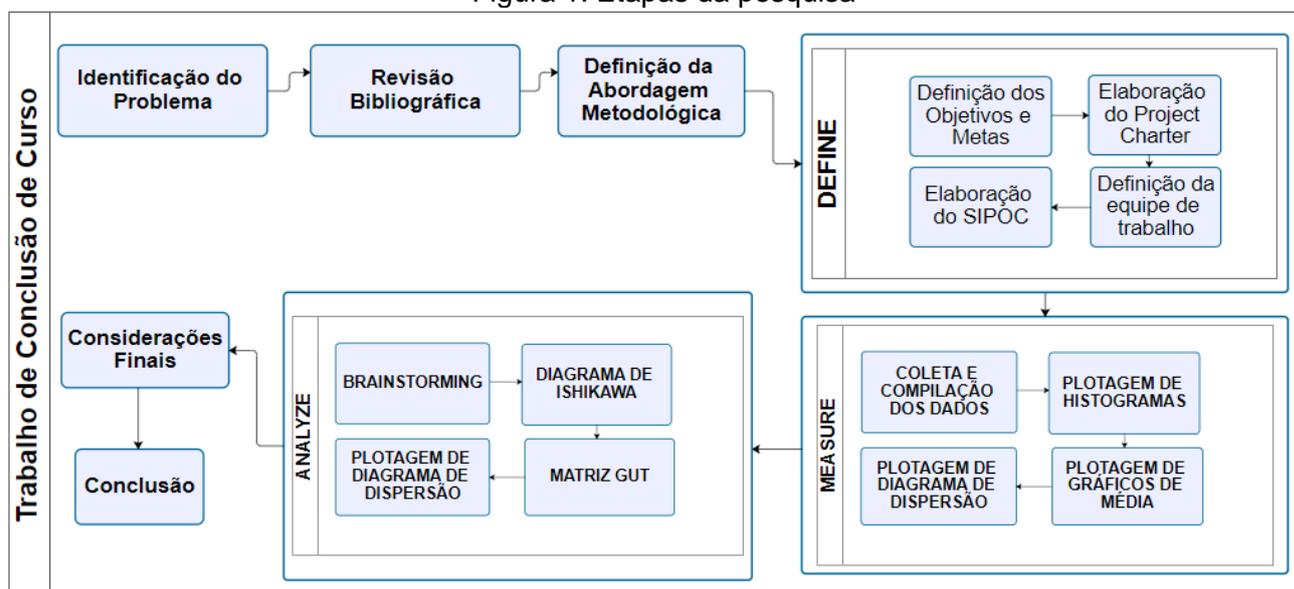
## METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho segue abordagem proposta por Fernandes (2018) e foi estabelecida com o intuito de definir e acompanhar os processos locais para alcançar os objetivos da pesquisa.

### 3.1. ETAPAS DA PESQUISA

Para este projeto, as etapas (Figura 1) seguidas foram realizadas seguindo o proposto pela metodologia DMAIC, aplicando ferramentas da qualidade que auxiliaram no desenvolvimento da pesquisa.

Figura 1: Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2025)

O presente estudo foi realizado em uma empresa de coleta de resíduos sólidos urbanos, localizada na cidade de Juazeiro da Bahia. O tema foi escolhido a partir de uma necessidade de resolver um problema que se faz presente na organização, até então com causas-raízes desconhecidas, apenas especulações sem comprovações. Além disso, essa problemática influencia diretamente na eficiência operacional, já que afeta negativamente uma medida de desempenho muito importante: o tempo das viagens para a coleta de lixo.

### 3.2.1 Identificação do problema

Essa etapa foi o ponto inicial. Ela ocorreu ao longo das apresentações mensais dos indicadores de desempenho feitas pela equipe e foi possível através de gráficos gerados pelo preenchimento de uma planilha que reúne informações relevantes sobre a coleta, tais como: horários de saída e retorno dos veículos para a garagem, início, descarregamento no aterro e fim da coleta. Além dessas informações, são colocadas outras, como os setores, os nomes dos motoristas e dos coletores e as placas dos veículos.

Através desta planilha, foi identificada uma lacuna existente em relação ao indicador de desempenho sobre o tempo médio de viagem por coleta (nos últimos meses, o valor tem sido superior ao especificado pela empresa - três horas e trinta minutos). Desse modo, constatou-se que há um déficit de aplicação de melhoria contínua em alguns setores da empresa, especialmente no tráfego. Além disso, percebe-se que há necessidade de busca por métodos de gerenciamento mais eficientes para monitorar o funcionamento operacional constantemente.

### 3.2.2 Revisão bibliográfica

Ao identificar um problema, se a solução não for tão simples e óbvia, pode ser necessário recorrer à literatura para encontrar possíveis melhorias que possam ser implementadas. Nesta pesquisa, ao realizar uma busca pela literatura, foram consultados diversos textos técnico-científicos, tais como: artigos em periódicos nacionais e internacionais, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e materiais afins. As bases de dados acessadas foram: *Web of Science*, *Scientific Periodicals Electronic Library (Spell)*, periódicos CAPES, *Scopus*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, e repositórios institucionais.

Uma das soluções potencialmente aplicáveis foi a metodologia DMAIC, principalmente tendo em vista que essa é voltada para a melhoria contínua. A abordagem proposta pelo método é citado em diversos textos publicados na base científica e demonstra possibilidade de ser replicado no contexto dessa pesquisa. Salienta-se que alguns casos referentes à logística, inclusive de transportes, ora consultados, utilizavam o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) que é, por natureza, próximo ao DMAIC que será aplicado nesta pesquisa. De maneira

universal, as aplicações das duas metodologias convergiam para a utilização de ferramentas da qualidade em suas etapas, como forma de sustentar as ideias e argumentações para que os projetos obtivessem sucesso.

O DMAIC é uma evolução ou um polimento do ciclo PDCA que organiza e executa melhor as etapas de um processo e, dentre os principais benefícios de sua aplicação, destacam-se: o alinhamento dos processos, a redução de desperdícios e falhas, o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade e a adequação às necessidades e expectativas dos clientes (Nogueira et al., 2023). Segundo Rodrigues (2016), o DMAIC é visto como uma prática de gestão voltada para melhorar a lucratividade de qualquer empresa.

### 3.2.3 Definição da Abordagem Metodológica

A metodologia DMAIC dispõe cinco etapas que devem ser cumpridas para alcançar o objetivo de melhorar continuamente um processo, produto ou serviço. No entanto, ainda há a possibilidade de se adaptar para a resolução de algum problema específico. No caso desta pesquisa, serão realizadas as três primeiras etapas (*Define-Measure-Analyze*) porque há limitações quanto a aplicação das melhorias propostas e, conseqüentemente, a análise do impacto causado pela metodologia. Essa prática segue o modelo metodológico proposto pelo trabalho de Fernandes (2018).

Deve-se destacar que essas limitações são referentes aos processos internos da empresa, que envolvem, inclusive, os funcionários. Dito isso, sabendo que o fator humano pode influenciar diretamente na efetividade, será feita a apresentação dos resultados, ou seja, as três primeiras etapas do DMAIC, e a aplicação poderá ser feita gradativamente pela gerência.

### 3.2.4 Etapa *Define* (definir)

Nessa etapa, será feito um SIPOC para visualizar o macroprocesso da empresa e, com isso, identificar onde há problema a ser resolvido. Além disso, será realizada a definição do escopo do projeto, os principais objetivos e metas que se almejam ser atingidas como resultados deste trabalho.

