



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Aplicação da metodologia DMAIC para redução do número de
paradas de manutenção corretiva em uma empresa de
transporte público localizada em Petrolina – PE**

BÁRBARA ÉVELIN OLIVEIRA SAMPAIO

JUAZEIRO–BA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

BÁRBARA ÉVELIN OLIVEIRA SAMPAIO

**Aplicação da metodologia DMAIC para redução do número de paradas de
manutenção corretiva em uma empresa de transporte público localizada
em Petrolina – PE**

Trabalho apresentado à UNIVASF –
Colegiado de Engenharia de Produção,
campus Juazeiro - BA, como requisito
necessário para obtenção do título de
Engenheira de Produção. Orientador: Prof.
Dr. Ana Cristina Castro Silva.

JUAZEIRO - BA

2017

Sampaio, Bárbara Évelin Oliveira.
S192a Aplicação da metodologia DMAIC para redução do número de
paradas de manutenção corretiva em uma empresa de transporte
público localizada em Petrolina - PE/ Bárbara Évelin Oliveira
Sampaio. -- Juazeiro, 2017.
xiii, 110 f.: il. ; 29 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de
Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus
Juazeiro,BA, 2017.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva

1. Transporte Público. 2. Manutenção Corretiva. 3. Controle de
qualidade I. Título. II. Silva, Ana Cristina Gonçalves Castro. III.
Universidade Federal do Vale do São Francisco
CDD 388

FOLHA DE APROVAÇÃO

BÁRBARA ÉVELIN OLIVEIRA SAMPAIO

Aplicação da metodologia DMAIC para redução do número de paradas de manutenção corretiva em uma empresa de transporte público localizada em Petrolina – PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



Prof.^a Dr. Ana Cristina Gonçalves Castro Silva - (UNIVASF)
Orientador



Prof. Dr. José Luiz Moreira de Carvalho - (UNIVASF)
Avaliador interno



Prof. Dr. José de Castro Silva - (UNIVASF)
Avaliador Externo

Aprovado pelo Colegiado de Engenharia de Produção em 24 / 04 / 17

AGRADECIMENTOS

A Deus, que por diversas vezes me provou que existiam outras saídas e mostrou caminhos para aquilo que eu acreditava que não tinha mais solução. Que sempre me deu forças, colocando as pessoas certas, em momentos certos na minha vida. Iluminando meus caminhos para a realização deste sonho.

A minha mãe maravilhosa Hélia Rita, por todo esforço dedicado a mim, toda sabedoria, amor, paciência, compreensão e carinho transmitido. Mesmo com toda distância que nos separava, sempre esteve presente me ajudando a seguir em frente. A meu pai Sandro Silva, pelo apoio, preocupação, amor, carinho e atenção, foram muito importantes nesta caminhada. A meu irmão Luiz Henrique, pelos momentos de alegria e cumplicidade, pelo equilíbrio em tempos difíceis. A toda minha família, avós, tios, primos por apostarem e acreditarem em mim. Em especial aos meus padrinhos Catarino e Joseli, minha avó Joselice, minhas tias Analine e Olívia, que me deram todo suporte longe de casa, minimizando a saudade dos familiares.

As grandes amigas que a UNIVASF me permitiu conhecer e viver momentos incríveis. Momentos de felicidade, tristeza, diversão, companheirismo, de desespero também, de estudo, tudo isso agregado a muito aprendizado. Marina, minha amiga de todas as horas, que durante os 5 anos esteve presente nos meus melhores e piores dias, sempre positiva, carinhosa e alto astral. Marcos, meu amigo fiel, companheiro, divertido, excêntrico e irritante nos dias de TPM. Luise, Paulinho, Maycklla e Naiane, pelos viretes de estudo e de farra, pelo carinho nos momentos difíceis e de desânimo. Regiane, pelas tardes de risadas e comilanças no laboratório de pesquisa.

Minhas orientadoras Ana Castro (Trabalho Final do Curso e Estágio) e Vivianni Marques (Iniciação Científica), duas mulheres inspiradoras. Muito obrigada por toda paciência, confiança e aprendizado transmitido. A todos os docentes do curso de Engenharia de Produção, por todos os ensinamentos compartilhados e por conseguirem nos fazer enxergar a máquina de transformação e de melhorias no mundo que é a Engenharia de Produção, isto é mágico. Obrigada a todos!

“E Deus é poderoso para fazer que
lhes seja acrescentada toda a
graça, para que em todas as coisas,
em todo o tempo, tendo tudo o que
é necessário, vocês transbordem
em toda boa obra.”

(2 Coríntios 9:8)

SAMPAIO, Bárbara Évelin Oliveira. Aplicação da metodologia DMAIC para redução do número de paradas de manutenção corretiva em uma empresa de transporte público localizada em Petrolina – PE. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Juazeiro. Universidade Federal do Vale do São Francisco. 2017.

RESUMO

A grande exigência por uma gestão eficiente, dos recursos materiais, financeiros e humanos é uma realidade em todos os setores. No setor de transporte público não é diferente. Durante as duas últimas décadas este setor vem passando por uma crise, onde perde-se milhões de passageiros ano a ano, devido à queda do nível de qualidade no serviço, a baixa confiabilidade dos veículos, atrasos e outros fatores. É reconhecido que a gestão da manutenção é uma forte aliada para melhoria da qualidade tanto na produção de produtos, quanto de serviços. No sentido de aperfeiçoar o nível do serviço do setor de manutenção da empresa, e minimizar a atuação do círculo vicioso de falhas, este trabalho propõe-se a sugerir ações para reduzir o número de paradas de manutenção corretiva, em uma empresa de transporte público na cidade de Petrolina-PE. Através da metodologia DMAIC, e suas respectivas ferramentas da qualidade, buscou-se encontrar causas raízes para os principais defeitos que afetam a frota de ônibus. Para desenvolvimento das etapas Definir, Medir e Analisar, foi necessário coletar dados no software de gestão, durante o período de um ano, tomando assim, conhecimento sobre os modos de falhas e principais defeitos atuantes. Através do uso do gráfico de Pareto, identificou-se 15 defeitos com maiores repetições durante o período analisado. Para estes, foram aplicados diagramas de *Ishikawa*, uma matriz causa & efeito unificada para avaliação das causas potenciais e, em seguida a análise de causa raiz, para as 08 causas destacadas no ranking resultante. Foram elaborados planos de ação - 5W1H, onde foram propostas medidas como: Gestão visual: quadro de monitoramento por ônibus; Programa motivacional e de valorização dos funcionários; Plano de Carreira; Treinamento e aplicação do 5'S; Estabelecer estoque mínimo de peças; Definir Unidades a Base de Troca (UBT); Programa de Qualificação interna; entre outras. Foi possível observar através deste trabalho a forte relação entre os problemas organizacionais, humanos e físicos, denotando um encadeamento de ações que inicia-se nas causas organizacionais, trazendo como consequência as causas humanas e físicas. Deste modo, entende-se que as causas organizacionais em ordem de prioridade, devem ser as primeiras a serem combatidas, pois pode ser a fonte de todas as outras causas.

Palavras chaves: Transporte Público, Manutenção Corretiva, Metodologia DMAIC e Qualidade.

SAMPAIO, Bárbara Évelin Oliveira. Application of the DMAIC methodology to reduce the number of corrective maintenance stops in a public transport company located in Petrolina - PE. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Juazeiro. Universidade Federal do Vale do São Francisco. 2017.

ABSTRACT

The great demand for efficient management of material, financial and human resources is a reality in all sectors. In the public transportation sector it is no different. During the last two decades this sector has been experiencing a crisis, where millions of passengers are lost year on year, due to the drop in quality of service, low reliability of vehicles, delays and other factors. It is recognized that maintenance management is a strong ally to improve quality both in product production and in services. In order to improve the service level of the company's maintenance sector and minimize the performance of the vicious cycle of failures, this paper proposes to suggest actions to reduce the number of corrective maintenance stops in a public transport company in City of Petrolina-PE. Through the DMAIC methodology, and their respective quality tools, we sought to find root causes for the main defects that affect the bus fleet. For the development of the Define, Measure and Analyze steps, it was necessary to collect data in the management software, during a period of one year, thus gaining knowledge about fault modes and main defects. Through the use of the Pareto graph, 15 defects with the highest repetitions were identified during the analyzed period. For these, Ishikawa diagrams, a unified cause and effect matrix for assessing the potential causes and then the root cause analysis, were applied to the 08 causes highlighted in the resulting ranking. Action plans were drawn up - 5W1H, where measures were proposed such as: Visual management: monitoring board by bus; Motivational and employee appreciation program; Career path; Training and application of 5'S; Establish minimum stock of parts; Define Exchange-Based Units (UBT); Internal Qualification Program; among others. It was possible to observe through this work the strong relation between the organizational, human and physical problems, denoting a chain of actions that begins in the organizational causes, bringing as a consequence the human and physical causes. In this way, it is understood that organizational causes in order of priority should be the first to be addressed, since it can be the source of all other causes.

Keywords: Public Transport, Corrective Maintenance, DMAIC, Methodology and Quality.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Confiabilidade	42
Equação 2: Taxa de Falhas	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Círculo Vicioso de Falhas _____	19
Figura 2: Participação do setor de serviços no PIB _____	22
Figura 3: Etapas da DMAIC _____	25
Figura 4: Gráfico de Pareto _____	29
Figura 5: Diagrama de Ishikawa _____	30
Figura 6: Matriz Causa & Efeito _____	31
Figura 7: Pontos importantes sobre a determinação das raízes _____	34
Figura 8: Tipos de Manutenção _____	35
Figura 9: Benefícios da Manutenção _____	40
Figura 10: Etapas de um projeto de pesquisa: _____	45
Figura 11: Fluxograma das fases da pesquisa _____	46
Figura 12: Organograma da empresa _____	49
Figura 13: Organograma do setor de manutenção _____	50
Figura 14: Gráfico de Pareto dos grupos de serviços _____	55
Figura 15: Mapa SIPOC do processo - Manutenção Corretiva do Ônibus _____	58
Figura 16: Grupos de serviços e seus respectivos defeitos _____	61
Figura 17: Gráfico de Pareto para os defeitos mais reincidentes _____	62
Figura 18: Número de defeitos por mês _____	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Exemplo de construção de um plano de ação	32
Quadro 2: Carta do Projeto	53
Quadro 3: Equipe de trabalho	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de causas por defeito	64
Tabela 2: Tipo de correlação e escala de avaliação	65
Tabela 3: Principais causas identificadas pela Matriz Causa & Efeito	66

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
CBM	<i>Condition Based Maintenance</i>
CCO	Centro de Controle de Operação
DMAIC	<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
GUT	Gravidade – Urgência - Tendência
GQT	Gestão da Qualidade Total
IPM	Índice de Privação Múltipla
KPI	<i>Key Performances Indicators</i>
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
OS	Ordem de Serviço
PIB	Produto Interno Bruto
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
RCA	<i>Root Cause Analysis</i>
SIPOC	<i>Suppliers – Inputs – Process – Outputs – Customers</i>
TBM	<i>Time Based Maintenance</i>
UBT	Unidade Base de Troca

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. PROBLEMÁTICA	16
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.2.1. Objetivo Geral.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. JUSTIFICATIVA	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1. GESTÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS.....	22
2.2. METODOLOGIA DMAIC	24
2.2.1. Ferramentas de Qualidade	28
2.2.2. Gráfico de Pareto.....	29
2.2.3. Diagrama de Ishikawa	30
2.2.4. Matriz Causa & Efeito	31
2.2.5. Plano de Ação - 5W2H	32
2.2.6. Análise de Causas Raiz.....	33
2.3. TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	35
2.3.1. Manutenção corretiva	36
2.3.2. Manutenção preventiva.....	37
2.3.3. Manutenção Preditiva	38
2.3.4. Manutenção Detectiva	39
2.3.5. Gestão Estratégica Da Manutenção	40
2.3.6. Confiabilidade e Taxa de Falhas.....	41
3. METODOLOGIA	43
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	43
3.2. ESTRATÉGIAS E FASES DA PESQUISA	45
3.2.1. Etapa Definir – DEFINE	47
3.2.2. Etapa Medir – MEASURE.....	47
3.2.3. Etapa Analisar – ANALYSE	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	49
4.1.1. Caracterização do Setor de Manutenção.....	49
4.1.2. Caracterização da Frota de Ônibus	50
4.1.3. Caracterização dos Modos de Falhas.....	51
4.2. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC.....	52
4.2.1. Etapa Definir – DEFINE	52
4.2.2. Etapa Medir – MEASURE.....	61
4.2.3. Etapa Analisar - ANALYSE	64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
APÊNDICE A - DIAGRAMAS DE ISHIKAWA.....	87
APÊNDICE B - MATRIZ CAUSA & EFEITO 01	92
APENDICE C - CHECKLIST DE VERIFICAÇÃO DE MANGUEIRAS	110

1. INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos tem-se elevado a pressão por melhores indicadores de produtividade, disponibilidade e confiabilidade nas organizações, intensificando os esforços dos diversos processos de trabalho no sentido de desenvolver melhores práticas, bem como, a aplicação dos ativos da melhor maneira possível (BRAIDOTTI JUNIOR, 2011).

A gestão da manutenção destaca-se por ser uma forte aliada para o alcance desses propósitos. Sua finalidade, segundo Branco Filho (2008) é definir metas e objetivos através de normas de procedimento de trabalho, a fim de se obter um melhor aproveitamento de pessoal, máquinas e materiais em uma organização.

De acordo com Pinto e Xavier (2012) a complexidade de projetos, o aumento da automação dos equipamentos e a necessidade de responder rapidamente às mudanças, foram alguns agentes modificadores da atividade de manutenção nos últimos 70 anos, promovendo o reconhecimento desta, como função estratégica para melhoria dos resultados do negócio e aumento da competitividade.

No contexto da gestão de frotas, o planejamento da manutenção é ponto crucial para o bom desempenho das atividades dentro da organização, em especial nas empresas de transportes de materiais e de passageiros (NASCIMENTO NETO et al., 2012). Os autores ainda enfatizam que é essencial que seus sistemas produtivos estejam capacitados para operar dentro do conceito de confiabilidade, principalmente em empresas de transporte público, pois além de todas as questões de produtividade, contabiliza-se ainda os aspectos relacionados à qualidade do atendimento e à segurança dos passageiros e funcionários.

Na visão do usuário do transporte público, a má conservação, falta de limpeza dos veículos e o excessivo número de quebras (baixa confiabilidade) são problemas identificados e relacionados a “falta de manutenção”. Em cenários onde o transporte coletivo de passageiros por ônibus perde muitos clientes para o transporte individual, prezar pela melhoria da qualidade do

serviço oferecido é obrigação da empresa gestora (CARDOSO; OLIVAL; DÉSSIA, 2003).

Xenos (2004) defende que a gestão da qualidade é um meio para atingir as metas de sobrevivência das empresas. Já as atividades de manutenção de equipamentos garantem o bom funcionamento de alguns meios para atingir tais metas. Para o desempenho efetivo da gestão da qualidade, não podem existir deficiências no gerenciamento das atividades de manutenção.

Com intuito de alcançar o funcionamento ótimo das atividades de manutenção e as metas traçadas, faz-se necessário um sistema de manutenção bem estruturado e compatível com a empresa, bem como a aplicação eficiente de metodologias de resolução de problemas como: PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) (XENOS, 2004). Existem outras metodologias equivalentes ao PDCA, que subdividem-se em diferentes etapas, porém percorrem caminhos semelhantes, como exemplos tem-se a DMAIC (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*), e a MASP (Método de Análise e Solução de Problemas).

A metodologia DMAIC visa o aperfeiçoamento de processos por meio da seleção correta dos processos que possam ser melhorados e das pessoas a serem treinadas para obter os resultados (CARVALHO et al., 2005). Segundo Loureiro (2012) ela possui como pontos chaves a delimitação e medição do problema com foco no cliente, verificação da causa, eliminação dos maus hábitos, gestão dos riscos, quantificação dos resultados e manutenção das mudanças.

O principal objetivo do sistema de transporte público é maximizar o rendimento e reduzir os déficits operacionais, bem como desempenhar eficientemente os processos dos diversos segmentos e operações que o compõe (RECK, 2009). Este sistema exerce papel fundamental na integração do tecido urbano e é, sem dúvida, uma das questões mais importantes para o bom funcionamento do trânsito de uma cidade afetando diretamente a produtividade das demais atividades econômicas em função da sua própria qualidade e produtividade (MENEZES, 2006; AZAMBUJA, 2002).

Deste modo, busca-se através do presente trabalho utilizar a metodologia DMAIC a fim de propor melhorias para os problemas referentes às paradas de manutenção corretiva em uma frota de ônibus de uma empresa de transporte público, com o propósito de melhorar a eficiência dos processos.

1.1. Problemática

A importância do transporte público coletivo em prol de uma mobilidade urbana sustentável é reconhecida em todo o mundo. Contudo, no presente cenário de crise econômica brasileira e do setor, este serviço vem perdendo milhões de passageiros ano a ano (NTU, 2017). Como já havia sido alertado anteriormente no Anuário/2015 da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU, o qual relatava que, há pelo menos duas décadas, o sistema de transporte público vinha passando por uma crise, afetando pontos críticos como a qualidade, produtividade, operação e resultados (NTU, 2015).

Uma operação prolongada e eficaz dos sistemas produtivos de bens e serviços é uma exigência vital em muitos domínios (CAMARA, 2011). Segundo a NTU (2015) no sistema de transporte público não é diferente, em 2015, a falta de produtividade, a queda na demanda e o aumento dos custos operacionais, manteve o quadro caótico da mobilidade urbana brasileira. Este cenário se manteve em 2017, sendo este setor alvo de inúmeras discussões, sobretudo pela inadiável necessidade de melhorar o serviço e garantir que ele não entre em colapso (NTU, 2017).

Bastos (2006) relata que a atividade de transporte não se traduz para o usuário, em rendimento, ou em satisfação pessoal, apesar do tempo, esforço e dinheiro despendidos, justificando assim, a importância de um mínimo de conforto que não acarrete em desgaste físico ou psíquico para este. De modo similar, Souza (2001) ressalta a necessidade de um alto grau de responsabilidade das empresas concessionárias de transporte público ao gerenciarem os recursos, sugerindo-as que atuem sempre em busca da melhoria contínua dos serviços prestados à população, pois grande parte do tempo e uma parcela da renda destes são destinados a este serviço.

O serviço de transporte público por ônibus prestado à população é igualmente importante, ao serviço de manutenção dos veículos, o que justifica a necessidade de monitoramento de tais sistemas de manutenção, para garantia da mesma do serviço e atendimento dos requisitos estabelecidos pela Lei 9503 de 23 de setembro de 1997 (ROMERO, 2011). Para Camara (2011) o aparecimento de falhas súbitas por fatores diversos no sistema de transporte, não só ocasiona prejuízos econômicos, como também danos sociais.

De acordo com Carvalho (2017) *apud* NTU (2017) o transporte público tem seu papel como desenvolvedor social, onde uma má qualidade deste serviço não põe em jogo apenas a capacidade de locomoção das pessoas, mas também a qualidade de vida e o combate às desigualdades sociais, prejudicando especialmente as famílias de baixa renda.

Romero (2011) ainda salienta que a degradação operacional dos veículos pode causar riscos aos passageiros, resultados econômico-financeiros insatisfatórios, além de comprometer a credibilidade e a imagem da empresa. Desta forma Naccari (2015) afirma que, realizar a manutenção de modo responsável gera redução nos custos operacionais, uma vez que um veículo quebrado na rua pode gerar gastos não previstos, como logística de guinchos e multas de trânsito, entre outros.

Considerando a dimensão do impacto produzido por problemas referentes à baixa qualidade da manutenção de veículos do transporte público, pode-se questionar: **Quais sugestões de melhorias podem ser propostas com a aplicação da metodologia DMAIC no setor de manutenção de frotas a fim de reduzir as paradas de manutenção corretiva?**

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Aplicar as etapas *Define* (Definir), *Measure* (Medir) e *Analyse* (Analisar) da metodologia DMAIC, em uma empresa de transporte público, localizada em Petrolina – PE.

1.2.2. Objetivos Específicos

A fim de alcançar o objetivo principal deste trabalho, propõe-se o desenvolvimento dos seguintes objetivos específicos:

- Mapear o fluxo do processo de manutenção corretiva, para melhor análise e avaliação das atividades desenvolvidas;

- Identificar os principais problemas, que geram paradas para manutenção corretiva;
- Utilizar ferramentas de qualidade, para diagnosticar, analisar e propor melhorias;
- Através da construção de planos de ação, sugerir alternativas para reduzir o número de paradas de manutenção corretiva.

1.3. Justificativa

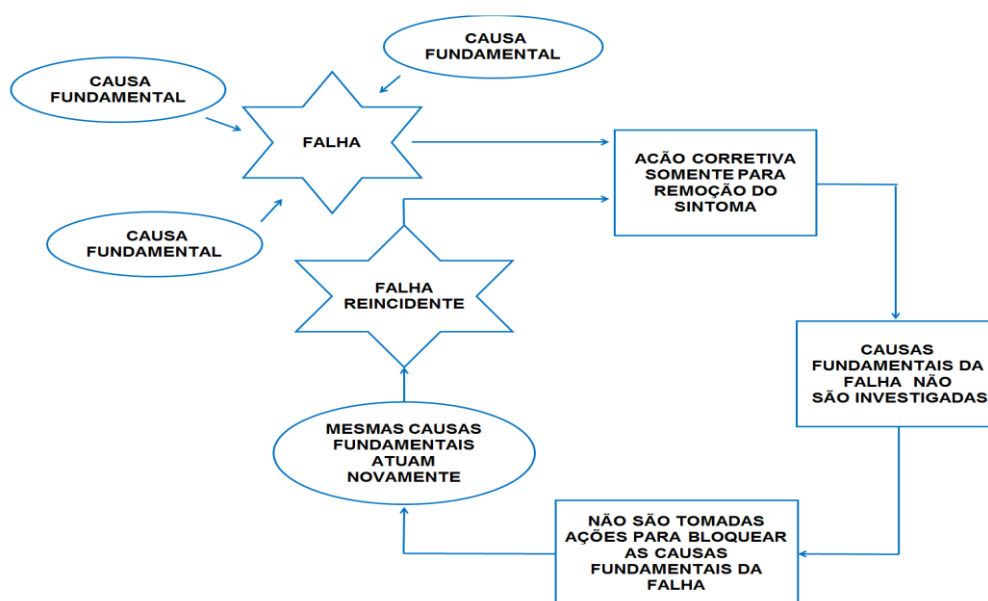
De acordo com a pesquisa *The value of the bus to society* (O valor do ônibus para a sociedade) uma melhoria de 10% no serviço de transporte seria capaz de promover uma redução de 3,6% no Índice de Privação Múltipla (IPM), que o país utiliza para medir níveis de privação no emprego; renda; saúde; criminalidade; educação; ambiente de vida e barreiras no acesso a serviços. O que traduz-se em aumento de renda dos usuários e mais cidadãos no mercado de trabalho (NTU, 2017).

Para que o serviço de transporte coletivo tenha o desempenho almejado e atenda a critérios como eficiência, obrigatoriedade, universalidade, conforto, acessibilidade, modicidade, segurança e continuidade, entre outros descritos por Valente et al. (2008) é necessário que as ações envolvidas sejam gerenciadas e controladas de maneira efetiva, evitando que ocorrências indesejáveis e falhas, venham atrapalhar a execução de seus processos, atendendo as necessidades dos usuários e evitando a descontinuidade do fornecimento deste serviço.

Morais et al. (2011) consideram que as ações referentes à manutenção em uma organização, além de serem responsáveis pela segurança do serviço entregue e de proporcionarem o pleno atendimento das necessidades dos usuários do serviço, são potenciais redutoras de custos, devendo portanto, receber atenção especial em seu gerenciamento.

Desta forma, entende-se que as atividades ligadas à manutenção devem ser realizadas com muita segurança, responsabilidade e com alto nível de qualidade e confiabilidade, buscando sempre acabar com as causas potenciais, que permitem a continuidade de um círculo vicioso de falhas (Figura 1).

Figura 1: Círculo Vicioso de Falhas



Fonte: Adaptada de Xenos (2004, p. 81)

Romero (2011) em sua dissertação incita que é interessante verificar a qualidade dos serviços realizados, pois montagens, regulagens e ajustes podem estar ocorrendo de maneira inadequada. Pinto e Xavier (2012) considera que, uma baixa qualidade da manutenção gera “retrabalho” e o surgimento de falhas prematuras.

Este trabalho, tem como motivação maior a necessidade de elaboração de estratégias para resolução de problemas no setor de manutenção da empresa do estudo de caso, mais precisamente no processo de manutenção corretiva. Atualmente é considerado o setor mais problemático da empresa, onde os problemas identificados relativos a manutenção, encaixam-se perfeitamente no cenário demonstrado anteriormente através do círculo vicioso de falhas.

O presente trabalho percorre áreas da Engenharia de Produção, como gestão estratégica e organizacional, gestão da qualidade e gestão da manutenção. Partindo do objetivo central do trabalho que visa promover um melhoramento na área de manutenção, em busca do aumento da produtividade e qualidade dos processos. Conclui-se então que o foco principal deste trabalho direciona-se em grande parte para as áreas de Gestão da Qualidade e Engenharia de Operações e Processos da Produção, onde está inserida a subárea da Gestão da Manutenção.

