

Carlos Eduardo Sanches de Andrade
(Organizador)

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados



Carlos Eduardo Sanches de Andrade
(Organizador)

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia de produção: desafios científicos e problemas aplicados

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia de produção: desafios científicos e problemas aplicados / Organizador Carlos Eduardo Sanches de Andrade. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0374-6
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.746222906>

1. Engenharia de produção. I. Andrade, Carlos Eduardo Sanches de (Organizador). II. Título.

CDD 670

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia de produção: Desafios científicos e problemas aplicados” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 6 capítulos, estudos sobre diversos aspectos que mostram como a Engenharia de Produção pode atender as novas demandas de uma sociedade cada vez mais interdependente.

Para que um projeto seja bem sucedido é preciso identificar os riscos inerentes aos processos. O desconhecimento desses riscos pode levar ao fracasso do projeto, daí a importância da abordagem desse tema.

Os processos industriais envolvidos na Engenharia de produção produzem efeitos ambientais, que devem ser tratados adequadamente para que a sociedade tenha uma melhor qualidade de vida. Esse é outro tópico abordado nessa compilação.

A gestão em Ergonomia ainda é um grande desafio para os profissionais que atuam na Engenharia de Produção, que precisam levar em consideração os tanto os aspectos legais quanto a promoção da saúde e a produtividade dos trabalhadores, justificando pesquisas nesse tópico.

Outras perspectivas abordadas nesta obra dizem respeito ao estudo das inovações nas empresas, do nascimento e crescimento do uso de criptomoedas, e a gestão da manutenção da frota de veículos em empresas transportadoras de cargas.

Agradecemos aos autores dos diversos capítulos apresentados e esperamos que essa compilação seja proveitosa para os leitores.

Carlos Eduardo Sanches de Andrade


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM PROJETOS

Josival Inácio do Nascimento

Sergio Roberto Amaral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229061>


CAPÍTULO 2..... 14

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE UMA LINHA PRODUTIVA DE TINTURA CAPILAR, COM BASE NA GESTÃO AMBIENTAL

Camila da Silva Marins

Carlos Eduardo Moreira Guarido


Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229062>

CAPÍTULO 3..... 32

DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA GESTÃO EM ERGONOMIA EM EMPRESAS TERCEIRIZADAS: ESTUDO DE CASO EM UM PROJETO DE GRANDE PORTE

Tonia Chaves Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229063>

CAPÍTULO 4..... 36

PERSPECTIVA DOS BRASILEIROS EM RELAÇÃO ÀS CRIPTOMOEDAS


Débora Pereira de Mattos

Daiane Rodrigues dos Santos

Alberto Eduardo Besser Freitag

Osvaldo Quintella Jr


Fabício da Costa Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229064>

CAPÍTULO 5..... 55

UMA ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: DISCUSSÃO COM FOCO NO PROGRAMA SEBRAE-ALI DE PERNAMBUCO

Charles Ulises de Montreuil Carmona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229065>

CAPÍTULO 6..... 69


AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EMPRESAS TRANSPORTADORAS DE CARGAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA FROTA DE SEUS VEÍCULOS: APLICAÇÃO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ASFALTO

Vinicius Gomes Rodrigues

Nadya Regina Galo

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Cintia Isabel de Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7462229066>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	82
ÍNDICE REMISSIVO.....	83

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EMPRESAS TRANSPORTADORAS DE CARGAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA FROTA DE SEUS VEÍCULOS: APLICAÇÃO EM UMA DISTRIBUIDORA DE ASFALTO

Data de aceite: 01/06/2022

Vinicius Gomes Rodrigues

Universidade Federal de Goiás - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Discente da graduação em Engenharia de Transportes
Aparecida de Goiânia - Goiás

Nadya Regina Galo

Universidade Federal de Goiás - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Docente da graduação em Engenharia de Produção
Aparecida de Goiânia - Goiás