O SIPOC envolve os seguintes atores: *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (entradas), *Process* (processo), *Outputs* (saídas) e *Customers* (clientes). Para coletar as informações necessárias para preencher esse meio de mapear os processos, serão realizados diálogos dentro da empresa para os líderes de cada um dos setores porque conhecem cada etapa das atividades realizadas pelos demais funcionários e a importância delas.

### 3.2.5 Etapa *Measure* (medir)

Após o mapeamento do processo e a definição dos objetivos, será iniciada a compilação dos dados históricos sobre o indicador a ser melhorado nesse estudo - a empresa possui os dados referentes aos meses entre abril e o mês atual (outubro de 2024). Os dados serão utilizados para gerar as informações úteis para essa pesquisa.

O problema foi identificado após alguns meses de preenchimento de um novo modelo de planilha de coleta, intitulado "Planilha Global". Esse modelo é preenchido diariamente com as informações fornecidas pelos motoristas através de um documento chamado Controle Diário de Coleta (CDC).

Este documento reúne todas as informações relacionadas à operação, incluindo os nomes dos membros da equipe, o setor, a data, as quilometragens e os horímetros registrados na saída e no retorno à empresa. Além disso, contém dados sobre os horários e quilometragens associados ao início e término da coleta, bem como às idas ao aterro sanitário para o descarregamento do caminhão. Com isso, é possível identificar o tempo entre o início da viagem e o final, o tempo que ficou no aterro, ou seja, todos os tempos de deslocamento são marcados.

### 3.2.6 Etapa *Analyze* (analisar)

Com a posse dos dados referentes ao indicador do estudo, será iniciada a etapa de análise para se identificar as causas desse problema. Para isso, será feito um brainstorming (tempestade de ideias) com os funcionários da empresa, mais especificamente os que atuam com contato direto com os coletores e motoristas, ou seja, o fiscal de coleta e o encarregado

de rota. A partir desse momento, serão feitos diagramas de Ishikawa e, posteriormente, passará por uma análise mais robusta envolvendo o gerente da empresa.

Após encontradas as causas do problema, deve-se pensar na priorização delas, escolhendo as que possuem maior impacto para serem solucionadas primeiro. Então, durante as elaborações dos diagramas de Ishikawa, os responsáveis pelo projeto deverão criar um *ranking* das causas com maiores efeitos e torná-las prioritárias para suas soluções.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa objeto deste estudo de caso é responsável, entre outros serviços, pela coleta de resíduos da cidade de Juazeiro, no norte do estado da Bahia. A empresa utiliza uma frota de oito (08) caminhões compactadores de lixo alugados para garantir a prestação do serviço com excelência operacional. Considerando apenas a unidade de Juazeiro, município da Bahia, são 244 funcionários que se subdividem entre os setores: tráfego, manutenção, financeiro, recursos humanos e departamento pessoal, operação e almoxarifado. Em razão da busca constante de aumentar a eficiência das operações, a empresa permitiu a realização do estudo e a aplicação das três primeiras etapas do DMAIC com foco em melhorar um indicador crítico e em iniciar o hábito da melhoria contínua nos processos.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE TRÁFEGO

O setor de tráfego é composto por cinco (05) pessoas, sendo dois (02) estagiários, dois (02) jovens aprendizes e uma (01) controladora de equipamentos. Essa estrutura demonstra a carência de um líder especialista na área que fique responsável por soluções mais rápidas e eficientes para os problemas encontrados, inclusive para o problema-chave abordado neste estudo. O funcionamento do setor, nesse caso, ocorre tendo um jovem aprendiz e um estagiário em cada turno e a controladora de equipamentos o dia inteiro, sendo oito (08) horas por dia de segunda-feira à sexta-feira e quatro (04) horas no dia de sábado.

A controladora de equipamentos é responsável pela gestão das manutenções preventivas e corretivas, pela aquisição de materiais emergenciais quando necessário, pelo monitoramento e controle dos pneus e pelo registro das ordens de serviço em planilhas internas. Para desempenhar essas funções com eficiência, ela se baseia em informações

extraídas de planilhas de controle, preenchidas pelos jovens aprendizes e supervisionadas pelos estagiários. A responsabilidade do setor de tráfego é, principalmente, viabilizar a gestão da frota de veículos, além de planejar, executar e analisar informações voltadas para a operação, como os indicadores de desempenho, acompanhamento de prazos para manutenções preventivas (a cada 500 horas rodadas) e gestão dos custos gerados pelo setor da manutenção. Para isso, são utilizadas planilhas e sistemas compartilhados que servem, inclusive, para que haja transparência da unidade de Juazeiro com a matriz.

#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE OPERAÇÃO

Conforme ilustrado na Figura 2, no setor diurno, de segunda a sábado, três áreas são atendidas diariamente: Centro, Interior 01 e Interior 02. Os demais setores são atendidos em dias alternados, sendo programados para segunda, quarta e sexta-feira ou terça, quinta e sábado. Cada linha da figura representa um motorista, o que indica que o responsável pela coleta no setor Antônio Guilhermino, por exemplo, também é responsável pelo setor João Paulo II. O repasse do Centro, como é chamada a operação normal do domingo, é realizado por uma equipe previamente convocada, com registro por meio de assinaturas, conforme os padrões internos da empresa. Os setores diários denominados Interior 01 e Interior 02 envolvem agrupamentos estratégicos de distritos e povoados pertencentes ao município de Juazeiro-BA. O setor Interior 01 abrange uma parte dessas localidades, reunindo aquelas mais próximas entre si, enquanto o setor Interior 02 contempla a outra parte, também formado por localidades com maior proximidade geográfica.

Figura 2: Setores da coleta diurna

DIURNO	Segunda feira	terça feira	Quarta feira	Quinta feira	Sexta feira	Sábado	Domingo	
	ANTONIO GUILHERMINO	JOÃO PAULO II	ANTONIO GUILHERMINO	JOÃO PAULO II	ANTONIO GUILHERMINO	JOÃO PAULO II		REPASSO DO CENTRO
	MALHADA DA AREIA	ARGEMIRO	MALHADA DA AREIA	ARGEMIRO	MALHADA DA AREIA	ARGEMIRO		
	QUIDÉ	CASTELO BRANCO	QUIDÉ	CASTELO BRANCO	QUIDÉ	CASTELO BRANCO		
	ITABERABA	DOM JOSÉ RODRIGUES	ITABERABA	DOM JOSÉ RODRIGUES	ITABERABA	DOM JOSÉ RODRIGUES		
	CENTRO I	CENTRO I	CENTRO I	CENTRO I	CENTRO I	CENTRO I		
	INTERIOR 01	INTERIOR 01	INTERIOR 01	INTERIOR 01	INTERIOR 01	INTERIOR 01		
	INTERIOR 02	INTERIOR 02	INTERIOR 02	INTERIOR 02	INTERIOR 02	INTERIOR 02		

Fonte: Arquivo da empresa (2025)

Os setores noturnos (figura 3) seguem o mesmo funcionamento dos setores diurnos, no entanto, não há coleta no domingo.