A gestão da qualidade da manutenção em empresas de transporte público, já vem sendo alvo de discussão durante muitos anos, a seguir tem-se alguns trabalhos publicados sobre o tema e um breve resumo dos mesmos:

- **Análise estatística e avaliativa do processo de manutenção mecânica, em uma empresa de transporte público por ônibus (ROMERO 2011):** O trabalho tem como objetivo pesquisar a manutenção realizada nos ônibus utilizando a Teoria da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC). Através desta teoria, realizou-se uma análise das distribuições de falhas e tempos de reparo do subsistema freio, obtendo as curvas de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade. O processo de manutenção na empresa é totalmente do tipo corretiva, o que gera muitas ocorrências de falha e parada nos equipamentos. Sendo proposto, por fim, a utilização de um sistema que visa acompanhar o processo de manutenção da empresa, assim como gerenciar as melhorias que forem implementadas no processo de manutenção.

- **Análise e otimização da gestão da manutenção, em uma empresa do setor de transporte urbano do interior potiguar (MORAIS et al., 2011):** O artigo analisa cenário da gestão da manutenção em uma organização do setor de transporte urbano do interior potiguar. Foram levantados problemas como: insatisfação dos clientes, falta de organização do ambiente de trabalho e ausência de um plano de manutenção. Com isto, foram propostas sugestões de melhorias, sendo a implantação de planos de manutenção elaborados pelos autores, a principal alternativa.

- **Gestão colegiada da manutenção (ANTP, 1997):** O trabalho procura reproduzir, um processo baseado nos seguintes marcos: modelo de referência; reuniões mensais; reuniões semanais; reuniões diárias; reuniões de integração manutenção-operação; informações para a gestão; plano de carreiras para a manutenção. Um modelo que busca promover a organização da área por processos e setores e a sua gestão de forma colegiada. Onde conclui-se que, a gestão colegiada da manutenção é uma opção estratégica para o aperfeiçoamento da manutenção, que favorece o compromisso com a

excelência, com custos baixos, com a qualidade dos relacionamentos com os clientes internos e externos da empresa.

- Programa de qualidade na manutenção de ônibus urbanos (ANTP, 1999):

Neste trabalho foi criado um programa de qualidade do Transporte Urbano, o qual prevê avaliações periódicas em todas as empresas contratadas, gerando premiações as que mais se destacarem. Com o objetivo de melhorar a qualidade dos serviços prestados pelo sistema, atendendo às necessidades dos clientes de forma mais confiável, acessível, segura e pontual. Identificou-se inicialmente que o nível de satisfação dos usuários permanecia em patamares abaixo do desejado e para assegurar a competitividade e sobrevivência do negócio, e então estabeleceu-se uma meta de “Aumentar o grau de satisfação dos clientes em 20%”. A forma encontrada para alcançar a meta estabelecida foi a do trabalho conjunto da gestora e operadoras utilizando a Gestão pela Qualidade Total – GQT. Conforme o objetivo do trabalho, as metas de Qualidade da manutenção foram atingidas plenamente, premiando o esforço e dedicação conjunta da SPTrans e operadoras que participaram do programa da GQT.

- O papel da manutenção na produtividade das empresas (SECTOR, 1997):

O trabalho propõe a utilização do método AZ, disponibilizando um conceito de auxílio à decisão de manutenção, que realiza uma avaliação exata da eficiência da manutenção praticada pela equipe responsável, sendo um instrumento de demonstração de ganhos e ao mesmo tempo flexível e potente. Através da aplicação deste método, os gerentes de manutenção podem rapidamente simular os ganhos diretos resultando das medidas de melhoria da manutenção. Esse instrumento oferece vantagens ao diretor da empresa, ao responsável pela manutenção e ao pesquisador, ao mesmo tempo, contribui para um melhor reconhecimento do papel de cada um.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Gestão da Qualidade em Serviços

O setor de serviços tem influência e participação relevante no PIB brasileiro, entre os anos de 2003 a 2013 o valor adicionado ao PIB passou de 64,7% para 69,4%, como demonstrado na Figura 2, devido ao crescimento deste setor (BRASIL, 2013).

Figura 2: Participação do setor de serviços no PIB



Fonte: Adaptado de Brasil (2013)

Em 2016, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgou um recuo de 5% das atividades do setor de serviços, o pior resultado desde 2012. Sendo o segundo ano de queda; em 2015, a baixa foi de 3,6%. Conforme a Pesquisa Mensal de Serviços, o segmento de Transportes, o que inclui movimentação de carga e de passageiros, acumulou a maior queda com -10,4%, o setor está entre os que tiveram o pior desempenho (NTU, 2017).

Alguns autores, caracterizam o termo serviços como a realização de atividades de natureza intangível e perecível, onde a produção e o consumo ocorrem ao mesmo tempo, desta forma não podem ser estocados, fornecendo ao usuário na maioria das vezes, um valor agregado em formas como conveniência, diversão, conforto, oportunidade ou saúde, que representam interesses intangíveis do seu comprador (ZEITHAML, BITNER, 1996;

GRONROOS, 1990 *apud* FITZSIMMONS, FITZSIMMONS, 2010). Dentre as diversas definições de serviços, todas elas incluem como características gerais o consumo simultâneo, a intangibilidade e ausência de propriedade sobre o serviço.

O pacote de serviços inclui bens facilitadores, instalações de apoio, informações, serviços explícitos e implícitos, de acordo com Fitzsimmons, Fitzsimmons (2010). Estes fatores são cruciais na percepção do valor agregado pelos clientes, de modo que, os componentes destes fatores devem ser formados e desenvolvidos com o objetivo de alcançar a qualidade almejada por seus usuários. As atividades de transporte e manutenção são caracterizadas como serviços de infraestrutura e comerciais respectivamente, tratando-se de transporte público, as diversas atividades de manutenção realizadas nos veículos podem ser compreendidas, tanto como serviços implícitos, como serviços explícitos, interferindo direta e indiretamente na percepção do usuário deste serviço.

Nas análises e avaliações do nível de qualidade dos serviços, alguns critérios são essenciais, Carvalho et al. (2005) apontam algumas dimensões da qualidade apreciadas nessa avaliação, os chamados aspectos tangíveis do serviço: atendimento, confiabilidade, rapidez de resposta, competência, cortesia, credibilidade, consistência, segurança, acessibilidade, comunicação, velocidade, flexibilidade e entendimento do cliente. Moraes et al. (2011) destacam que o monitoramento da interface manutenção – qualidade do serviço para satisfação dos clientes em empresas de transporte urbano, é vital para a permanência e crescimento.

O controle da manutenção da frota é uma atividade crítica em toda companhia desse setor, pois ao manter a regularidade nas manutenções preventivas e preditivas pode proporcionar menores custos, aumentando a vida útil dos veículos (MORAIS et al., 2011). Sua atuação visa, aumentar a disponibilidade do veículo, preservar seu estado de conservação, minimizar o desgaste, garantir maior confiabilidade e segurança do transporte. Viabilizando também, o atendimento de requisitos como: disponibilidade, frequência, pontualidade, tempo de viagem, conforto, facilidades, segurança e custo para o usuário (VUCHIC, 2005).

Diante de um cenário altamente competitivo, a Gestão da Qualidade Total surge como um agente facilitador para o alcance das metas de sobrevivência da empresa, trazendo vantagens e diferenciais competitivos. Em sua abordagem sobre a gestão da qualidade no processo, Carvalho et al. (2005) destacam três etapas estratégicas para transformar ações do processo produtivo em pleno atendimento do cliente. Tais etapas são: eliminação de perdas, eliminação de causas das perdas e otimização do processo.

Para colocar em prática essas etapas estratégicas, bem como outros procedimentos que têm em vista a redução de falhas e melhoria contínua dos processos, faz-se necessário o emprego de metodologias, técnicas e ferramentas de qualidade direcionadas a cada fase que compreende o problema estudado.

2.2. Metodologia DMAIC

Considerado um método sistemático, disciplinado, baseado no uso de dados e ferramentas estatísticas, para atingir os resultados cobiçados pelas empresas, a metodologia DMAIC (Figura 3), também denominada como aperfeiçoamento do processo, integra diversas ferramentas em suas etapas (CARVALHO et al., 2005).

A DMAIC segundo Carpinetti (2010), é uma metodologia interativa de melhoria semelhante ao PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) e ao MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), apenas estruturada de maneira diferente.

Esta metodologia possui grande potencial para desvendar problemas, evita julgamentos precipitados ou errôneos que bloqueiam a identificação da causa real, que tem como consequência a origem de procedimentos não conformes. Deste modo ela garante a redução da taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processos (FERNANDES; MARINS, 2008; SANTOS; MARTINS, 2008).

Figura 3: Etapas da DMAIC



Fonte: Innovo Group (2015)

A execução da DMAIC percorrem cinco etapas: Definir (*define*), Medir (*measure*), Analisar (*analyse*), Melhorar (*improve*) e Controlar (*control*). Por meio dos conceitos e caracterizações sobre a DMAIC pelos autores Carvalho (2014); Werkema (2012); Teixeira (2016); Andrietta, Miguel (2003); e, Rechulski e Carvalho (2004), foi possível compor tais definições para cada etapa:

- **DEFINIR** – Inicialmente, define-se com precisão, clareza e objetividade o escopo do projeto, também são escolhidos metas e objetivos estratégicos, processos chaves que afetam muito as expectativas do consumidor e que representam oportunidades potenciais de melhorias. Identifica-se inclusive nas etapas desse processo qual é o seu produto, quem é o seu cliente e quais são as suas expectativas, priorizando em paralelo os requisitos importantes para o crescimento da empresa, através de ganhos mensuráveis e sustentáveis.

Marshall Junior et al. (2006) complementam que nesta etapa são especificados os resultados esperados do processo, que todos envolvidos devem estar cientes da problemática e de como os clientes estão sendo afetados por ele. Como pré-requisitos para etapa de definição, Carpinetti

et al. (2010), citam a identificação das características críticas para a qualidade do serviço e o mapeamento do processo em estudo.

As ferramentas de qualidade mais utilizadas nesta fase são: *brainstorming*, gráfico de Pareto, gráfico de tendência, estratificação de dados, folha de verificação, matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), diagrama de *Ishikawa* e histograma (MARSHALL JUNIOR et al., 2006; CARPINETTI et al., 2010).

- **MEDIR** - Determina-se o local ou foco do problema, identificam-se as métricas válidas e confiáveis, indicadores-chave da eficiência e da eficácia que irão colaborar no desdobramento de uma infraestrutura de medição.

Nesta etapa é importante estudar o estado atual do processo e quais as fontes de variações potenciais, elaborar um plano de coleta de dados que permita ter uma visão geral de: quem coletará e/ou compilará os dados; quais questionamentos serão necessários; quantas observações ou itens serão suficientes; com que frequência será preciso realizar medições; onde achar os dados e informações importantes; quanto de recurso será necessário para obter os dados; como serão treinadas as pessoas; como o processo de medição será monitorado; e o que deve ser modificado ou adaptado para facilitar a sistemática da medição.

A quantificação das variáveis de um problema deve se apoiar em ferramentas estatísticas confiáveis. A existência de um sistema de medição de desempenho estruturado é um ponto crucial nesta fase do ciclo.

Para fase de medição ferramentas como gráfico de Pareto, *brainstorming*, folha de verificação, estratificação, histograma e carta de controle são as mais aplicadas (MARSHALL JUNIOR et al., 2006).

- **ANALISAR** – Alguns autores consideram a fase mais importante do ciclo DMAIC. Nesta fase são analisados os dados coletados e a partir destes estudam-se e apontam-se causas raízes dos defeitos, fontes de variações mais importantes do processo, seus impactos, oportunidades para

melhoria e objetivos quantitativos para cada oportunidade. Avalia-se também *GAPs* entre desempenho real e meta de desempenho.

É também objetivo desta fase validar os indicadores selecionados na fase anterior, de medição, e fazer o uso destes para confirmar fontes de atrasos, desperdícios e falta de qualidade (MARSHALL JUNIOR et al., 2006).

Para esta fase propõe-se o uso de tais ferramentas: diagrama de *Ishikawa*, método dos 5 porquês, diagrama de afinidade, FMEA, *brainstorming*, bem como ferramentas estatísticas como teste de hipótese, análise de variância e de regressão (MARSHALL JUNIOR et al., 2006; CARPINETTI et al., 2010).

- **MELHORAR** – Questionam-se quais aperfeiçoamentos são necessários para melhorar a capacidade de um processo. Em seguida propõe-se um modelo de intervenção com o objetivo de eliminar, minimizar ou atenuar, de modo significativo, a atuação das causas raízes e consequentemente reduzir o nível de defeitos existentes. Contudo, a melhoria do processo alvo é obtida por projetos que englobam soluções criativas para controlar e prevenir problemas. Em um ponto de vista simples e geral, esta etapa direciona-se a propor, avaliar e executar soluções para cada problema prioritário.

Aguiar (2006) aborda dois tipos de melhorias: a melhoria incremental que é a executada no gerenciamento da rotina do trabalho do dia-dia; e a melhoria rompedora que é realizada no gerenciamento das diretrizes, com o intuito de romper com a situação atual através de novos processos e produtos. No desenvolvimento da fase melhorar, Marshall Junior et al. (2006) destacam o Plano de Ação – 5W2H, FMEA, Matriz Esforço Impacto, *Brainstorming* e Diagrama de Afinidades como as comumente utilizadas.

- **CONTROLAR** – Verificada a performance dos aperfeiçoamentos propostos e implementados, busca-se nesta fase preservar e garantir que o alcance das metas e melhorias sejam mantidos a longo prazo, dominando os pontos vitais para manter a capacidade de processo. Seu

desenvolvimento ocorre através do controle dos procedimentos em nível atual de desempenho, do monitoramento das variações dos parâmetros por meio das métricas determinadas. Como também através do auxílio de um plano de supervisão que permita a execução de ações corretivas e preventivas para que um estado de desempenho inferior não se manifeste.

Os níveis tático e estratégico são responsáveis pela efetuação do controle, garantindo por meio de soluções e gráficos de estatística alertar, as partes envolvidas, quando acontecerem mudanças ou surgirem deficiências no processo.

Segundo Marshall Junior et al. (2006), a fase de controle possibilitará que o melhoramento seja contínuo e que os ganhos serão preservados. Os autores sugerem a documentação de todos os procedimentos, assim como a quantificação monetária dos resultados para demonstrar com clareza as vantagens de tal projeto. A documentação de tais procedimentos permite que os padrões estabelecidos se perdurem. Xenos (2004) argumenta que a padronização favorece a retenção do conhecimento técnico na empresa, prevenindo que os conhecimentos fiquem somente na cabeça das pessoas e se percam com o tempo.

Por fim, na fase de controle empregam-se as ferramentas como: gráfico de Pareto, histograma, *poka-yoke* e cartas de controle.

2.2.1. Ferramentas de Qualidade

A execução do DMAIC depende da efetividade das atividades desenvolvidas em cada uma das fases mencionadas, bem como a aplicação correta das ferramentas de qualidade. O Gráfico de Pareto, o Diagrama de *Ishikawa*, a Matriz Causa & Efeito, a Análise de Causa Raiz (classificação das raízes) e o Plano de Ação - 5W1H são ferramentas que foram aplicadas neste estudo de caso.

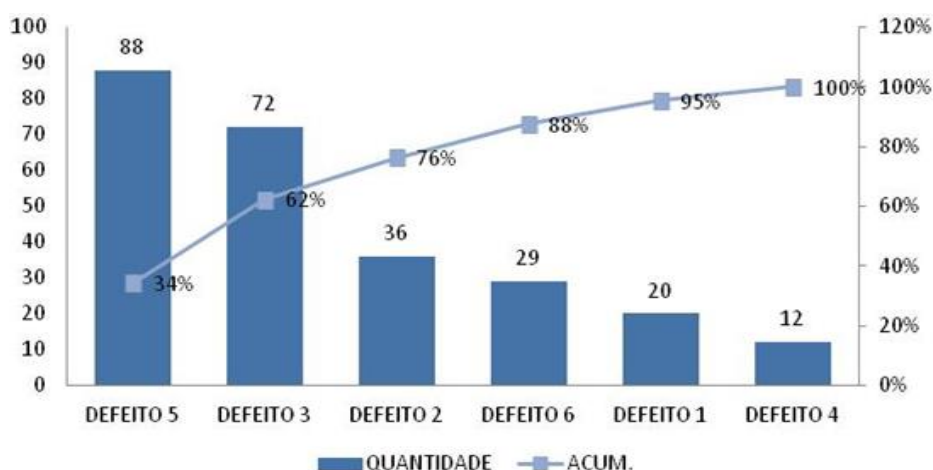
2.2.2. Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto surge de uma teoria econômica de Vilfredo Pareto que, baseado em seus estudos sobre desigualdade na distribuição de renda, conclui que 20% da população concentram 80% da riqueza, e o restante da população que representa a maior parte apenas 20% (MARSHALL JUNIOR et al., 2006). Esta relação 80/20 foi introduzida na gestão da qualidade e atribuída de forma análoga para outros casos. Paladini (2006) cita como exemplo desta relação: alguns defeitos são responsáveis por maior potencial de perda; alguns fornecedores respondem pela maior parte dos problemas; alguns serviços respondem pela maior parte da demanda.

Carpinetti (2010), ainda complementa exemplificando que na existência de 50 problemas referentes à qualidade (itens defeituosos, refugo, retrabalho, gastos com reparos, número de reclamações, acidentes, etc.), solucionando oito ou dez destes problemas, é provável uma redução de 80% dos impactos e perdas que a empresa vem sofrendo por causa de tais problemas existentes.

Sua representação ocorre através de um gráfico de barras verticais (Figura 4), constituído a partir de uma coleta de dados, onde a disposição destes facilitam à visualização das informações, tornando evidente e visual a ordem de importância de problemas, causas e temas em geral. Possibilita também traçar comparativos entre os fatores analisados e priorizar problemas ou causas relativas de um determinado assunto (MARSHALL JUNIOR et al., 2006; CARPINETTI et al., 2010).

Figura 4: Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Qualidade e Produtividade (2015)

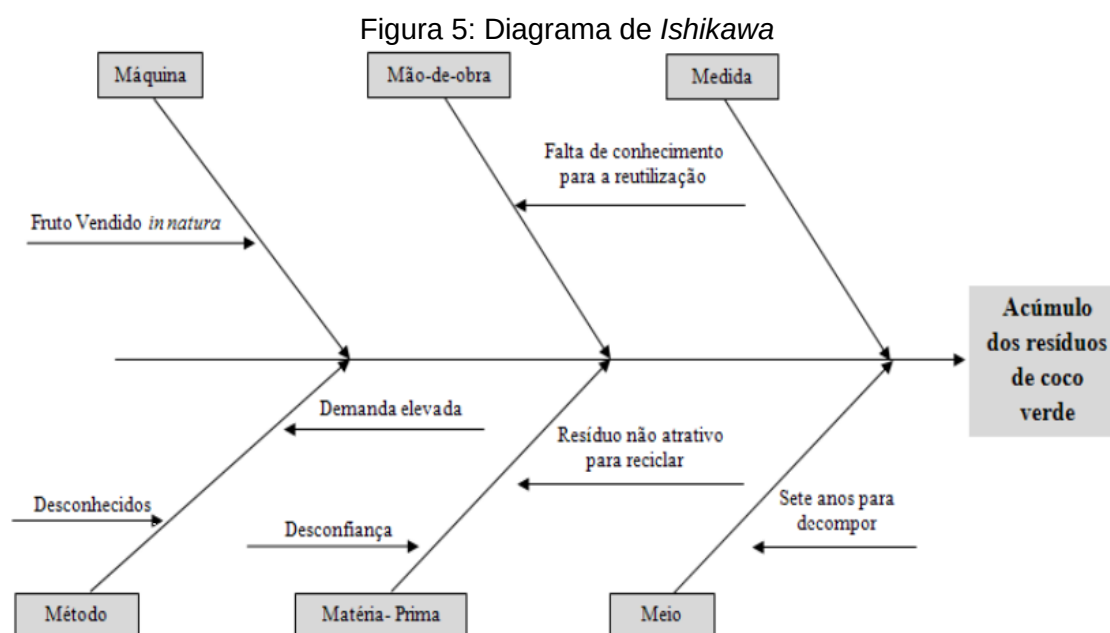
2.2.3. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como diagrama causa-efeito, gráfico espinha de peixe e método 6 Ms, é utilizado para o levantamento de causas de determinado problema, direcionando estas causas para subdivisões ou categorias estabelecidas neste método.

Diversos autores abordam o uso desta ferramenta para análise de problemas, operações, situações típicas do processo produtivo, buscando definir as relações existentes entre a problemática e todas as possíveis causas deste, podendo também evidenciar áreas que necessitam de mais dados para análise (PALADINI, 2006; CARPINETTI, 2010; SLACK et al., 2006).

Para elaboração do diagrama de *Ishikawa* (Figura 5) Marshall Junior et al. (2006), definem algumas etapas:

- Discussão do assunto a ser analisado pelo grupo, contemplando seu processo, como ocorre, onde ocorre, áreas envolvidas e escopo;
- Descrição do efeito (problema ou condição específica);
- Levantamento das possíveis causas e seu agrupamento por categorias no diagrama;
- Análise do diagrama elaborado e coleta de dados para determinar a frequência de ocorrência das diferentes causas.



Fonte: Fornari Junior (2010).

Para uma abordagem mais minuciosa ou para análise de problemas de alta complexidade, Marshall Junior et al. (2006) sugerem o desdobramento de algumas causas em um novo diagrama, mais aprofundado e detalhado. Carpinetti (2010) destaca que a construção do diagrama deve ser executada por pessoas envolvidas no processo, para que todas as causas relevantes sejam consideradas, o autor ainda aconselha o uso do *brainstorming* para sua composição.

2.2.4. Matriz Causa & Efeito

Considerada uma ferramenta de priorização de ações ou objetivos, a matriz causa & efeito, tem como base o uso de critérios ou pesos para estabelecer uma classificação e auxiliar na tomada de decisão. Normalmente sua aplicação é voltada para identificar as melhores ações, em situações que existem incertezas quanto a relevância correspondente dos critérios de decisão. Sendo também aplicada em casos onde as opções estão intimamente relacionadas, dificultando a escolha (MARSHALL JUNIOR et al., 2006).

A Matriz causa & efeito relaciona, com um raciocínio multidimensional, conjuntos de fenômenos decompostos em fatores, podendo facilitar a compreensão da interação entre eles. Serve para identificar elementos correspondentes envolvidos em uma situação, esclarecendo pontos problemáticos de uma situação multidimensional. Estabelecer uma ordem numérica de prioridade para possíveis soluções, tarefas ou questões, segundo critérios pré-estabelecidos (BEREZUK et al., 2014).

Figura 6: Matriz Causa & Efeito

	Dimensional errado	Material errado	Rebarbas em excesso	Total
Máquina com folga	4	0	2	6
Tempo de exposição	9	3	7	19
Embalagem danificada	7	5	4	16
Rebarbas	0	4	9	13
Velocidade de parafusamento	1	9	8	18
Posição da montagem	4	4	0	8

Fonte: Adaptado de Qualidade e Produtividade (2015)

2.2.5. Plano de Ação - 5W2H

Alguns autores definem o plano de ação 5W2H ou 4Q1POC como uma ferramenta de apoio ao planejamento, implementação e acompanhamento das ações estabelecidas para solucionar determinado problema, no qual suas informações devem ser estruturadas de forma que a compreensão a cerca do que é proposto seja claro e efetivo (ARAÚJO et al., 2015; WERKEMA, 1995).

Segundo Marshall Junior et al. (2006), o 5W2H (Quadro 1) é utilizado para o mapeamento e padronização de processos, em planos de ação e procedimentos que incluem indicadores e por meio deles definem-se responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados.

Seu nome é derivado das iniciais de cada questionamento que deve ser respondido na sua elaboração, conforme Pereira (2009) cada uma das letras origina de uma palavra inglesa demonstrada a seguir:

- *What* (O quê?): define quais atividades serão realizadas;
- *When* (Quando?): define o prazo para a conclusão das atividades;
- *Who* (Quem?): define a pessoa responsável pela atividade;
- *Where* (Onde?): define o local onde a tarefa será executada;
- *Why* (Por quê?): define razão de execução da tarefa;
- *How* (Como?): define a forma como a tarefa será executada, de maneira clara e objetiva;
- *How Much* (Quanto custará?): define os recursos financeiros necessários para execução da tarefa.

Quadro 1: Exemplo de construção de um plano de ação

Plano de Ação – Ações para Conformidade com a Norma ISO TS 16.949						
O quê	Por quê	Como	Onde	Quando	Quem	Quanto
Treinar toda equipe de Manutenção	Evidenciar o conhecimento da norma e exigências requeridas	Solicitar ao RH, marcando datas e reservando sala para treinamento. Contratando um instrutor.	RH	Incluir data	Analista de RH	R\$ 500
Revisar os Processos e Procedimentos	Validar os procedimentos atuais	Analisando/atualizando os Procedimentos, enviando para Consenso e Aprovação junto ao Controle de Documentos.	Manutenção	Incluir data	Eng. Manutenção	R\$ 0,00

Fonte: Pereira (2009)

2.2.6. Análise de Causas Raiz

A análise de causa raiz (RCA - *Root Cause Analysis*), busca reconhecer a verdadeira causa raiz das falhas, através da investigação dos eventos responsáveis por ela. Segundo Batista (2007), é uma metodologia que demonstra ser imprescindível para qualquer organização, especialmente para a manutenção que necessita eliminar a reincidência de falhas para sair do modo reativo.