Carlos Eduardo Sanches de Andrade

Universidade Federal de Goiás - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Docente da graduação em Engenharia de Transportes
Aparecida de Goiânia - Goiás

Cintia Isabel de Campos

Universidade Federal de Goiás - Faculdade de Ciências e Tecnologia
Docente da graduação em Engenharia de Transportes
Aparecida de Goiânia - Goiás

RESUMO: A escolha equivocada da estratégia de manutenção pode acarretar custos excessivos e redução do nível de serviço. Ações como inspeções e checklists, são ações preventivas que podem trazer benefícios na produtividade do equipamento. Nessa perspectiva, o objetivo geral deste estudo é comparar o resultado dos

indicadores de desempenho de uma frota de veículos do segmento de transporte asfáltico, para compreender o comportamento dos indicadores frente a adoção de um checklist e inspeções que resultaram em ações de manutenção preventiva. O trabalho segue os moldes da pesquisa ação e busca, por meio dos estudos dos relatórios que são retirados do sistema ERP e base de dados internas da empresa, antes e depois das ações, analisar a variação de respectivos indicadores nos períodos. Por meio dos dados obtidos, foi elaborado um dashboard como ferramenta para análise dos valores. Ao analisar os indicadores, estes se mostraram adequados para análise e pequenas variações foram identificadas. No entanto não é possível atribuir as variações apenas as ações de manutenção preventivas que foram tomadas. Com isso, observou-se a importância de acompanhamento por um período maior, para entender, a longo prazo, o impacto nos indicadores selecionados.

PALAVRAS-CHAVE: Quilômetro médio até a falha. Tempo Médio Entre Falhas. Tempo Médio de Reparo. Disponibilidade. Manutenção Corretiva.

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF CARGO TRANSPORTATION COMPANIES IN THE MANAGEMENT OF THE MAINTENANCE OF THEIR VEHICLES FLEET: APPLICATION IN AN ASPHALT DISTRIBUTOR

ABSTRACT: The wrong choice of maintenance strategy can lead to excessive costs and reduced service level. Actions such as inspections and checklists are preventive actions that can benefit

the productivity of the equipment. In this perspective, the general objective of this study is to compare the result of the performance indicators of a fleet of vehicles in the asphalt transport segment, to understand the behavior of the indicators in the face of the adoption of a checklist and inspections that resulted in preventive maintenance actions. The work follows the lines of action research and seeks, through the studies of reports that are taken from the ERP system and the company's internal database, before and after the actions, to analyze the variation of the respective indicators in the periods. Through the data obtained, a dashboard was created as a tool for analyzing the values. When analyzing the indicators, they proved to be suitable for analysis and small variations were identified. However, it is not possible to attribute the variations only to the preventive maintenance actions that were taken. Thus, the importance of monitoring for a longer period was observed, in order to understand, in the long term, the impact on the selected indicators.

KEYWORDS: Mean Kilometer to Failure. Mean Time Between Failure. Mean Time to Repair. Availability. Corrective Maintenance.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Ferreira Filho (2015), tendo em vista que no Brasil o transporte de cargas opera em um mercado competitivo, a eficiência na gestão de frotas torna-se um fator decisivo para o crescimento tal como para a sobrevivência das empresas. Desse modo, a eficiência do transporte rodoviário de cargas depende do controle efetivo do desempenho da frota.

Conforme definido por Valente et al. (2012), a gestão de frota consiste na atividade de gerenciar um conjunto de veículos que pertence a uma mesma empresa. Assim sendo, esse processo envolve diferentes serviços, especificação de equipamentos, roteirização, custos, manutenção e renovação de veículos.

Especificamente na manutenção, o serviço é orientado por indivíduos capacitados, com ferramentas adequadas, que desenvolvem ações técnicas com o objetivo de preservar o equipamento, oferecendo o correto apoio logístico durante sua vida útil (FUENTES, 2006). Desse modo, a manutenção da frota, quando bem executada, possibilita o controle do desgaste de peças do veículo e identificação da necessidade de intervenções para prolongar o tempo de vida útil do equipamento.