Figura 3: Setores da coleta noturna

NOTURNO	Segunda feira	terça feira	Quarta feira	Quinta feira	Sexta feira	Sábado
	CENTRO II	CENTRO II	CENTRO II	CENTRO II	CENTRO II	CENTRO II
	SANTO ANTONIO	SANTO ANTONIO	SANTO ANTONIO	SANTO ANTONIO	SANTO ANTONIO	SANTO ANTONIO
	PIRANGA	JOÃO 23	PIRANGA	JOÃO 23	PIRANGA	JOÃO 23
	MARINGA	JARDIM VITORIA	MARINGA	JARDIM VITORIA	MARINGA	JARDIM VITORIA
	CENTENARIO	DISTRITOS	CENTENARIO	DISTRITOS	CENTENARIO	DISTRITOS
	ALTO DO CRUZEIRO	SÃO GERALDO	ALTO DO CRUZEIRO	SÃO GERALDO	ALTO DO CRUZEIRO	SÃO GERALDO

Fonte: Arquivo da empresa (2025)

A frota de veículos da empresa é composta por nove caminhões VW 17.260, utilizados predominantemente como compactadores de lixo, além de uma varredeira mecanizada. Complementam a frota três veículos de pequeno porte, destinados ao uso da gerência e dos encarregados, os quais, por não estarem diretamente ligados à operação principal, não foram considerados neste estudo.

#### 4.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC

A aplicação da metodologia DMAIC foi fundamentada no referencial teórico apresentado no item 2, utilizando dados históricos referentes ao período de abril de 2024 a março de 2025. O desenvolvimento do trabalho concentrou-se nas três primeiras fases da metodologia: Definir (*Define*), Medir (*Measure*) e Analisar (*Analyze*). Ao término dessas etapas, foram elaborados planos de ação com o objetivo de propor soluções para minimizar os problemas identificados, visando à redução de desperdícios no processo.

##### 4.4.1 Etapa DEFINIR - *DEFINE*

Nesta fase, foi realizado o levantamento do problema principal, bem como a definição dos objetivos e metas do projeto, que serviram de base para a elaboração do *Project Charter*. Para garantir o direcionamento adequado, também foram definidos os indicadores de

desempenho, os limites de escopo e a equipe responsável pela execução. Por fim, foi desenvolvido o mapeamento do processo atual por meio da ferramenta SIPOC, proporcionando uma visão macro das etapas envolvidas.

**Carta do Projeto:** O setor de tráfego foi escolhido como foco deste estudo após a gerência apontar a necessidade de controle do tempo médio de viagem das rotas de coleta, cujo padrão estabelecido pela empresa (definido internamente com base na experiência operacional) é de 3 horas e 30 minutos — desde o carregamento do veículo até o descarregamento no aterro. Esse indicador apresentou-se como crítico em todas as reuniões mensais conduzidas pelos dois estagiários responsáveis. Apesar de o impacto ser mais evidente no setor de tráfego, identificou-se que o problema também influencia diretamente nas áreas de manutenção e operação. Por esse motivo, o tema foi priorizado, culminando na definição do problema central, na identificação das causas associadas e na elaboração da carta do projeto (Quadro 1).

**Quadro 1: Carta do projeto**

<b>PROJECT CHARTER - CARTA DO PROJETO</b>	
<b>TÍTULO DO PROJETO</b>	
Melhoria do Indicador de Tempo de Viagem de Coleta	
<b>OBJETIVO DO PROJETO</b>	
Reduzir o tempo de viagem da coleta até alcançar o padrão definido pela empresa	
<b>LÍDER</b>	<b>PATROCINADOR</b>
Alberto Soares	Gerente Operacional
<b>RELEVÂNCIA DO PROJETO</b>	
A redução do tempo de viagem resultará em uma maior eficiência no processo de coleta, além de contribuir para a redução dos custos com manutenção da frota.	
<b>LIMITES DO PROJETO</b>	
1. Resistência à mudança pelos funcionários; 2. Manutenção da Frota; 3. Falta de tempo para acompanhamento da implementação.	
<b>INDICADOR DE DESEMPENHO</b>	<b>META</b>
Tempo Médio de Viagem	3h30min
<b>RECUROS NECESSÁRIOS</b>	
1. Acesso ao computador e sistemas do tráfego; 2. Acesso ao software de monitoramento da da localização do veículo.	

Fonte: Autoria própria (2025)

Para explicar melhor o problema e como será tratado, é essencial considerar que existem setores diurnos (conforme ilustrado na Figura 2) que estão localizados a uma

distância significativa, permitindo apenas uma viagem ao aterro para descarregamento do lixo. Dessa forma, o tempo de viagem nestes setores será sempre superior ao padrão estabelecido pela empresa. Contudo, nas reuniões de análise de indicadores, foi evidente que havia uma discrepância entre o padrão definido e o tempo real de viagem dos demais setores, ocorrendo em 100% dos casos entre abril de 2024 e março de 2025.

**Equipe de Trabalho:** A próxima fase consiste em formar a equipe necessária para a execução do projeto, levando em consideração a disponibilidade dos colaboradores da empresa. Foram escaladas sete pessoas, incluindo um estagiário de Engenharia de Produção, o gerente operacional, dois jovens aprendizes, outro estagiário, a controladora de equipamentos e o encarregado operacional. A presença do encarregado operacional na equipe é fundamental, pois ele tem contato diário com as equipes de coleta. Ele é responsável por monitorar qualquer ocorrência anormal e por liberar as equipes para as rotas, controlando quem está alocado para cada coleta, os horários e, em caso de falta de algum coletor, ele decide qual rota será atribuída, priorizando aquelas com menos coletores, sendo o mínimo necessário três.

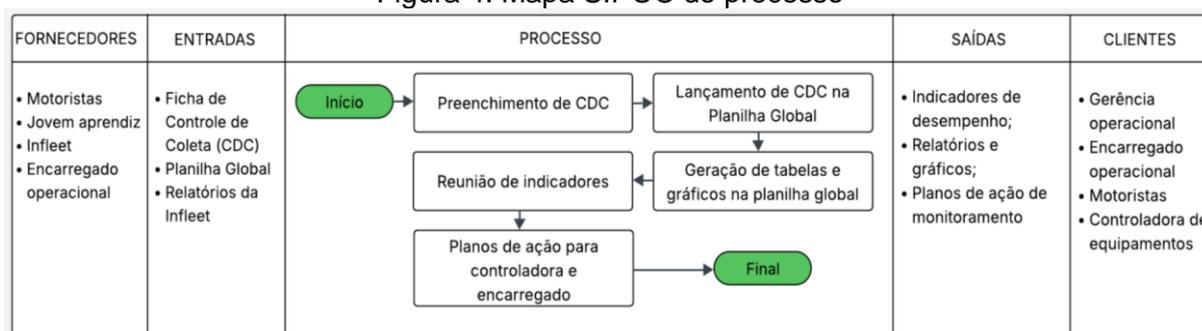
**Mapeamento do Processo:** O processo principal relacionado à problemática deste estudo está centrado na operação de coleta de resíduos sólidos urbanos, atividade essencial para o funcionamento eficiente da gestão de resíduos em ambientes urbanos e que demanda controle rigoroso de desempenho para garantir sua eficácia. Dentre os diversos fatores que influenciam a qualidade desse processo, destaca-se o tempo de viagem durante a coleta, indicador que apresenta variações significativas ao longo dos meses, conforme identificado nas análises preliminares deste trabalho.

No início de sua jornada na empresa, todos os motoristas passam por um processo de integração e capacitação, sendo orientados quanto aos procedimentos operacionais padrão, incluindo o correto preenchimento da Ficha de Controle de Coleta (CDC). Essa ficha, de uso diário e obrigatório, tem como objetivo o registro sistemático de informações operacionais relativas a cada rota de coleta executada. Entre os dados registrados estão: identificação do veículo (placa), quilometragem inicial e final, horímetro, horário de saída da unidade, horário de chegada ao ponto inicial da coleta, bem como os horários de chegada e saída do aterro sanitário. Essas informações são fundamentais para a análise de desempenho logístico e operacional do setor de tráfego.

