



ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEONARDO ALVES DE CARVALHO

**PLANO DE MANUTENÇÃO BASEADO NA TPM: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

Itaperuna

2021

LEONARDO ALVES DE CARVALHO

**PLANO DE MANUTENÇÃO BASEADO NA TPM: UM ESTUDO DE CASO EM
UMA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado para
obtenção do título de Bacharel
em Engenharia de Produção ao
Centro Universitário Redentor.

Orientador: Prof. Ítalo Coutinho

Itaperuna

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: LEONARDO ALVES DE CARVALHO

Título: PLANO DE MANUTENÇÃO BASEADO NA TPM: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Natureza do trabalho: Trabalho de Conclusão de Curso

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia de Produção

Instituição: Centro Universitário Redentor

Área de concentração: Curso de Graduação em Engenharia de Produção

Data de aprovação: ____/____/____

Banca examinadora:

Prof. MSc. Jorge Matos da Silva Junior

Mestre em Matemática

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Prof. Esp. Maykon de Souza Silva

Especialista em Gerenciamento de Projetos

Universidade Candido Mendes

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Marlucia Alves (*in
memorian*), por ser quem
idealizou minha existência,
possibilitando-me chegar até
aqui.

AGRADECIMENTO

Àquele que é capaz de fazer infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou pensamos, de acordo com o seu poder que atua em nós. Que me sustentou dia após dia na jornada da graduação – Deus.

Ao meu pai Benedito e minha irmã Lilian, por serem os maiores incentivadores dessa conquista, acreditando que eu seria capaz de chegar aqui.

À minha incansável esposa Lena Alves e minha filha amada Anne Alves, por abdicar do tempo em família, dos passeios e viagens para que eu pudesse ter sucesso nessa jornada. Sem vocês eu não conseguiria. Somos um time!

À minha família Alves por serem a maior e melhor torcida. Vocês estiveram juntinhos nessa. Amo geral!

Aos professores da UniRedentor que foram mais do que mestres. Foram amigos! Vocês me fizeram muito melhor do que quando comecei esta jornada. Muito obrigado!

Ao meu orientador e amigo Ítalo Coutinho pela confiança, paciência, compreensão e incentivo constante na realização deste trabalho.

RESUMO

Qualidade e eficiência em sistemas de transporte públicos são fatores que estão diretamente ligados à gestão de operações, especialmente à Manutenção. Analisando sob esta ótica, a elaboração de um plano de manutenção preventiva é essencial para a melhoria da manutenção em transportes e deve ser constituído pela melhor combinação das políticas de manutenção, coordenadas com o objetivo de promover uma melhor utilização do tempo e dos recursos disponíveis. Adotando essa perspectiva, esta pesquisa teve o objetivo comparar os custos da manutenção corretiva e da manutenção preventiva, baseado na manutenção produtiva total (TPM), em uma empresa de transporte público urbano. A abordagem metodológica utilizada foi o estudo de caso, que foi realizado em uma empresa de médio porte do setor de transporte público urbano, localizada na cidade de Itaperuna, região noroeste do Estado do Rio de Janeiro, no qual a análise documental constituiu o principal instrumento de coleta de dados. Após a implementação do plano de manutenção preventiva percebeu-se uma redução de R\$ 2.582.995,06 de custo de manutenção em um período de um ano, mostrando que realizar paradas planejadas, por meio de manutenção preventiva agrega melhoria para a produtividade desse setor na empresa.

Palavras-chave: Manutenção; TPM; Gestão; Transporte; Custos; Melhoria.

ABSTRACT

Quality and efficiency in public transport systems are factors that are directly linked to operations management, especially Maintenance. Analyzing from this perspective, the elaboration of a preventive maintenance plan is essential for improving transport maintenance and should consist of the best combination of maintenance policies, coordinated with the objective of promoting better use of available time and resources. Adopting this perspective, this research aimed to compare the costs of corrective maintenance and preventive maintenance, based on total productive maintenance (TPM), in an urban public transport company. The methodological approach used was the case study, which was carried out in a medium-sized company in the urban public transport sector, located in the city of Itaperuna, northwestern region of the State of Rio de Janeiro, in which document analysis was the main instrument of data collection. After the implementation of the preventive maintenance plan, a reduction of R\$ 2,582,995.06 in maintenance costs in a period of one year was noticed. showing that carrying out planned shutdowns, through preventive maintenance, improves the productivity of this sector in the company.

Keywords: Maintenance; TPM; Management; Transport; Costs; Improvement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação de Custos	18
Figura 2 - Os 8 pilares da TPM.....	25
Figura 3 - Custos com Manutenção Corretiva	31
Figura 4 - Software de gestão da manutenção (O.S.)	32
Figura 5 - Intervalos de Manutenção	33
Figura 6 - Software de gestão da manutenção (Relatório)	34
Figura 7 - Análise de resultados (Queda)	35
Figura 8 - Análise de Manutenção Preventiva	37
Figura 9 - Comparativo de custo de manutenção (2019/2020).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de Prioridades – GUT	32
Tabela 2 - CMF 2019	36
Tabela 3 - CMF 2020	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
1.3. OBJETIVOS.....	14
1.3.1. Objetivo Geral	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
1.4. DELIMITAÇÃO	14
1. 5 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 TRANSPORTE PÚBLICO.....	16
2.2 GESTÃO DA MANUTENÇÃO	17
2.2.1 Manutenção corretiva	19
2.2.1.1 <i>Manutenção corretiva não planejada</i>	19
2.2.1.2 <i>Manutenção corretiva planejada</i>	20
2.2.2 Manutenção preventiva	21
2.2.3 Manutenção Preditiva	22
2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM).....	22
3 METODOLOGIA	27
3.1. DETERMINAÇÃO DA ABORDAGEM DE PESQUISA.....	27
3.2 DETERMINAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA	28
3.3 MÉTODO ESCOLHIDO PARA PESQUISA.....	28
3.4 PROJETO DE PESQUISA.....	29
4 RESULTADOS.....	30
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	30
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
5 CONCLUSÃO	40

5.1 ATENDIMENTOS AOS OBJETIVOS DA PESQUISA	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

PLANO DE MANUTENÇÃO BASEADO NA TPM: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Considerando o cenário empresarial altamente competitivo, onde o conhecimento é cada vez mais acessível, não é mais possível restringir a sobrevivência das organizações exigindo apenas que os colaboradores façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje, a utilização de melhores métodos e práticas são necessários para que todos alcancem os objetivos comuns e principais da empresa, tornando-as mais competitivas (CAMPOS, 2014).

Destacar-se no mercado competitivo, tem início na consideração da importância da manutenção de equipamentos, para busca da excelência no processo produtivo e/ou de serviços. Além disso, deve-se considerar que um dos pilares para o aumento do lucro é a redução de custos, e isto abrange diversos pontos, que vão desde o gerenciamento de material em estoque até manutenção de equipamentos (GUIMARÃES; DONADELI, 2019).

Diante disso, a gestão da manutenção vem, cada vez mais, se tornando uma das áreas de grande importância dentro das organizações. De acordo com Freitas *et al.*, (2017) a gestão da manutenção gera uma otimização que reflete na qualidade, confiabilidade e custos, se mostrando assim fundamental para a estratégia de uma empresa que busca destaque no mercado.

O processo de manutenção das máquinas e equipamentos, para garantia da eficiência, disponibilidade e confiabilidade, torna-se cada vez mais importante para as organizações, devido ao impacto direto na qualidade, custo e entrega dos produtos ou serviços. Devido à crescente dependência de tecnologias para a maioria das operações e desenvolvimento dos negócios, tornou-se vital desenvolver estratégias adequadas de manutenção e confiabilidade a fim de

garantir que as organizações estejam aptas a fornecer serviços confiáveis e de alta qualidade a seus clientes (MADU, 2000).

Nota-se que, as organizações que apresentam um eficaz planejamento e controle de seus processos tendem a alcançar melhores resultados em relação a diminuição de suas falhas, fatores de retrabalho e paradas por quebra. Nesse contexto, as empresas operadoras do transporte público especialmente o transporte por ônibus, que é um dos principais responsáveis pelo atendimento das necessidades imediatas de deslocamento da maioria da população brasileira, vêm reorganizando suas estruturas administrativas, buscando maior qualidade em seus processos e estabelecendo mecanismos para redução de seus custos operacionais (AZAMBUJA, 2002).

A qualidade e a eficiência de sistemas de transporte público podem ser aferidas com base em fatores ligados à qualidade de serviço ofertado pelas empresas encarregadas do serviço. Qualidade e eficiência em sistemas de transporte são fatores que estão diretamente ligados à gestão de operações, especialmente à Manutenção (VANALLE; LUCATO; RODRIGUES, 2015).

A Manutenção é a forma encontrada pelas organizações para cuidar das suas instalações físicas de forma a fazer a prevenção e minimizar a ocorrência das falhas. Essas ações evitam as consequências relacionadas à parada das instalações, máquinas e equipamentos, trazendo benefícios como melhor segurança, maior confiabilidade, maior qualidade e custos mais baixos (VANALLE; LUCATO; RODRIGUES, 2015).