Este processo explora, além de outros fatores, as consequências de um determinado problema a luz de três tipos de raízes da causa (BAPTISTA, 2007):

- 1) **Raízes Físicas:** Tangíveis, consistem em falhas de componentes físicos de um dado sistema, por motivos de:
 - Sobrecarga – erro de operação, acidente;
 - Fadiga – cargas cíclicas continuadas conduzindo a uma falha do componente ou estrutura;
 - Corrosão – material incorreto, processo químico, condições ambientais adversas, vazamentos;
 - Desgaste – problemas diversos de lubrificação, contaminação, desalinhamento, sobrecarga, material incorreto.

- 2) **Raízes Humanas:** são consideradas erros de decisão, os quais provocam o surgimento das raízes físicas. São erros de ação ou omissão, que refletem uma atitude que alguém fez e que não deveria ter sido feita. Em situações de acidentes rodoviários são as causas mais presentes. Em mais detalhes pode-se citar:
 - Memória – esquecimento;
 - Seleção – solicitou o componente errado, fez a escolha errada;
 - Discriminação – falta de informação;
 - Erro de operação – Não cumprir o procedimento;
 - Cegueira Situacional – aceitação de problemas / desvios.

- 3) **Raízes Organizacionais:** Também chamadas de latentes, podem ser compreendidas como os sistemas organizacionais dos quais as pessoas usam para tomada de decisões. Em ocasiões que o sistema

possui falhas, as medidas tomadas a partir dele resultarão em erros. A definição latente pode ser entendida como as “consequências adversas que podem permanecer dormentes no sistema por um longo período de tempo, somente se tornando evidentes quando combinadas com outros fatores para romper as defesas do sistema”. Alguns exemplos de raízes organizacionais:

- Falta de comprometimento dos funcionários;
- Complacência da gerência com problemas;
- Falha de comunicação;
- Tarefa não realizada, pois é percebida como indesejada;
- Falta de treinamento formal;
- Incentivo incorreto;
- Utilização de ferramentas incorretas ou desgastadas;
- Prioridades incorretas;
- Falta de acesso a informação.

Baptista (2007) compara as raízes físicas, humanas e organizacionais, as raízes de uma árvore, ilustrando os níveis das raízes em relação ao evento principal (Figura 7). Ainda de acordo com o autor, as raízes físicas, localizadas na parte superficial, próxima ao tronco, são entendidas como as consequências imediatas do evento, tangíveis ou os componentes danificados, por exemplo. Já as raízes humanas, localizadas na parte intermediária, são ações que ocasionaram as raízes tangíveis ou deterioração dos componentes ou materiais. Por fim, as raízes latentes ou organizacionais, são consideradas pelo autor a motivação para que as outras ações tenham sido tomadas.

Figura 7: Pontos importantes sobre a determinação das raízes



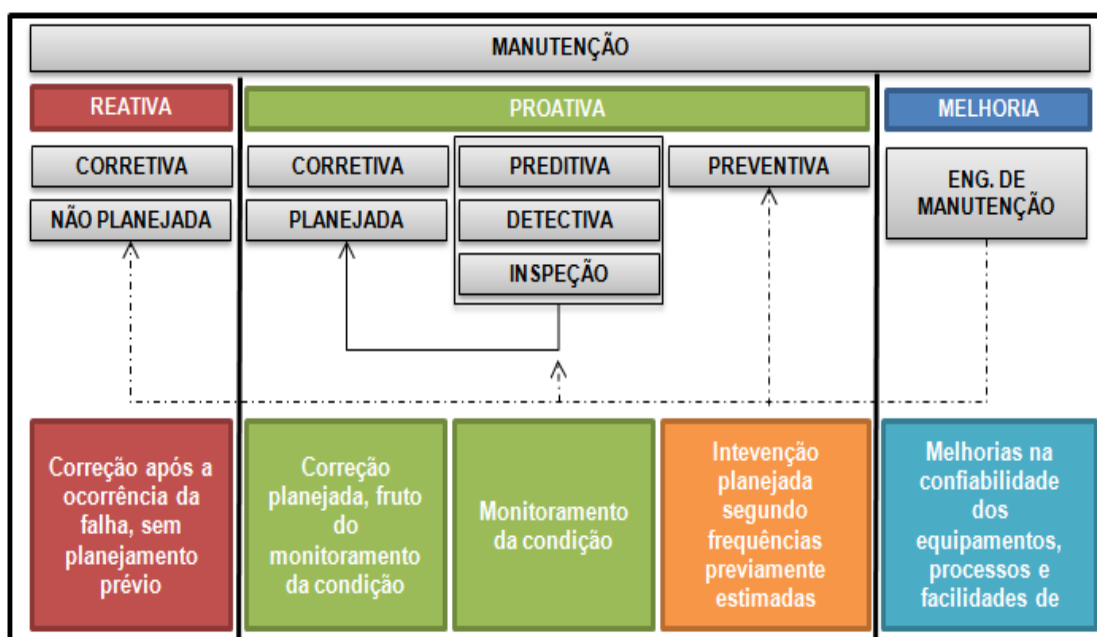
Fonte: Adaptada de Baptista (2007)

2.3. Tipos de Manutenção

A palavra “manutenção” deriva do latim *manus tenere*, que significa manter o que se tem (KLEIN, 2007). Conforme a NBR 5462 (1994), manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. ”.

A manutenção possui diversas vertentes para sua atuação, também chamadas de políticas ou estratégias de manutenção, que serão colocadas em prática, de acordo com as definições ou políticas gerenciais estabelecidas (PINTO; XAVIER, 2012). As comumente definidas nas literaturas são: manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção (Figura 8). Para Branco Filho (2008), a combinação de todos os tipos de manutenção, de modo balanceado, para cada caso e cada empresa, promove um melhor rendimento.

Figura 8: Tipos de Manutenção



Fonte: Adaptado de Pinto e Xavier (2012)

Segundo Simeí (2014), a manutenção que antes era vista apenas como função de apoio, tornou-se uma poderosa ferramenta ativa na estratégia corporativa, na redução dos custos de produção, elevando parâmetros como

disponibilidade e confiabilidade, auxiliando também no controle e manutenção da política da qualidade total.

2.3.1. Manutenção corretiva

Segundo Klein (2007) a manutenção corretiva equivale aos trabalhos realizados após a falha do equipamento, com finalidade de restabelecê-lo à condição de disponibilidade, eliminando a causa e consequências da falha. Este tipo de manutenção ainda se divide em: manutenção corretiva não planejada e manutenção corretiva planejada.

A manutenção corretiva não planejada, também conhecida como manutenção reativa, é observada desde a primeira geração da evolução da manutenção, período antes da Segunda Guerra Mundial onde as práticas de manutenção sistematizadas eram apenas os serviços de limpeza e lubrificação, os reparos ocorriam apenas quando as máquinas apresentavam falhas (PINTO; XAVIER, 2012). Para Gusmão (2001) ela ainda pode ser definida como “intervenções de caráter aleatório, realizadas em resposta a falhas do equipamento, sempre em regime de urgência, não propiciando tempo hábil para programação da intervenção”.

A manutenção corretiva programada, diferencia-se por não ocorrer de forma emergencial, esta pode ser programada para uma data posterior, no qual o reparo possa ser efetuado. Na visão de Pinto e Xavier (2012) a manutenção corretiva planejada é proveniente da definição do acompanhamento preditivo, detectivo ou da inspeção.

O uso exclusivo da manutenção corretiva não é favorável ao desempenho dos equipamentos, no momento da quebra pode ser utilizada como “apaga fogo” tornando-o disponível para uso rapidamente, porém a longo prazo pode comprometer o rendimento, a qualidade do serviço/produto, entre outros fatores relacionados ao ambiente produtivo (PINTO; XAVIER, 2012). Seguindo o mesmo ponto de vista, Branco Filho (2008) ressalta que a prática da manutenção corretiva de maneira isolada leva a uma contínua e lenta degradação das máquinas e instalações, onde poderá gerar riscos, desde o meio ambiente operacional que inclui funcionários, equipamentos e instalações, até os clientes e usuários dos serviços e produtos.

2.3.2. Manutenção preventiva

Considera-se manutenção preventiva toda a ação de controle, conservação e restauro, com o objetivo de manter o equipamento dentro de parâmetros operacionais e de desempenhos especificados, sendo realizada com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha, resumindo-se em uma intervenção prevista ou programada antes do aparecimento desta (FERRÃO, 2009; NUNES, 2001).

Moraes (2014) apresenta um conceito semelhante, onde diz que a manutenção preventiva é a atuação realizada para reduzir ou evitar falhas ou queda no desempenho, obedecendo a um planejamento baseado em intervalos definidos de tempo, tornando-se assim também conhecida como Manutenção Baseada no Tempo (*Time Based Maintenance - TBM*).

Os autores Marcorin e Lima (2003) destacam que a manutenção preventiva realizada segundo a frequência definida pelos fabricantes dos equipamentos, em muitos casos leva a desperdícios, pois não considera a condição real do equipamento. Visto a existência de desperdícios como citado anteriormente, Ferrão (2009) sugere que a manutenção preventiva seja aplicada com base em estudos estatísticos envolvendo o estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros.

Se por um lado a manutenção preventiva apresenta vantagens, pontos positivos, ela também possui pontos negativos, relativos a possibilidade de introdução de defeitos nos equipamentos através de falha humana, falha de sobressalentes, contaminações introduzidas no sistema de óleo e falhas dos procedimentos de manutenção (PINTO; XAVIER, 2012).

Este tipo de manutenção tem grande aplicação em instalações ou equipamentos cuja falha pode provocar catástrofes ou riscos ao meio ambiente, sistemas complexos e/ou de operação contínua (MORAES, 2014).

Para Nunes (2001) a manutenção corretiva é aplicada como complemento à manutenção preventiva, pois independe do nível de prevenção executado, sempre existirá um grupo de falhas que irão exigir uma ação corretiva.

2.3.3. Manutenção Preditiva

Conforme Pinto e Xavier (2012) a manutenção preditiva busca a continuidade da operação do equipamento no maior intervalo de tempo possível, efetuando medições e verificações com o equipamento produzindo, privilegiando sua disponibilidade para operar. Ainda complementam que a manutenção preditiva é a que proporciona melhores resultados devido a sua intervenção mínima na máquina.

Análise de vibrações, termografia, análise de lubrificantes, espectrometria, radiografia, energia acústica, fenômenos de viscosidade, monitoria de processos, inspeção visual entre outras técnicas de análise não-destrutivas, são alguns dos métodos de monitoramento utilizados pela manutenção preventiva (COSTA; MARUYAMA; NETO, 2008).

A prática dessas técnicas analíticas, estudo e monitoramento dos elementos operacionais, supervisões centralizadas ou por amostragens em virtude do exercício da manutenção preditiva, minimizam a atuação das manutenções preventivas e corretivas, bem como detectam a proximidade de uma falha, reduzindo riscos de acidentes, paradas de produção, custos de manutenção, entre outros fatores negativos para empresa (MIRSHAWKA, 1991; NBR 5462, 1994; VAZ, 1997 *apud* OTANI; MACHADO, 2008).

Costa, Maruyama e Neto (2008) consideram que a garantia do controle e manutenção da qualidade do produto final é promovido pela aplicação dessas técnicas de manutenção preditiva. Ela também conhecida como Manutenção Baseada em Condições (*Condition Based Maintenance - CBM*), possuindo resultados que alinham-se as estratégias de aumento da confiabilidade e qualidade; redução de custos; aumento da vida útil de componentes, equipamentos e instalações; melhoria na segurança de processos, equipamentos, instalações e pessoas; e ganhos expressivos ao meio ambiente; estratégias estas que são almejadas por muitas empresas que buscam sua permanência no mercado.

2.3.4. Manutenção Detectiva

Quando a perda da função de um componente não é evidente, nem perceptível para o operador e/ou mantenedor considera-se a existência de falhas ocultas, ou falhas “potencialmente críticas”. A manutenção detectiva atua no sentido de identificar esses tipos de falhas e, conseqüentemente, contribuir com os sistemas de proteção ao equipamento (SEIXAS, 2011; PASCHOAL et al., 2009).

Ribeiro (2003) e Paschoal et al. (2009) destacam que para garantir a confiabilidade dos equipamentos é fundamental a detecção de falhas ocultas. Paschoal et al. (2009) citam a existência de alguns dispositivos que possuem a finalidade de realizar a autoverificação (*self-test*) para indicar se há alguma anormalidade no equipamento, esta avaliação pode ocorrer tanto com a máquina operando como com ela parada. A utilização de equipamentos digitais em instrumentação e controle de processo é crescente nos mais diversos tipos de plantas industriais.

Para Possamai e Nunes (2001), estas falhas ocultas podem não ter efeito direto na produção, mas oportunizam a ocorrência de falhas múltiplas nas instalações, e por estarem associadas a dispositivos de proteção podem apresentar conseqüências sérias para o processo.

Os controles de detecção precisam estar fielmente ligados ao plano de controle existente para o processo, a fim de detectar a falha antes que esta evolua de modo a atingir as próximas operações, ou até mesmo o cliente final bem como sistemas interligados, onde o desempenho de um influencia no do outro (AGUIAR, 2007).

O exercício da manutenção detectiva em sistemas complexos, de acordo com Ribeiro (2003), somente devem ser levadas a efeito pela equipe de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado por membros da operação.

2.3.5. Gestão Estratégica Da Manutenção

A gestão estratégica da manutenção, segundo Pinto e Xavier (2012), deve estar direcionada aos fatores de sucesso das organizações, refletindo diretamente em resultados empresariais como: otimização de custos, aumento da disponibilidade, do faturamento, do lucro, da segurança pessoal e de instalações, redução da demanda de serviços e preservação ambiental.

De modo semelhante ao exposto anteriormente, Slack et al. (2006) apresentam seis benefícios gerados através da manutenção eficaz (Figura 9), visto que o contrário, a falta de visão estratégica dentro da organização, serviços de manutenção com qualidade inferior, podem provocar grandes efeitos negativos e ocasionar perdas incalculáveis (PINTO; XAVIER, 2012).

Figura 9: Benefícios da Manutenção



Fonte: Adaptado de Slack et al. (2006)

Para Romero (2011) a maior parte das decisões estratégicas da gestão de uma frota de veículos, tem como pontos de análise a problemática do controle e redução de custos dos sistemas de manutenção.

Os custos de manutenção segundo Branco Filho (2008) não estão somente ligados aos custos de reparo, este envolve também custos de perda de produção, de matéria-prima, de indenizações por acidentes, perda de vidas de colaboradores e usuários, entre outros. Sendo que alguns custos de indenização podem levar a empresa a falência.

Sobre estratégias organizacionais e atividades de manutenção Teixeira (2016) descreve que:

[...] as empresas buscam nos departamentos de manutenção, os resultados positivos de desempenho do seu sistema produtivo para garantir ganhos em produtividade e qualidade, simultaneamente a uma redução de custos de manutenção, transformando estes departamentos em pontos estratégicos dentro da organização e, conseqüentemente, fazendo-se necessário que os mesmos sejam gerenciados de forma eficiente.

Pinto e Xavier (2012) consideram o papel estratégico da manutenção como um grande desafio gerencial, que envolve tanto a visão sistêmica do negócio, como a mudança de paradigmas e conceitos. Os autores destacam também a importância do envolvimento total dos profissionais de Manutenção para que as ações de melhoria, as programações diárias e comunicação entre as diversas áreas de conhecimento com a manutenção, ocorram espontaneamente e de forma eficiente.

2.3.6. Confiabilidade e Taxa de Falhas

Confiabilidade para Slack et al. (2006) é um conceito bastante utilizado na discussão sobre o papel estratégico da produção, que significa “fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços quando foram prometidos”. Para os autores a confiabilidade ainda pode favorecer a empresa através de economia de tempo, dinheiro e aumento da estabilidade.

A NBR 5462 (1994) de forma mais restrita, define o termo confiabilidade como a capacidade de um item desempenhar uma determinada função, sob condições específicas, em um determinado período.

Ao utilizar o conceito confiabilidade ligado à manutenção de equipamentos, esta palavra torna-se um parâmetro mensurável, que pode ser expresso através da equação:

Equação 1: Confiabilidade

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Fonte: Pinto e Xavier (2012)

Onde **R(t)** representa a confiabilidade em qualquer tempo **t**, **λ** a taxa de falhas e **t** o tempo previsto de operação.

A taxa de falhas conforme Pinto e Xavier (2012) é definida como o número de falhas por unidade de tempo, e é representada por:

Equação 2: Taxa de Falhas

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número de horas em operação}}$$

Fonte: Pinto e Xavier (2012)

Tratando-se de sistemas de transporte terrestres, existe maior coerência em utilizar a variável quilometragem percorrida em relação à variável tempo, sendo esta de maior relevância, visto que, o controle operacional costuma ser feito por meio de odômetros e não por medidores de tempo (ROMERO, 2011).

3. METODOLOGIA

3.1. Classificação da pesquisa

A pesquisa científica é um processo de investigação onde realiza-se um estudo planejado com objetivo de descobrir respostas e relações existentes entre aspectos que envolvem os fatos, fenômenos, situações ou coisas, através de um método científico aplicado (HEERDT; LEONEL, 2007; PRODANOV; FREITAS, 2013). Prodanov e Freitas (2013) partem do princípio de que toda pesquisa fundamenta-se em uma teoria para sua investigação.

Para este trabalho, elaborou-se uma fundamentação teórica acerca dos temas mais relevantes sobre a problemática em discussão, esta foi constituída por meio da consulta de livros, teses, artigos e revistas científicas, dissertações, entre outros.

Muitos autores utilizam as formas clássicas para classificarem as pesquisas, estas formas subdividem-se em alguns pontos de vistas e cada ponto de vista em tipos de pesquisas específicos, Kaurak, Manhães e Medeiros (2010), as definem a seguir como:

- **Do ponto de vista quanto à natureza da pesquisa:** Pesquisa Aplicada ou Básica;
- **Do ponto de vista quanto à abordagem do problema:** Pesquisa Quantitativa ou Qualitativa;
- **Do ponto de vista de seus objetivos:** Pesquisa Exploratória, Descritiva ou Explicativa;
- **Do ponto de vista dos procedimentos técnicos:** Pesquisa Bibliográfica, Documental, Experimental, Levantamento (*Survey*), de Campo, Estudo de Caso, *Ex post facto*, Participante e Pesquisa-Ação.

A Pesquisa Aplicada para Silva e Menezes (2001) tem como objetivo produzir conhecimento para aplicação prática direcionada para resolução de problemas específicos.

Este estudo foi realizado com o intuito de identificar os principais problemas e causas que afetam a frota de ônibus, para em seguida compor planos de ações na tentativa de solucioná-los, caracterizando-se assim, uma pesquisa de natureza aplicada.

Prodanov e Freitas (2013) definem pesquisa qualitativa como a que “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito [...]” onde “o ambiente natural é fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave”.

Neste trabalho obteve-se através de observações *in loco*, entrevistas e discussões em grupo com os funcionários do setor de manutenção, dados que auxiliaram a composição das ferramentas de qualidade aplicadas. Como exemplo tem-se o Mapa do Processo, os Diagramas de *Ishikawa* e a Análise de Causa Raiz, caracterizando este trabalho como pesquisa qualitativa.

Por outro lado, no tocante a pesquisa quantitativa Prodanov e Freitas (2013) relatam que a mesma transforma informações e opiniões em números para análise, sendo bastante utilizada quando busca-se uma relação causa-efeito entre acontecimentos e pela sua facilidade de detalhar a complexidade de um problema, verificar relações entre variáveis, favorecer processos de mudanças e possibilitar a leitura de comportamentos ou atitudes de maneira mais aprofundada.

Conforme este conceito entende-se que esta pesquisa também é considerada quantitativa, devido ao uso das ferramentas Gráfico de Pareto e a Matriz Causa & Efeito, que transformam informações em dados numéricos para auxiliar na análise do problema. Em resumo do ponto de vista quanto a abordagem do problema, este trabalho é qualitativo e quantitativo.

A pesquisa descritiva, visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática (GIL, 1991). Analisando do ponto de vista de seus objetivos, esta pesquisa é considerada descritiva.

Em concordância com Prodanov e Freitas (2013) o estudo de caso consiste em:

[...] coletar e analisar informações sobre determinado indivíduo, uma família, um grupo ou uma comunidade, a fim de estudar

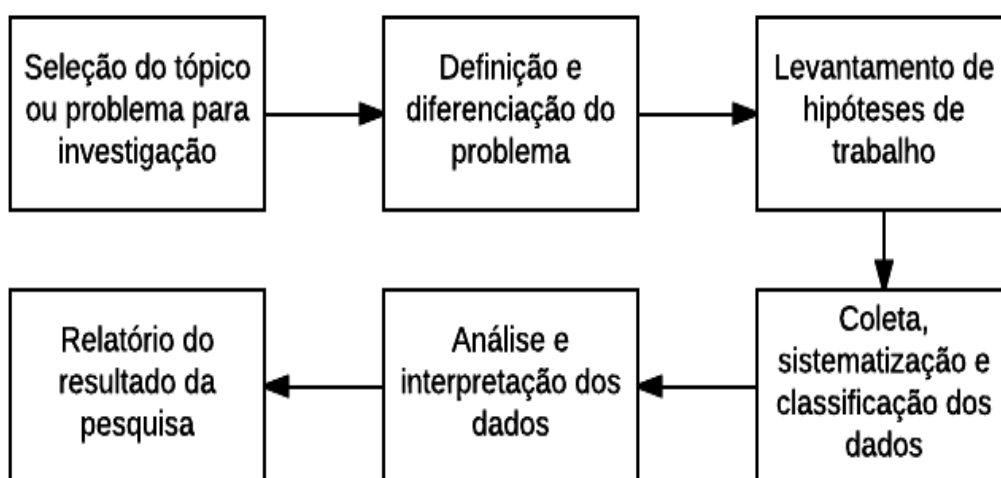
aspectos variados de sua vida [...] entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada. São necessários alguns requisitos básicos para sua realização, entre os quais, severidade, objetivação, originalidade e coerência.

Promover a construção, teste e ampliação de teorias, como a exploração e melhor compreensão de um fenômeno em seu contexto real é objetivo do estudo de caso (GANGA, 2012). Segundo o ponto de vista dos procedimentos técnicos, a abordagem do trabalho é classificada como estudo de caso.

3.2. Estratégias e fases da pesquisa

Lakatos e Marconi (2003) descrevem que o desenvolvimento da pesquisa envolve seis passos (Figura 10), onde cada um se desdobra em diversas atividades estruturadas para que seja possível atingir o objetivo final.

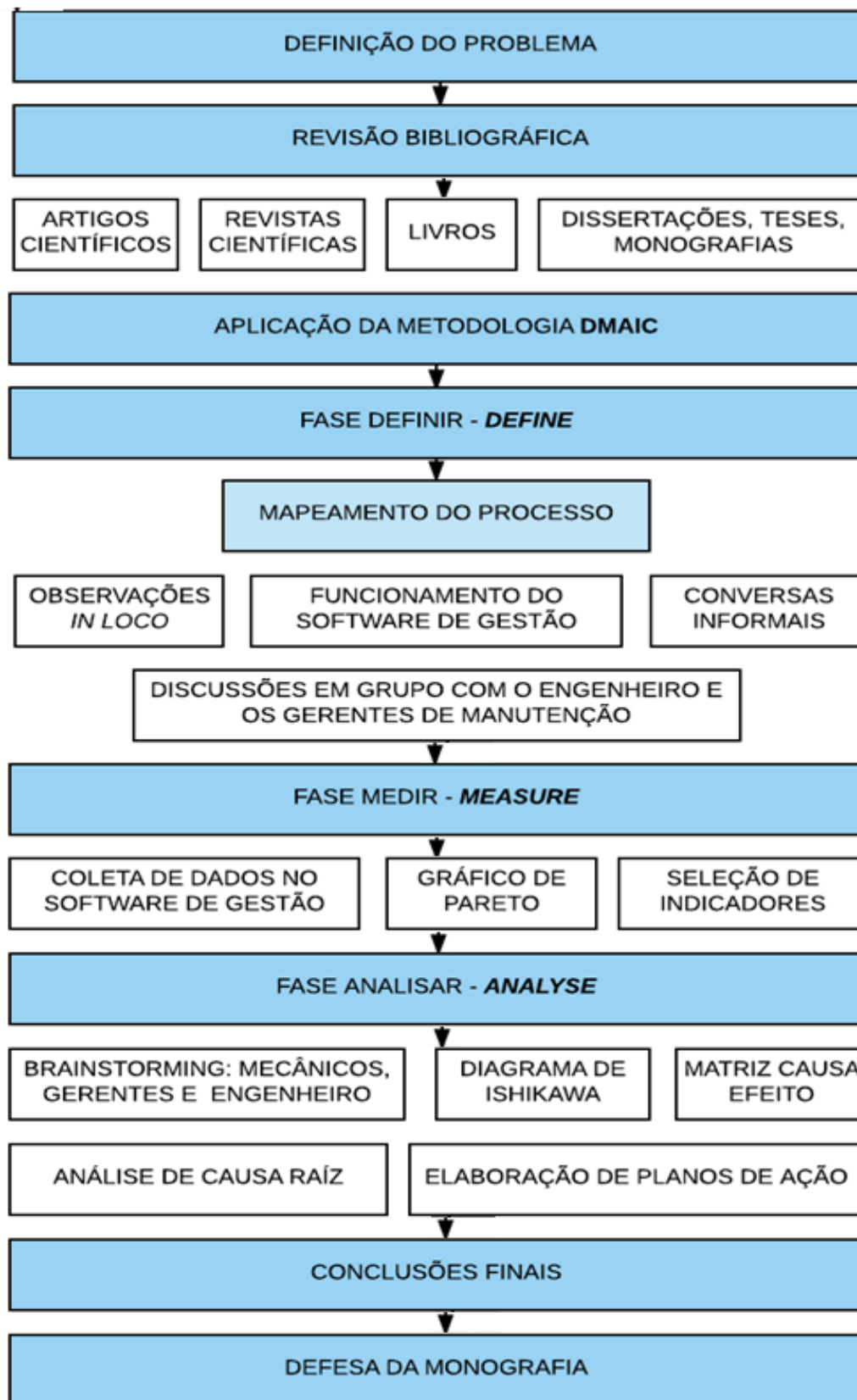
Figura 10: Etapas de um projeto de pesquisa:



Fonte: Adaptado de Lakatos e Marconi (2003)

No presente estudo, buscou-se investigar o processo de paradas de manutenção corretiva na empresa de transporte público, localizada na cidade de Petrolina- PE, no intuito de realizar diagnósticos para os problemas encontrados, obtendo o auxílio das diversas ferramentas e procedimentos indicados pela metodologia DMAIC. Para tal realização, o trabalho desdobrou-se em 06 fases, como demonstradas na Figura 11.