Entretanto, o bom desempenho das atividades de manutenção está associado à sua gestão, que pode ocorrer com auxílio de diferentes procedimentos e ferramentas de controle. Assim, a escolha adequada de um plano de manutenção é fundamental para a gestão da frota eficaz, podendo reduzir custos e aumentar a disponibilidade do equipamento.

Ao se considerar os principais planos de manutenção podemos citar as corretivas, preventivas ou preditivas (ABNT 5462). A manutenção corretiva é aquela efetuada após a ocorrência de uma falha ou ruptura, sendo necessária para retornar às atividades.

As manutenções preventiva e preditiva se mostram mais eficientes no que diz respeito à integridade do equipamento e planejamento da intervenção. A manutenção preventiva é

a ação executada em um intervalo de tempo predeterminado e tem por objetivo reduzir a degradação do equipamento (FERREIRA, 2012). Enquanto a manutenção preditiva é realizada a partir da identificação da redução de desempenho, ou mudança na condição do equipamento (PINTO, 2001).

Assim, para se empregar formas mais eficientes de manutenção como a preventiva e preditiva é necessário estabelecer rotinas de monitoramento que atualizam a condição diária do equipamento. Medidas como adoção de formulários de checklist e inspeções diárias são ações que contribuem para o acompanhamento e conservação do bom estado da frota. Dessa maneira, os dados provenientes do registro dos procedimentos de acompanhamento são a base para o cálculo de indicadores de desempenho da frota, fornecendo informações sobre a realidade do equipamento (DE CAMPOS, 1994).

Portanto, os indicadores de desempenho da frota são instrumentos de suporte na gestão da manutenção. Segundo Kardec (2002) permitem medir a diferença entre o planejado e o executado. Ademais, Amorim (2021) concluiu que a adoção dos indicadores em um plano de manutenção preventiva pode trazer benefícios à frota, como maior confiabilidade e segurança em relação ao desempenho operacional do equipamento.

Dentre os indicadores disponíveis para auxiliar na gestão da manutenção da frota, os que sustentam a narrativa deste estudo são: Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio Para Falhar (MTTF), Tempo Médio de Reparo (MTTR), Indicador de Disponibilidade (D), e o Quilômetro médio entre falhas (MKBF). O cálculo desses indicadores pode ser realizado conforme apresentado no Quadro 1.

Indicador	Descrição Indicador	Equação	Parâmetros da equação	Estudos que utilizaram o indicador
Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)	Refere-se ao intervalo de tempo (T) entre duas falhas consecutivas	$MTBF = \theta$ $= \frac{T}{Nf}$	MTBF: <i>Mean TimeBetween Failure</i> T: Intervalo de tempo, em horas, entre as intercorrências Nf: Número de falhas	Da Silva (2009) Amorim (2021) Garcia (2009) Klein (2017)
Tempo Médio de Reparo (MTTR)	Engloba vários tempos gastos com o reparo total do equipamento	$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{Nf}$	MTTR: <i>Mean Time To Repair</i> TTR: Tempo de reparação Nf: Número de falhas	Da Silva (2009) Amorim (2021) Garcia (2009) Klein (2017)
Disponibilidade (D)	Representa a confiabilidade da vida útil do equipamento	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	D: Disponibilidade MTBF: <i>Mean Time Between Failure</i> MTTR: <i>Mean Time To Repair</i>	Da Silva (2009) Amorim (2021) Garcia (2009) Klein (2017)

Quilômetro médio entre falhas (MKBF)	Representa a quilometragem média da frota até a falha.	$MKBF = \frac{\sum KM}{\sum Nf}$	MKBF: <i>Mean Kilometer Between Failures Repair</i> KM: quilômetros Nf: Número de falhas	SANTOS (2007)
--------------------------------------	--	----------------------------------	--	---------------

Quadro 1: Indicadores.