Assim, é de suma importância prezar pela qualidade do serviço nesse setor, pois este tipo de transporte é substancialmente importante e necessário meio de integração entre as diversas áreas econômicas e sociais tanto nos grandes centros urbanos, como nas pequenas e médias cidades, e possui como papel, prover acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida para a população (SILVA; SCHLAG, 2017).

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, na realidade das empresas de transporte público urbano é comum a utilização da manutenção corretiva, estruturada em uma oficina em que são criadas as ordens de serviço, à medida que quebras acontecem, definindo o atendimento a mecânicos, de forma aleatória, por decisão do chefe de oficina. (MARQUES et al., 2017).

Porém, a manutenção, além de refletir na redução dos custos de produção, coopera nas áreas mais importantes e de grande valor para muitas empresas, que é a segurança na execução das atividades do trabalho, assim como, no aumento e na garantia da disponibilidade dos locais de trabalhos e equipamentos seguros (GUIMARÃES; DONADELI, 2019).

A disponibilidade e confiabilidade passaram a ser palavras chaves, que impulsionam as empresas a desenvolverem esse setor, criando departamentos direcionados à gestão da manutenção. Nesse contexto, a manutenção preventiva é trazida como uma alternativa que apresenta bons resultados em relação à disponibilidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente, ainda que, continue havendo efeitos negativos na produtividade e consequentemente no custo dos produtos e serviços, devido as frequentes interrupções nos equipamentos, são melhor planejados em relação à manutenção corretiva (OLIVEIRA, 2017).

Para atingir seus objetivos, a organização precisa aplicar adequadamente os seus recursos produtivos, evitando o imprevisto. É necessário planejar antecipadamente e controlar adequadamente para obter a máxima utilização dos recursos e prestar o melhor nível de serviço ao cliente. Isto é, é preciso gerenciar com eficiência (utilização adequada dos recursos), dentro de padrões estabelecidos de eficácia (grau de sucesso na busca em atingir os objetivos). (CAMPOS; BELHOT, 1994).

Assim, a elaboração de um plano de manutenção preventiva é essencial para a melhoria da manutenção em transportes e deve ser constituído pela melhor combinação das políticas de manutenção, coordenadas com o objetivo

de promover uma melhor utilização do tempo e dos recursos disponíveis (CAMPOS; BELHOT, 1994).

A partir disso, este trabalho busca contribuir com a literatura que aborda a criação de planos de manutenção preventiva para empresas de transporte público. Além disso, a criação de um plano de manutenção preventiva, nesse setor, busca contribuir com a tomada de decisão de gerentes na área, a fim de melhorar a produtividade.

Dessa forma, estabelece-se os objetivos deste trabalho, apresentados na sessão seguinte.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Comparar os custos da manutenção corretiva e da manutenção preventiva, baseado na manutenção produtiva total (TPM), em uma empresa de transporte público urbano.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Demonstrar os custos de ocorrências por manutenção corretiva;
- Estabelecer as áreas para manutenção preventiva;
- Identificar o intervalo de tempo de manutenção recomendado pelo fabricante;
- Criar um registro de quebras;
- Implementar um plano de manutenção preventiva;
- Demonstrar os custos por manutenção preventiva.

1.4. DELIMITAÇÃO

O presente trabalho foi realizado em uma empresa de transporte público urbano, situada no Noroeste Fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

1. 5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos que estão organizados da seguinte maneira: no capítulo um é apresentada a contextualização, a justificativa, os objetivos e a estrutura do trabalho.

No capítulo dois é realizada a revisão da literatura para embasar o tema proposto sendo abordada uma visão geral da Manutenção produtiva total (TPM).

Já o capítulo três descreve os procedimentos metodológicos propostos para realização dessa pesquisa, incluindo o detalhamento dos estudos de caso, a coleta e a análise de dados.

O capítulo quatro apresenta a discussão dos resultados encontrados e por fim, no capítulo cinco são apresentadas as conclusões e as recomendações para futuros trabalhos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRANSPORTE PÚBLICO

Segundo a Constituição Federal Brasileira, em seu Art. 30, inciso V, o transporte público coletivo é de responsabilidade dos municípios e tem caráter essencial para a sociedade. Cabe aos municípios a organização e prestação deste serviço, podendo ser nas modalidades de concessão ou permissão.

O transporte público urbano é um serviço essencial para a mobilidade das pessoas, principalmente nas grandes e médias cidades brasileiras. Entre a década de 1950 a 1960, amparada pela lei das concessões (Lei Federal nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995), aconteceram diversas privatizações da grande maioria das empresas prestadoras do serviço de transporte público. Desta maneira, os ônibus se tornaram um meio de transporte mais abrangente e popular.

Freire et al. (2010) enfatizaram que o meio de transporte gera impactos no desenvolvimento urbano, quando consideram que esta modalidade é responsável pelo deslocamento de pessoas e mercadorias.

O transporte público exerce papel fundamental de integração do espaço urbano, afetando diretamente a produtividade das demais atividades econômicas, dependentes de sua própria qualidade e produtividade. Assim, a qualidade do serviço prestado deve ser melhorada, já que existe uma ligação entre o transporte coletivo urbano e a qualidade de vida de seus usuários (FERNANDES; BODMER, 1995).

Deste ponto de vista, analisando o sistema de transporte público por ônibus, entende-se que para ofertar um bom serviço ao usuário, é necessário que exista, além de uma infraestrutura adequada, como vias bem projetadas, construídas e veículos em bom estado de conservação, aspectos operacionais, como pontualidade no cumprimento do serviço, frequência dos veículos ao longo da linha, custo da tarifa entre outros (MELO, 2011).

Segundo Ferraz e Torres (2004), a qualidade, no transporte público urbano, deve considerar o nível de satisfação de todos os envolvidos direta ou

indiretamente no sistema: usuários, comunidade, governo, trabalhadores do setor e empresários do ramo.

No início da década de 1950, o transporte rodoviário, seja ele de carga ou passageiros, passa a ser o mais importante meio de transportes no Brasil (BELLUCCI et.al., 2014). Para o mesmo autor, este fato se deu com o advento da abertura de inúmeras estradas, pavimentadas ou não, para se escoar a produção industrial e agrícola, e para o transporte de passageiros. De acordo com Valente et al. (2016), com a má conservação dessas estradas, os veículos passaram a necessitar de manutenções periódicas, como é o caso dos veículos de transporte de passageiros.

O transporte urbano é de fato essencial para as cidades, ele é o meio utilizado por pessoas para se deslocarem, atenderem suas necessidades e alcançarem seus destinos (PETTERSSON, 2018). Segundo Schalekamp (2017) e Navarro et al. (2018), o transporte urbano é para a cidade moderna um elemento necessário para o seu desenvolvimento, sem o qual, as mesmas não teriam essa possibilidade, assim, é impossível imaginar uma cidade sem uma forma de locomoção ou separada do transporte, esta atividade faz parte de uma associação complexa entre as pessoas, suas necessidades e a prestação de serviços.

2.2 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

De acordo com Kardec e Nascif (2019), a missão da manutenção é garantir a confiabilidade e disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender ao processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

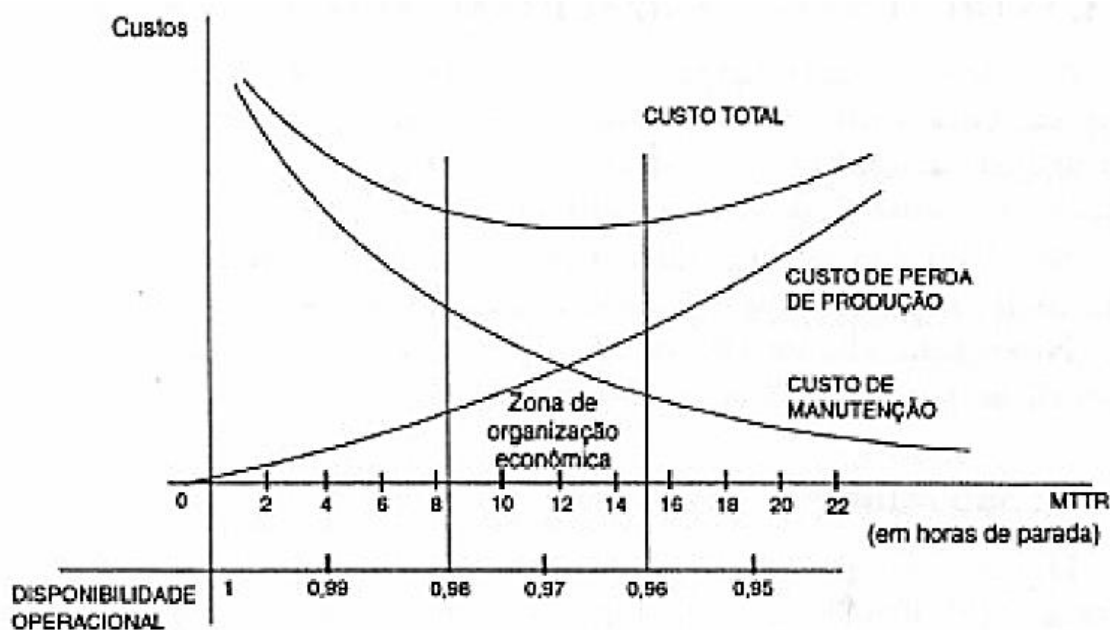
Slack (2018), argumenta que manutenção é um termo usado pelas organizações designado para impedir, ou minimizar, as falhas dentro da empresa, e, para isso é necessário a preservação e cuidados com as instalações físicas e/ou equipamentos.