Figura 11: Fluxograma das fases da pesquisa



Fonte: Autoria própria

Como a aplicação da metodologia DMAIC é fator chave para o desenvolvimento do trabalho, fez-se necessário detalhar suas etapas.

3.2.1. Etapa Definir – *DEFINE*

A etapa Definir iniciou-se com a delimitação do escopo do projeto, definição de metas, objetivos e processos chaves. Para facilitar o entendimento sobre processo em estudo construiu-se o mapa do macroprocesso (SIPOC) do setor de manutenção da empresa, mais especificamente do processo de manutenção corretiva, o que facilitou também a compreensão dos seus elementos chaves e fatores críticos de sucesso.

O SIPOC foi constituído por meio de informações sobre Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customers*), que foram coletadas através de observações *in loco*, de conversas informais com os envolvidos no processo e da investigação sobre o fluxo de informações no *software* de gestão utilizado pela empresa. Reuniões com os gerentes e engenheiro de manutenção, também foram fontes de coleta de informações e serviram como base para o direcionamento do trabalho.

3.2.2. Etapa Medir – *MEASURE*

Após ter delimitado o escopo do projeto, suas metas e obtido uma visão ampla sobre os processos realizados dentro do setor de manutenção, iniciou-se a etapa Medir. Nesta etapa, o *software* de gestão foi a principal fonte de coleta de dados. Nela também identificou-se as métricas e KPIs (*Key Performances Indicators*) do trabalho. As métricas definidas para este estudo foram a quilometragem total percorrida pela frota e a quantidade total de falhas mecânicas registradas nas ordens de serviços de manutenção corretiva, durante o período de um ano. A taxa de falhas, foi o KPI escolhido para esse estudo.

Foram coletados todos os dados de paradas para manutenção corretiva, referentes ao ano de 2015, onde estes foram tratados com o auxílio do *Microsoft Excel*® e transformados em gráficos de Pareto, para melhor análise. Os gráficos

permitiram visualizar de forma clara os grupos de serviços mais problemáticos, como também as falhas de maior incidência na frota.

3.2.3. Etapa Analisar – ANALYSE

Após identificados os defeitos que apresentam maior incidência na frota, foram aplicados os diagramas de Ishikawa para os defeitos responsáveis por aproximadamente 46,81% dos retornos. A coleta de informações para esta ferramenta foi realizada por meio de *brainstorming* com a equipe. Ao final do preenchimento destes diagramas, as causas identificadas passaram por uma revisão técnica, um método de unificação de causas similares e descarte de causas incoerentes, resultando na seleção de causas prováveis. Esta revisão foi realizada pelos gerentes e engenheiro de manutenção, para que então Matriz Causa & Efeito fosse aplicada.

O objetivo da aplicação desta técnica foi encontrar as causas potenciais dos defeitos identificados, explanando em um *ranking*, as causas com maior impacto nos defeitos em destaque. Os mecânicos, gerentes e engenheiro de manutenção serviram como fontes de informações para composição dos Diagramas de Ishikawa, porém para elaboração da Matriz, apenas os gerentes e o engenheiro foram consultados, devido a maior complexidade da ferramenta.

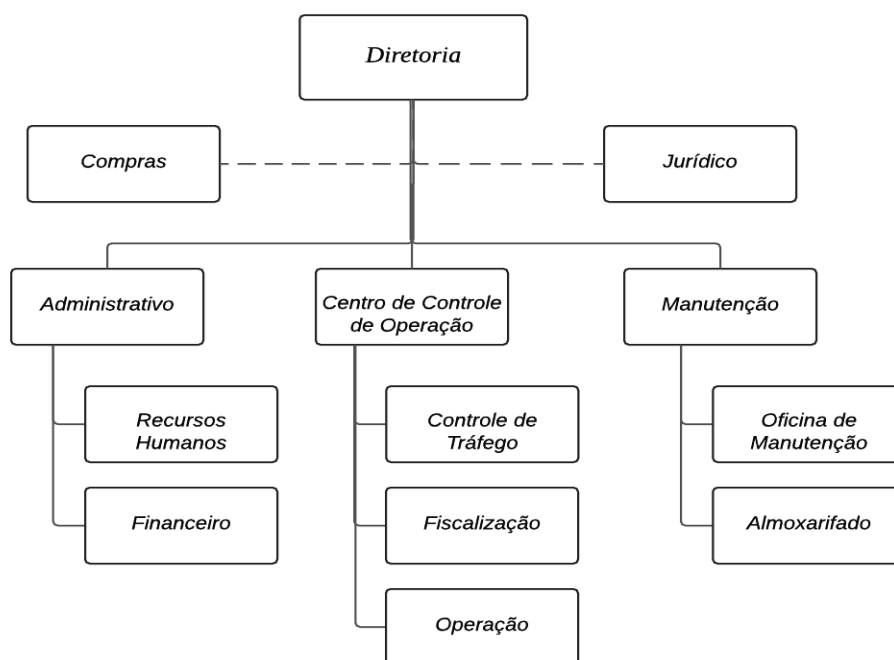
Antes de finalizar o diagnóstico de causas potenciais, as causas em destaque no *ranking* foram analisadas quanto a natureza das raízes de suas causas, sendo assim distribuídas entre causas com raízes físicas, humanas e organizacionais. E por fim, foram construídos planos de ações – 5W1H, com o objetivo de reduzir ou eliminar as causas fundamentais levantadas pela Matriz, adequando cada ação de melhoria ao nível organizacional cabível. Buscou-se também por meio destes minimizar a reincidências das principais falhas na frota.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Apresentação da Empresa

A empresa deste estudo de caso, é uma concessionária do serviço público de transporte coletivo urbano, localizada na cidade de Petrolina, no estado de Pernambuco. Foi criada em junho de 2012, a partir da fusão de duas antigas empresas do mesmo ramo que já atuavam na cidade, sendo responsável pelo transporte mensal de 500.000 passageiros em média, totalizando 6.000.000 por ano. Esta empresa conta com um quadro de 218 funcionários, que subdivide-se entre os setores: Administrativo, Centro de Controle de Operação (CCO) e Manutenção (Figura 12).

Figura 12: Organograma da empresa



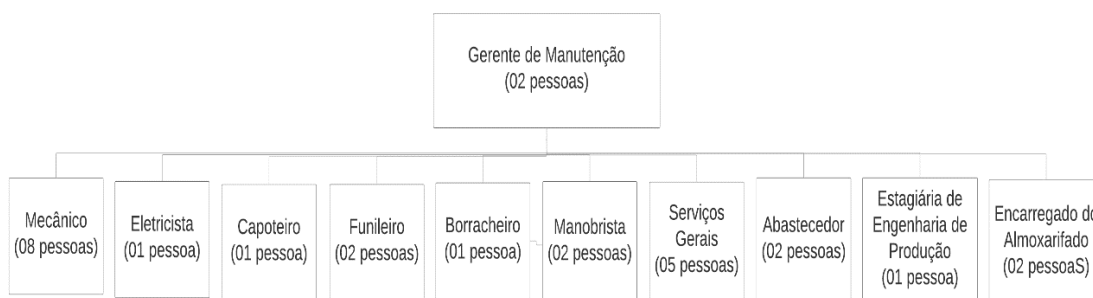
Fonte: Elaboração própria

4.1.1. Caracterização do Setor de Manutenção

O setor de manutenção é composto por 27 funcionários (Figura 13), onde 16 funcionários compõem a equipe diurna que trabalha das 08:00 às 18:00, e 11

a equipe noturna das 19:00 às 05:00. Este setor possui a necessidade ser mantido em funcionamento durante 24 horas por dia, durante os dias úteis. Desta forma os funcionários são alocados de modo que a oficina nunca fique vazia. No domingo, o quadro reduz para um total de 5 funcionários.

Figura 13: Organograma do setor de manutenção



Fonte: Elaboração própria

A equipe diurna é liderada por um engenheiro mecânico e a noturna por um mecânico que possui 05 anos de experiência, ambos ocupam o cargo de gerente de manutenção. Todos os funcionários deste setor respondem apenas ao gerente de manutenção de cada turno, onde os quais gerenciam e direcionam as atividades que devem ser realizadas.

Este setor ainda conta com mais um funcionário, o gestor de frotas, que atua na função de intermediador entre a manutenção e a operação, realizando a troca de informações específicas entre os dois setores no que se trata da frota.

4.1.2. Caracterização da Frota de Ônibus

A empresa é responsável por operar em 12 linhas, que possuem uma extensão média de 28 quilômetros por percurso. Atualmente a frota é constituída por 40 veículos, 34 em operação e 6 reservas (dias úteis), buscando atender a demanda deste serviço, juntamente com as outras empresas da região. Aos sábados a frota em operação reduz aproximadamente 18% e aos domingos 47%. Cada ônibus opera em linhas fixas, sendo substituído pelo reserva, somente se estiver impossibilitado de realizar o percurso.

Para o presente estudo, analisou-se apenas os dados de 27 veículos. Estes, foram escolhidos devido a disponibilidade de dados históricos no sistema,

já que, no início do ano de 2016 uma parte da frota foi renovada, o qual impossibilitou a aplicação desta linha de estudo sobre os novos veículos.

Os 27 ônibus urbanos que compõe a frota antiga diferenciam-se através de:

- Modelo de chassi: Mercedes Bens, Volvos e Volkswagen.
- Tipo de carroceria: Citmax, Caio Apache Vip e Marcopolo Torino.
- Tipo de motor: Eletrônico (série 12) e Mecânico (série 10);
- Idade: Varia entre 2 e 10 anos, resultando em uma idade média de 6,5 anos.

Tais diferenças não implicam no desenvolvimento do estudo, pois os modos de falhas apresentados pelos veículos são muito semelhantes, e suas particularidades não afetam a análise geral do problema.

Com relação a idade do veículo, existe uma certa influência sobre o número de defeitos apresentados, porém os gestores não consideram “descartar” um veículo por causa desses fatores. Esta atitude implicaria na necessidade de compra de um novo veículo, a qual exige um investimento imediato superior aos custos com a manutenção. De todo modo, ao fim do trabalho sugere-se como proposta para um novo trabalho, o cálculo do tempo ótimo para renovação dos veículos, visando reduzir os custos com manutenção corretiva.

4.1.3. Caracterização dos Modos de Falhas

Durante todo o período de operação dos ônibus, o Centro de Controle de Operação (CCO) mantêm-se em funcionamento com o propósito de monitorá-los, informando a manutenção o momento em que o veículo apresenta algum problema ou falha mecânica, entre outras atividades. Este é responsável por inserir na Ordem de Serviço (OS) as informações necessárias para que a manutenção inicie suas ações de correção o problema.

As falhas apresentadas pelos veículos e inseridas nas OSs, estão estruturadas em grupos de serviços, que incluem os diversos subsistemas pertencentes aos ônibus. Estas encontram-se divididas em 19 grupos: Motor, Embreagem, Caixa de Marchas, Suspensão, Elétrica, Funilaria, Bilhetagem

Eletrônica, Freios, Sistema Pneumático, Direção, Transmissão, Sistemas Embarcados, Diferencial, Arrefecimento, Eixo Dianteiro, Eixo Traseiro, Borracharia, Lubrificação Geral e Acelerador.

Para cada grupo de serviço, citado anteriormente, existem uma série de defeitos atrelados a ele, para o subsistema Motor, por exemplo, têm-se: motor fumaçando, motor sem força, temperatura alta, barulho no motor, não pega na partida, luz do óleo do motor acesa, luz de falha grave, entre outros. Juntamente com o grupo de serviço, o defeito apresentado também é inserido na OS.

4.2. Aplicação da Metodologia DMAIC

A aplicação da metodologia DMAIC, foi desenvolvida baseada na revisão bibliográfica efetuada no Capítulo 2, acompanhada de um período de observação e análise dos processos realizados dentro da empresa. O desenvolvimento desta metodologia restringiu-se apenas a aplicação das fases: Definir (*Define*), Medir (*Measure*) e Analisar (*Analyse*). Ao finalizar tais etapas, foi elaborado alguns planos de ações com o objetivo de propor soluções para minimizar os problemas identificados, a fim de reduzir o número de retornos de manutenção corretiva dos ônibus.

4.2.1. Etapa Definir – *DEFINE*

Nesta fase, como passo inicial definiu-se o problema-chave, objetivos e metas, requisitos que compõe a carta do projeto. Para o desdobramento desta etapa, também fez-se necessário determinar indicadores, limites deste projeto e a equipe de trabalho. Em seguida elaborou-se o mapa do estado atual do processo (SIPOC), o que possibilitou identificar todas as etapas que o compõe, bem como a voz do cliente.

Carta do Projeto

O setor de manutenção foi selecionado como alvo deste trabalho, devido aos depoimentos da alta direção, assim como dos gestores do setor, relatando

a baixa eficiência dos serviços de manutenção corretiva efetuados pela equipe, que conseqüentemente permitiam a atuação de um círculo vicioso de falhas mecânicas e a contínua degradação da frota.

Estes, perceberam que as atividades desempenhadas neste setor, obtiveram um certo desvio do objetivo real da manutenção, que é a busca por aumentar a vida útil dos equipamentos e permitir que estes sejam mantidos em ótimas condições de operação. E, como consequência disto, inúmeros retornos constantes dos veículos à oficina para realização de pequenos reparos, que acabavam reduzindo a disponibilidade da frota.

Outro fator que levou a convergir para o problema chave definido, foi o levantamento de dados históricos sobre os defeitos presentes na frota, demonstrados com mais detalhes na fase seguinte (Medir). Deste modo, definiu-se como problema chave a ser estudado, as principais falhas mecânicas existentes na frota e elaborou-se a carta de projeto (Project Charter – Quadro 2).

Quadro 2: Carta do Projeto

Sumário Executivo		
Contrato do Projeto		
Título: Melhoria no processo de manutenção corretiva dos ônibus.		Líder: Bárbara Évelin
Cliente: Centro de Controle de Operações, Usuário do transporte público, Diretoria.	Área: Oficina de manutenção	Patrocinador: Diretor Geral
Objetivo do Projeto		
Desenvolver a metodologia DMAIC dentro do setor de manutenção da empresa, mais especificamente nas atividades realizadas na oficina, em busca do aumento/melhoria da qualidade e do nível de serviço de manutenção realizado pelos funcionários.		
Histórico do Problema		
A partir do levantamento de dados históricos das falhas, fornecido pelo sistema de gestão de manutenção, verificou-se durante o ano de 2015, foram registradas 2598 falhas mecânicas, excluindo as manutenções corretivas realizadas fora da oficina (conhecidas como, socorro), para uma frota composta por 27 ônibus. Dentre eles os subsistemas Elétrica e Freio com os maiores índices de falhas, correspondendo a 427 e 401 falhas, respectivamente.		
Definição da Meta		KPI's do Projeto
Reduzir em 20% o número de falhas mecânicas apresentados em 2015, conseqüentemente a taxa de falhas.		◦ Número de falhas ◦ Taxa de Falhas

Continuação do Quadro 2: Carta do Projeto

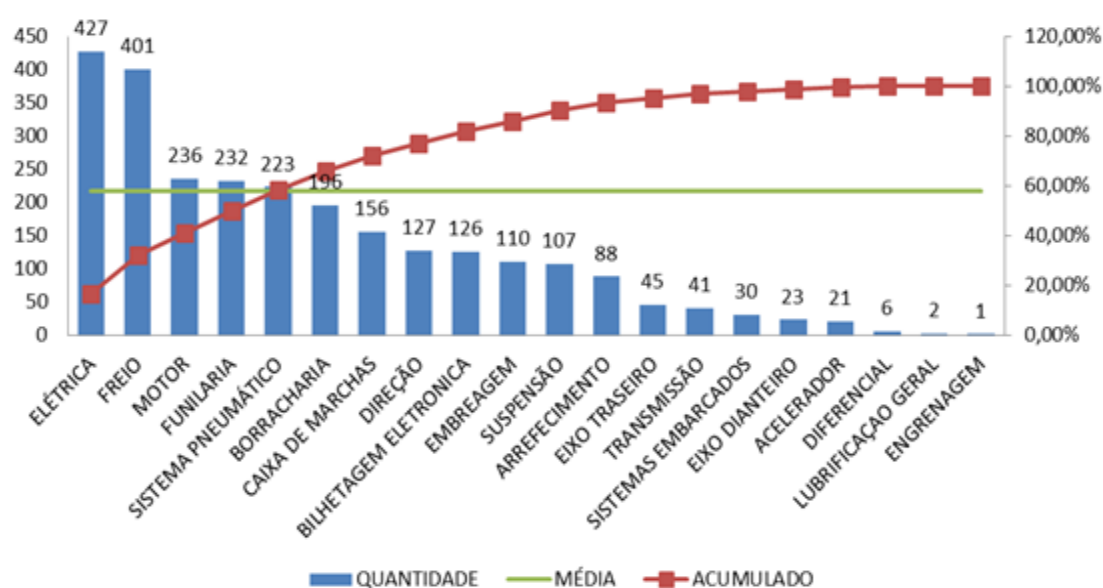
Limites do Projeto (Inclui/Exclui)	
Inclui: Inserir novas etapas no processo.	Exclui: Solucionar causas externas ao setor e ao ambiente. Manutenções corretivas externas (socorro). Estudar atividades relativas ao almoxarifado, que também está incluso no setor de manutenção.
Restrições do Projeto	
Trabalhar sempre com a mesma frota de 27 veículos.	
Requisitos do Cliente	
Aumentar a qualidade do serviço de manutenção, reduzir o número de falhas durante a operação, atender os horários definidos.	
Contribuições para o negócio	
Aumento da eficiência operacional da frota e sua confiabilidade, elevando também a disponibilidade para operação e credibilidade da empresa.	

Fonte: Elaborada pela autora

Inicialmente, para compreender melhor o problema, buscou-se investigar através dos relatórios e dados fornecidos pelo sistema de gestão da manutenção, os grupos de serviços que geravam mais ocorrências, para então iniciar as tomadas de decisões.

Com a aplicação do gráfico de Pareto (Figura 14) nestes dados, observou-se que os subsistemas Elétrica, Freio e Motor foram os que apresentaram mais ocorrências, sendo responsáveis por quase 41% do total de defeitos.

Figura 14: Gráfico de Pareto dos grupos de serviços



Fonte: Elaborado pela autora

A interligação dos subsistemas mecânicos permite que, a falha em um subsistema, resulte na falha de todo sistema, ou seja, certas falhas não atuam de forma independente ou isolada. Como por exemplo, um problema no compressor de ar, caracterizado como um defeito do sistema pneumático do veículo, pode gerar falhas tanto no subsistema de freio, como no de embreagem.

Deste modo, foi decidido não analisar os grupos de serviços (subsistema) separadamente. Para análise, resolveu-se detalhar os modos de falhas presentes nos principais grupos de serviços, levantar as causas potenciais dessas falhas e avaliar a influência (peso) de cada causa nos outros subsistemas.

Através deste levantamento de dados, foram enumerados 201 defeitos apresentados na frota, dentro do período de análise, onde os principais são relacionados aos subsistemas: freio, caixa de marchas, motor, elétrica e sistema pneumático.

A meta foi estabelecida com base no número de defeitos, visando reduzir no mínimo 20% do valor atual, buscando ultrapassar este percentual. Para a meta determinada estima-se que este número caia para aproximadamente 2078 defeitos por ano. Devido ao tempo de desenvolvimento do trabalho, só foi possível realizar análises de 46,81% dos defeitos, sendo estes os que possuem os maiores índices de falhas e consequentemente contribuem maior degradação na frota.

Equipe de trabalho

O próximo passo foi a definição da equipe de trabalho (Quadro 3), que também compõe a carta do projeto. Nesta, estabeleceu-se os funcionários que colaboraram para o desenvolvimento do projeto, assim como para coleta de informações e composição das ferramentas aplicadas.

A equipe contou com 08 colaboradores: o diretor geral da empresa, o engenheiro mecânico, que ocupa o cargo de gerente de manutenção; o antigo gerente de manutenção, que possui 09 anos de experiência neste setor e hoje atua no cargo de gestor de frota; 04 mecânicos, que desempenham serviços gerais de manutenção relativos aos subsistemas analisados neste estudo de caso; e uma estagiária de engenharia de produção, responsável por liderar o projeto.

Quadro 3: Equipe de trabalho

FUNÇÃO	CARGO
Líder	Estagiária de Engenharia de Produção
Patrocinador	Diretor Presidente
Membros da Equipe	04 Mecânicos
Especialistas para Suporte técnico	Engenheiro mecânico
	Gerente de manutenção
	Gestor de frota

Fonte: Elaborado pela autora

Mapeamento do processo

Obteve-se uma visualização mais clara do processo de manutenção corretiva através do seu mapa SIPOC (Figura 15), que destaca cada passo desenvolvido pelas partes atuantes.

O desenvolvimento das atividades relativas a manutenção corretiva de veículos efetuadas neste setor, são direcionados através das Ordens de

Serviços (OS) emitidas pelo Centro de Controle de Operação (CCO), que recebe a informação diretamente do motorista e insere-a no *software* de gestão.

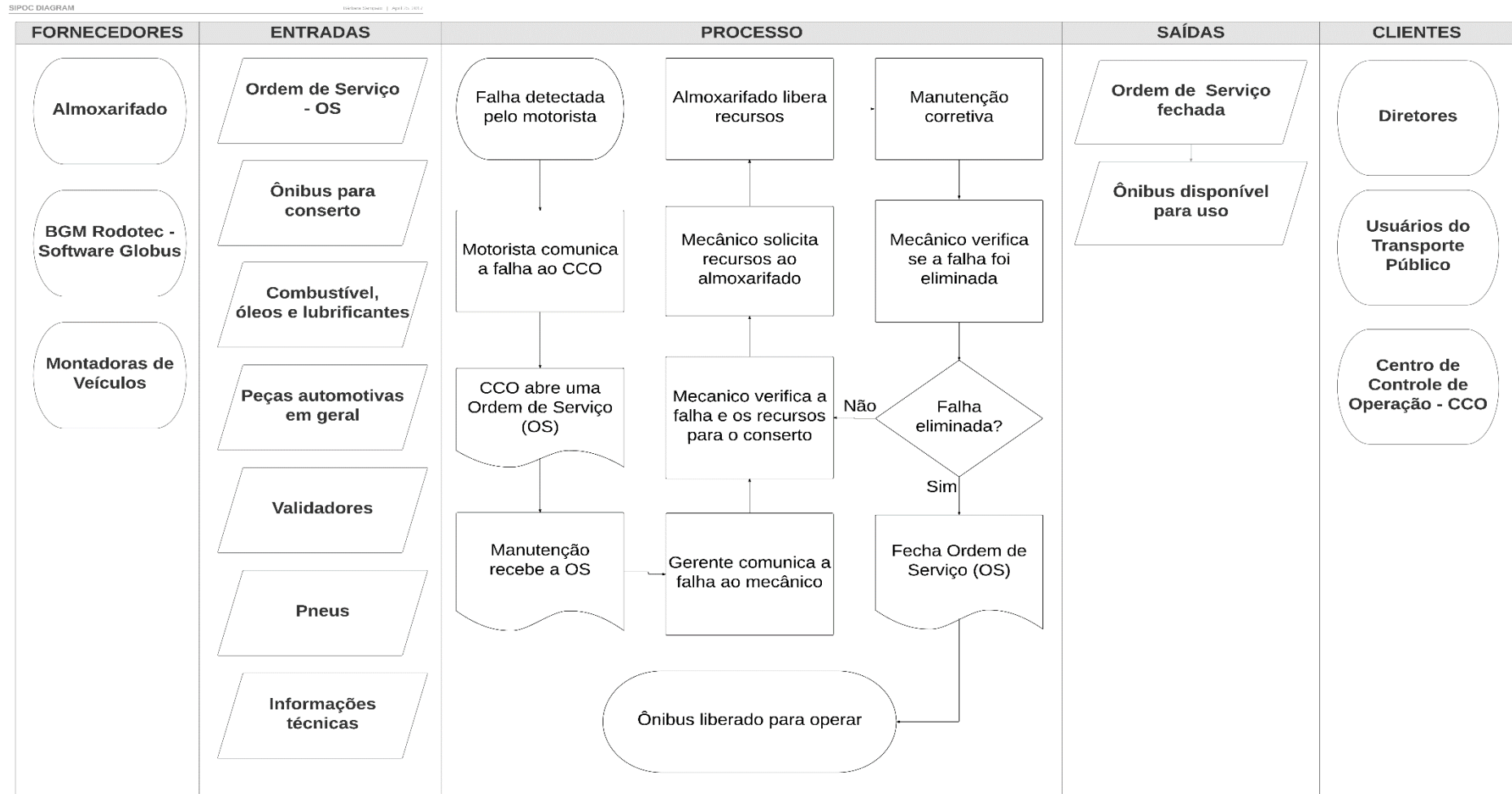
Nesta OS estão dispostas informações sobre a identificação do veículo, o grupo de serviço a que pertence, o defeito que este apresenta, a linha em que opera, a data, o horário, entre outras. Existem também, neste documento, espaços reservados para que os mecânicos descrevam informações adicionais sobre o problema e as ações de manutenção realizadas, como troca de peças ou reparos.