Fonte: Autores (2022).

Especificamente, esse trabalho tem como objetivo comparar o resultado dos indicadores de desempenho da frota de veículos de uma empresa privada do segmento de transporte asfáltico, antes e depois da adoção das estratégias de monitoramento diário, checklist e inspeções.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Local do estudo e problematização

A empresa em que o estudo foi desenvolvido, a Distribuidora Brasileira de Asfalto – Disbral®, atua no segmento do transporte e distribuição de materiais betuminosos derivados do petróleo (DISBRAL, 2020). Resumidamente, o processo operacional da organização é dividido entre a revenda do CAP e a distribuição das emulsões asfálticas que são industrializadas na matriz ou nas filiais, sendo que a matéria prima utilizada é retirada pela própria empresa nas refinarias em diferentes estados. Desse modo, para atender as operações, a empresa possui uma frota própria de 84 veículos de categoria cavalo de tração e 167 semirreboques tanque.

O sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) utilizado na empresa possibilita o acesso a relatórios gerenciais das operações, dentre os quais são contemplados àqueles referentes ao departamento de manutenção da frota. Entretanto, o sistema não possibilita um acompanhamento por meio de análises comparativas entre períodos ou frota.

Por consequência, até dezembro de 2019 o controle de manutenção da frota era realizado por meio do levantamento dos custos com peças e serviços utilizando o indicador mensurado a partir da razão do custo de manutenção mensal e os quilômetros totais percorridos pela frota. Após observar um aumento constante dos gastos de manutenção acompanhado da redução da quantidade de quilômetros percorridos pela frota, conclui-se que a empresa compartilhava de uma política de manutenção corretiva que resultava em custos elevados com peças e com serviços, além de diminuir o nível de serviço prestado.

Assim, ações de manutenção preventiva, especificamente a implementação de checklists e inspeções veiculares, foram propostas com o intuito de reduzir os custos e melhorar a disponibilidade do equipamento. O checklist tem por finalidade identificar, dentro dos componentes dos veículos, as falhas relacionadas aos freios, hidráulica, elétrica e pneus. Por sua vez, as inspeções veiculares conferiam as condições dos equipamentos

de proteção individual (EPI), placas de sinalização e componentes de descarga.

Além das ações, a empresa passou a utilizar os indicadores MTBF, MTTR para acompanhamento das atividades de manutenção e auxílio da gestão. De forma complementar, este estudo propôs a análise dos indicadores Disponibilidade e MKBF.

As ações começaram a ser executadas de forma parcial em janeiro de 2020 e foram estabelecidas em definitivo a partir de janeiro de 2021. A partir de então, foi adotado um procedimento que impede o veículo de sair na portaria com o checklist sem concluir (Figura 2). Esse processo garante a boa qualidade da operação, uma vez que todos os veículos são verificados antes de sair da empresa, além de otimizar a entrada de informações a respeito da condição real do equipamento contribuindo para a gestão da manutenção.

Cabe destacar que, anterior a adoção das medidas de checklist e inspeções veiculares, não havia um procedimento pré-estabelecido na empresa, de modo que os veículos eram direcionados para a manutenção somente ao apresentarem alguma ruptura ou problema observado, conforme relatado previamente como a manutenção corretiva.