Segundo Kardec e Nascif (2019) é necessário diminuir as paradas de produção decorrentes de falhas ou anormalidades de desempenho, pois

mantendo-se os equipamentos em ótimo estado de conservação evita-se os custos decorrentes de paradas provocadas por pane ou mal funcionamento dos equipamentos.

A Figura 1, ilustra os elementos associados ao custo total referente a uma falha no sistema de manutenção. O custo total é composto pelo custo propriamente dito de manutenção, ou seja, gastos que se tem com ferramentas, materiais, mão-de-obra, para que o equipamento volte ao funcionamento normal mais o custo vinculado às perdas de produção decorrentes da parada dos equipamentos. O custo de perda de produção é diretamente proporcional ao tempo de parada, enquanto o custo de manutenção diminui à medida que os reparos são realizados, seja corretiva ou preventivamente. A chamada “Zona de organização econômica” acontece quando se consegue adequar o total de horas paradas equilibrando ambos os custos. A disponibilidade operacional é a probabilidade de que um sistema estará disponível, quando acionado de uma forma aleatória, em um ponto do tempo, no ambiente real (KARDEC; NASCIF, 2019).

Figura 1 - Relação de Custos



Fonte: KARDEC e NASCIF (2019)

Os tipos ou estratégias de manutenção em geral são classificadas em 3 categorias: corretiva, preventiva, preditiva e/ou manutenção proativa ou produtiva que por vezes pode ser denominada detectiva.

2.2.1 Manutenção corretiva

Inicialmente a técnica de manutenção mais utilizada era a manutenção corretiva que segundo Slack (2018) significa deixar as instalações funcionando até o momento de acontecer uma falha e a partir daí a equipe age para corrigir o problema.

Segundo Xenos (2014) a manutenção corretiva é mais barata que a preventiva, porém pode causar grandes perdas devido a interrupção da produção, por isso, é necessário analisar a viabilidade de realizar a preventiva em alguns equipamentos. Além disso, é necessário não se conformar com a ocorrência de falhas e buscar as causas fundamentais para bloqueá-las e assim evitar sua reincidência.

Segundo Kardec e Nascif (2019) a manutenção corretiva pode ainda ser dividida em duas categorias: Manutenção Corretiva Não Planejada e Manutenção Corretiva Planejada. Apesar de possuírem a mesma essência, existem grandes divergências em seu foco, custo e disponibilidade.

Segundo Pereira (2020), fica claro que a função principal da manutenção corretiva é restabelecer as condições de funcionamento de um determinado equipamento ou sistema e não é um modelo de manutenção com foco na redução das paradas, consequentemente dos custos.

2.2.1.1 Manutenção corretiva não planejada

Ocorre quando a correção da falha é realizada após o fato ter ocorrido, sem acompanhamento ou planejamento anterior, de forma aleatória, muitas vezes realizada em caráter emergencial. Envolve altos custos, uma vez que uma parada inesperada provoca perdas de produção além da perda de qualidade do

produto e elevados custos indiretos de operação, podendo gerar danos maiores aos equipamentos (OTANI et al., 2008).

Para Kardec e Nascif (2019), é a correção da falha de maneira aleatória, normalmente emergencial, se caracterizando pela atuação da manutenção em um evento já ocorrido, não havendo tempo para preparação do serviço. Esta prática costuma ser a mais utilizada dentro das empresas, implicando em altos custos. Isso se dá, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Esse tipo de manutenção é aplicável para partes do equipamento que são menos críticas, todavia, é necessário dispor dos recursos necessários para a manutenção como: peças de reposição, mão de obra e ferramentas para agir com rapidez, sempre em busca de não comprometer o sistema produtivo ou a integridade física (segurança) do funcionário.

A NBR 5462 define como:

Manutenção que não é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item (ABNT, 1994, p.7).

2.2.1.2 Manutenção corretiva planejada

Segundo Kardec e Nascif (2019) a adoção de uma política de manutenção corretiva planejada pode surgir de vários fatores, sendo eles: a possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses de produção, questões relacionadas com a segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia da existência de recursos físicos (sobressalentes, equipamentos, ferramental) e a existência de recursos humanos com tecnologia para a execução dos serviços de manutenção que também poderão ser buscados externamente (terceirização).

Para exemplificar: quanto maiores forem as implicações da falha na segurança pessoal e operacional, os custos intrínsecos dela, nos compromissos de entrega da produção, maiores serão as condições de adoção da política de manutenção corretiva planejada. Isto é a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha de acompanhamento preditivo ou pela

decisão de operar até a quebra (KARDEC; NASCIF, 2019, p. 34,35).

Costa (2013), afirma que a manutenção corretiva planejada são atuações onde há um supervisionamento prévio, onde o mesmo determina qual o momento será necessário atuar no equipamento de forma corretiva, prevendo assim o tempo de atividade e o valor necessário para que o equipamento venha a ser restabelecido com seus requisitos mínimos de atuação em processos.

2.2.2 Manutenção preventiva

Para Slack et al. (2018) a manutenção preventiva é feita antes da ocorrência de falhas e visa eliminar ou moderar as probabilidades de parada por manutenção das instalações em período de intervalos planejados.

Viana (2002, p.10) define:

São serviços efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinados a reduzir a probabilidade de falha, desta forma proporcionando uma “tranquilidade” operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas.

Segundo Kardec e Nascif (2019), quanto maior forem os custos de falhas; quanto mais as falhas forem prejudiciais à produção; quanto maior for a simplicidade de reposição e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança pessoal e operacional, mais conveniente será a manutenção preventiva.

Para Moro e Auras (2007), a manutenção preventiva pode ser definida como a primeira etapa de um plano de manutenção programado, determinando as inspeções que devem ser realizadas em períodos já definidos, com o objetivo de evitar manutenções corretivas.

Para Glawar et al. (2017), a manutenção era, inicialmente, uma ferramenta reativa dentro dos processos produtivos (uma vez que era invocada após a ocorrência de falhas), mas, com o aumento dos preços de equipamentos, o tempo parado associado a quebras/falhas passou a ser mais custoso, fazendo com que manutenções preventivas se mostrassem mais atraentes a abordagens apenas reativas.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Segundo Cyrino (2017), a Manutenção Preditiva é a técnica que alcança melhores resultados, pois através dela consegue-se monitorar e acompanhar a evolução das falhas, pois elas se desenvolvem ao longo do tempo, fazendo com que o equipamento não cumpra as atividades operacionais previstas, conforme parâmetros de projeto.

Os principais objetivos da Manutenção Preditiva são: determinar a necessidade de manutenção em componentes com defeitos de um equipamento, suprimir desmontagens desnecessárias quando o equipamento é submetido a inspeções, garantir maior disponibilidade dos equipamentos, reduzir as intervenções corretivas não planejadas, impedir danos maiores ao componente identificado com defeito e demais peças da máquina, conduzir o equipamento a atingir maior aproveitamento de sua vida útil, ter maior confiabilidade no equipamento e auxiliar nas estratégias de prioridade de manutenção em uma parada do processo produtivo (CYRINO, 2017).

Kardec e Nascif (2019) classificam a manutenção preditiva como a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção, a qual se intensificará à medida que o conhecimento tecnológico evolua, permitindo a avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

Na preditiva a manutenção é realizada no momento ideal, antes que o equipamento apresente alguma falha, aumentando a continuidade da operação pelo maior tempo possível (ALMEIDA, 2021).

2.3 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Por definição de Branco Filho (2003, p.14):

Manutenção produtiva total (TPM) é uma filosofia japonesa de manutenção para aumentar a disponibilidade total da instalação, a qualidade do produto e a utilização de recursos. Baseia-se no fato de que as causas das falhas e a má qualidade são interdependentes. Muito treinamento, muita disciplina, muita limpeza e a participação total de todos são os pontos a serem

perseguidos. O operador passa a ser operador mantenedor e sua presença deve ser incentivada.

Basicamente, pode-se definir a TPM como sendo um sistema de manutenção que envolve a participação de todos os setores e escalões da empresa, principalmente Produção e Manutenção, objetivando a melhoria na eficiência dos equipamentos e a responsabilização de todos sobre a manutenção dos bens produtivos (NAKAJIMA, 1989).

Um dos objetivos da TPM é promover uma cultura na qual os operadores se sintam responsáveis pelas suas máquinas, aprendendo mais sobre elas, podendo assim prover pequenos reparos (troca de filtro, reapertos, etc.) e dar diagnóstico de problemas e sugestões de aperfeiçoamento (BRANCO FILHO, 2003).

Segundo Dennis (2008), TPM é uma mudança profunda na mentalidade que afirma que o operador apenas trabalha na operação da máquina e o pessoal da manutenção quando o equipamento tiver problema, para a mentalidade que mostra que todos são responsáveis pelos equipamentos, fábrica e o futuro.