Ao receber a OS o gerente de manutenção direciona um ou mais mecânicos para verificar a existência do defeito, concluída tal verificação estes levantam os recursos necessários para correção do problema para que então seja feita a solicitação ao almoxarifado. Após a chegada dos materiais a ação corretiva é desenvolvida, geralmente sob a supervisão de gerente de manutenção, e ao finalizá-la é realizado o preenchimento da OS, inserindo informações sobre o defeito específico apresentado pelo ônibus e outros detalhes.

Este preenchimento final da OS é uma operação que é realizada de forma rápida e incompleta pelos mecânicos, onde estes não percebem a importância de uma descrição integral sobre o problema identificado, as ações realizadas e peças trocadas. Deste modo, é rara a utilização da OS posteriormente como fonte de informação.

Após a ação de corretiva e preenchimento da OS, a mesma é “fechada” no sistema, o que significa que o ônibus já está disponível e em condições de operar normalmente, podendo ser devolvido para o CCO e consequentemente para sua rota de origem.

Figura 15: Mapa SIPOC do processo - Manutenção Corretiva do Ônibus



Fonte: Elaborado pela autora

Voz do Cliente

Foram classificados como clientes do processo de manutenção corretiva, os Diretores da empresa, o Centro de Controle e Operação (CCO) que inclui controladores de tráfego e operação (motoristas e cobradores) e os usuários finais do serviço de transporte público prestado, a população.

CCO, motoristas e usuários do serviço

Considerando o CCO, os motoristas e usuários do serviço de transporte coletivo como os clientes-chaves do processo de manutenção corretiva, entende-se que estes têm como expectativa um serviço de manutenção rápido e com a maior qualidade possível. Serviço seguro e confiável, que permita a operação ótima do veículo, mantendo-os sem falhas, no mínimo durante todo o percurso predeterminado.

Analisando o CCO como cliente, observa-se que suas atividades têm relação direta com condição operacional do veículo, onde através da disponibilidade deste, o setor fará a designação dos **motoristas** para cada rota, o controle de tráfego e conseguirá atingir as metas operacionais estabelecidas pela empresa. Em uma avaliação mais restrita, terão os motoristas como um dos principais clientes-chaves, pois estes estarão em contato direto com veículo e sentirão as consequências do nível de qualidade, empregado nos serviços de manutenção.

Para os usuários diretos do serviço de transporte coletivo existe uma expectativa como já dito anteriormente, em relação ao conforto, acessibilidade, frequência, segurança, continuidade. A presença de falhas mecânicas pode afetar diretamente todos estes requisitos, porém a frequência e continuidade são os que mais sofrem devido a interrupção do serviço, impedindo de concluir o trajeto. Por outro lado, quando estas falhas afetam o requisito segurança as consequências são muito piores, pois colocam em risco a vida dos usuários e de todos que estão ao redor.

Diretores

Para os Diretores, os resultados esperados do processo de manutenção se estendem aos esperados pelos outros clientes-chaves, os quais destacam e consideram importante a avaliação da relação existente entre os custos de

manutenção e tempo de reparo, com a qualidade do serviço e imagem da empresa.

Além de valorizar fortemente a qualidade dos serviços realizados, eles possuem uma expectativa voltada para a racionalização dos recursos financeiros, ou seja, os custos com manutenção. Os custos de manutenção como visto, não limitam-se apenas aos custos de reparo, este tipo de custo engloba também os custos de perda de produção, de matéria-prima, de indenizações por acidentes, perda de vidas de colaboradores e usuários, entre outros. No tocante aos custos de indenização, as empresas estão sujeitas a um grande desequilíbrio financeiro, podendo levá-las à falência.

Além de todos os custos de manutenção citados anteriormente, é importante destacar os custos não mensuráveis derivados do impacto negativo, causado nos ativos intangíveis da empresa, a desvalorização e perda da credibilidade da sua marca. Assim, o fator qualidade é um dos requisitos cruciais que irá garantir a redução de alguns destes custos e até mesmo evitá-los.

Baixos índices de qualidade da manutenção geram “retrabalho”, além de favorecer o surgimento de falhas prematuras. Geralmente, para se manter um alto nível de qualidade da manutenção os processos não devem ocorrer em ritmo acelerado, visando realizar o reparo em tempo ideal e não no menor tempo possível.

Como demonstrado por Pinto e Xavier (2012), devido ao antigo paradigma de reestabelecer as condições dos equipamentos, os funcionários habituaram-se à promover a restauração rápida ao invés de buscar a causa fundamental e obter uma solução definitiva evitando que a falha se repita. Deste modo, o tempo de reparo, que é um dos fatores valorizados pelos diretores, e que também influenciará na disponibilidade da frota, deverá ser o necessário para análise correta do problema, porém dentro dos limites de produtividade, sem que haja tempo ocioso.

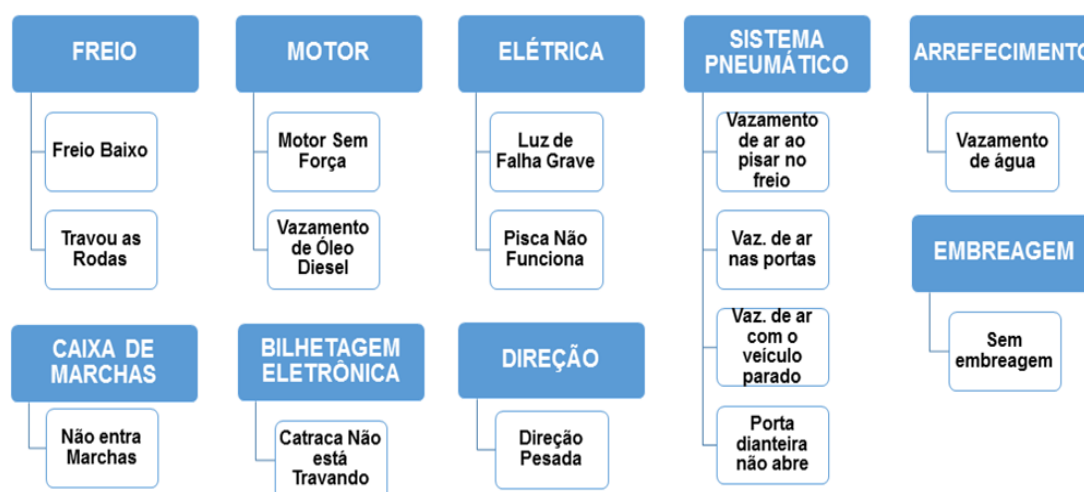
Em resumo, entende-se que os requisitos esperados pelos clientes são: baixo custo de manutenção, alta disponibilidade do veículo, alta confiabilidade, segurança, continuidade do serviço e frequência, os quais são conquistados através da melhoria da qualidade do processo de manutenção.

4.2.2. Etapa Medir – MEASURE

A etapa Medir iniciou-se com a investigação sobre o foco do problema, com a utilização do gráfico de Pareto para sintetizar os dados e direcionar a tomada de decisões. Foram quantificados os defeitos com maior contribuição para a deterioração da frota, bem como para redução de sua disponibilidade operacional. O número de falhas mensais foi medido e a taxa de falha anual calculada, tornando possível a realização de avaliações futuras. As análises para identificação do foco do problema, partem dos dados coletados no *software*, sobre os grupos de serviços e defeitos mais incidentes. Para uma frota de 27 veículos, como já citado, foram contabilizadas 2598 falhas durante o período de um ano. Estas falhas apresentam-se através da repetição de alguns dos 201 defeitos, que estão ligados aos 19 grupos de serviços.

Os defeitos que apresentaram maior reincidência e que foram alvo deste trabalho foram (Figura 15): freio baixo, não entra marchas, motor sem força, vazamento de óleo diesel, luz de falha grave, travou as rodas, vazamento de ar ao pisar no freio, vazamento de ar com veículo parado, porta dianteira não abre, pisca não funciona, direção pesada, vazamento de ar nas portas, sem embreagem, vazamento de água e catraca não está travando.

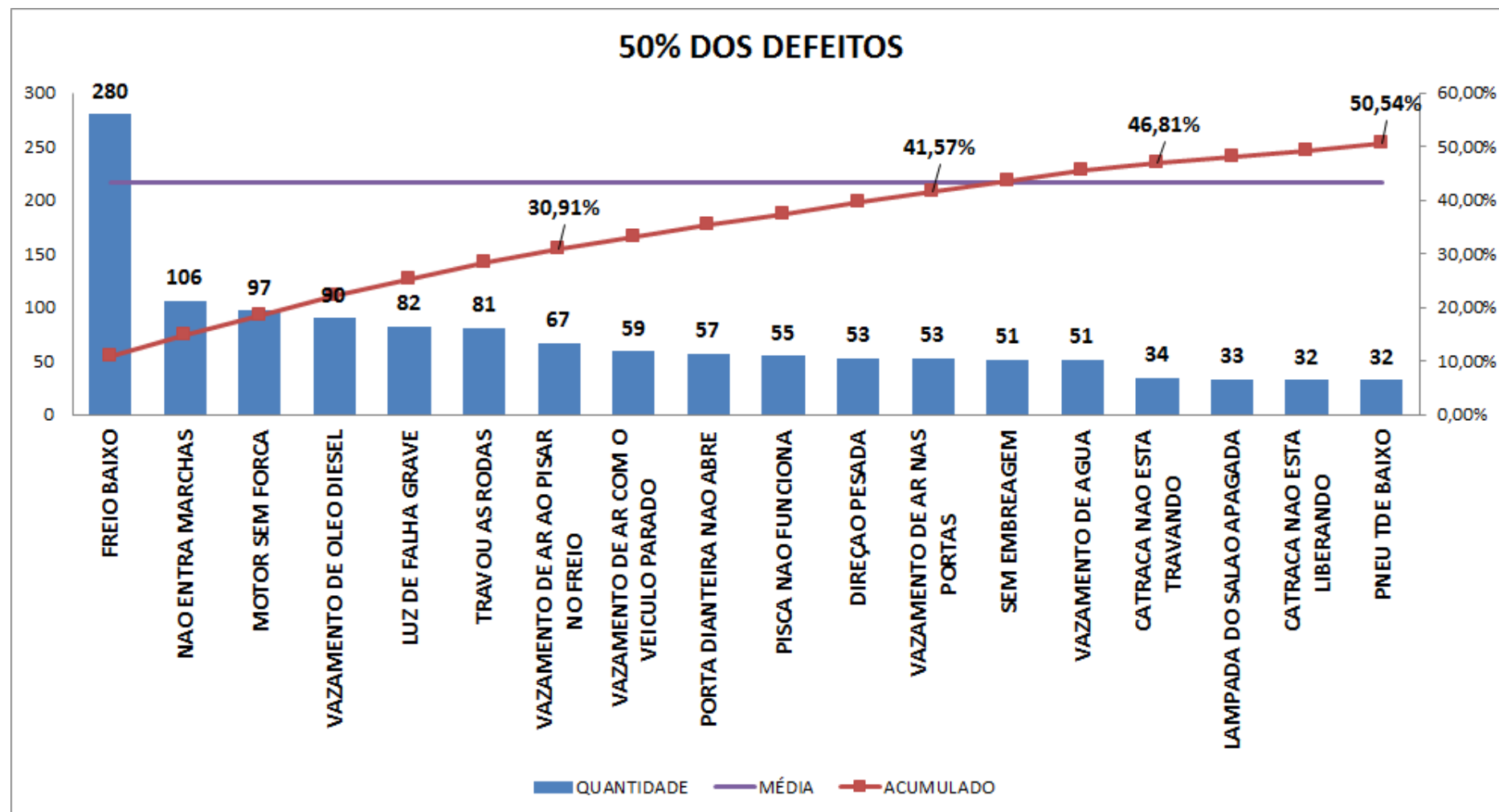
Figura 16: Grupos de serviços e seus respectivos defeitos



Fonte: Elaborado pela autora

Os 15 defeitos (correspondem a 7,5% do total de defeitos) citados na Figura 16, são responsáveis por 46,81% das falhas totais da frota, tais informações foram obtidas através da elaboração do gráfico de Pareto e podem ser visualizadas claramente na Figura 17.

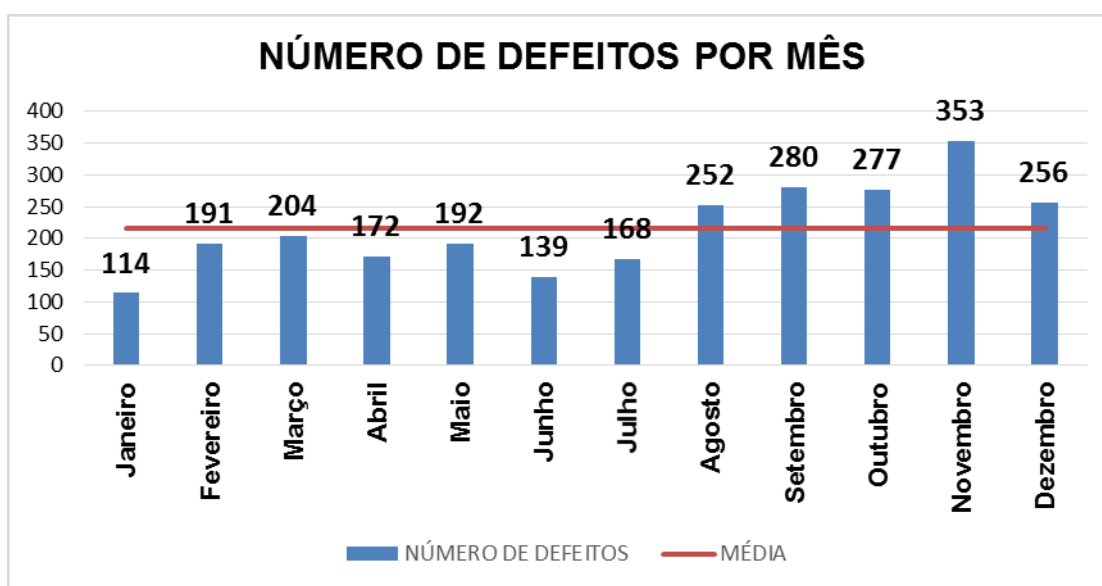
Figura 17: Gráfico de Pareto para os defeitos mais reincidentes



Fonte: Elaborado pela autora

Antes de qualquer ação investigativa das causas destes problemas, foi necessário mensurar os indicadores número de defeitos, e a taxa de falhas (λ) da frota, sugeridos para este trabalho. O número de falhas deve ser monitorado mensalmente e comparado com o respectivo mês do ano anterior, com base no gráfico apresentado na Figura 18. A fonte de obtenção deste indicador foi a mesma, através da coleta de dados no *software* de gestão e sua síntese em planilhas do Excel®.

Figura 18: Número de defeitos por mês



Fonte: Elaborado pela autora

Para o cálculo da taxa de falhas, de acordo com a literatura, são necessários dados sobre o número de falhas e número de horas em operação, porém tratando-se de veículos, existe maior coerência em utilizar a quilometragem no lugar de horas. Deste modo, utilizou-se o número de falhas e a quilometragem real, no período de 2015, para obtenção deste percentual.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Quilometragem percorrida}} = \frac{2598}{106109,5} \times 100 = 2,45$$

Caso a meta estabelecida seja alcançada, reduzindo aproximadamente 20% do número de falhas na mesma quilometragem percorrida, tem-se uma estimativa da taxa de falhas de 1,95%, conforme o cálculo utilizando a equação “Taxa de Falhas”.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Quilometragem percorrida}} = \frac{2078}{106109,5} \times 100 = 1,95$$

Sugere-se que a quilometragem também seja coletada mensalmente viabilizando o cálculo da taxa de falhas mensal, para uma efetiva análise comparativa no ano posterior.

4.2.3. Etapa Analisar - ANALYSE

De início, foram selecionados os principais defeitos demonstrados na fase anterior, para análise de suas causas. Estas, foram feitas a partir da aplicação de diagramas de *Ishikawa* para cada defeito, apresentados no Apêndice A. Em seguida, realizou-se um tratamento nas informações obtidas pelo diagrama. A partir deste tratamento, pôde-se elaborar a matriz causa-efeito, para relacionar cada defeito a cada problema específico e quantificar seus respectivos impactos. Finalizada a composição e preenchimento da matriz, obteve-se uma escala demonstrando as causas que possuíam mais correlações com outros defeitos e geradoras de maiores impactos. Por meio desses resultados, destacou-se as causas-alvos que seriam priorizadas na elaboração de planos de ações de melhoria.

Os diagramas de *Ishikawa* aplicados (Apêndice A) foram direcionados para cada um dos 15 defeitos destacados na etapa anterior: freio baixo, não entra marchas, motor sem força, vazamento de óleo diesel, luz de falha grave, travou as rodas, vazamento de ar ao pisar no freio, vazamento de ar com veículo parado, porta dianteira não abre, pisca não funciona, direção pesada, vazamento de ar nas portas, sem embreagem, vazamento de água e catraca não está travando. Na Tabela 1, encontra-se cada defeito e seu respectivo número de possíveis causas encontradas na elaboração dos diagramas de *Ishikawa*,

Tabela 1: Número de causas por defeito

Defeitos	Número de causas
Freio baixo	13
Não entra marchas	13
Motor sem força	9
Vazamento de óleo diesel	12
Luz de falha grave	8
Travou as rodas	6
Vazamento de ar ao pisar no freio	8

Continuação Tabela 1: Número de causas por defeito

Defeitos	Número de causas
Vazamento de ar com veículo parado	7
Porta dianteira não abre	7
Pisca não funciona	8
Direção pesada	15
Vazamento de ar nas portas	5
Sem embreagem	11
Vazamento de água	15
Catraca não está travando	7
TOTAL	131

Fonte: Elaborada pela autora

No total foram encontradas 131 causas, porém antes de seguir para a composição da matriz causa-efeito, estas foram tratadas através de análises com o engenheiro mecânico, o gerente de manutenção e o gestor de frotas, uniformizando as causas similares e desconsiderando causas incoerentes. Após este tratamento restaram 84 causas, as quais podem ser visualizadas no Apêndice B – Matriz Causa & Efeito.

Os principais defeitos (Tabela 1) encontrados, foram posicionados no eixo horizontal da tabela, e as causas no eixo vertical, para que então fosse possível avaliar o impacto de cada causa nos respectivos defeitos. Dentre elas, existem causas específicas de determinados componentes, como causas que são aplicáveis a maioria dos subsistemas. Para a matriz causa-efeito determinou-se a escala de correlação conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Tipo de correlação e escala de avaliação

Correlação/Efeito	Inexistente	Baixa	Média	Alta
Escala	0	1 a 3	4 a 6	7 a 9

Fonte: Elaborado pela autora

Na matriz causa & efeito, as avaliações de relacionamento das causas com cada defeito, foram realizadas apenas pelo engenheiro de mecânico e o gerente de manutenção, que ao fim do seu preenchimento e soma de cada alternativa, resultou em um *ranking* das causas que exercem maior impacto nos defeitos levantados. Estas causas foram avaliadas não apenas pelo caráter

técnico dos eventos, mas também com base na realidade observada dentro da empresa, e do seu quadro de funcionários. Na Tabela 3, estão apresentadas as causas com maiores índices de gravidade.

Tabela 3: Ranking das principais causas identificadas pela Matriz Causa & Efeito

Posição	Causa	Pontuação	
1 ^a	Baixa qualificação dos mecânicos	113	O
2 ^a	Aplicação de peças usadas	104	O
3 ^a	Controle de preventiva/revisão ineficiente	84	O
4 ^a	Mecânico não verifica se existe vazamento	82	H
5 ^a	Mangueiras obstruídas	73	F
6 ^a	Baixa motivação dos mecânicos	68	O
7 ^a	Arruelas de vedação sem vedar	64	F
8 ^a	Não vedou as válvulas corretamente	64	H
O – Organizacionais H – Humanas F - Físicas			

Fonte: Elaborado pela autora

Após a obtenção do *ranking* das causas com maiores índices, onde estes poderiam variar em uma escala de 0 à 135, foram destacadas oito causas raízes. Optou-se por priorizar e propor ações de melhoria para apenas oito das causas, devido à complexidade de resolução destas. Constatou-se que dentre as oito citadas anteriormente existem três naturezas de origem distintas atuantes, dividindo-as em: **raízes físicas, humanas e organizacionais**. Para então, por fim, elaborar os Planos de Ações de Melhorias como sugestões para redução do impacto gerado por estas causas.

Causas com Raízes Físicas

Considera-se causas com raízes físicas, ocorrências como: mangueiras obstruídas e arruelas sem vedar. Nestes casos, os componentes podem ter passado por ações físicas ou químicas que o impediram de desempenhar sua função original, como por exemplo a exposição dos componentes a ações de desgaste, contaminação, sobrecarga, fadiga, corrosão, entre outros. Para tais causas foram sugeridas as ações do Quadro 5.

Quadro 5: Plano de ação para minimizar a ocorrência de mangueiras obstruídas e problemas de vedação

Plano de Ação 01: Ações para minimizar a ocorrência de mangueiras obstruídas e problemas de vedação					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Elaborar <i>Checklist</i> de verificação para os defeitos: freio baixo, não entra marchas, motor sem força, vazamento de óleo diesel, luz de falha grave, travou as rodas, vazamento de ar ao pisar no freio, vazamento de ar com veículo parado, porta dianteira não abre, direção pesada e vazamento de água.	Evidenciar as mangueiras constituintes que devem ser inspecionadas nos <i>Checklists</i>	Somente uma vez, para registro e elaboração dos <i>checklists</i> .	- Setor: Manutenção - Anexar a Ordem de Serviço - Arquivar no plano de manutenção corretiva.	Através do catálogo de peças dos ônibus, listar todas as mangueiras. Inserindo no <i>checklist</i> as que podem influenciar em cada defeito. Modelo sugerido no Apêndice C.	Gerente de manutenção
Elaborar 'Guia de Melhores Práticas para Instalações de Mangueiras'	Assegurar a instalação correta e eficiente das mangueiras.	Somente uma vez, para registro e treinamentos internos.	Setor de manutenção	Levantamento interno de conhecimentos a cerca deste assunto e pesquisas em sites e manuais.	Gerente de Manutenção
Treinamento para uso das ferramentas Checklist e Guia de Melhores Práticas para Instalações de Mangueiras	Garantir a compreensão da funcionalidade das ferramentas, para sua aplicação correta.	Anualmente, para um quadro específico de funcionários. Obs.: Também deve ser realizado com a admissão de um novo funcionário, exclusivamente para ele.	Setor de manutenção	Exposição de conteúdos em slides e materiais impressos. Aula explicativa.	Gerente de Manutenção

Continuação do Quadro 5: Plano de ação para minimizar a ocorrência de mangueiras obstruídas e problemas de vedação

Plano de Ação 01: Ações para minimizar a ocorrência de mangueiras obstruídas e problemas de vedação					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Aplicar <i>Checklist</i> de verificação por defeito – Inspeção Sensorial	Verificar se as mangueiras, estão atuando de acordo com o seu objetivo. Caso contrário, agir corretivamente.	Mensalmente. No momento da manutenção corretiva para um dos defeitos: freio baixo, não entra marchas, motor sem força, vazamento de óleo diesel, luz de falha grave, travou as rodas, vazamento de ar ao pisar no freio, vazamento de ar com veículo parado, porta dianteira não abre, direção pesada e vazamento de água.	Ônibus sob manutenção corretiva, na oficina de manutenção.	Através de inspeções. Sem desmontar os componentes de maior dificuldade. Verificando se existem vazamentos, obstruções, folgas, desgastes, entre outros.	Mecânico responsável
Inspeção Sensorial de arruelas e válvulas	Verificar se as arruelas e válvulas, estão folgadas ou com problemas de vedação. Ao confirmar, agir corretivamente.	Mensalmente. No momento da manutenção corretiva para um dos defeitos: freio baixo, não entra marchas, motor sem força, vazamento de óleo diesel, luz de falha grave, travou as rodas, vazamento de ar ao pisar no freio, vazamento de ar com veículo parado, porta dianteira não abre, direção pesada e vazamento de água.	Ônibus sob manutenção corretiva, na oficina de manutenção.	Através de inspeções. Sem desmontar os componentes de maior dificuldade. Verificando se existem vazamentos, folgas, desgastes, entre outros.	Mecânico responsável

Fonte: Elaborado pela autora

De modo a complementar, sugere-se que os gerentes de manutenção analisem criticamente as ações preventivas já praticadas ao longo do tempo, no sentido de antecipar as ações de menor complexidade, tempo e custo, transferindo-as para as rotinas da manutenção corretiva, para evitar a ocorrência da falha.