O preenchimento da CDC é realizado manualmente pelos motoristas em folhas de ofício, as quais são entregues no momento do retorno à unidade após o encerramento da rota. Em seguida, o processo de tratamento e digitalização dos dados é conduzido por um jovem aprendiz alocado no turno matutino, responsável por inserir as informações coletadas em uma planilha eletrônica denominada Planilha Global.

Portanto, observa-se que o processo atual (Figura 4) apresenta uma estrutura funcional de coleta e análise de dados, porém ainda com fragilidades no acompanhamento sistemático dos indicadores e na utilização de ferramentas tecnológicas para suportar decisões em tempo real. Essa lacuna operacional é justamente o foco do presente estudo, que visa propor melhorias no controle do tempo de viagem, contribuindo para o aumento da eficiência da coleta, redução de custos com manutenção e melhor aproveitamento dos recursos logísticos da organização.

Figura 4: Mapa SIPOC do processo



Fonte: Autoria própria (2025)

**Necessidades dos clientes:** Como clientes desse processo, foram considerados o gerente e o encarregado operacional, motoristas e a controladora de equipamentos.

**Gerente operacional:** Esse cliente-chave exerce um papel central na estrutura organizacional, pois é a ele que devem ser direcionadas todas as informações relevantes sobre a unidade, incluindo dados relacionados à eficiência operacional e aos custos operacionais, os quais subsidiam as prestações de contas junto à unidade matriz. Para atender a essa demanda, o setor de tráfego é responsável pelo preenchimento de uma planilha mensal com dados operacionais, contemplando informações sobre custos de manutenção, registros da Ficha de Controle de Coleta (CDC) e quadro de colaboradores, referentes ao mês anterior.

**Encarregado operacional:** Na função de responsável pela alocação das equipes de coleta e pela elaboração das rotas operacionais, o encarregado operacional é também o destinatário dos planos de ação elaborados ao final do processo, voltados ao monitoramento e controle dos indicadores de desempenho. No entanto, devido à ausência de planejamento estruturado, falta de organização dos dados e à não aplicação de ferramentas de gestão e análise que estão sendo propostas neste estudo, os resultados obtidos até o momento têm se mostrado ineficientes, comprometendo a efetividade das ações corretivas e a melhoria contínua do processo.

**Motoristas:** Para esses colaboradores, as inconformidades operacionais resultam, ao final, na realização de reuniões coletivas com o objetivo de reforçar os padrões e diretrizes estabelecidos pela empresa. Esses profissionais são acompanhados diretamente pelo encarregado operacional, que exerce a função de responsável pela supervisão das atividades de coleta e pelo cumprimento das rotas conforme o planejamento.

**Controladora de equipamentos:** Dentro do processo analisado, essa colaboradora assume o papel de cliente interna, uma vez que recebe informações detalhadas sobre os tempos de viagem, segmentados por motorista e por setor. Com base nesses dados, ela é capaz de realizar análises aprofundadas que possibilitam identificar possíveis correlações entre falhas mecânicas nos veículos e a conduta dos motoristas. Essa investigação inclui a verificação da recorrência de problemas atribuídos a determinados condutores, o que contribui para a detecção de padrões de má condução. Além disso, sua análise é complementada por dados fornecidos pelo sistema Infleet®, que registra informações como a velocidade máxima atingida por cada motorista em dias específicos — especialmente naqueles em que foram registrados danos aos equipamentos. Essa abordagem é fundamental, considerando que veículos com carga excessiva, operando em altas velocidades, estão mais suscetíveis a danos ao passar por irregularidades na via, como buracos, ou ao realizar freadas bruscas, o que aumenta o esforço sobre os sistemas mecânicos do caminhão.

#### 4.4.2 Etapa MEDIR - *MEASURE*

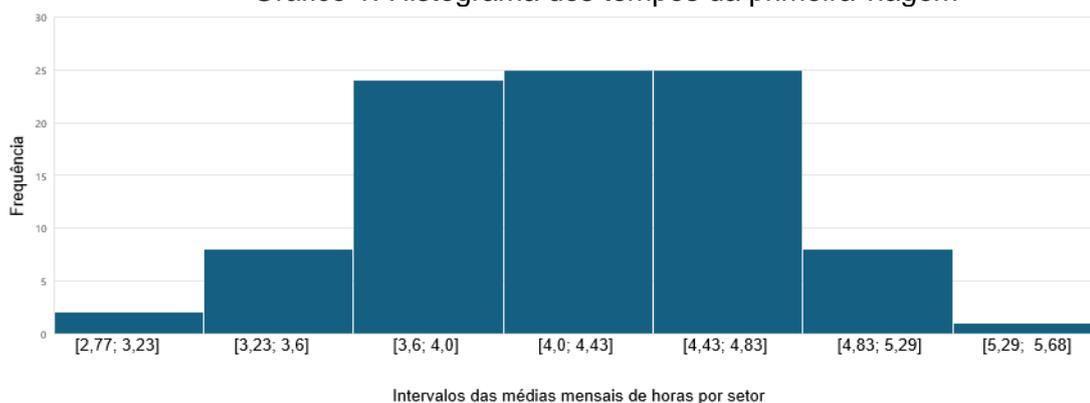
Esta etapa teve início com o agrupamento dos dados históricos da operação de coleta de lixo, abrangendo o período de abril de 2024 a março de 2025. Esses dados, como mencionado anteriormente, foram inseridos em uma planilha global que gera automaticamente gráficos e tabelas de diversos indicadores, incluindo o tempo médio de

coleta por motorista e por setor. Neste estudo, optou-se por analisar apenas o tempo médio de coleta por setor, uma vez que a eventual realocação de motoristas entre setores ao longo do ano poderia distorcer os resultados relacionados aos condutores, mas não impactaria de forma significativa os dados por setor.

Foram, então, estudados os setores diurnos, visto que esses têm maior variabilidade com relação ao tempo médio de viagem. Cabe destacar que os setores Interior 01 e Interior 02 foram desconsiderados da análise, pois estão localizados em áreas mais afastadas e operam com apenas uma viagem diária, o que compromete a comparabilidade. O setor Centro também foi excluído, em razão de suas particularidades, como alta demanda de resíduos, grande fluxo de pedestres e tráfego intenso de veículos — fatores que naturalmente elevam o tempo médio de coleta. Dessa forma, o estudo foi conduzido com base nos 8 setores restantes da coleta diurna, considerados mais uniformes e representativos para a análise pretendida.

Os dados utilizados foram referentes aos 12 meses de cada setor, sendo que cada um desses contribuiu com 144 viagens, então, no total, foram analisados 1.158 viagens dos 8 setores diurnos. A fim de analisar a frequência dos tempos, foi plotado um histograma (gráfico 1) que tornou possível identificar que, estatisticamente, os dados seguem um padrão normal. No intervalo central, percebe-se que a maior parte dos tempos médios de viagem estão entre 4,0 e 4,43, ou seja, muito acima do tempo padrão especificado pela empresa.