Assim como a meta na segurança é zero acidentes, a meta para TPM é zero interrupções.

A metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM) é um procedimento comprovado e bem-sucedido para introduzir considerações de manutenção nas atividades. A TPM busca a sinergia de toda a equipe, dentro de seu próprio departamento e entre os demais de uma organização para maximizar a eficácia geral do equipamento de produção. Sendo assim, envolvendo a equipe de produção e manutenção trabalhando em conjunto para reduzir o desperdício, minimizar o tempo de inatividade para melhorar a qualidade do produto final. A TPM coloca a manutenção em foco como uma parte necessária e vital do negócio (ETI et al., 2004).

Além disso, a TPM busca a redução dos problemas dos equipamentos, aumentando a confiabilidade de operação e por consequência conquistar índices satisfatórios de performance de máquina, qualidade de produtos, aumento de produtividade, redução de custos, entre outros. Para o monitoramento e análise de tais fatores, é utilizada uma ferramenta que permite o diagnóstico de um equipamento, tornando possível a análise das anomalias, o auxílio à tomada de decisões e o acompanhamento da evolução do processo por meio de

indicadores, tal técnica é denominada de OEE - Eficiência Global do Equipamento (NAKAJIMA, 1989).

Segundo Ayub (2019), existe um esforço para eliminar os maiores obstáculos de perda de eficiência de um equipamento, denominados de as “seis grandes perdas”. Essas são as principais responsáveis pelo baixo desempenho de uma máquina, e estão relacionadas a inatividade do equipamento (1ª e 2ª), perdas de desempenho (3ª e 4ª) e defeitos (5ª e 6ª).

Martins e Laugen (2015), definem as seis grandes perdas da seguinte maneira:

1ª Perda - Quebra: é a quantidade de itens que deixa de ser produzida porque a máquina quebrou. É a mais comumente conhecida e mais facilmente calculada. Deve ser combatida com uma manutenção preventiva eficaz;

2ª Perda – Ajuste (setup): a quantidade de itens que deixa de ser produzida porque a máquina estava sendo preparada e/ou ajustada para a produção de um novo item, com características diferentes do que estava sendo produzido anteriormente. Deve ser combatida com técnicas de redução de setup (trocas rápidas);

3ª Perda - Pequenas paradas/ Tempo ocioso: a quantidade de itens que deixa de ser produzida em decorrência de pequenas paradas no processo para pequenos ajustes, ou por ociosidades, como distração do operador;

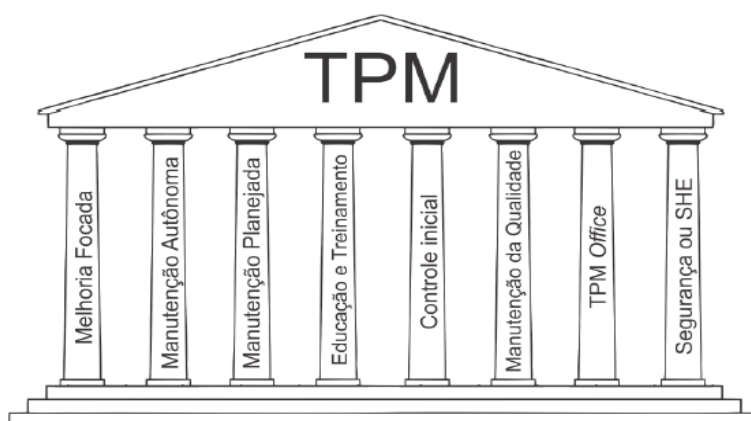
4ª Perda – Baixa velocidade: a quantidade de item que deixou de ser produzido em decorrência do equipamento está operando a uma velocidade mais baixa do que a nominal especificada pelo fabricante.

5ª Perda- Qualidade insatisfatória: é a quantidade de itens que é perdida (para todos os efeitos, é como se eles não tivessem sido produzidos) por qualidade insatisfatória, quando o processo já entrou em regime;

6ª Perda - Perdas com start-up: é a quantidade de itens que é perdida (para todos os efeitos é como se eles não tivessem sido produzidos) por qualidade insatisfatória, quando o processo ainda não entrou em regime. No start-up ou partida, o índice de perda é em geral maior.

Segundo Heidemann (2007) e Souza (2013) a Manutenção Produtiva Total é sustentada por oito pilares, que tem como finalidade propor ações para melhorar a qualidade dos equipamentos, a produtividade, dentre outros fatores, sendo estes: melhoria focada ou específica, manutenção planejada, treinamento e educação, gestão antecipada, manutenção da qualidade, melhoria dos processos administrativos e saúde e meio ambiente. A Figura 2 ilustra os 8 pilares da TPM:

Figura 2 - Os 8 pilares da TPM



Fonte: KARDEC; NASCIF (2019)

Cada pilar tem sua definição (KARDEC; NASCIF, 2019):

1. **Melhoria Focada:** é a diretriz focada na melhoria global do negócio. Desse modo, procura-se reduzir os problemas para melhorar o desempenho;
2. **Manutenção Autônoma:** autogerenciamento e controle, liberdade de ação, elaboração e cumprimento de padrões, conscientização da filosofia da TPM;
3. **Manutenção Planejada:** é o planejamento e o controle da manutenção em si, o que implica treinamento em técnicas de planejamento (software), utilização de um sistema mecanizado de planejamento da programação diária e do planejamento de paradas;
4. **Educação e Treinamento:** Ampliação da capacitação, gerenciamento comportamental do pessoal de manutenção e operação;

5. **Controle Inicial:** estabelece um sistema de gerenciamento de fase inicial para novos projetos/equipamentos;
6. **Manutenção da Qualidade:** estabelece um programa de zero quebra
7. **TPM Office:** estabelece um programa de TPM nas áreas administrativas, visando o aumento de sua eficiência;
8. **Segurança ou SHE:** estabelece um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

3 METODOLOGIA

Conforme Prodanov e Freitas (2013) existem diversos tipos de pesquisas científicas, onde cada uma possui, além do núcleo comum de procedimentos, suas peculiaridades próprias. No entanto, a maneira mais usual de classificação divide os estudos científicos, segundo a sua metodologia, em: quanto a abordagem do problema, quanto aos objetivos (ou tipo de pesquisa) e quanto aos procedimentos técnicos (método), dos quais serão abordados nas subseções a seguir.

3.1. DETERMINAÇÃO DA ABORDAGEM DE PESQUISA

A abordagem de pesquisa deste trabalho pode ser descrita como qualitativa. Mesmo com suas particularidades, os métodos quantitativos e qualitativos não se excluem. De acordo com Creswell (2013), o desenvolvimento e a legitimidade percebida de ambos os métodos geraram uma popularização da pesquisa de métodos mistos, a qual abrange os pontos fortes tanto da abordagem qualitativa quanto da quantitativa, proporcionando uma maior compreensão dos problemas estudados.

A utilização dos modelos em conjunto procura adotar vários métodos para análise do objeto de estudo, através da comparação dos dados obtidos por meio das abordagens quantitativas e qualitativas. Essa combinação pode apresentar-se de forma alternada ou simultânea a fim de responder a questão da pesquisa. Dessa forma, as abordagens quantitativas e qualitativas utilizadas em uma mesma pesquisa são adequadas para que a subjetividade seja minimizada e, ao mesmo tempo, aproximam o pesquisador do objeto estudado, proporcionando maior credibilidade aos dados (MILES; HUBERMAN; SALDAÑA, 2014; CRESSWELL; PLANO-CLARK, 2013; FLICK, 2009; SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Tanto a pesquisa qualitativa quanto a quantitativa têm por preocupação o ponto de vista do indivíduo: a primeira considera a proximidade do sujeito, por exemplo, por meio da entrevista; na segunda, essa proximidade é medida por meio de materiais e métodos empíricos (KNECHTEL, 2014). A pesquisa

qualitativa está mais ligada à essência e descrição do objeto, do que à sua quantificação, ou seja, faz referência à dimensão da intensidade, sem grande ênfase à extensão, se preocupando mais com a qualidade, o melhor, e não com a quantidade, o maior. Nesse sentido, segundo Knechtel (2014), a pesquisa qualitativa é complexa, permite diversidade e flexibilidade, abrigando tendências diversas apoiadas também em raízes filosóficas. Quando um pesquisador se interessa por dimensionar, avaliar determinada aplicação de uma técnica ou ainda introduzir uma variável, ele recorre ao estudo quantitativo. Ao passo que, se deseja observar o fenômeno, buscando entendê-lo de forma completa e integral, o pesquisador recorre à pesquisa qualitativa. A modalidade de pesquisa quali-quantitativa “interpreta as informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e os dados qualitativos mediante a observação, a interação participativa e a interpretação do discurso dos sujeitos (semântica)” (KNECHTEL, 2014, p. 106).

3.2 DETERMINAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

Utilizou-se neste trabalho, o tipo de pesquisa descritiva. O principal objetivo da pesquisa descritiva é descrever as características de uma população ou fenômeno definidos. Ou, então, estabelecer relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2019).