Causas com Raízes Humanas

Classifica-se como causas com Raízes Humanas, as quais entende-se que surgiram através da atuação incorreta ou decisões erradas tomadas pelos responsáveis. Podendo elas apresentarem-se por motivos de falta de informação, esquecimento, escolha incorreta de material, fuga do procedimento, entre outras. Nesta análise, constatou-se que as causas: Mecânico não verificou se existe vazamento e não vedou as válvulas corretamente, são causas com raízes humanas que podem desencadear um evento físico indesejado.

Para estas causas, decidiu-se sugerir alternativas destinadas a alertar os mecânicos no momento em que a atividade que deve ser realizada, por meio da gestão visual. Também foi dado como sugestão um programa de qualificação direcionada, para garantir o desempenho eficiente de determinadas atividades. No Quadro 6 encontram-se as ações sugeridas para estas causas.

Quadro 6: Plano de ação para melhorar problemas de não verificação de vazamento e vedação incorreta de válvulas por parte dos mecânicos.

Plano de Ação 02: Ações para contribuir com a devida verificação de vazamento e vedação correta de válvulas					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Folheto de alerta anexado as válvulas, destacando resumidamente pontos que devem ser evitados para obter-se uma vedação eficiente. Placa de Alerta na parede.	Expor informações necessárias para garantir que praticas erradas não estejam presentes no procedimento de instalação das válvulas. Principalmente em sua vedação.	No momento em que alguma válvula for solicitada ao almoxarifado.	Setor de manutenção, no almoxarifado.	Anexando o folheto de alerta na válvula que será entregue ao mecânico.	Encarregado do almoxarifado.
Levantamento e compra de ferramentas para detecção de vazamentos. Ex: Medidores de pressão, etc....	Facilitar o processo de identificação de vazamentos.	Semestralmente, para repor ferramentas faltantes.	Setor de manutenção, no almoxarifado.	Pesquisa e cotação de preços.	Gerente de Manutenção e Encarregado do almoxarifado
Programa de Qualificação Interna	Conscientizar os mecânicos dos diversos problemas originados de uma vedação incorreta e de vazamentos. Treiná-los para uma rápida identificação de vazamentos, troca de válvulas e uso das novas ferramentas de detecção.	Anualmente, para um quadro específico de funcionários. Obs.: Também deve ser realizado com a admissão de um novo funcionário, exclusivamente para ele. Período: 02 meses	Setor de manutenção	Exposição de conteúdos em slides e materiais impressos. Aula explicativa e prática. Com cronometragem de tempos para alcançar um intervalo ótimo.	Gerente de Manutenção e Mecânicos

Fonte: Elaborado pela autora

Causas com Raízes Organizacionais

As causas com raízes organizacionais são consideradas as que possuem maior complexidade de resolução, devido a já estarem arraigadas no sistema organizacional em que a empresa está inserida. Muitas vezes mantêm-se despercebida pelos gestores. Em seus exemplos pode-se citar o baixo comprometimento dos funcionários, baixo acesso a informação, uso de ferramentas incorretas, falta de procedimentos ou documentação técnica, falha de comunicação, prioridades incorretas, entre outros.

O presente estudo pôs em destaque quatro causas com raízes organizacionais, nas quais existe a possibilidade de serem indiretamente responsáveis pelas causas anteriores, as classificadas como físicas e humanas. São as seguintes causas: Baixa qualificação dos mecânicos, Aplicação de peças usadas, Controle de preventiva/revisão ineficiente e Falta de atenção dos mecânicos.

Com relação a **qualificação dos mecânicos** é importante destacar que a empresa possui parcerias com instituições de capacitação profissional, porém os gestores relatam que existe grande abstenção por parte dos funcionários, não enxergando outras opções para mudar esta situação. Ainda assim, a empresa não dispunha de programas, treinamentos ou outros métodos de capacitação interna obrigatória, de modo que a abstenção destes funcionários não seja opcional, o que contribuiu para estagnação do nível de qualificação destes.

O problema **Aplicação de peças usadas** já foi alvo de discussões dos gestores, porém ainda é posto em prática, muitas vezes devido à ausência de peças no estoque da oficina. Como método “apaga fogo”, retira-se a peça de algum ônibus já inutilizado ou parado a mais tempo, para resolver o defeito do atual, desconsiderando a qualidade e capacidade da peça de promover uma operação eficiente. Este procedimento de aplicar peças usadas ocorre com certa frequência na oficina de manutenção, não sendo corrigido com o passar do tempo através da substituição por uma peça nova. Ou seja, a não substituição por uma peça nova, permite que a falha apresente-se novamente em um curto período de tempo, podendo comprometer o conjunto de peças novas substituídas no momento anterior, gerando paradas, retrabalhos e mais custos.

No tocante à **Ineficiência e controle inadequado das manutenções preventivas** além de ser considerado o terceiro no *ranking* de piores causas, pode ser fonte da maioria das causas e falhas apresentadas até agora. Não atendendo às expectativas geradas pelo significado da manutenção preventiva, e aumentando gradativamente o número de paradas para manutenção corretiva. Um dos fatores que implicam na eficiência deste processo de controle de preventivas é a indisponibilidade de recursos materiais para realização da troca dos componentes, como dito anteriormente, a falta de peças em estoque.

Outro fator é o baixo comprometimento dos gestores, com o acompanhamento minucioso da quilometragem de base para troca de peças, permitindo que estas quilometragens bases sejam ultrapassadas, expondo os materiais à condições de máxima deterioração, chegando a comprometer o sistema em maior escala do que o esperado.

Tratando-se da **Baixa motivação dos mecânicos** diversas hipóteses podem ser levantadas, como a ocorrência de pequenas situações esporádicas ou inusitadas no dia-dia, que levam a este sentimento. No entanto, esta causa também pode ser entendida como uma característica inerente deste grupo de funcionários, os quais sentem-se desmotivados devido a problemas administrativos apresentados pela empresa, sendo esta a avaliação mais pertinente para tal causa, de acordo com as observações realizadas. Ou seja, identifica-se neste grupo um baixo compromisso e desejo, de realizar as atividades de modo eficiente e produtivo, devido as condições vivenciadas na empresa. Por isto foi determinada uma causa com raízes organizacionais.

Percebe-se também, que não existem programas internos de motivação e valorização dos funcionários, como também não existem estímulos à uma cultura e ambiente organizacional saudável dentro da empresa. Esta falta pode ser entendida como uma limitação dos gestores em enxergar que a motivação dos funcionários é um fator de impacto na produtividade. No Quadro 7, são apresentados os planos de ações para minimizar as causas com raízes organizacionais discutidas anteriormente.

Quadro 7: Plano de ação para minimizar os impactos gerados pelas causas com raízes organizacionais.

Plano de Ação 03: Melhorar o nível de qualificação de mecânicos					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Programa de Qualificação interna	Aumentar o nível de qualificação dos mecânicos, sob os subsistemas automotivos.	Dois finais de semana por mês. Obs.: Também deve ser realizado com a admissão de um novo funcionário, exclusivamente para ele.	Na sede da empresa, setor de manutenção.	Exposição de conteúdos em slides e materiais impressos. Aula explicativa e prática. Começar com os subsistemas mais críticos: Elétrica, Freio e Motor. Com teste de conhecimento no final dos módulos.	Instrutor externo, com o suporte do gerente de manutenção.
Bonificação de funcionários (mecânicos gerais) por cursos finalizados	Estimular os mecânicos a participarem do Programa de Qualificação e obter bons resultados.	Ao fim de cada 01, 02, 03 módulos, ou mais. Variando de acordo com a bonificação.	No setor de manutenção.	Premiando-os com: passeios, jantares, churrascos, equipamentos eletrônicos, dias adicionais às férias, folgas, day-use, 14º salário, entre outros. Definido de acordo com os recursos disponíveis para tal premiação.	Setor financeiro.
Disponibilizar e melhorar o acesso à manuais, especificações técnicas, catálogos e revistas sobre ônibus e manutenção.	Facilitar o acesso a informações importantes que contribuirão para aumentar a capacitação dos funcionários, bem como um melhor desempenho do serviço.	Durante todo o ano. No caso de revistas, mensalmente.	No setor de Manutenção, área da leitura.	Reservando um pequeno espaço na oficina, para armazenamento e leitura de manuais, especificações técnicas, catálogos e revistas sobre ônibus e manutenção.	Gerente de manutenção.

Plano de Ação 04: Reduzir a prática de aplicação de peças usadas					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Definir exceções para realização desta ação.	Para que não seja uma prática recorrente e prejudicial a manutenção.	Quando não estiverem disponíveis peças em estoque, as quais possuam intervalo de compra e entrega excedente a 2 dias.	Setor de manutenção	Liberando a aplicação de peças usadas sob a condição de substituí-la assim que a peça nova chegar. Reinserindo a peça antiga no veículo de origem.	Gerente de manutenção
Estabelecer estoque mínimo de peças que possuem fornecedores não situados na região, em que o período de entrega é superior a 2 ou mais dias.	Não existir a necessidade de retirar peças usadas de veículos parados ou quebrados a mais tempo.	Anualmente e atualizar de acordo com a entrada de novos fornecedores	Almoxarifado, <i>software</i> de manutenção.	Identificar peças com maior demanda, que possuem fornecedores situados fora da região, em que o período de compra e entrega é superior a 2 dias.	Encarregado do almoxarifado
Definir Unidades a Base de Troca (UBT), e estabelecer processo de recondicionamento interno.	Reduzir desperdícios, custos e obter mais peças disponíveis em estoque.	Assim que identificar as peças de maior custo e com capacidade de recondicionamento interno. Ex: Alternadores e motores de partida,	Setor de manutenção (almoxarifado e oficina)	Definir quais são as peças de maior custo que podem ser recondicionadas internamente pelos próprios mecânicos. Após listadas as peças, recebe-las no almoxarifado assim que for retirada de algum veículo, registrando o problema e levantando peças necessárias para o recondicionamento.	Gerente de manutenção, mecânico e encarregado do almoxarifado.

Plano de Ação 05: Melhorar o controle de manutenção preventiva inadequada/ineficiente					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Gestão visual: quadro de monitoramento por ônibus	Melhorar o controle de manutenções preventivas, bem como facilitar o acesso as informações.	O quadro deve ser alimentado diariamente com a chegada de novas Ordens de Serviços. Ao final de cada semana ele deve ser organizado, retirando as OS's efetuadas do mesmo.	Oficina de manutenção	O quadro deve conter informações como: Tabela de peças que devem ser trocadas na manutenção leve, média e pesada, com suas respectivas quilometragens/data de troca e a quilometragem futura; Armazenamento de OS da semana; Serviços faltantes e observações importantes. Separadamente por ônibus (Apêndice C).	Gerente de manutenção e mecânicos.
Expor tabela com lista de peças e suas quilometragens de troca estabelecidas pelos fornecedores.	Tornar a informação acessível e visível a todos os funcionários da oficina.	Disponível para consulta o dia todo	Oficina de manutenção. Corredor principal.	Recolher informações específicas de cada peça ou componente, definidas nas embalagens	Encarregado do almoxarifado
Calcular mensalmente custo médio de parada para manutenção corretiva.	Esclarecer e conscientizar diretores e gestores das perdas geradas por estas paradas. Traçar comparativos e realizar análises entre os investimentos em manutenção preventiva e os custos de parada.	Mensalmente	Setor Financeiro	Estimar uma receita correspondente a uma operação de máxima eficiência, caracterizada pelo cumprimento efetivo das rotas obrigatórias.	CCO e Financeiro
Estabelecer metas de redução dos custos de paradas e reverter-las em ganhos para os funcionários.	Motivá-los a trabalhar com mais comprometimento e aumentar o nível da qualidade dos serviços.	Ao final de cada mês.	Diretoria	Através do cálculo do custo médio de parada, estimar uma meta percentual realista, possível de ser alcançada. Sendo estabelecido a cada mês de acordo com a realidade vivenciada.	Diretores e gerente de manutenção

Plano de Ação 06: Aumentar o grau de motivação e comprometimento dos mecânicos					
O quê	Por quê	Quando	Onde	Como	Quem
Programa motivacional e de valorização dos funcionários	Aumentar a satisfação de fazer parte da empresa, bem como o comprometimento, empenho e dedicação ao seu trabalho.	Mensalmente	Setor de manutenção	Colocando em prática algumas ações como a escolha do funcionário do mês, palestras e programas de cuidados com a saúde do trabalhador, homenagens a funcionários que possuem mais tempo na empresa, eventos comemorativos, etc.	Setor de Recursos Humanos
Plano de Carreira	Estimular a produtividade e o crescimento profissional dos funcionários, em busca de melhores resultados para ambos (empresa/funcionário).	Apresentá-lo no momento da contratação	Setor de Recursos Humanos	Redefinir organograma, delimitando as responsabilidades e lideranças por níveis de atuação, de modo a descentralizar do gerente de manutenção toda a responsabilidade. Estabelecer competências e projetos que devem ser desenvolvidos pelos funcionários para seu crescimento.	Setor de Recursos Humanos
Treinamento e aplicação do 5'S	Melhorar o ambiente de trabalho. Conscientizar os funcionários em relação aos sensores de utilização, ordenação, limpeza, saúde e autodisciplina.	Mensalmente	Setor de manutenção	Realizar um diagnóstico inicial da situação do setor de manutenção, gerar campanhas de lançamento e conscientização, palestras, treinamento de auditores para acompanhar os planos de ações do 5'S e apresentação contínua de mudanças alcançadas com o programa.	

Fonte: Elaborado pela autora

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia DMAIC permitiu levantar elementos necessários para o desenvolvimento do trabalho, sem que houvesse distanciamento do problema central. O detalhamento e aplicação de suas etapas, atuaram como um filtro, onde foram analisados a maioria dos defeitos e suas possíveis fontes, a fim de reduzir, restringir e facilitar a visualização das causas mais agravantes, no problema de retornos de manutenção corretiva.

Para quem busca solucionar problemas, o conhecimento sobre as fases do processo e seus fatores chaves são importantes, pois apresentam-se no sentido de auxiliar a determinação de onde se quer chegar, e o que realmente importa para seus principais clientes. Na etapa Definir foi possível encontrar tais respostas, as quais nortearam os próximos passos do trabalho. O mapeamento do processo, elaborado por meio do mapa SIPOC, foi uma ferramenta que, ao aplicá-la pôde-se identificar com clareza os reais clientes do processo, suas exigências, como todo o processo foi desenvolvido, os responsáveis por cada etapa e, qual era o objetivo principal do processo de manutenção corretiva da empresa. Uma vez que, uma falha no mapeamento pode comprometer todo o trabalho e chegar a resultados sem grande relevância para empresa, devido a não compreensão de como funcionam os processos internos e o que agrega valor para seus clientes. Neste trabalho fatores como: baixo custo de manutenção, alta disponibilidade do veículo, alta confiabilidade, segurança, frequência e continuidade do serviço, foram compreendidos como requisitos dos clientes.

A clareza sobre tais requisitos viabilizou o andamento do trabalho, partindo para um processo de coleta de dados, para melhor reconhecimento dos defeitos atuantes na frota, explorados na etapa Medir. Iniciada esta etapa com o emprego do gráfico de Pareto, conseguiu-se através de seus resultados, focar apenas nos principais defeitos geradores de paradas para manutenção corretiva. Apenas 15 defeitos (de um total de 201), eram responsáveis por 1.216 retornos de manutenção corretiva, ou seja, 7,5% dos defeitos, provocavam

aproximadamente 47% das paradas de manutenção corretiva, o que fortalece a teoria de Pareto ao afirmar que os principais problemas podem ser solucionados com a correção de apenas alguns defeitos. Os defeitos analisados, mesmo que de modo direto e indireto, exercem uma forte influência negativa nos requisitos dos clientes como um todo.

Nesta etapa, pôde-se também calcular a taxa de falhas (λ) da frota estudada, porém não encontrou-se no sistema, dados para promover uma análise comparativa, nem dados na literatura para realizar *benchmarking*. Contudo, esta taxa serviu para a definição da meta, que terá sua viabilidade analisada no decorrer da aplicação dos planos de ação. Assim como, para base de diagnósticos futuros, esclarecendo para os gestores o desempenho das atividades de manutenção de modo geral e, de seus funcionários. Recomenda-se também que o cálculo da taxa de falhas seja realizado mensalmente, a fim de realizar comparações mensais e atuar sempre em busca da melhoria contínua.

A medida que o presente trabalho foi desenvolvido, e que as ferramentas de qualidade foram aplicadas, tornou-se possível ampliar o entendimento sobre a real problemática da empresa, facilitando o diagnóstico, análise e proposição de melhorias para as causas raízes finais.

Os resultados do diagrama de *Ishikawa* e da matriz Causa & Efeito, na etapa Analisar, destacaram oito causas com maiores índices na avaliação. Em seguida, com a categorização das raízes das oito causas explanadas no *ranking*, entendeu-se que, a depender da natureza da raiz, a mesma pode ocasionar uma reação em cadeia. Como foi percebido através dos resultados encontrados, onde as causas físicas - mangueiras obstruídas e arruelas sem vedar; e as causas humanas - mecânico não verifica se existe vazamento e não vedou as válvulas corretamente; podem ser tomadas como consequências das causas com raízes organizacionais identificadas neste trabalho, que foram: a baixa qualificação dos mecânicos, aplicação de peças usadas, ineficiência e controle inadequado das manutenções preventivas e falta de atenção dos mecânicos.

Deste modo, entende-se que em ordem de prioridade, deve-se combater ou minimizar a presença de causas com raízes organizacionais, as quais estão imersas no comportamento e na rotina dos funcionários da empresa. Tais decisões devem ser tomadas pelos gestores, visando resultados em um

horizonte temporal de longo prazo, pois são mudanças que necessitam de tempo para aceitação, adaptação e aprendizado sobre o “novo ser” da empresa.

Através da metodologia DMAIC, com auxílio das ferramentas: mapa do processo, gráfico de Pareto, diagrama de *Ishikawa*, matriz causa & efeito, análise de causa raiz e 5W1H, observou-se um perfil organizacional em que sua estrutura, cultura e ambiente apresentavam diversos entraves para que o objetivo principal da manutenção fosse realizado efetivamente. Para isto, foram elaborados planos de ação, sugerindo medidas que atuem no sentido de capacitar e motivar os funcionários, bem como disponibilizar recursos manuais, visuais e técnicos para minimizar a ocorrência de falhas.

Em virtude dos fatos mencionados, conclui-se que os objetivos deste trabalho foram alcançados, e que a metodologia DMAIC mostrou-se eficiente para a sua realização. Espera-se que, com as medidas propostas os custos e números de paradas de manutenção corretiva sejam reduzidos e, o nível de qualidade do serviço de manutenção seja elevado.

Como sugestões para trabalhos futuros, indica-se: a elaboração de uma fórmula para calcular o custo de parada para manutenção corretiva durante o período de operação dos ônibus; e, uso da pesquisa operacional para identificação do tempo ótimo de renovação da frota, visando a redução dos custos com manutenção corretiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. 1993. Tecnologia e Manutenção de Ônibus. **Revista de Transporte e Trânsito**, ANTP. Ano 6, nº 21, 1983.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS – ANTP. Gestão Colegiada da Manutenção. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 11., 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Minas Gerais: ANTP, 1997.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Programa de qualidade na manutenção de ônibus urbanos**. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 12., 1999, Recife. **Anais...** Pernambuco: ANTP - 1999.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. 2015. Relatório de Gestão: biênio 2014-2015. São Paulo: ANTP, 2015. Disponível em: http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/userFiles/Conselho%20Diretor/Relatorio%20de%20Gestao%20ANTP%20-%20Bienio%202014-2015.pdf. Acesso em 23 de jun. 2016.
- AGUIAR, D. C. **Avaliação de sistemas de prevenção de falhas em processos de manufatura na indústria automotiva com metodologia de auxílio à decisão**. 2007. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2007.
- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2006.
- ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. O Programa Seis Sigma Aplicado a Processos Administrativos. **Revista Ciência & Tecnologia**, Santa Bárbara d'Oeste, v. 11, nº 22 – p. 49-56, 2003.
- ARAÚJO, F. R. de A.; CORREIA, N. A. C.; ARAÚJO, R. N. de; FERREIRA, S. N. Implantação de Kaizen e método DMAIC na reestruturação do processo de orçamento de manutenção de aeronaves. 2015. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 4., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEAMIG, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO – NTU. Anuário NTU: 2014 – 2015. Brasília: NTU, 2015. Disponível em: <http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635750751477026645.pdf>. Acesso em 20 fev. 2016.
- AZAMBUJA, A. M. V. de. **Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros**. 2002. 385f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BAPTISTA, J. A. **Importância da Análise de Causa Raiz (Root Cause Analysis) na melhoria do desempenho da manutenção industrial**. 2007. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/arquivos/191/191.pdf>>. Acesso: 27 de Mar. 2016.

BASTOS, M. C. **O mercado de transporte coletivo seletivo urbano de passageiros**. 2006. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Instituto Militar de Engenharia, IME, Rio de Janeiro, 2006.

BEREZUK A. L.; MORAIS E.; VALVERDE F.; ALMEIDA, J. R. D. de, GROSSI, M. V. F. **Ferramentas da qualidade: conceitos, aplicações em sistemas de gestão da qualidade**. 2014. Universidade Presbiteriana Mackenzie São Paulo 2014. Disponível em: <https://www.academia.edu/8229316/Ferramentas_da_Qualidade>. Acesso em: 14 de abril de 2016.

BRAIDOTTI JUNIOR, J. W. A falha não é uma opção. 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 26, 2011 – Curitiba. **Anais...** Paraná: ABRAMAN, 2011. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/arquivos/192/192.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2016.

BRANCO FILHO, G. **A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008. ISBN 978-85-7393-680-3.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. 2013. **Importância do setor terciário**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=4&menu=4485>> Acesso em: 12 fev. de 2015.

CAMARA, J. M. **Manutenção Elétrica Industrial**. Rio Grande do Norte: UFRN, Departamento de Engenharia Elétrica, 2011. Apostila Digital, Natal, 2011.

CARDOSO, H. da F.; OLIVAL, F. A. T.; DÉSSIA, G. C. **Gestão Diferenciada da Manutenção de frota pública (GDM): melhoria garantida**. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E RÂNSITO, 14, 2003 - Espírito Santo. **Anais...** Espírito Santo: ANTP, 2003.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, C. F. T. de. **Entendendo a metodologia seis sigma e suas principais ferramentas**. 2014. Campinas: Universidade São Francisco, 2014.

CARVALHO, M. M. de; PALADINI, E. P.; BOUER, G; FERREIRA, J. J. do A.; MIGUEL, P. A. C.; SAMOHYL, R. W.; ROTONDARO, R. G. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.

COSTA, A. H.; MARUYAMA, M. H.; NETO, R. R. I. **Manutenção Preditiva**. 2008. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Disponível em: <http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_8.pdf> Acesso em 30 jan. 2015.

FERNANDES, S. T.; MARINS, F. A. S. **Aplicação do Lean Seis Sigma na logística de transportes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 40., 2008 - João Pessoa. **Anais...** Paraíba: UNESP, 2008. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2008/pdf/arq0144.pdf>. Acesso em 02 Jun. 2016.

FERRÃO, F. M. R. **Fiabilidade e manutenção em veículos de transporte público**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão Industrial, UNL, Lisboa, 2009.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 6ª ed.. Porto Alegre: Bookman, 2010.

FORNARI JUNIOR, C. C. M. Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. 2010. **Revista Inovação, Gestão e Produção – INGEPRO**, Santa Maria, v. 02, n. 09, p 104-112, 2010.

GANGA, G. M. D. **Trabalho de conclusão de curso (TCC) na engenharia de produção: um guia prático de conteúdo e forma**. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GONÇALVES, F. A. R. Sistema de manutenção de frotas urbanas de ônibus. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**. Ano 3, nº 9, 1980.

GRONROOS, C. **Services Management and Marketing**. Lexington: Lexington Books, 1990, p. 27.

GUEDES, B. F. **A mensuração da eficiência em sistemas de transporte: estudo de caso em uma empresa que trabalha em escala de turnos**. 2007. 50 p. Trabalho de Conclusão do Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Minas Gerais, Juiz de Fora, 2007.

GUIMARÃES, F. Reduzindo custos e preservando a vida útil dos veículos através da manutenção. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**. Ano 6, nº 24, 1984.

GUSMÃO, C. A. **Índices de desempenho da manutenção – Um enfoque prático**. Revista Nº4, 2001. Disponível em: <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/articulos/4indices.asp>. Acessado em: 25 jan. 2016.

HEERDT, M. L.; LEONEL, V. **Metodologia científica e da pesquisa: livro didático**. 5ª ed.. Palhoça: UnisulVirtual, 2007.

HORNBURG, S.; WILL, D. Z.; GARGIONI, P. da C. Introdução da filosofia de melhoria contínua nas fábricas através de eventos Kaizen. 2007. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007 – Foz do Iguaçu. **Anais...**Paraná: UFSC, 2007.

INNOVO GROUP. **Innovogroup. Quem Somos: Metodologia.** 2015. Disponível em: <<http://www.innovogroup.com.br/site/metodologia.php>>. Acesso em: 13 fev. de 2015.