Gráfico 1: Histograma dos tempos da primeira viagem

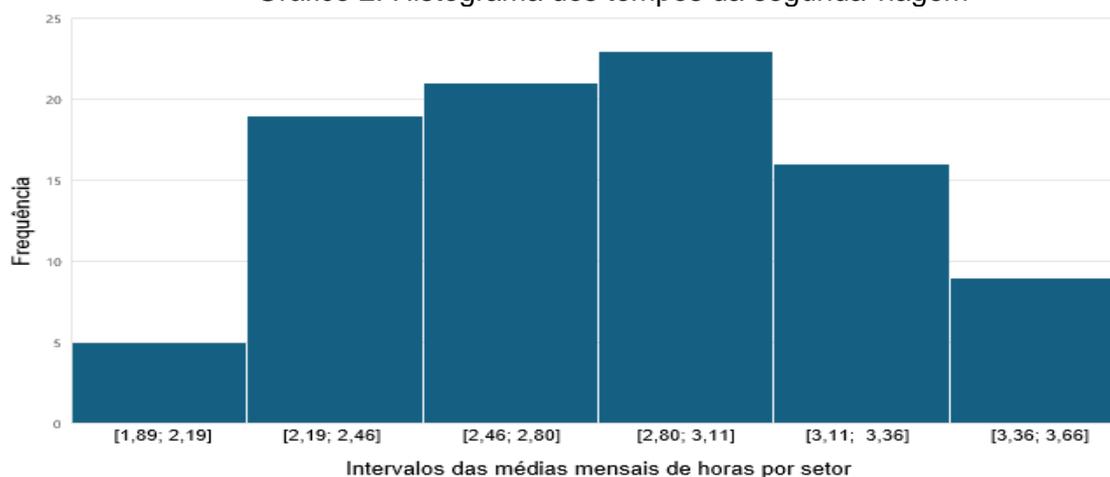


Intervalos das médias mensais de horas por setor

Fonte: Autoria própria (2025)

Como forma de analisar as ocorrências dos tempos da segunda viagem, foi plotado outro histograma (gráfico 2).

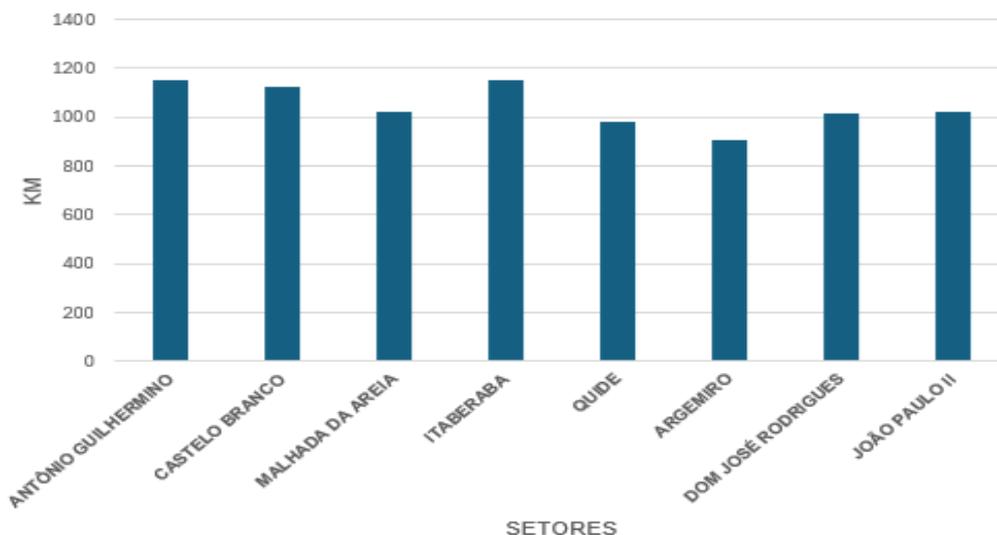
Gráfico 2: Histograma dos tempos da segunda viagem



Fonte: Autoria própria (2025)

Pode-se observar que a maior frequência de ocorrências ocorreu entre 2,80 e 3,11, seguida pelo intervalo entre 2,46 e 2,80. Já os períodos iniciais e finais, como de 1,89 a 2,19 e de 3,36 a 3,66, apresentaram frequências mais baixas. Isso provavelmente se deve ao fato de que, como a primeira viagem se estendeu além do tempo padrão, houve menos lixo para a segunda viagem, tornando desnecessário o deslocamento até o aterro. Nesses casos, o resíduo que sobra costuma ser descartado no dia seguinte, antes da primeira viagem. Além disso, a duração da segunda viagem tende a ser menor, já que a primeira coleta já abrangeu a maior parte do setor. Outro fator importante a ser avaliado é a variação da quilometragem rodada por setor (gráfico 3), visto que diferentes extensões de percursos podem ocasionar alterações nos tempos médios de viagem.

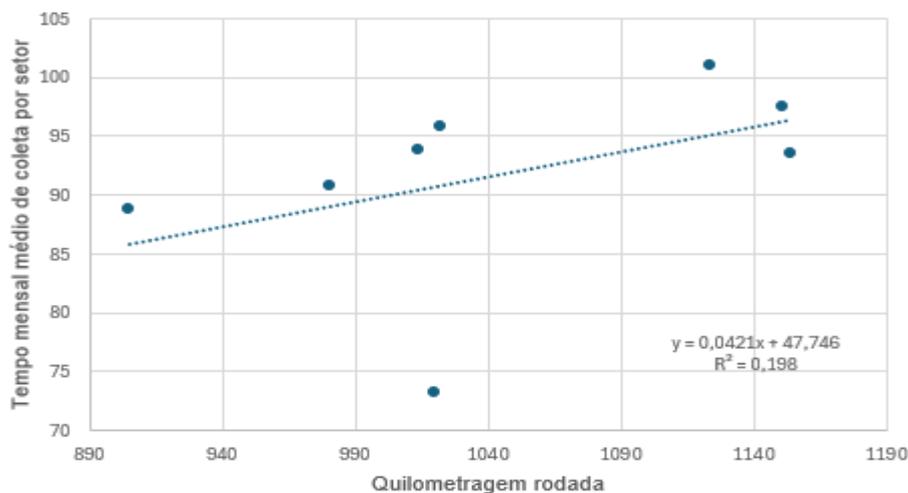
Gráfico 3: Média mensal de km/setor



Fonte: Autoria própria (2025)

O Gráfico 4 demonstra a dispersão da quilometragem rodada em relação ao tempo médio de coleta por setor. Cada ponto representa um setor, sendo que a posição no eixo horizontal indica a quilometragem percorrida e a posição no eixo vertical mostra o tempo médio de coleta. Além disso, o valor do coeficiente de determinação ( $R^2=0,198$ ) indica que apenas cerca de 19,8% da variabilidade no tempo médio de coleta pode ser explicada pela variação na quilometragem rodada. Os restantes 80,2% da variação são provavelmente influenciados por outros fatores não considerados, como as condições das vias, eficiência da equipe ou nível de sobrecarga colocado sobre o compactador.

Gráfico 4: Dispersão da Quilometragem Rodada vs. Tempo Médio de Coleta por Setor



Fonte: Autoria própria (2025)

Ao observar o gráfico 4, nota-se que não há uma relação linear forte entre a quilometragem percorrida e o tempo médio de coleta, o que reforça o baixo valor do coeficiente de determinação. Alguns setores com distâncias relativamente curtas ainda apresentam tempos médios elevados, evidenciando a presença de gargalos operacionais ou características locais que impactam a produtividade.