3.3 MÉTODO ESCOLHIDO PARA PESQUISA

Neste trabalho o método técnico será o Estudo de Caso. Duarte e Barros (2006, p. 216) definem estudo de caso como “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.” Para eles, o estudo de caso reúne, tanto quanto possível, informações numerosas e detalhadas para apreender a totalidade de uma situação.

Nas ciências, durante muito tempo, o estudo de caso foi encarado como procedimento pouco rigoroso, que serviria apenas para estudos de natureza exploratória. Hoje, porém, é encarado como o delineamento mais adequado para

a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos (YIN, 2001).

3.4 PROJETO DE PESQUISA

Para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos, este trabalho será executado em três etapas.

A primeira etapa consiste na realização de levantamento de informações relativas às manutenções corretivas executadas. Nesta etapa será elaborada uma série histórica das manutenções realizadas ao longo de um período a fim de obter dados que servirão para dimensionamento dos impactos causados pela falta de planejamento de manutenção.

A segunda etapa consiste na organização das informações obtidas e na criação de Key Performance Indicator (KPI), para medição do desempenho e identificação de possíveis melhorias. Os KPI's deverão medir o cenário atual a fim de fornecer subsídios necessários para o planejamento de ações de curto, médio e longo prazo.

A terceira etapa consiste em elaborar um plano de manutenção que alcance índices satisfatórios. Após a realização das etapas anteriores e de posse de informações necessárias, será elaborado um plano de manutenção baseado nos princípios da TPM que resultarão em novos indicadores e evidenciado melhorias contínuas do processo.

Por fim, será realizada uma comparação entre os custos gerados pela manutenção corretiva e os custos da manutenção preventiva, evidenciando-se, assim, as melhorias e a viabilidade da implantação do plano de manutenção, atendendo-se assim, o objetivo geral estipulado nesta pesquisa.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O estudo foi realizado em uma empresa de médio porte do setor de transporte público urbano, localizada na cidade de Itaperuna, região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. A empresa atua no setor há mais de 40 anos e conta com aproximadamente 150 funcionários em seus diversos departamentos, atendendo aos mais de 104.000 habitantes do município de Itaperuna/RJ. A cidade de Itaperuna é o 29º município mais populoso do Estado do Rio de Janeiro e o 1º de sua microrregião.

O serviço de transporte público municipal prestado pela empresa do estudo, se dá no atendimento dos mais de 40 bairros da área urbana e nos 08 distritos do município e para isso, conta com uma frota composta por 50 veículos do tipo ônibus que percorrem, mensalmente, cerca de 210.000 Km, contabilizando cerca de, aproximadamente, 600.000 utilizações mensais.

A empresa possui uma garagem com mais de 4.600 m² de área, onde funciona a manutenção da frota. O departamento de manutenção conta com os setores de mecânica, elétrica, lanternagem e pintura, limpeza e lubrificação, borracharia e abastecimento e é responsável por manter a frota em condições operacionais.

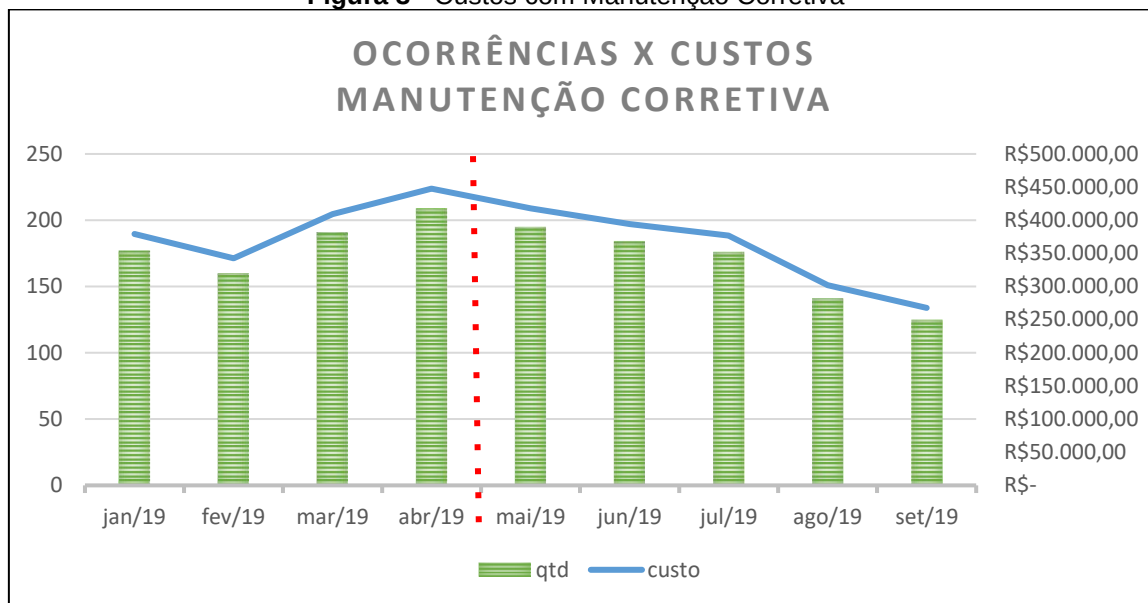
4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, para fins comparativos, foram levantados dados referentes ao período de janeiro de 2019 a abril de 2019 a fim de identificar os custos existentes com as manutenções corretivas na empresa. Isto possibilitou pontuar ações emergenciais para eliminação de desperdícios identificados preliminarmente, durante a análise.

Com os dados preliminares analisados, iniciou-se no mês de maio de 2019, ações que possibilitaram eliminar desperdícios e assim, iniciar a transição dos tipos de manutenção - de corretiva para preventiva.

Os resultados destas ações iniciais estão demonstrados na Figura 3, quando se percebe uma considerável diminuição dos custos em relação ao mês anterior (abril/2019), sendo contínua nos meses subsequentes.

Figura 3 - Custos com Manutenção Corretiva



Fonte: O Autor (2021)

Verifica-se que entre os meses de abril de 2019 e maio de 2019, houve uma significativa queda dos custos de manutenção, no valor de R\$ 29.985,02, correspondendo a 6,70% do custo anterior. Essa queda ocorreu em função de pequenas intervenções de diminuição de desperdícios e custos, assim como a implementação inicial do plano de manutenção preventiva.

Após verificar a situação atual dos custos com manutenção na empresa, buscou-se priorizar as principais áreas responsáveis por esta demanda. Então, ordenou-se as áreas de manutenção com mais ocorrências de eventos que exigiam manutenção corretiva. Após o resultado deste levantamento, utilizou-se a ferramenta Matriz de Prioridades (ou Matriz GUT), demonstrada na Tabela 1, para estabelecer os critérios de gravidade, levando em consideração o impacto que cada área de manutenção estava causando no setor e, conseqüentemente, na empresa.

Tabela 1 - Matriz de Prioridades – GUT

MATRIZ GUT - MANUTENÇÃO					
Problema	(G)ravidade	(U)rgência	(T)endência	GxUxT	Classificação
Parada Mecânica	5	5	4	100	1º
Parada Elétrica	4	3	4	48	2º
Parada Borracharia	2	2	3	12	3º
Parada Lanternagem	1	2	2	4	4º

Fonte: O Autor (2021)

As áreas estabelecidas como responsáveis pela maior parte das manutenções corretivas foram selecionadas para que fosse possível definir um plano de manutenção preventiva, a fim de estabelecer manutenções planejadas e não mais quebras inesperadas. Para isso, inicialmente foi necessário fazer um levantamento de histórico das últimas manutenções realizadas. Este levantamento possibilitou a criação de um planejamento de manutenção da frota, com o objetivo de manter o controle e programações futuras.

Utilizou-se software para cadastramento de Ordem de Serviço (O.S.), apresentado na Figura 4, possibilitando análise das informações inseridas de forma mais precisa. O cadastramento das O.S. com as informações dos atendimentos necessários, criou vasto material de análise para elaboração de planos de ações pontuais.

Figura 4 - Software de gestão da manutenção (O.S.)

Fonte: O Autor (2021)

A partir das informações contidas nas O.S. como data, serviços realizados e material requisitado, foi possível mensurar o tempo de quebra/falha que contribuiu para a elaboração de um plano de manutenção preventiva.

A fim de propor um plano de manutenção adequado, foi levantado junto ao fabricante do chassi/motor da frota, a recomendação de intervalos de manutenção, conforme se vê na Figura 5.