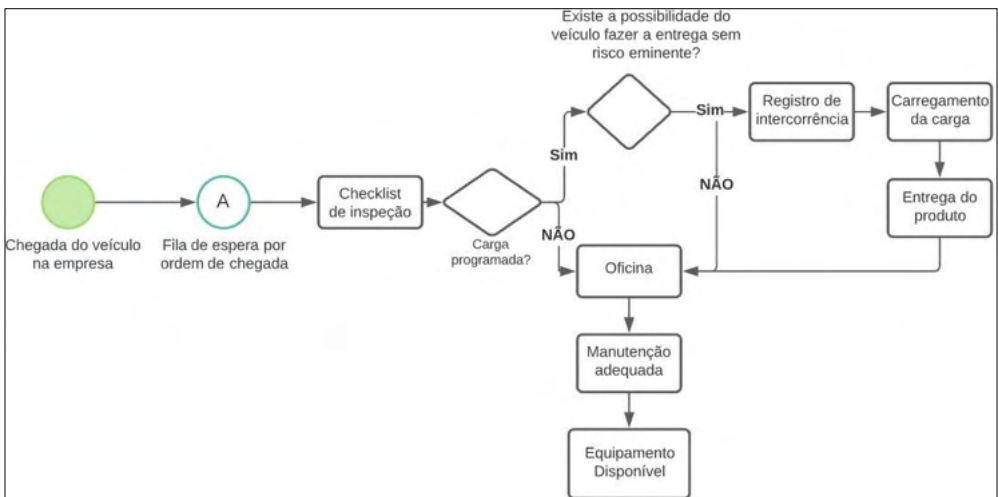


Figura 1: Fluxo de inspeção veicular.

Fonte: Autores (2022).

2.2 Base de dados

A base de dados utilizada no estudo consiste nos dados exportados do ERP da empresa e de outros controles internos como, por exemplo, a planilha de controle de quilômetros. O sistema ERP organiza as informações em relatórios da aba manutenção de ativos. Os relatórios contemplam os dados que serão analisados por meio do dashboard proposto neste trabalho para acompanhamento dos indicadores e auxílio a tomada de decisão: Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio Para Falhar (MTTF), Tempo

Médio de Reparo (MTTR) e, por fim, o Indicador de Disponibilidade (D). O quadro 2 apresenta, as variáveis obtidas com os dados exportados do sistema utilizado na empresa para o cálculo dos indicadores que serão analisados.

ID dos dados	Descrição	Unidade de Medida	Indicador
T	Intervalo de tempo entre as intercorrências	Horas	MTBF
Nf	Número de falhas	Contagem	MTBF, MTTR
A	Taxa de Falhas	Inverso MTBF	MTTF
TTR	Tempo de reparação	Horas	MTTR
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>	Horas	D

Quadro 2: Base de dados dos relatórios gerenciais.

Fonte: Autores (2022).

2.3 Etapas metodológicas

Este trabalho se iniciou com o desenvolvimento de uma revisão bibliográfica para auxiliar na identificação do cenário de estudo, e também para adquirir conhecimento a respeito da gestão de manutenção e seus indicadores.

A partir da revisão, foram definidos os indicadores complementares aos selecionados pela empresa, sendo eles Disponibilidade e o MKBF. Na sequência, o período de análise foi definido entre 2018 e 2021, devido a disponibilidade dos dados.

A quarta etapa consistiu no levantamento dos dados. O cálculo dos indicadores MTBF e MTTR foi realizado dentro do ERP, de forma automática. A exportação dos dados foi realizada dentro do módulo manutenção de ativos. Entretanto, os relatórios retirados não permitem uma análise comparativa dos períodos e por esse motivo necessitam ser organizados. Os dados de quilometragem percorrida e número de falhas da frota foram obtidos a partir das planilhas de controle da empresa. Esses dados são fundamentais para o cálculo dos indicadores Disponibilidade e MKBF.

A próxima etapa foi estruturar a base de dados. Primeiramente, foi realizado o cálculo da disponibilidade por veículo, com base nos valores de MTTR e MTBF. O cálculo do indicador MKBF, foi realizado com base nos quilômetros percorridos, e no número de falhas. Após agrupar os dados em apenas uma planilha, foi necessário tratar a base de dados, eliminando dados residuais e ajustando a formatação dos valores.