#### 4.4.3 Etapa ANALISAR - ANALYZE

Nesta etapa, o objetivo foi identificar, entender e priorizar as causas dos problemas que são responsáveis por impactar negativamente o tempo médio das viagens dos caminhões compactadores de resíduos. O foco principal foi analisar os dados obtidos na etapa "Medir" e aplicar ferramentas da qualidade para encontrar possíveis causas e, a partir disso, buscar meios para mitigá-las.

##### **Tempestade de ideias (*brainstorming*)**

O *brainstorming* é uma técnica colaborativa amplamente utilizada para a geração de ideias e soluções inovadoras. A sua aplicação ocorre em contextos coletivos, valorizando a contribuição de todos os participantes, independentemente das previsões imediatas das sugestões, a fim de estimular a criatividade e a construção de alternativas propostas. Foram realizadas sessões de *brainstorming* durante as reuniões para avaliação de desempenho, com os funcionários diretamente envolvidos nesse processo, incluindo os motoristas,

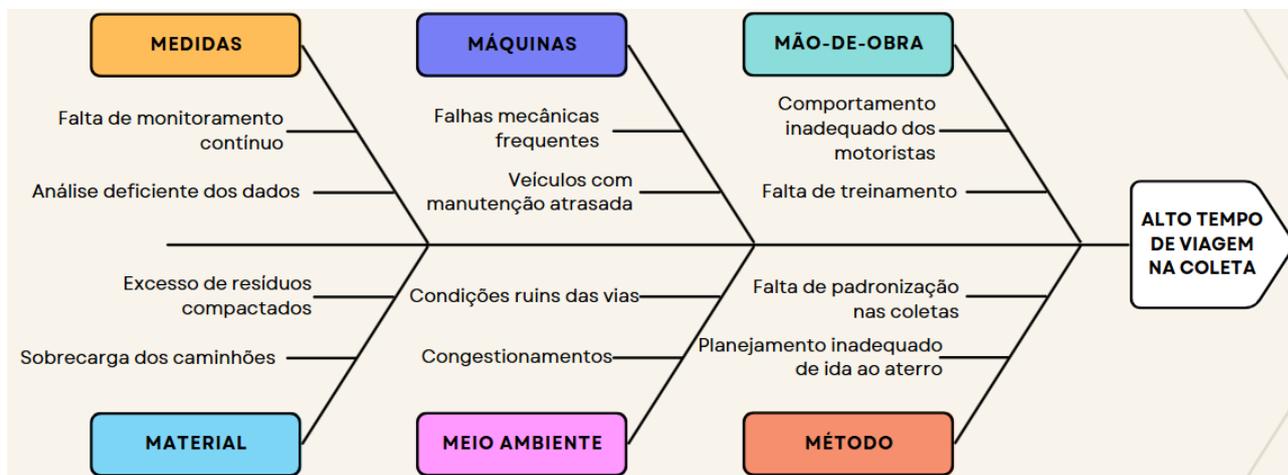
encarregado operacional, controladora de equipamentos, gerente operacional e os jovens aprendizes. Essas discussões permitiram encontrar as percepções dos principais entraves enfrentados no dia a dia das rotas, especialmente aqueles que afetam a duração das viagens e a produtividade dos veículos, mas sob a visão de quem não está inserido diretamente na operação.

Além disso, foram feitos diálogos com os motoristas dos setores estudados, buscando compreender os desafios enfrentados por aqueles que vivenciam diariamente a execução das rotas. Esses relatos possibilitaram o entendimento de questões práticas, como a necessidade de manobras diferentes em determinados percursos, problemas relacionados ao trânsito, falhas na comunicação entre o motorista e a controladora de equipamentos, além de dificuldades com o estado físico dos veículos. Esses diálogos serviram de base para se considerar a experiência do campo na elaboração de soluções viáveis e eficientes para a redução do tempo médio das viagens. Após identificar e tratar as causas que mais faziam sentido em um diálogo com a gerência e com os motoristas, foi feito um diagrama de Ishikawa para demonstração de causa e efeito, em seguida foi feita uma matriz GUT para priorização dos problemas. A partir disso, foram feitos planos de ação 5W1H com o objetivo de solucionar os problemas.

#### **Diagrama de Ishikawa**

O Diagrama de Ishikawa (ou Espinha de Peixe) foi construído com base nas informações coletadas com o objetivo de classificar as possíveis causas por categorias. As causas foram agrupadas segundo os 6Ms (Método, Mão de Obra, Meio Ambiente, Máquina, Medida e Material), conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa (alto tempo de viagem na coleta)



Fonte: Autoria própria (2025)

Nas 6 categorias foram encontradas mais de uma causa, ou seja, há muitas possibilidades do que pode estar causando o problema principal: o tempo elevado no tempo de viagem. Para entender melhor, cada uma dessas possibilidades foi detalhada com o objetivo de dar credibilidade ao argumento, como segue:

### 1. Máquinas

- Falhas mecânicas frequentes: veículos apresentam defeitos com muita frequência, principalmente nos sistemas de prensa e suspensão, levando a atrasos e paradas não programadas.
- Veículos com manutenção atrasada: falhas na programação de manutenções preventivas ou corretivas resultam em veículos operando em condições subótimas, elevando os tempos de operação.

### 2. Mão de Obra

- Comportamento inadequado dos motoristas: alguns motoristas excedem o tempo em paradas.
- Falta de treinamento: ausência de capacitações regulares sobre boas práticas da operação.
- Atrasos na saída: falhas de pontualidade ao iniciar as rotas.

### 3. Métodos

- Falta de padronização nas coletas: diferenças no modo de atuação das equipes geram variações significativas nos tempos de viagem.
- Planejamento inadequado de ida ao aterro: rotas longas sem horários definidos para descarregamento interferem no tempo de coleta.

#### 4. Meio Ambiente

- Condições ruins das vias: vias danificadas forçam os motoristas a reduzir a velocidade bruscamente, passam em buracos grandes com o veículo pesado.
- Congestionamentos: tráfego intenso em horários de pico interfere diretamente no tempo total de viagem.

#### 5. Medidas

- Falta de monitoramento contínuo: ausência de acompanhamento em tempo real impede ações corretivas imediatas.
- Análise deficiente dos dados: os dados coletados não são explorados suficientemente para auxiliar na tomada de decisões.

#### 6. Materiais

- Excesso de resíduos compactados: prática de *super* compactação para reduzir idas ao aterro aumenta o tempo de operação e o desgaste dos veículos.
- Sobrecarga dos caminhões: além de aumentar o tempo, compromete a segurança e gera manutenções não programadas.

#### **Matriz GUT**

A partir da separação dos principais potenciais problemas, foi realizada uma priorização com a ferramenta Matriz GUT (Figura 6).

Figura 6: Matriz GUT para priorização dos potenciais problemas

Causa	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	G × U × T
Falta de padronização nas coletas	5	4	5	100
Sobrecarga dos caminhões	4	3	3	36
Excesso de resíduos compactados	5	3	4	60
Falhas mecânicas frequentes	4	4	4	64
Planejamento inadequado de ida ao aterro	4	3	4	48
Condições ruins das vias	4	2	4	32
Comportamento inadequado dos motoristas	3	4	3	36
Veículos com manutenção atrasada	3	3	4	36
Congestionamentos	3	2	4	24
Falta de treinamento	3	3	3	27
Atrasos na saída	2	3	3	18
Falta de monitoramento contínuo	3	3	3	27
Análise deficiente dos dados	3	2	3	18

Fonte: Autoria própria (2025)

Nessa matriz, observa-se que a principal causa identificada é a falta de padronização nas coletas, com uma pontuação de valor 100. Essa pontuação elevada demonstra que há a ausência de processos padronizados e isso está afetando gravemente a operação. Em segunda posição está o problema das falhas mecânicas frequentes, com 64 pontos, acentuando a presença de um problema técnico recorrente, que afeta a confiabilidade da frota e pode estar relacionado à manutenção inadequada. Logo em seguida, aparece o excesso de resíduos compactados, com pontuação de 60, indicando um problema operacional que pode gerar sobrecarga nos caminhões, elevando o risco de quebras, atrasos e acidentes.