Figura 5 - Intervalos de Manutenção

50

Intervalos de manutenção (SERVIÇO SEVERO)

OF 1721 (384.078), OF 1721 L (384.065), OH 1521 (368.004/006), OH 1621 L (368.104/106)
OH 1621(368.115) OH 1721 (368.117)

Serviços		1º Serviço aos	2º Serviço aos	Demais serviços a cada
Serviço de manutenção	M	10.000 km	30.000 km	20.000 km
Serviços complementares de manutenção	Z2	30.000 km	70.000 km	40.000 km
Serviços complementares de manutenção	Z4	70.000 km	150.000 km	80.000 km
Regulagem das válvulas do motor	V3	10.000 km	70.000 km	60.000 km
Cubos de roda: Trocar a graxa dos cubos de roda do eixo dianteiro	Z2	30.000 km	70.000 km	40.000 km
Trocar filtro de ARLA 32		cada 240.000 km ou 2 anos		
Serviços adicionais de manutenção	J1	cada 1 ano		
Serviços adicionais de manutenção	J2	cada 2 anos		
Serviços adicionais de manutenção	J3	cada 3 anos		
Troca de óleo dos agregados				
Motor OM 924 LA	M	10.000 km	30.000 km	20.000 km
Caixa de mudanças G85 sem resfriador de óleo (óleo classe MB 235.12)		30.000 km	60.000 km	30.000 km
Caixa de mudanças G85 sem resfriador de óleo (óleo classe MB 235.1)		15.000 km	30.000 km	15.000 km
Caixa de mudanças G85 com resfriador de óleo (óleo classe MB 235.12)	Z2	30.000 km	70.000 km	40.000 km
Caixa de mudanças G85 com resfriador de óleo (óleo classe MB 235.1)		30.000 km	60.000 km	30.000 km
Caixa de mudanças G85 com resfriador de óleo (óleo classe MB 235.12)		90.000 km	190.000 km	100.000 km
Somente no veículo OF 1721				
Retarder Voith R120/R123 (óleo classe MB 235.27)		50.000 km	90.000 km	40.000 km
Retarder Voith R120/R123 (óleo classe MB 235.28 - **Série)	Z3	50.000 km	110.000 km	60.000 km
Retarder Voith R120/R123 (óleo classe MB 235.29)		50.000 km	130.000 km	80.000 km
Transmissão automática Allison T3270XFE - trocar o óleo (óleo conforme TES 295)		110.000 km	230.000 km	120.000 km
Transmissão automática Allison T3270XFE - trocar o filtro de óleo		50.000 km	110.000 km	60.000 km
Transmissão automática Allison T270/T270R/T280R/B300R - trocar o óleo (óleo conforme TES 295)		110.000 km	230.000 km	120.000 km

ATENÇÃO

Antes de realizar trabalhos de manutenção, leia sempre a documentação técnica, como por exemplo, o Manual de Operação e as informações de oficina. Sempre realize os trabalhos de manutenção nos intervalos prescritos. Caso contrário, podem ocorrer danos nos componentes do veículo ou falhas de funcionamento em sistemas de segurança. Isto pode resultar em acidentes com lesões em você ou em outras pessoas.

Fonte: Manual de Manutenção – Mercedes-Benz (2019)

Após identificar o tempo do fabricante para a realização de manutenções, foi necessário identificar, na prática, o histórico de tempo que, de fato, as quebras aconteceram. Para isso, foi utilizado um relatório de registro de quebras, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Software de gestão da manutenção (Relatório)

KM percorrida entre Falhas						
Manutenção de Frota 11/11/2021 23:25 Versão 1.0.0.27/Beta						
Veículo:	103	LRF2823	Linha			
OS No.	Data	KM atual	KM anterior	KM Percorrida	Motivo	Item Requisitado
3499	28/10/2021	149.656	148.361	1.295		SENSOR DE
Total.....	Qtde OS	1	Média..	1.295,00	1295	
Veículo:	107	LLN6369	Linha			
OS No.	Data	KM atual	KM anterior	KM Percorrida	Motivo	Item Requisitado
3399	02/10/2021	386.577	385.890	687		TUBO DA BUCHA DE MOLA
Total.....	Qtde OS	1	Média..	687,00	687	
Veículo:	109	JKP2328	Linha			
OS No.	Data	KM atual	KM anterior	KM Percorrida	Motivo	Item Requisitado
3418	08/10/2021	716.684	716.285	399		OLEO HIDRAULICO ATF
3440	15/10/2021	718.105	716.684	1.421		MOTOR DE ABRIR PORTA
Total.....	Qtde OS	2	Média..	910,00	1820	

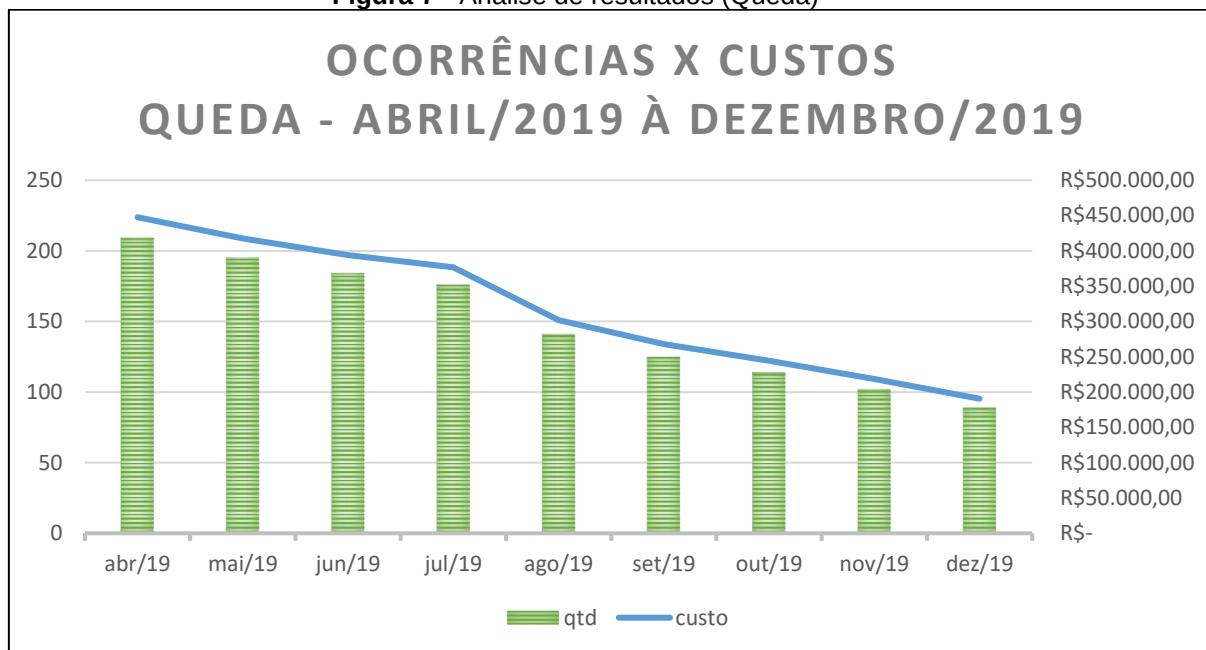
Fonte: O Autor (2021)

De posse das recomendações do fabricante para realização de manutenção preventiva, contidas em manual, e do relatório de “KM percorrida entre falhas” (Figura 5), pode-se então propor um plano de manutenção preventiva.

A fim de controlar os períodos de manutenção da frota, se valendo dos históricos de O.S. (ordens de serviços) e das recomendações do fabricante (Figura 5), estabeleceu-se um planejamento de manutenções preventivas periódicas.

O planejamento e execução das manutenções preventivas possibilitou que ocorresse a diminuição das quebras e consequentemente, dos custos com manutenção. Pode-se verificar esta diminuição no Figura 7, que demonstra as quedas subsequentes ao mês de abril de 2019, se mantendo até dezembro de 2019.

Figura 7 - Análise de resultados (Queda)



Fonte: O Autor (2021)

De acordo com a Figura 7, no período compreendido entre maio de 2019 e dezembro de 2019, obteve-se uma queda de custos de R\$ 227.029,42, correspondente a 50,72%. Tal queda pode ser alcançada através da implementação do plano de manutenção preventiva, efetuado em intervalos predeterminados, onde as atividades foram destinadas à prevenção de falhas, panes e quebras, que interrompiam a continuidade do serviço e consequentemente, a arrecadação financeira.

Durante a criação do plano de manutenção preventiva, os colaboradores receberam treinamento onde tomaram conhecimento das novas práticas e dos resultados esperados com a implementação deste tipo de manutenção. Tal treinamento resultou no envolvimento necessário para o alcance dos resultados da implementação.

Quanto à implementação, novos dados de custos de manutenção foram coletados, levando-se em consideração, agora, as manutenções preventivas estabelecidas. A coleta destes dados, possibilitou calcular o indicador CMF (Custo de Manutenção/Faturamento), cujo resultado apresentado na Tabela 2, demonstra que em 2019, foi alcançado o índice de 18,21%.