KLEIN, J. J. **Desenvolvimento e implantação de um sistema de planejamento e controle da manutenção informatizado em uma instituição de ensino superior.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LIKER, J. **The Toyota Field Book.** New York: McGraw-Hill, 2004.

LOUREIRO, T. M. S. **Aplicação da metodologia de DMAIC a uma unidade de abate.** 2012. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar). Instituto Politécnico de Leiria - IPL, Leiria, 2012 Disponível em: https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/745/1/Mestrado%20GQSAalimentar_Tania_Loureiro.pdf. Acesso em: 12 de Jun 2016

MARCORIN, W. R.; LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista de Ciência & Tecnologia.** Santa Bárbara d'Oeste, v. 11, nº 22, p. 35-42, 2003.

MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. **Gestão da Qualidade.** 8ª ed..Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa:** guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

MENEZES, M. Planejamento de operações do transporte urbano: um estudo de caso. In: SIMPEP, 13., 2006 – Bauru. **Anais...** São Paulo: USP, 2006.

MIRSHAWKA, V.; **Manutenção Preditiva:** Caminho para Zero Defeitos, 1 ed. São Paulo: Makron Books, McGraw- Hill, 1991.

MORAES, J. D. **Manutenção Industrial – Entendendo sua função e organização.** 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/JoseDonizettiMoraes/manuteno-industrial-entendendo-sua-funo-e-organizacao>> Acesso em: 25 jan. 2015.

MORAIS, J. M. O.; GOMES, I. C. M.; PAIVA, I. V. L. de; PINTO, A. B.; NETO, A. P. F. Análise e otimização da gestão da manutenção em uma empresa do setor de transporte urbano do interior Potiguar. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Minas Gerais: UFERSA, 2011. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_859_18979.pdf. Acesso em: 01 fev. 2015.

NACCARI, F. Mecânica Diesel - **Substituição de turbo em ônibus urbano de moto dianteiro.** 2015. Disponível em:< <http://omecanico.com.br/mecanica-diesel-substituicao-de-turbo-em-onibus-urbano-de-motor-dianteiro/>> Acesso em: 20 Dez. 2016.

NASCIMENTO NETO, L. P. do; ARAÚJO, H. de A. B. T.; LOPES, R. S.; GOMES, G. R. S.; CAVALCANTE, C. A. V. Uso da análise snapshot e do conceito de delaytime para definição de tempos de inspeção: um estudo de caso para o planejamento de manutenção de frotas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Rio Grande do Sul: UFPE, 2012.

NUNES, E. L. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**. Paraná, v. 04, nº 02, p 01-16, 2008.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. 2ª ed., 3ª reimp..São Paulo: Atlas, 2006.

PASCHOAL, D. R. de S.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, R. D.; GITAHY, P. F. S. de C. R.; LEMOS, M. A. Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, nº. 03 Jan./Jun. 2009.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de Manutenção - Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2009.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. N. **Manutenção – Função Estratégica**. 4ª ed.. Rio de Janeiro: Qualiymark Editora, 2012. ISBN 978-85-414-0040-4.

POSSAMAI, O.; NUNES, L. Falhas ocultas e a Manutenção Centrada em Confiabilidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 06., 2001 – Salvador. **Anais...** Bahia: UFSC, 2001.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. **Six Sigma: DMAIC**. 2015. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/qualidadeeprodutividade/six-sigma>>. Acesso em: 23 Jun. 2016.

RECHULSKI, D. K.; CARVALHO, M. M. de. **Programa de qualidade Seis Sigma – características distintivas do modelo DMAIC e DFSS**. Programa de Iniciação Científica (PIC) – EPUSP – nº 2, 2004.

RECK, G. **Apostila de Transporte Público** – UFPR, 2009. Disponível em: http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf. Acesso em: 14 fev. 2016

RIBEIRO, C. R. **Processo de Implementação da Manutenção Produtiva Total (T.P.M.) na Indústria Brasileira**. 2003. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Taubaté: UNITAU, 68 p.:il.

ROMERO, C. M. **Análise estatística e avaliativa do processo de manutenção mecânica em uma empresa de transporte público por ônibus**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UENF, Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Revista Gestão e Produção**, São Carlos, v. 15, n 1, p 43-56. 2008.
SECTOR, C. A. O papel da manutenção na produtividade das empresas. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**. Ano 20, 1997, 4º semestre.

SEIXAS, E. de S. **Determinação do intervalo ótimo para manutenção: Preventiva, Preditiva e Detectiva**. 2011. Disponível em:
<http://www.arsymposium.org/southamerica/palestras2011/P10S2paper_Reliasoft_Seixas.pdf>
. Acesso em: 30 jan. 2015.

SILVA, E. L. da.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SIMEI, L. C. A Manutenção Centrada na Confiabilidade como ferramenta de planejamento de manutenção de equipamentos móveis pesados. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, 03., Taubaté, 2014. **Anais...** São Paulo: UNITAU, 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. 1ª ed.. 10 reimp.. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUSA, M. L. de; XAVIER, L. R. de A.; NÓBREGA, F. M. da; GERMANO, B. M. Seleção de indicadores de desempenho, segundo o ciclo PDCA, para avaliação dos serviços de transporte público de passageiros do Natal. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 14., 2003. **Anais...** Espírito Santo: ANTP, 2003.

SOUZA, H. H. H. **Avaliação do desempenho de sistemas de transporte público urbano sob a ótica da eficácia**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Instituto Militar de Engenharia – IME, Rio de Janeiro, 2001.

TEIXEIRA, R. G. **A utilização da metodologia DMAIC para a elaboração de um projeto de redução de tempo de máquina quebrada em uma indústria têxtil**. Disponível em:
<http://www.leansixsigma.com.br/ACERVO/ACERVO_46171046.PDF>. Acesso em: 15 fev. de 2016.

VALENTE, A. M; PASSAGLIA, E. CRUZ, J. A.; MELLO, J. C.; CARVALHO, N. A.; MAYERLE, S.; SANTOS, S. dos. **Qualidade e produtividade nos transportes**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

VAZ, J. C.. **Gestão da Manutenção Preditiva:** Gestão de Operações. Fundação Vanzolini. Ed. Edgard Blücher, 1997.

VUCHIC, R. V. **Urban Transit:** Operations, Planning and Economics. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2005.

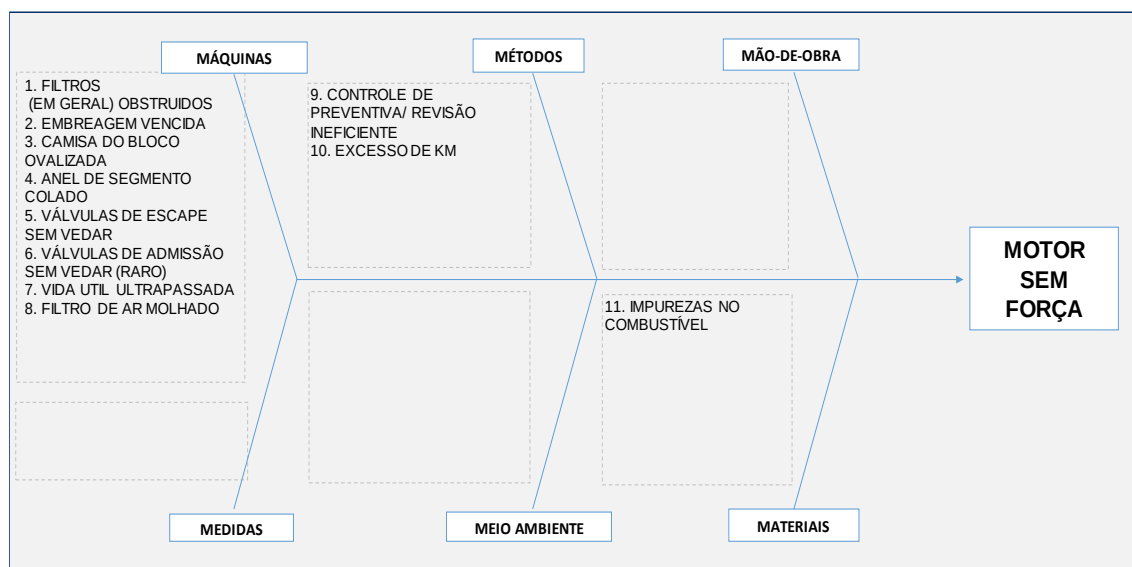
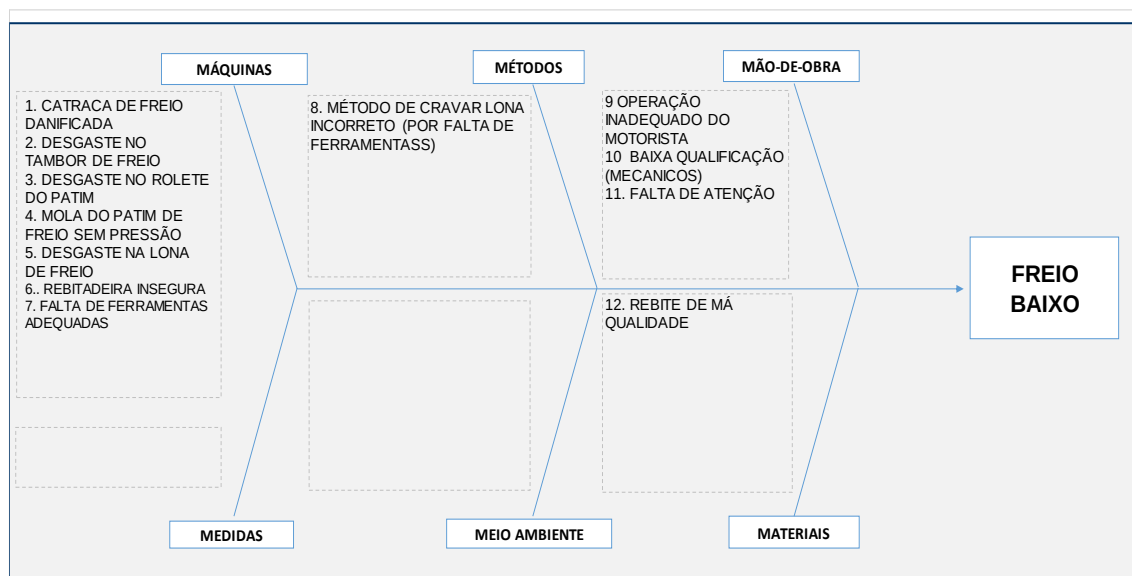
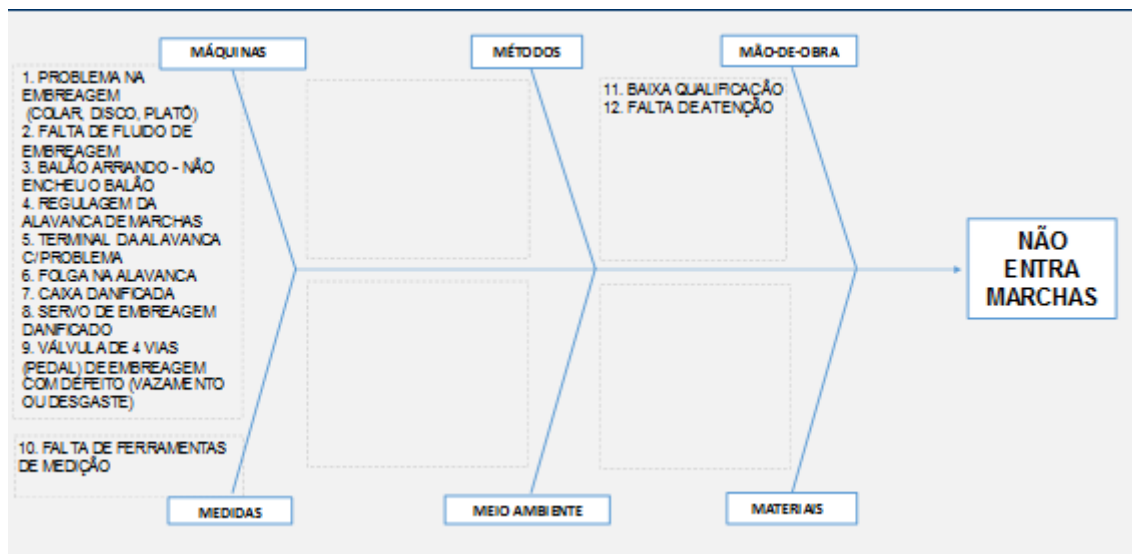
WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Elsevier, v.1, 2012.

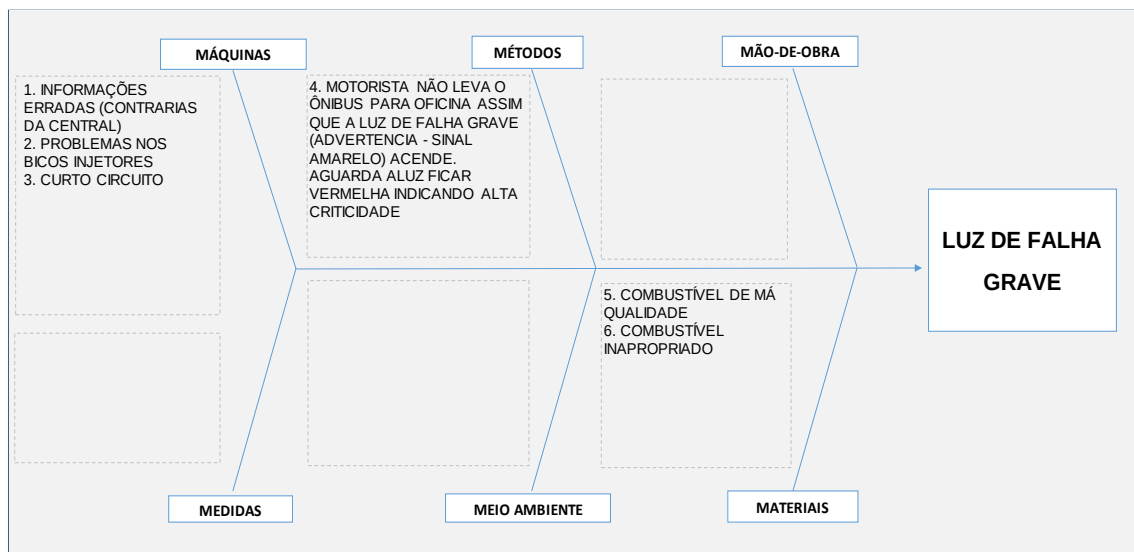
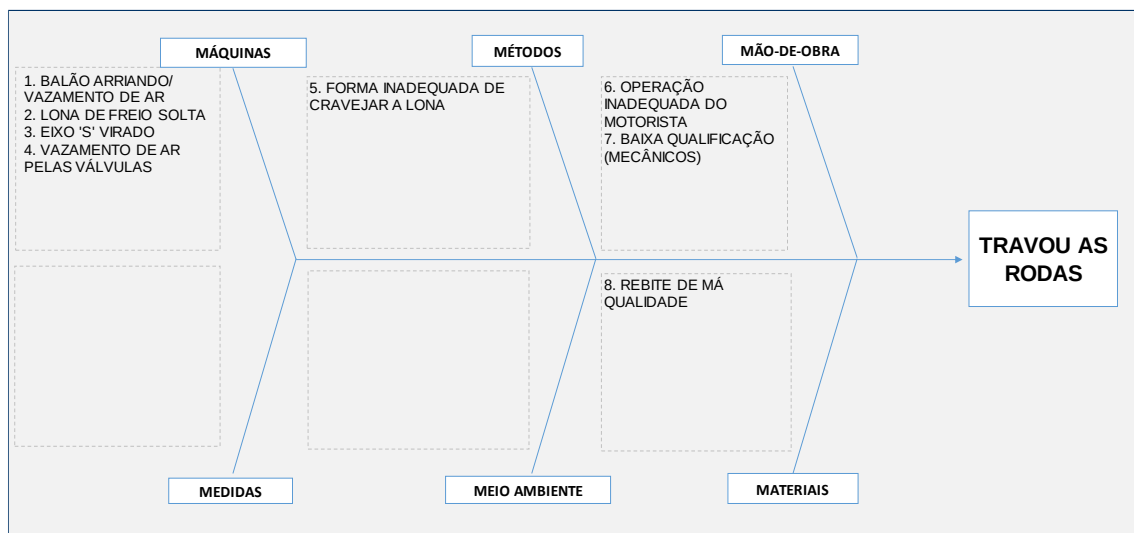
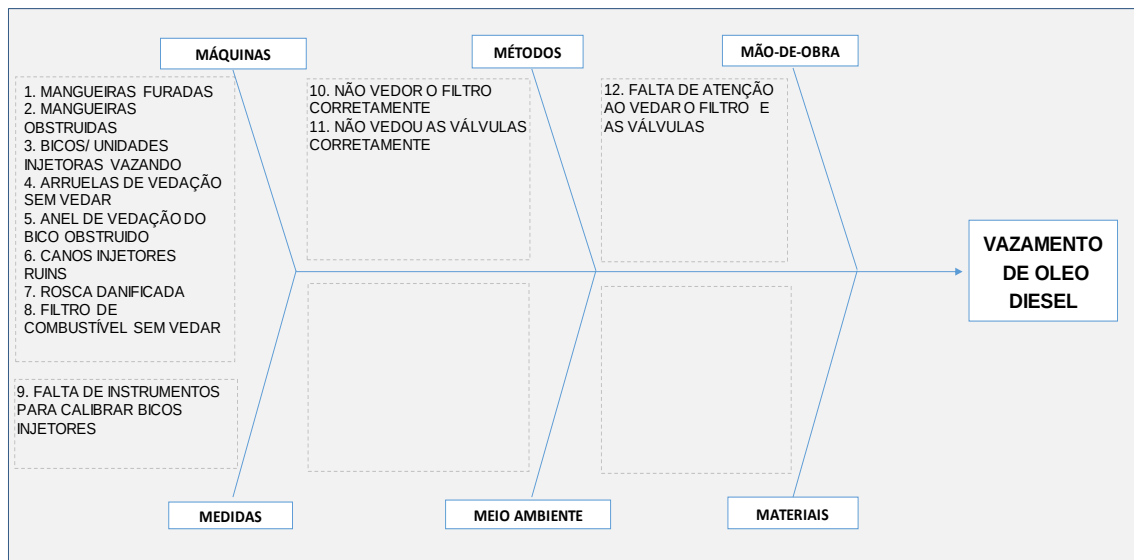
WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Nova Lima: Werkema, 1995.

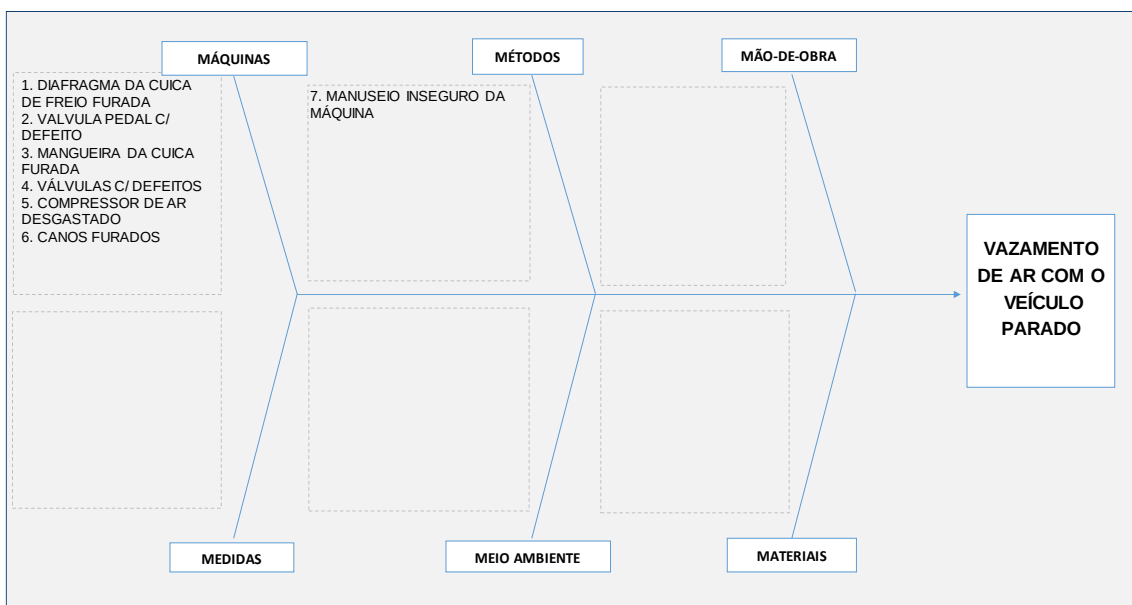
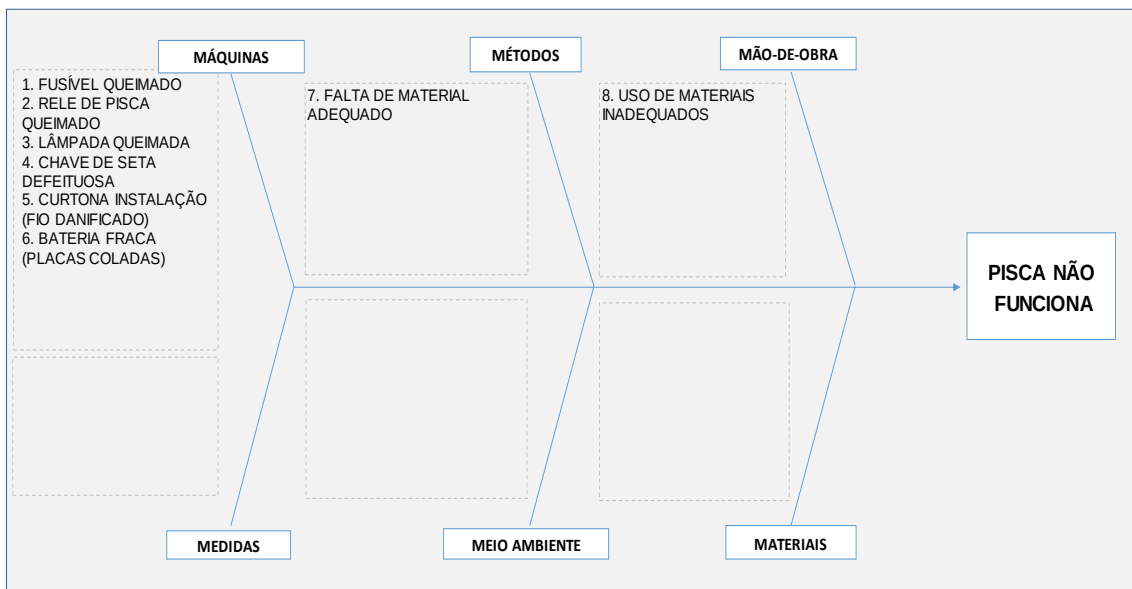
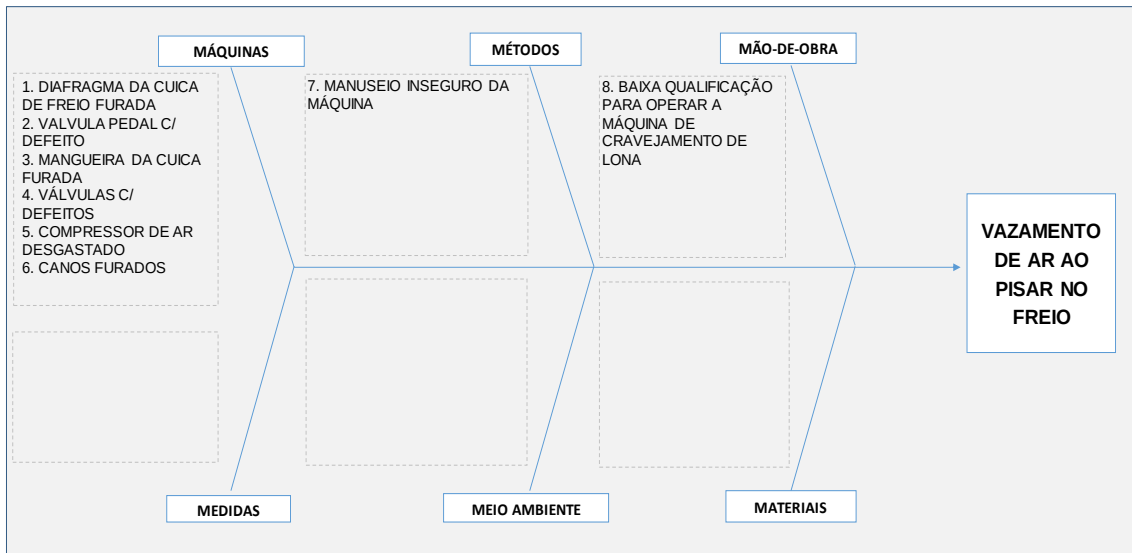
XENOS, H. G. d'P. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