Deve-se considerar, também, outras causas relevantes como o planejamento inadequado de ida ao aterro, pontuado com valor de 48, o que evidencia falhas logísticas que comprometem a eficiência da operação. Ademais, as causas como veículos com manutenção atrasada, sobrecarga dos caminhões e comportamento inadequado dos motoristas aparecem com pontuação 36, indicando que, embora não sejam tão críticas quanto às primeiras, ainda merecem atenção e intervenções planejadas.

Para mitigar o problema e suas causas raízes, o Quadro 3 apresenta planos de ação 5W1H que buscam solucionar, principalmente, as causas mais críticas abordadas na matriz GUT.

**Quadro 3: Plano de Ação**

Problema a ser resolvido: Tempo médio de viagem acima da meta		Meta: 3h30	Responsável: Gerente operacional		
O quê (What)	Por quê (Why)	Onde (Where)	Quando (When)	Quem (Who)	Como (How)
Criar um Procedimento Operacional Padrão (POP) para da operação para os motoristas	Padronizar processos e reduzir variações nos tempos de viagem	Todas as rotas de coleta	Até 30 dias	Encarregado Operacional	Mapear melhores práticas, redigir POP, treinar equipes e implantar
Implementar cronograma fixo para saída dos veículos para cada motorista	Reduzir atrasos no início das rotas	Garagem de saída da frota	Até 15 dias	Estagiário	Criar planilha padrão de horário e monitorar saídas
Implantar controle de manutenção preventiva da frota	Reduzir falhas mecânicas e aumentar a confiabilidade	Oficina da empresa / sistema de gestão	Até 45 dias	Controladora de Equipamento	Criar plano de manutenção, controlar via sistema, agendar paradas
Capacitar motoristas sobre boas práticas operacionais	Corrigir comportamentos inadequados e reduzir o tempo de parada	Sala de treinamento / rotas	Início em até 30 dias (trimestral)	Instrutor Técnico	Elaborar conteúdo, aplicar treinamentos, avaliar via checklist
Otimizar rotas e ida ao aterro	Melhorar planejamento logístico e reduzir tempo desnecessário	Todas as rotas e pontos de descarregamento	Até 45 dias	Encarregado Operacional	Reavaliar rotas, horários de pico e definir janelas ideais de descarte
Implementar monitoramento em tempo real via telemetria	Detectar desvios operacionais e agir de forma proativa	Frota de coleta	Até 60 dias	Jovem Aprendiz	Configurar alertas e relatórios no <i>software</i> Infleet (subaproveitado)
Criar painel de indicadores operacionais	Facilitar análise de dados e tomada de decisão do gerente	Tráfego/Power BI	Até 30 dias	Estagiário	Integrar dados da operação, criar dashboards

Fonte: Autoria própria (2025)

A implementação desse plano de ação resultará em uma abordagem prática e direcionada para solucionar os principais fatores que interferem no tempo de viagem nas coletas. Com prazos, responsáveis, processos, tecnologias e ações já definidos, espera-se alcançar melhorias significativas na eficiência operacional, na padronização das atividades e no monitoramento contínuo dos resultados. Conforme citado anteriormente, este trabalho visa propor soluções para o problema, mas não acompanhará a implementação e os resultados, principalmente porque depende muito da disponibilidade da gerência. Entre as ações propostas, destaca-se a necessidade de padronizar a execução das rotas, uma vez que a falta de uniformidade entre os motoristas contribui significativamente para variações no tempo de coleta. Como tarefa principal, será realizado o mapeamento completo das rotas atuais, seguido pela criação de instruções operacionais padrão e treinamentos práticos com os motoristas e coletores. Essa padronização permitirá maior previsibilidade e controle sobre o desempenho de cada rota, além de facilitar a identificação de desvios operacionais ao longo do tempo.

Outra frente importante do plano de ação diz respeito ao excesso de resíduos compactados nos caminhões, uma prática recorrente adotada pelas equipes com o objetivo de reduzir o número de viagens ao aterro. Para mitigar essa conduta, serão implantadas medidas como a revisão dos limites técnicos de compactação, orientações operacionais sobre a capacidade ideal de carga e, quando viável, a instalação de sinalizadores que alertem para o excesso de peso. Essas tarefas visam evitar danos aos caminhões compactadores, como falhas na prensa, desgaste das molas e problemas no sistema de suspensão.

Por fim, o plano também contempla ações voltadas para a redução das falhas mecânicas frequentes, que impactam negativamente na disponibilidade da frota e aumentam os custos operacionais. As tarefas previstas incluem a criação de um cronograma de manutenção preventiva, a aplicação de checklists diários de verificação veicular pelos motoristas e o uso de planilhas ou softwares de controle para acompanhamento dos indicadores de manutenção. Espera-se que, com a adoção dessas práticas, haja uma melhora significativa na confiabilidade da frota, além de maior segurança nas operações e diminuição nas paradas não planejadas durante as coletas. De forma geral, as tarefas propostas no plano de ação têm como impacto principal a melhoria da eficiência operacional, a redução de desperdícios e o fortalecimento da cultura de melhoria contínua dentro da organização. Ao promover intervenções práticas com base em dados concretos, o plano contribui diretamente para o alcance dos objetivos do projeto, especialmente no que se refere à redução do

tempo médio de viagem das rotas e ao aumento da qualidade do serviço prestado à população. Além disso, as ações estabelecem uma base sólida para o controle e monitoramento dos processos, permitindo à empresa maior capacidade de resposta frente às variações operacionais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo aplicar, de forma parcial, a metodologia DMAIC no setor de tráfego de uma empresa de coleta de resíduos sólidos, visando à identificação e análise das causas que impulsionam o descumprimento da regra do tempo médio de viagem estabelecido pela empresa (3h30min). Por meio da aplicação das etapas Definir, Medir e Analisar, foi possível mapear o processo operacional, levantar dados históricos e diagnosticar, com base em ferramentas da qualidade, os principais fatores responsáveis pela ineficiência observada.

A não aplicação das etapas Melhorar (Melhorar) e Controlar (Controlar) deve-se ao fato de que ambas exigem não apenas a identificação de soluções, mas também a sua implementação prática e o monitoramento sistemático dos resultados. Tais ações envolvem mudanças operacionais que dependem diretamente da iniciativa da gestão do setor e da adesão da equipe envolvida no processo, em especial dos motoristas e do encarregado operacional.

A pesquisa comprovou que o KPI de tempo médio de viagem encontra-se, frequentemente, acima do valor padrão definido pela empresa, o que ocasiona impactos negativos sobre a gestão da frota, os custos operacionais e a qualidade do serviço. Foram identificadas muitas causas multifatoriais para essa situação, envolvendo aspectos técnicos, operacionais e humanos.