Tabela 2 - CMF 2019

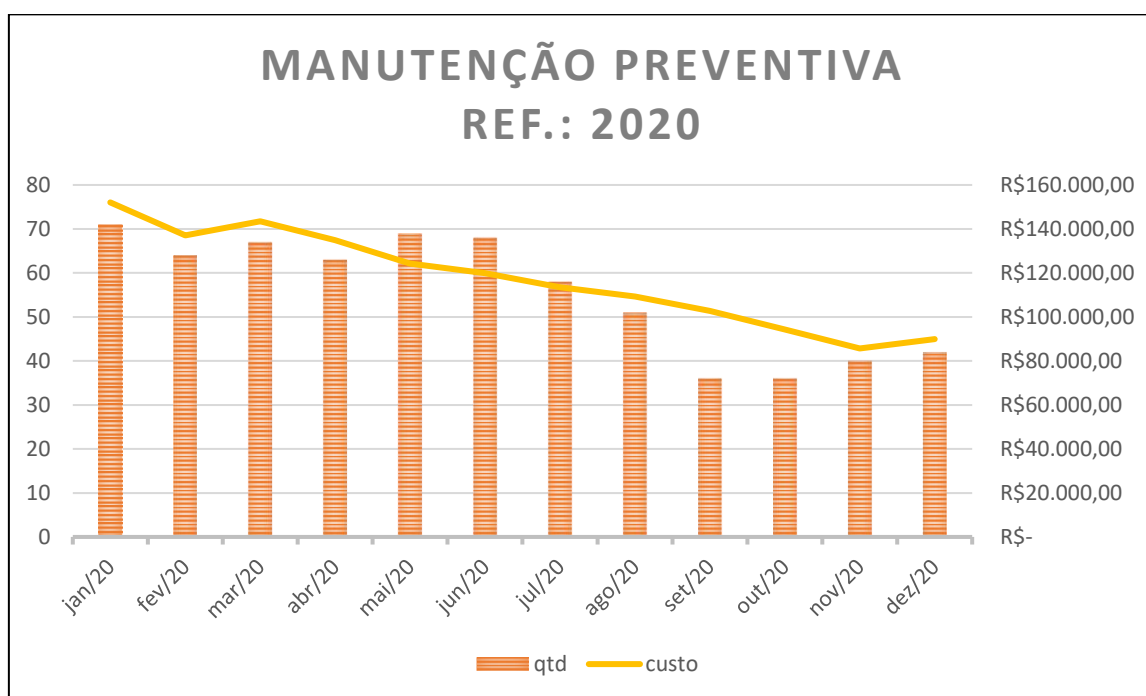
2019			
	FATURAMENTO	CUSTO MNT	CMF
jan/19	R\$ 1.759.902,10	R\$ 379.096,29	21,54%
fev/19	R\$ 1.884.154,11	R\$ 342.685,91	18,19%
mar/19	R\$ 1.793.181,99	R\$ 409.081,30	22,81%
abr/19	R\$ 1.908.746,64	R\$ 447.633,47	23,45%
mai/19	R\$ 2.035.238,43	R\$ 417.648,45	20,52%
jun/19	R\$ 1.662.958,34	R\$ 394.088,79	23,70%
jul/19	R\$ 1.790.417,25	R\$ 376.954,50	21,05%
ago/19	R\$ 1.813.030,36	R\$ 301.991,95	16,66%
set/19	R\$ 1.790.569,23	R\$ 267.723,36	14,95%
out/19	R\$ 1.848.133,85	R\$ 244.163,71	13,21%
nov/19	R\$ 1.719.588,18	R\$ 218.462,26	12,70%
dez/19	R\$ 1.911.382,99	R\$ 190.619,03	9,97%
	R\$ 21.917.303,46	R\$ 3.990.149,02	18,21%

Fonte: O Autor (2021)

Ressalta-se que os resultados apresentados durante o ano de 2019, expressam o período de transição, assim como o de implementação. Segundo a ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos), a média brasileira para este indicador, no setor de transporte, é de 9,50%. Desta forma, verifica-se os altos índices expressos na Tabela 2 que denotam prejuízos causados com a prática de manutenção corretiva.

Diante da continuidade das práticas e aperfeiçoamento do plano de manutenção preventiva, foi possível realizar o acompanhamento dos resultados, que estão demonstrados na Figura 8. Tal Figura demonstra a continuidade dos resultados que perduram desde a transição e implementação (abril/2019 e maio/2019) e são contínuos nos meses de 2020.

Verifica-se na Tabela 3 que mesmo com variação de quantidade de manutenções, sendo as mesmas preventivas, ou seja, realizadas em intervalos predeterminados, prevenindo as falhas e consequente interrupção dos serviços, os custos se mantiveram sob controle e abaixo dos anteriormente existentes enquanto havia a manutenção corretiva.

Figura 8 - Análise de Manutenção Preventiva

Fonte: O Autor (2021)

A fim de comparar os resultados anteriores e posteriores à implementação da manutenção preventiva, foram analisados os resultados alcançados no ano de 2020 e realizado a atualização do indicador CMF (Custos de Manutenção/Faturamento), conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - CMF 2020

2020				
	faturamento	custo mnt	CMF	
jan/20	R\$ 1.478.344,64	R\$ 152.066,87	10,29%	
fev/20	R\$ 1.576.046,16	R\$ 137.074,36	8,70%	
mar/20	R\$ 1.265.345,06	R\$ 143.499,72	11,34%	
abr/20	R\$ 461.267,48	R\$ 134.932,57	29,25%	
mai/20	R\$ 628.808,43	R\$ 124.223,64	19,76%	
jun/20	R\$ 686.213,26	R\$ 119.940,06	17,48%	
jul/20	R\$ 713.675,08	R\$ 113.514,70	15,91%	
ago/20	R\$ 728.790,02	R\$ 109.231,13	14,99%	
set/20	R\$ 817.058,20	R\$ 102.805,77	12,58%	
out/20	R\$ 896.550,39	R\$ 94.238,62	10,51%	
nov/20	R\$ 945.706,30	R\$ 85.671,47	9,06%	
dez/20	R\$ 1.002.617,03	R\$ 89.955,05	8,97%	
	R\$ 11.200.422,03	R\$ 1.407.153,96	12,56%	

Fonte: O Autor (2021)

Considerando o indicador CMF de 9,50% para o setor de transporte, verifica-se que nos meses de fevereiro de 2020, novembro de 2020 e dezembro de 2020, este índice foi menor e sendo assim, demonstra a eficiência da manutenção preventiva. Analisando o CMF anual, o mesmo foi menor em 5,65% do que em 2019, representando uma redução de R\$ 2.582.995,06 de custo de manutenção.

Desta forma, a Figura 9, possibilita fazer um comparativo entre os dados da manutenção corretiva, com os dados após a implementação da manutenção preventiva.

Figura 9 - Comparativo de custo de manutenção (2019/2020)



Fonte: O Autor (2021)

Assim, de acordo com o que é apresentado na Gráfico 4, pode-se perceber que após a implementação do plano de manutenção preventiva, os custos com manutenção diminuíram de R\$ 447.633,47 para R\$ 134.932,57 no mês abril, de R\$ 417.648,45 para R\$ 124.223,64 no mês maio e de R\$ 394.088,79 para R\$ 119.940,06 no mês junho, mostrando que realizar paradas

planejadas, por meio de manutenção preventiva agrega melhoria para a produtividade desse setor na empresa.

5 CONCLUSÃO

Foi possível observar que a gestão adequada da manutenção de frota em empresas de transporte coletivo é de suma importância. Isto corrobora para se destacar que a redução de perdas e dos gastos desnecessários são fundamentais para o aumento da margem de lucro. Além disto, a experiência de utilização dos serviços por seus usuários é positivada, contribuindo para o aumento de utilizações.

A proposta do plano de manutenção preventiva baseado na TPM, seguindo as diretrizes estabelecidas, se mostrou aplicável e interessante para a empresa já que a previsão de economia com a eliminação das grandes perdas identificadas ultrapassou R\$ 2.582.995,06, no primeiro ano.

5.1 ATENDIMENTOS AOS OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral deste trabalho consiste em comparar os custos da manutenção corretiva e da manutenção preventiva, baseado na manutenção produtiva total (TPM), em uma empresa de transporte público urbano. Para este objetivo geral, foram propostos seis objetivos específicos que serão analisados a seguir:

(i) Demonstrar os custos de ocorrências por manutenção corretiva.

Para que esse objetivo fosse alcançado, foi realizado um levantamento de todos os custos com interrupções por falhas, inicialmente, durante o período de janeiro de 2019 a abril de 2019. Este levantamento serviu para identificação de gastos desnecessários e perdas. Possibilitou também realizar o alinhamento de ações pontuais para interromper as práticas que ocasionavam perdas significativas. Através de relatórios gerados por software de gestão, levantou-se os dados necessários para o cumprimento desse objetivo.

(ii) Estabelecer as áreas para manutenção preventiva.

Para o alcance desse objetivo, dividiu-se as ocorrências de manutenção corretiva em áreas. Esta divisão possibilitou a criação de planos de manutenção preventiva, possibilitando identificar as áreas mais críticas e necessitadas de intervenções. Também foi possível mensurar a quantidade de ocorrências nas áreas e assim, tomar as providências cabíveis que levaram aos primeiros resultados.

(iii) Identificar o intervalo de tempo de manutenção recomendado pelo fabricante.

Para atingir esse objetivo, após levantamento das áreas mais críticas, consultou-se informações e recomendações dos fabricantes a fim de planejar o intervalo de tempo das manutenções preventivas. Identificar tais recomendações levou à boas práticas de planejamento de manutenção preventiva que, segundo Costa (2018), tem como vantagem a redução da degeneração dos equipamentos, a melhoria na operabilidade das máquinas, a redução dos riscos de quebra dos equipamentos, evitando assim a necessidade da manutenção corretiva.