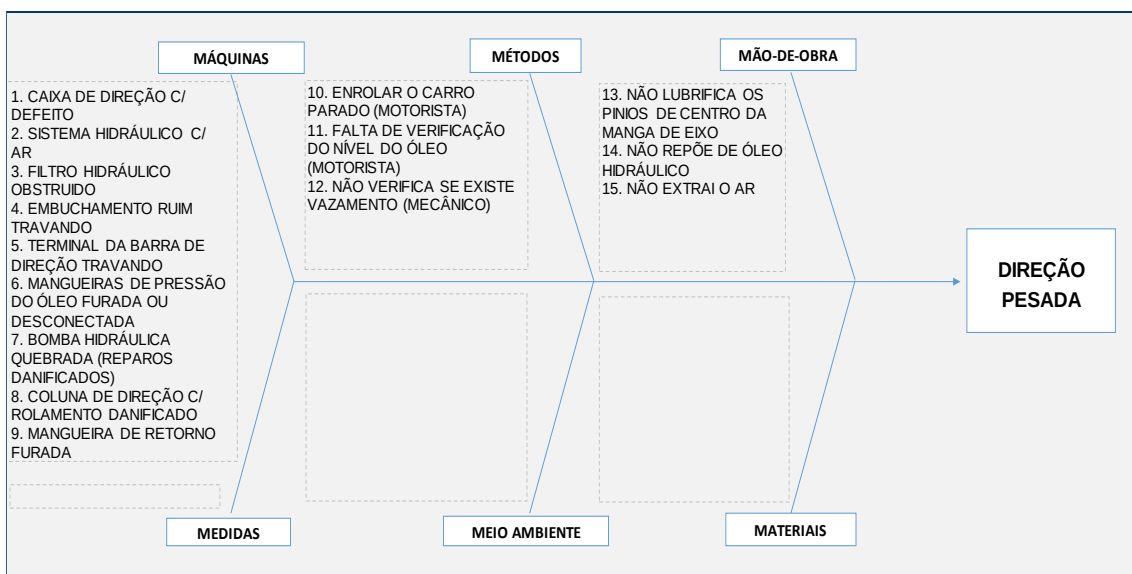
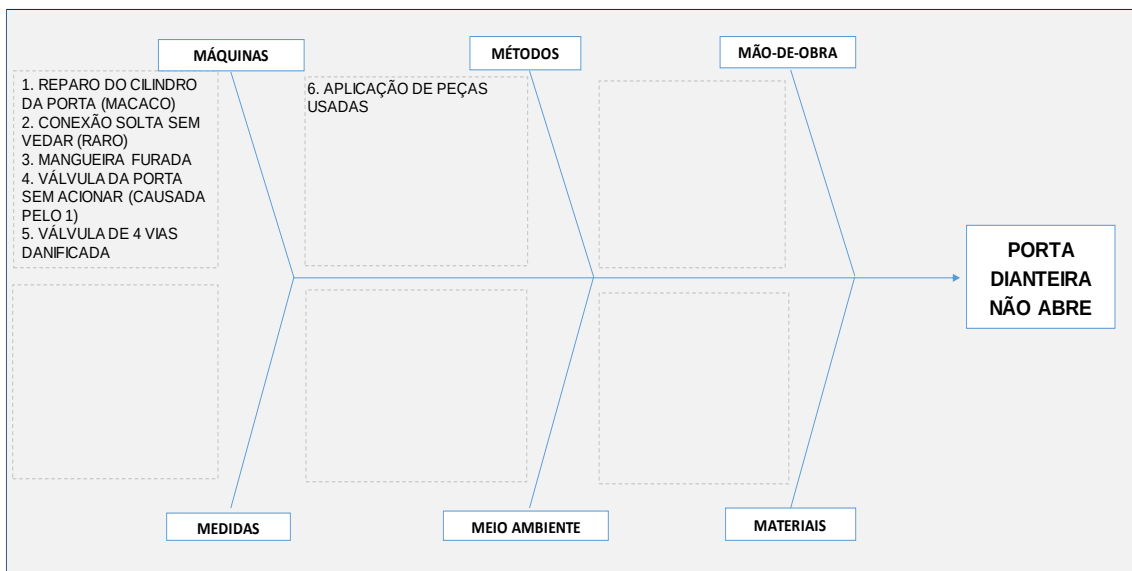
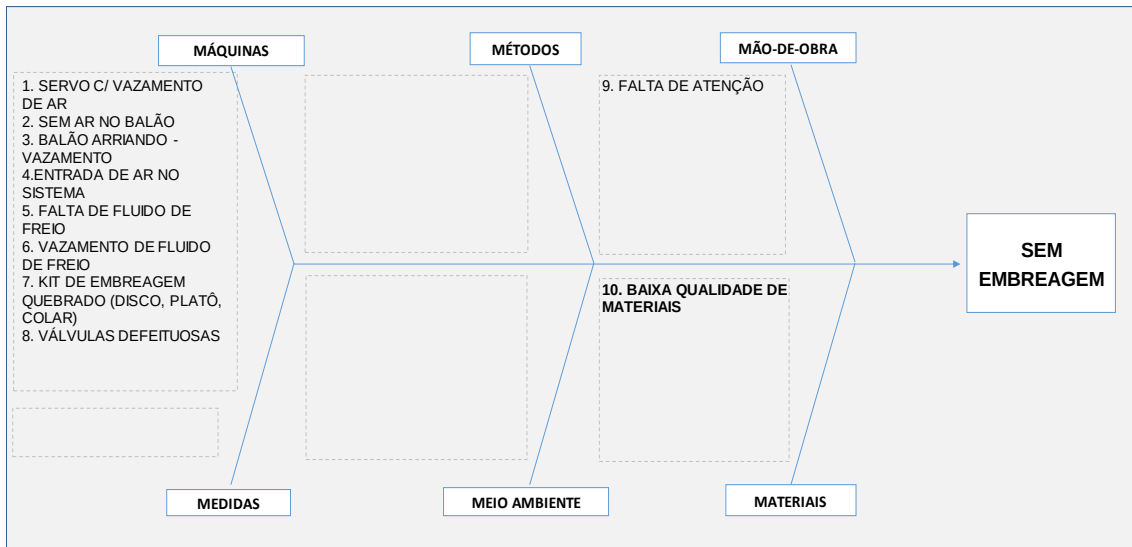
ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J. **Services Marketing.** New York: McGraw-Hill, 1996, p. 5.

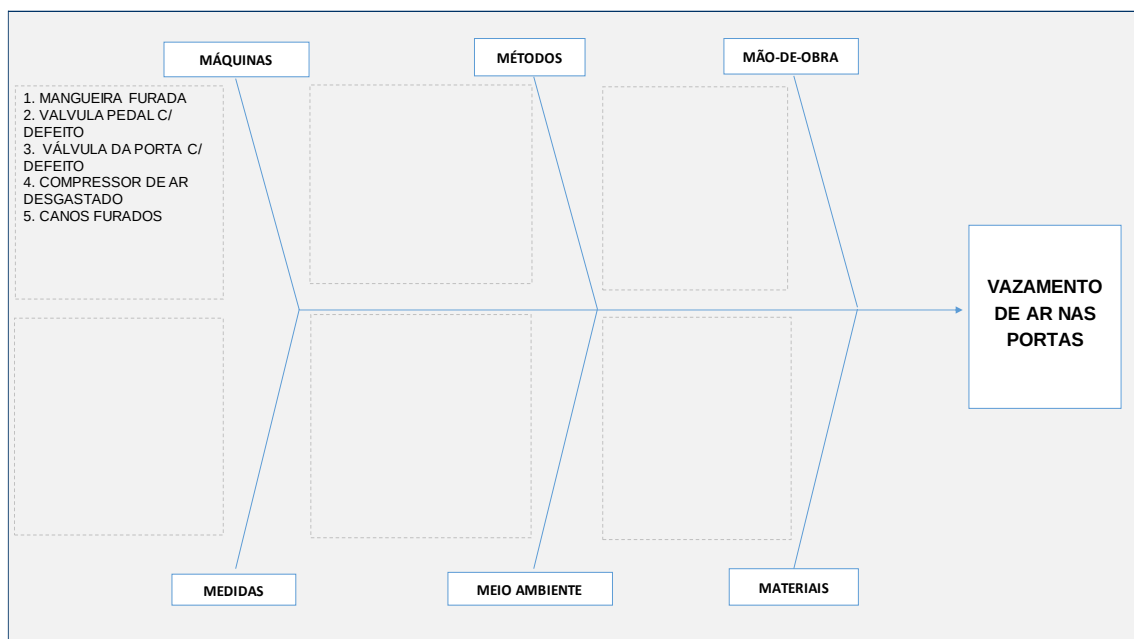
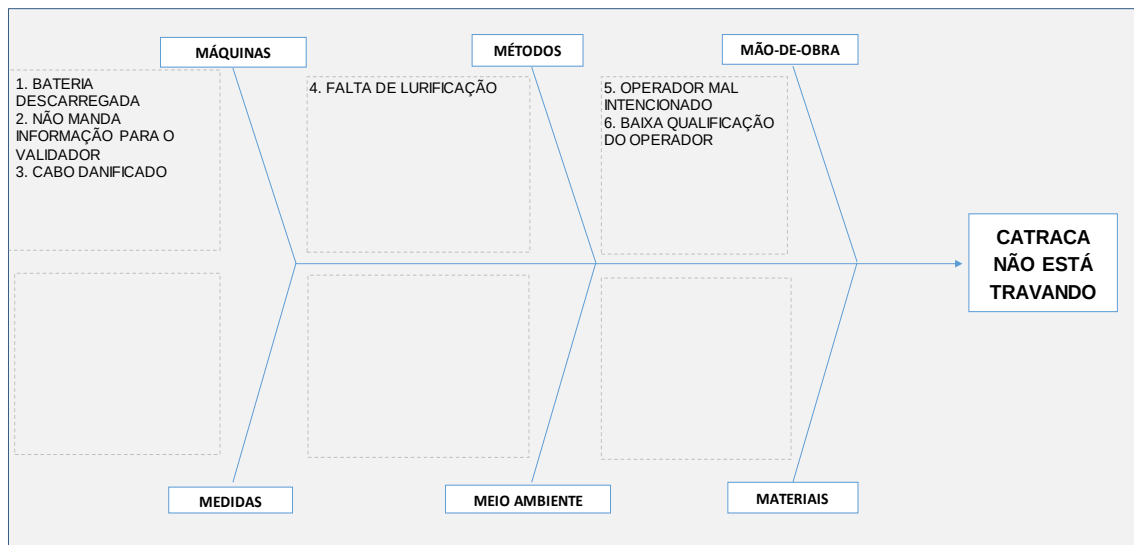
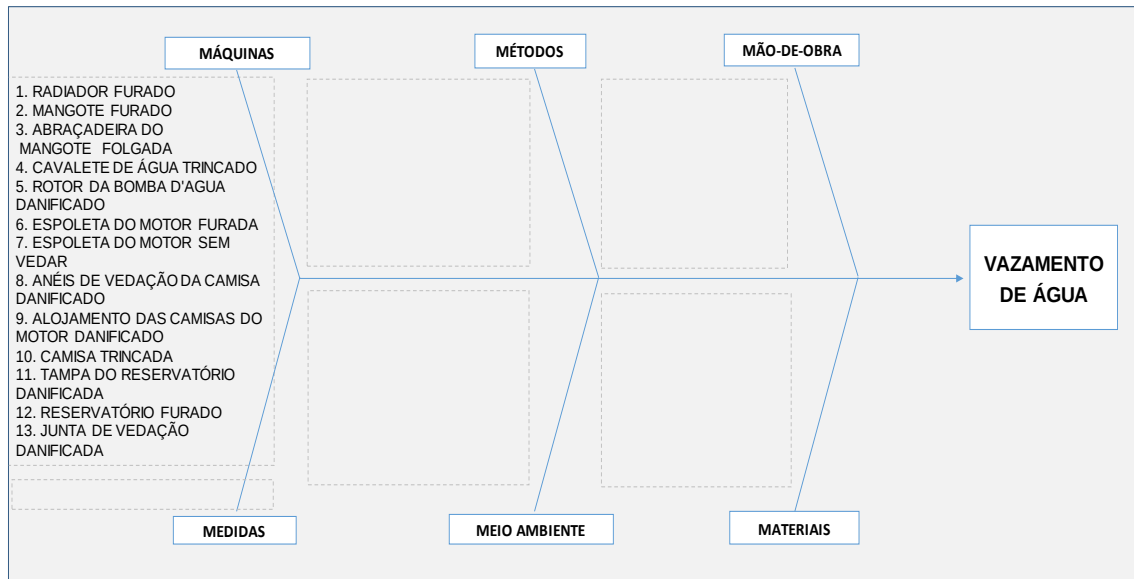
APÊNDICE A - Diagramas de Ishikawa











APÊNDICE B - Matriz Causa & Efeito 01

ESPECIALISTA 01 Escala de correlação Inexistente – 0 Fraca – 1 à 3 Média – 4 à 6 Forte – 7 á 9	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Abraçadeira do mangote do radiador folgada	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	25
Alojamento das camisas do motor danificado	-	-	8	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	26
Anéis de vedação da camisa danificados	-	-	7	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	25
Anel de segmento colado	-	-	7	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Anel de vedação do bico danificado	-	-	8	7	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
Aplicação de peças usadas	7	5	7	7	6	8	8	7	8	-	9	9	9	9	9	108
Arruelas de vedação sem vedar	7	3	7	8	6	7	6	-	9	-	-	8	-	9	-	70
Baixa qualificação dos mecânicos	8	7	8	8	8	8	7	7	7	9	-	7	8	9	7	108
Baixa qualificação dos operadores	5	8	-	7	-	8	-	-	-	8	-	8	6	-	-	50
Balão de ar arriando	9	8	-	-	-	9	8	9	9	-	-	-	9	-	-	61

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Bateria descarregada	-	-	-	-	7	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	16
Bateria fraca (placas coladas)	-	-	-	-	7	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	16
Bicos/ unidades injetoras vazando	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24
Bomba hidráulica quebrada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Cabo danificado	8	-	8	8	7	7	6	7	-	-	-	-	-	-	-	51
Caixa de direção com defeito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Camisa do bloco ovalizada	-	-	7	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	22
Camisa do bloco trincada	-	-	7	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	22
Canos injetores furados	-	-	9	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
Catraca de freio danificada	8	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	26

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Cavalete de água trincado	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	16
Chave de seta defeituosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
Coluna de direção c/ rolamento danificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5
Combustível de má qualidade	-	-	9	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
Combustível inapropriado	-	-	9	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
Compressor de ar desgastado	7	6	-	-	-	9	8	-	9	-	-	-	9	-	-	48
Controle de preventiva/ revisão ineficiente	6	7	9	7	8	-	6	6	7	-	-	-	8	-	-	64
Curto na instalação (fio danificado)	-	-	6	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	23
Desgaste na lona de freio	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORCA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Desgaste no rolete do patim	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Desgaste no tambor de freio	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Diafragma da cuica de freio furada	7	-	-	-	-	-	9	-	6	-	-	-	8	-	-	30
Eixo 'S' virado	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Embreagem vencida	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	18
Embuchamento ruim travando	-	6	-	-	-	6	-	-	-	-	9	-	5	-	-	26
Enrolar o volante com o carro parado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Espoleta do motor furada	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	16
Espoleta do motor sem vedar	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	17
Falta de atenção dos mecânicos	3	5	3	5	3	3	4	4	4	5	5	4	6	3	3	60

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORCA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Falta de fluido de embreagem	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	-	-	26
Falta de lubrificação	3	5	-	5	9	7	-	-	-	-	8	-	-	-	-	37
Falta de verificação do nível do óleo	-	8	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
Filtro de ar molhado	4	-	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
Filtros (em geral) obstruídos	-	-	9	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
Folga na alavanca de marcha	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Fusível queimado	-	-	3	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	21
Junta de vedação danificada	6	5	-	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	34
Kit de embreagem quebrado	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	18
Lâmpada queimada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Lona de freio solta	7	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Mangote furado	-	-	8	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	22
Mangueira da cuica furada	8	5	-	-	-	9	9	9	9	-	-	-	9	-	-	58
Mangueira de retorno furada	5	4	-	8	7	6	7	7	7	-	-	9	-	-	-	60
Mangueiras de pressão do óleo furada ou desconectada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8
Mangueiras obstruídas	7	6	7	8	7	9	6	9	6	-	7	-	-	6	-	78
Mola do patim de freio sem pressão	7	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Motorista não leva o ônibus para oficina assim que a luz de falha grave (advertência - sinal amarelo) acende. Aguarda a luz ficar vermelha indicando alta criticidade	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Não extrai o ar	5	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Falta de lubrificação nos pinos de centro da manga de eixo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5
Não vedar as válvulas corretamente	5	-	8	9	7	9	7	9	8	-	-	9	8	-	-	79
Não vedar os filtros corretamente	4	-	8	9	8	-	-	7	-	-	-	-	7	-	-	43
Não verificar se existe vazamento	8	7	8	8	7	9	6	9	8	-	8	9	7	8	-	102
Entrada de ar no sistema	-	8	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
Operação inadequada do motorista	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	6	21
Operação inadequada do operador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9
Radiador furado	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	16
Rebitadeira insegura	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Rebite de má qualidade	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Regulagem da alavanca de marchas com defeito	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
Rele de pisca queimado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
Reparo do cilindro da porta danificado	4	3	-	-	-	9	-	9	9	-	-	9	7	-	-	50
Reservatório furado	5	8	-	9	7	9	-	-	-	-	-	-	7	-	-	45
Rotor da bomba d'agua danificado	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	17
Servo de embreagem danificado	5	9	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	9	-	-	30
Sistema hidráulico com ar	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	8	-	25
Tampa do reservatório danificada	-	7	-	9	7	-	-	-	-	-	8	-	8	9	-	48
Terminal da alavanca de marcha com problema	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	17
Terminal da barra de direção travando	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Válvula de 4 vias com defeito	9	8	-	-	-	9	9	-	9	-	-	-	9	-	-	53
Válvula pedal com defeito	9	7	-	2	-	6	9	8	2	-	-	-	8	-	-	51
Válvulas de admissão sem vedar	-	-	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Válvulas de escape sem vedar	-	-	7	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
Vazamento de ar pelas válvulas	4	-	-	-	-	4	6	6	4	-	-	4	-	-	-	28
Vazamento de fluido de freio	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	21

Matriz Causa & Efeito 02

ESPECIALISTA 02 Escala de correlação Inexistente – 0 Fraca – 1 à 3 Média – 4 à 6 Forte – 7 á 9	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORCA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Abraçadeira do mangote do radiador folgada	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	19
Alojamento das camisas do motor danificado	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	27
Anéis de vedação da camisa danificados	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	27
Anel de segmento colado	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Anel de vedação do bico danificado	-	-	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
Aplicação de peças usadas	8	7	8	6	6	8	6	6	6	6	7	6	7	6	6	99
Arruelas de vedação sem vedar	2	-	2	2	9	7	9	7	2	-	2	6	8	2	-	58
Baixa qualificação dos mecânicos	9	9	8	7	8	7	8	7	8	8	8	8	8	7	7	117
Baixa qualificação dos operadores	7	8	-	-	-	5	5	-	-	-	-	-	-	-	5	35
Balão de ar arriando	7	8	-	-	-	9	8	8	8	-	-	9	8	-	-	65

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Bateria descarregada	-	-	-	-	9	-	-	-	-	5	-	-	-	-	9	23
Bateria fraca (placas coladas)	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	27
Bicos/ unidades injetoras vazando	-	-	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
Bomba hidráulica quebrada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Cabo danificado	-	-	8	-	9	-	-	-	-	8	-	-	-	-	9	34
Caixa de direção com defeito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Camisa do bloco ovalizada	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Camisa do bloco trincada	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	27
Canos injetores furados	-	-	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27
Catraca de freio danificada	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Cavalete de água trincado	-	-	5	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	23
Chave de seta defeituosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
Coluna de direção c/ rolamento danificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8
Combustível de má qualidade	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Combustível inapropriado	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Compressor de ar desgastado	9	9	-	-	-	9	5	5	8	-	-	2	9	-	-	56
Controle de preventiva/ revisão ineficiente	8	8	8	8	8	5	8	5	7	8	2	8	8	5	8	104
Curto na instalação (fio danificado)	-	-	7	-	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	34
Desgaste na lona de freio	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORCA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Desgaste no rolete do patim	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Desgaste no tambor de freio	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Diafragma da cuica de freio furada	8	-	-	-	-	8	8	8	8	-	-	-	8	-	-	48
Eixo 'S' virado	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Embreagem vencida	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Embuchamento ruim travando	-	8	-	-	-	8	-	-	-	-	9	-	7	-	-	32
Enrolar o volante com o carro parado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5
Espoleta do motor furada	-	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	19
Espoleta do motor sem vedar	-	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	19
Falta de atenção dos mecânicos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Falta de fluido de embreagem	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	18
Falta de lubrificação	9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	5	-	2	33
Falta de verificação do nível do óleo	-	8	8	-	8	-	-	-	-	-	8	-	8	-	-	40
Filtro de ar molhado	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Filtros (em geral) obstruídos	2	2	2	2	8	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	24
Folga na alavanca de marcha	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Fusível queimado	-	-	5	-	8	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9	31
Junta de vedação danificada	-	-	9	2	8	-	5	5	-	-	-	-	-	8	-	37
Kit de embreagem quebrado	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	17
Lâmpada queimada	-	-	-	-	5	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	13

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Lona de freio solta	9	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Mangote furado	-	-	8	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	25
Mangueira da cuica furada	9	-	-	-	-	9	9	2	-	-	-	-	2	-	-	31
Mangueira de retorno furada	-	-	-	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Mangueiras de pressão do óleo furada ou desconectada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Mangueiras obstruidas	8	8	9	-	9	8	-	-	8	-	9	-	8	-	-	67
Mola do patim de freio sem pressão	2	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Motorista não leva o ônibus para oficina assim que a luz de falha grave (advertencia - sinal amarelo) acende. Aguarda a luz ficar vermelha indicando alta criticidade	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Não extrai o ar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Falta de lubrificação nos pinos de centro da manga de eixo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Não vedar as válvulas corretamente	8	8	-	-	-	9	8	-	8	-	-	-	8	-	-	49
Não vedar os filtros corretamente	-	-	8	8	8	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	32
Não verificar se existe vazamento	7	7	9	5	9	9	2	2	2	2	2	2	2	2	-	62
Entrada de ar no sistema	-	9	9	-	9	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	35
Operação inadequada do motorista	-	8	-	-	7	-	-	-	-	-	8	-	8	-	-	31
Operação inadequada do operador	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5
Radiador furado	-	-	5	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	23
Rebitadeira insegura	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Rebite de má qualidade	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Regulagem da alavanca de marchas com defeito	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Rele de pisca queimado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9
Reparo do cilindro da porta danificado	8	8	-	-	-	8	-	7	7	-	-	9	2	-	-	47
Reservatório furado	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	8	8	-	33
Rotor da bomba d'agua danificado	-	-	8	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	26
Servo de embreagem danificado	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Sistema hidráulico com ar	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9	-	-	27
Tampa do reservatório danificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	7
Terminal da alavanca de marcha com problema	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9

	FREIO BAIXO	NAO ENTRA MARCHAS	MOTOR SEM FORÇA	VAZAMENTO DE OLEO DIESEL	LUZ DE FALHA GRAVE	TRAVOU AS RODAS	VAZAMENTO DE AR AO PISAR NO FREIO	VAZAMENTO DE AR COM O VEICULO PARADO	PORTA DIANTEIRA NAO ABRE	PISCA NAO FUNCIONA	DIREÇÃO PESADA	VAZAMENTO DE AR NAS PORTAS	SEM EMBREAGEM	VAZAMENTO DE AGUA	CATRACA NAO ESTA TRAVANDO	TOTAL
Terminal da barra de direção travando	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	9
Válvula de 4 vias com defeito	9	9	-	5	-	9	4	4	9	-	-	9	7	-	-	65
Válvula pedal com defeito	8	7	-	2	-	7	9	8	2	-	-	-	9	-	-	52
Válvulas de admissão sem vedar	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Válvulas de escape sem vedar	-	-	9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
Vazamento de ar pelas válvulas	5	-	-	-	-	5	5	5	5	-	-	5	5	-	-	30
Vazamento de fluido de freio	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	18

APENDICE C - Checklist de verificação de Mangueiras

EMPRESA XXXXX CHECKLIST DE VERIFICAÇÃO DE DEFEITO - SUBSISTEMA FREIO DATA: _____ CARRO: _____		
DEFEITO - FREIO BAIXO Verificar Mangueiras: ☐ Mangueira A ☐ Mangueira D ☐ Mangueira B ☐ Mangueira E ☐ Mangueira C ☐ Mangueira F Responsável: _____		

Quadro de monitoramento por ônibus

MERCEDES 7087			MERCEDES 7088		
[®] Anexar Ordem de Serviço	[®] Tabela de peças com Km de troca e data	FALTANTES	[®] Anexar Ordem de Serviço	[®] Tabela de peças com Km de troca e data	FALTANTES
		Fichas			Fichas
MERCEDES 7087			MERCEDES 7088		
[®] Anexar Ordem de Serviço	[®] Tabela de peças com Km de troca e data	FALTANTES	[®] Anexar Ordem de Serviço	[®] Tabela de peças com Km de troca e data	FALTANTES
		Fichas			Fichas

Ficha de serviço Faltante

SERVIÇO	OBSERVAÇÃO	DATA
Ex.: OS 407983 Freio baixo	- Falta trocar lonas de freio do pneu LET - Aplicou a Peça X retirada do Carro MBB 8794	
Responsável		

Tabela de peças com quilometragem de troca

TABELA DE PEÇAS E KM DE TROCA								
Peça - Km	1ª		2ª		3ª		4ª	
	Km	Data	Km	Data	Km	Data	Km	Data
Filtro A – 10.000								
Filtro B – 10.000								
Filtro C – 10.000								
Filtro D – 10.000								
Filtro E – 10.000								