Embora haja a limitação metodológica que restringe a execução das etapas Melhorar e Controlar, os resultados obtidos revelam o potencial da abordagem DMAIC como ferramenta eficaz de diagnóstico e estruturação de propostas de melhoria em processos organizacionais. Os planos de ação elaborados ao final das análises oferecem auxílio para a implementação de intervenções que visam à padronização das atividades, à racionalização do tempo de viagem e à promoção de maior confiabilidade nas operações logísticas da empresa.

Ademais, o estudo destaca a relevância de se implementar a cultura de melhoria contínua no contexto da gestão da qualidade, principalmente em serviços essenciais como a coleta de resíduos urbanos. A incorporação de metodologias como o DMAIC pode contribuir

significativamente para o aprimoramento dos processos internos, a redução de desperdícios e a elevação do desempenho organizacional.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros deem continuidade à presente pesquisa, especialmente por causa da escassez de assuntos voltados ao tema, com a aplicação das etapas posteriores do ciclo DMAIC, permitindo a avaliação dos impactos das ações propostas e o estabelecimento de mecanismos eficazes de controle. Esse aprofundamento poderá estabelecer essa metodologia como uma prática recorrente de gestão, fortalecendo a capacidade da organização em responder de maneira proativa aos seus desafios operacionais.

## REFERÊNCIAS

- AHMED, S.; MANAF, N. H. A.; ISLAM, R. Measuring Lean Six Sigma and quality performance for healthcare organizations. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v. 10, n. 3, p. 267–278, 2018. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-09-2017-0076>
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2a ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARVALHO, M.M.; PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- COSTA, Ana et al. Metodologia DMAIC: Um estudo de caso para uma lanchonete no interior do estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Gestão e Empreendedorismo**, Rio de Janeiro, v.11, p.68-85, 2023.
- DANIYAN, I.; ADEODU, A.; MPOFU, K.; MALADZHI, R.; KATUMBA, M. G. K-K. Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry, **Heliyon**, v. 8, n. 3, e09043, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>.
- DONADEL, D. C. **Aplicação da Metodologia DMAIC para Redução de Refugos em uma Indústria de Embalagens**. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo (SP). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.
- DUFFY, M. E. Methodological triangulation: a vehicle for merging quantitative and qualitative research methods. Image: **The Journal of Nursing Scholarship**, v. 19, ed. 3, p. 130-133, 1987.
- FERNANDES, C. H. A. **Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso localizada em Trindade-PE**. Trabalho Final de Curso. Juazeiro (BA). Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2018.

FERNANDES, S. T.; MARINS, F. A. S. Aplicação do lean six sigma na logística de transporte. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 297–327, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v12i2.763>.

FERNANDES, C. H. A.; SILVA, A. C. G. C.; FERRAZ, A. V.; SANTOS, P. V. S. Aplicação da metodologia DMAIC para redução dos desperdícios em uma indústria de gesso do interior de Pernambuco, Brasil. **NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 11, p. 01-19, 2021.

FERRAZ, J.L. **Modelo para avaliação da gestão municipal integrada de resíduos sólidos urbanos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2024.

FETTERMANN, D.C.; BRAITT, Bruno. Aplicação do DMAIC para a melhoria contínua do sistema de estoque de uma empresa de informática. **Revista Produto & Produção**, v. 15, p. 29-41, 2014.

GEORGE, M. **Lean Seis Sigma para serviços**: Como Utilizar Velocidade Lean e Qualidade Seis Sigma para Melhorar Serviços e Transações. São Paulo: Desenvolvimento, 2004.

IMPROTA, G.; GUIZZI, G.; RICCIARDI, C.; GIORDANO, V.; PONSIGLIONE, A. M.; CONVERSO, G.; TRIASSI, M. Agile Six Sigma in Healthcare: Case Study at Santobono Pediatric Hospital. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, p.1052, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031052>

JOHN, B.; KADADEVARAMATH, R. S. Improving the resolution time performance of an application support process using Six Sigma methodology. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 4, p. 663–686, 2020. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2018-0108>

LIMA, G. M.; COSTA, F. R. Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Rafael Fernandes-RN. **Revista Geotemas**, v. 1, n. 1, 2011.

LOPES, D. B.; KLOECKNER, N. V. da R.; HOLANDA, T. C. Aplicação do método DMAIC no processo de logística reversa de pós-consumo de decoders. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 715–736, 2023.

MATOS, J.L. **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. Dissertação (Mestrado). UFRGS, 2003.

MELO, G. A; SANTOS, L. P; PEIXOTO, M. G. M; BARBOSA, S. B; NOGUEIRA, T. H. Otimização da Rota de Coleta de Lixo na Região do Alto Paranaíba: Uma Pesquisa Aplicada. **Rev. FSA**, Teresina, v.17, n. 12, art. 12, p. 239-261, 2020.

MONDAY, L. Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) Methodology as a Roadmap in Quality Improvement. **Global Journal Quality and Safety in Healthcare**, Detroit: Innovations Journals, p.44-46. v.5, 2022.

OYADOMARI, José et al. Relacionamentos entre indicadores de desempenho, controles e desempenho estrategicamente alinhados. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo: USP, v.34, 2023.

OLIVEIRA, G. K.; SANTOS FILHO, V. H.; SANTOS, P. V. S. Implantação da metodologia Lean Six Sigma em uma empresa de celulose e papel. **Revista Produção Online**, v. 24, p. 5199, 2024. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v24i1.5199>

SANTOS NETO, N. F. dos; LEITE, M. E.; GUERRA, A. L.; ANDRADE, A. E. da S.; CAETANO, J. M. G.; MENDES, J. B. Planejamento das rotas de coleta de resíduos sólidos domiciliares especiais por meio de um sistema de informações geográficas para transporte. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. e4422, 2024. <https://doi.org/10.55905/oelv22n4-227>.

SANTOS, P. V. S.; SILVA, E. C.; ROCHA, I. T. P.; ARAÚJO, M. A. Análise de variância como suporte para a Filosofia Lean na fabricação de gesso. **Revista Gestão Em Análise (REGEA)**, v. 14, p. 104-119, 2025. <https://doi.org/10.12662/2359-618xregea.v14i1.p104-119.2025>

SANTOS, A. B. **Modelo de referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: proposta e avaliação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, 2006.

SILVA, S. S.; SILVA, A. C. G. C.; SANTOS, P. V. S. A metodologia DMAIC para redução do índice de perdas de produtos: o caso do processo logístico de bebidas. **Gestão e Desenvolvimento**, v. 21, p. 119-145, 2024. <https://doi.org/10.25112/rgd.v21i1.3355>

SOUZA JUNIOR, W. W. R.; SANTOS, P. V. S.; SILVA, A. C. G. C.; AMARAL, T. M. Abordagem matemática aplicada à problemática de escolha de fornecedor de Allium cepa. **NAVUS Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 12, p. 01-19, 2022. <https://doi.org/10.22279/navus.2022.v12.p01-19.1776>

TCHOBANOGLIOUS, G et al. **Solid wastes: engineering principles and management**. Issues. Tokyo: McGraw-Hill, 1977.

VIEIRA, F. G.; SILVA, A. C. G. C.; SILVA, J. C.; LEITE, A. A. M.; SANTOS, P. V. S. Application of the dmaic methodology in the maintenance sector of a sanitation company. **E-tech: tecnologias para competitividade industrial**, v. 18, p. 1-38, 2025. <https://doi.org/10.18624/e-tech.v18i1.1408>

WERKEMA, M. C. C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.