(iv) Criar um registro de quebras

Para que esse objetivo fosse alcançado, se fez necessário criar um histórico de quebras por veículo. Esse histórico possibilitou a realização dos registros das quebras e também do intervalo que as mesmas aconteceram. Com a alimentação correta do sistema o software foi capaz de possibilitar o acompanhamento quanto a quilometragem rodada entre ocorrências de quebras, de substituição de peças e serviços realizados, tornando possível o acompanhamento de cada veículo da empresa quanto aos serviços executados, os custos de cada manutenção e o tempo entre eles.

(v) Implementar um plano de manutenção preventiva.

Para cumprimento desse objetivo, foi utilizado o cruzamento dos dados das áreas definidas de manutenção, com as recomendações de intervalo de manutenção orientadas pelo fabricante e os registros de quebras. Isso possibilitou a criação de planos de manutenção preventiva com margem de antecipação às possíveis quebras, conforme a NBR-5462 de novembro de 1994, (NBR-5462, 1994), que define a manutenção preventiva como, manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de item.

(vi) Demonstrar os custos por manutenção preventiva.

A fim de cumprir esse objetivo, após a implementação da manutenção preventiva, foi possível demonstrar e comparar os custos anteriores à implementação, quando somente se praticava a manutenção corretiva, em relação aos custos durante e após a implementação da manutenção preventiva. Percebeu-se a efetividade deste tipo de manutenção e seus benefícios através da demonstração dos índices de redução de custos e quantidades.

Por fim, ao verificar que todos os objetivos específicos foram atingidos, o objetivo geral também foi alcançado o que se pode perceber nos resultados exibidos.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando as limitações deste trabalho, podem-se sugerir futuros trabalhos que abordam temas que não foram explorados ou que utilizam este trabalho como ponto de partida. Dentre as possíveis sugestões, podem-se destacar:

- Replicar esse trabalho em outras empresas de ramos diferentes e com características de processos diferentes, a fim de identificar outras fontes

de influências na implementação das práticas de manutenção preventiva e da TPM.

- Recomenda-se o desenvolvimento de indicadores relacionados diretamente com o atendimento ao público do transporte urbano de passageiros por ônibus, uma vez que este trabalho deverá ter sequência e analisar como a atividade de manutenção veicular irá impactar as empresas, a partir das necessidades e do atendimento deste público.
- Outra sugestão seria também disponibilizar a aplicação deste método em outras empresas do setor, situadas em outras regiões, como também a aplicação do método em outros modos de transportes que também praticam o transporte público de passageiros.

A partir dessas sugestões de trabalhos pretende-se dar seguimento às pesquisas relacionadas ao tema estudado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5462: Confiabilidade e manutenibilidade.** Norma técnica. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ALMEIDA, Júlio César Freitas de. **Uma abordagem sobre manutenção preditiva em subestação de potência.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação Engenharia Elétrica. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, Brasil.

AZAMBUJA, A. M. V. **Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros.** 2012. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

BELINELLI, Marjorie. **A Manutenção Produtiva Total (TPM) como ferramenta para aumento de disponibilidade de máquina: estudo de caso em uma indústria do ramo Siderúrgico.** XVII Simpósio de Engenharia de Produção – Ensino de Engenharia de Produção: Desafios, Tendências e Perspectivas, 2009.

BELLUCCI, S.; CORREA, L.R.; DEUTSCH, J.G. & JOSHI, C. (2014). **Introduction: Labour in Transport: Histories from the Global South (Africa, Asia, and Latin America), c.1750 to 1950.** International Institut vor Sociale Geschiedenis, Special Issue, pp. 1–10.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei nº. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995.** Presidência da República. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 17 de Nov. de 2021.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês).** 9ª Ed. - Nova Lima: Falconi Editora, 2014.

COSTA, M. A. **Gestão estratégica da manutenção: Uma oportunidade para melhorar o resultado operacional.** Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013. Disponível em: http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2012_3_Mariana.pdf. Acesso em: 07 de Nov. de 2021

COSTA, F. E.da. **Proposta de um plano de manutenção contínua para uma empresa de transporte coletivo.** 2018. Projeto de Graduação – Universidade de Brasília, Brasília. Distrito Federal.

CRESWELL, J. W.; PLANO-CLARK, V. L. **Pesquisa de métodos mistos.** 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

CYRINO, L. Diagnóstico de falhas das vibrações. 18 de Jul. de 2017. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagnostico-de-falhas-das-vibracoes/>. Acesso em: 06 de Nov. de 2021.

DA SILVA, J. A. B.; SCHLAG, F. **Aspectos tangíveis e intangíveis na definição de qualidade do transporte público.** Anais do Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação, Ensino e Extensão do Campus Anápolis de CSEH (SEPE) (ISSN 2447-9357), v. 3, n. 1, 2017.

- DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DIAS, Íris Soraia Cristóvão. **Aplicação de Técnicas de Fiabilidade e Gestão de Manutenção numa Linha de Tratamento de Frigoríficos em Fim de Vida: Caso de Estudo Recielectric**. 2015. Tese de Doutorado.
- DUARTE, M. Y. M. **Estudo de caso**. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (orgs). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2006
- ETI, M.C.; OGAJI, S.O.T.; ROBERT, S.D., (2004), **Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries**, *Applied Energy*, Vol 79, pp 385-401.
- FERRAZ, A. C. C. P; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: Rima, 2004.
- FERNANDES, F.; BODMER, M. **Gestão empresarial da qualidade nos transportes: aproximação entre teoria e prática**. Revista dos Transportes Públicos, ano 18, p. 33-43, 4. trim. 1995.
- FILHO, Gil Branco. **Curso Planejamento e Controle de Manutenção - PCM**, 2003, ABRAMAN Regional PR/SC - Curitiba-PR.
- FLICK, U. **An introduction to qualitative research**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2009.
- FREIRE, S. A. et al. **Mobilidade urbana sustentável: Uma avaliação do sistema integrado de transporte público coletivo na cidade de João Pessoa**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 13., 2010, Canela. Artigo completo.
- FREITAS, Leonardo Rodrigues de; NETO, Jair Rodrigues de Siqueira; SOUZA, Thais Martins; PIRES, Leticia da Silva. **Manutenção Produtiva Total (TPM) e Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM): Uma revisão da literatura**. In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Joinville – SC 2017.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar Projetos de Pesquisa**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- HEIDEMANN, Herton Etmar. **Aplicação Da Metodologia TPM Para A Otimização Da Eficiência Global Em Máquinas Injetoras De Uma Empresa De Eletrodomésticos**. 2007. 81 f. TCC (Graduação)- Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2007.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. (2019). **Manutenção Função Estratégica**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda.
- KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- MADU, C.N. (2000), **Competing through maintenance strategy**, *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 17, No.9 pp 937-948.
- MARQUES, Alexander Fernandes, et. al, **GESTÃO DE MANUTENÇÃO DE FROTA DE VEÍCULOS Uma proposta de otimização através de monitoramento individualizado e contínuo**. Fundação Dom Cabral. Curitiba 2017
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção**. 3ª edição, São Paulo: Saraiva, 2015.
- MELO, L. F. **Caracterização da rede metropolitana de transporte coletivo de Goiânia – RMTc**. Conjuntura Econômica Goiana. Out. N 19. 2011.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J. **Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014

MONTEIRO, D.M.M. **Estudo da aplicabilidade de um modelo de manutenção de uma empresa industrial metalomecânica - SODECIA**. 104 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletromecânica. Universidade da Beira Interior. Covilhã. Portugal. 2013.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance**. Tradução Mário Nishimura. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 105 p.

NAVARRO, I.; GALILEA, P.; HIDALGO, R.; HURTUBIA, R. **Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte?** Eure, v. 44, nº 132, p. 135-153. 2018.

OLIVEIRA, Rafaela. **Análise de implementação do programa de manutenção autônoma [manuscrito]: estudo de caso em uma empresa de mineração de bauxita**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - UFOP, Ouro Preto – MG, 2017.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. (2008). **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, v.4.

PETTERSSON, F. **Developing a regional superbuss concept – Collaboration challenges. Case Studies on Transport Policy**, v.6 p.32–42. 2018

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

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

SCHALEKAMP, H. **Lessons from building paratransit operators' capacity to be partners in Cape Town's public transport reform process. Transportation Research Part A**, v.104 p.58– 66, 2017.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (2018), **Administração da produção** (8a ed.). São Paulo: Atlas.

SOARES, Fernando da Silva. **Introdução da manutenção preventiva sistemática nos SASUC**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade de Coimbra.

SOUZA, Valdir Cardoso de. **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. 5ª edição, São Paulo: All Print Editora, 2013.

TELES, Jhonata. **Planejamento e Controle de Manutenção Descomplicado: Uma metodologia passo a passo para a implementação do PCM**. 1. ed. Brasília - DF: ENGETELES Editora, 2019. p. 1-258.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; CRUZ, J. A.; MELO, J. C. & CARVALHO, N. A. (2016). **Qualidade e Produtividade nos Transportes** – 2ª ed. São Paulo – Cengage Learning.

VIANA, Herbert R. G. **PCM - Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro - RJ: Qualitymark Editora, 2014.

XENOS, HARILIUS G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. 2ª.ed. Minas Gerais: Falconi, 2014.

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