A base de dados foi utilizada para a elaborar um dashboard, que foi estruturado para representar, de forma clara, as informações e as mudanças em decorrência das ações implantadas. Além disso, é uma ferramenta que pode contribuir com a formulação de políticas e para subsidiar o direcionamento estratégico da empresa. Por fim, foi realizado a análise comparativa dos indicadores nos períodos de safra e entre safra. A Figura 1,

representa as etapas desenvolvidas durante o trabalho.

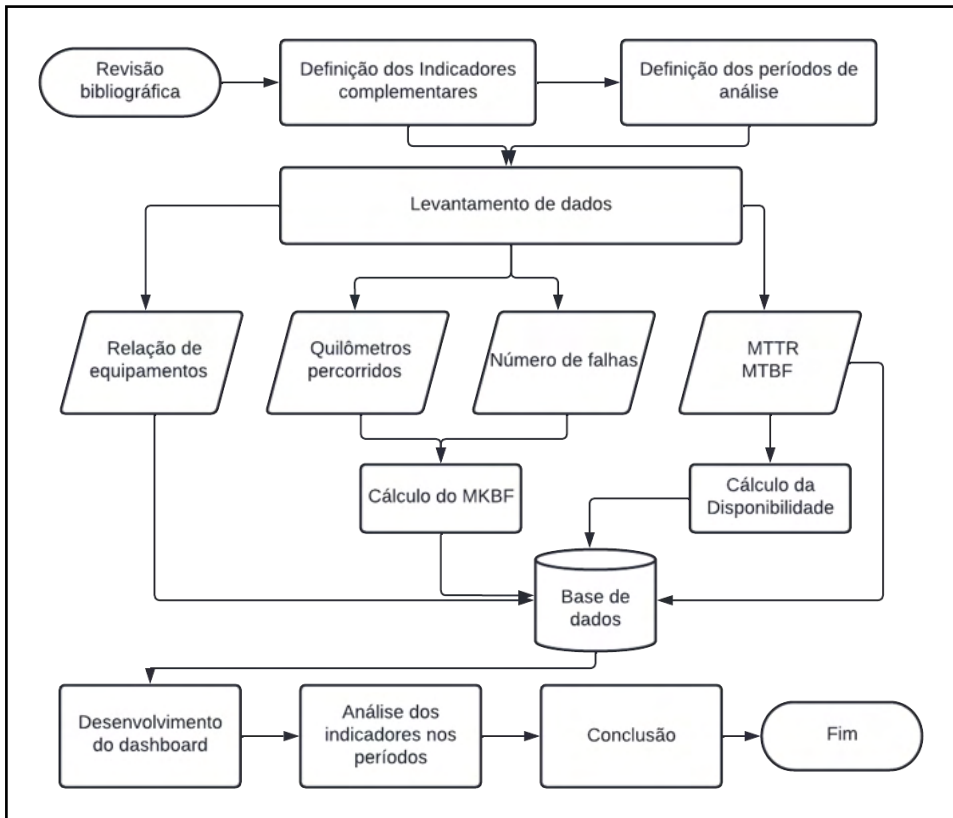


Figura 2: Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.

Fonte: Autores (2022).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a obtenção dos dados por meio dos relatórios ERP, as bases foram tratadas e os dados residuais foram retirados da sua composição. Em seguida as informações foram agrupadas em uma planilha. A partir disso, foi elaborado um dashboard com três painéis dos indicadores possibilitando uma análise comparativa.

O primeiro painel (Figura 3) traz as informações dos indicadores MTBF, MTTR e disponibilidade. Os dados são relacionados por mês e mostram a relação da disponibilidade média por ano. Os filtros podem ser aplicados por modelos de veículos e por ano fabricação. Os demais painéis reuniram os dados dos indicadores organizados por idade da frota, período de safra e entre safra e, complementarmente, os dados de quilometragem e ranking das frotas mais críticas.

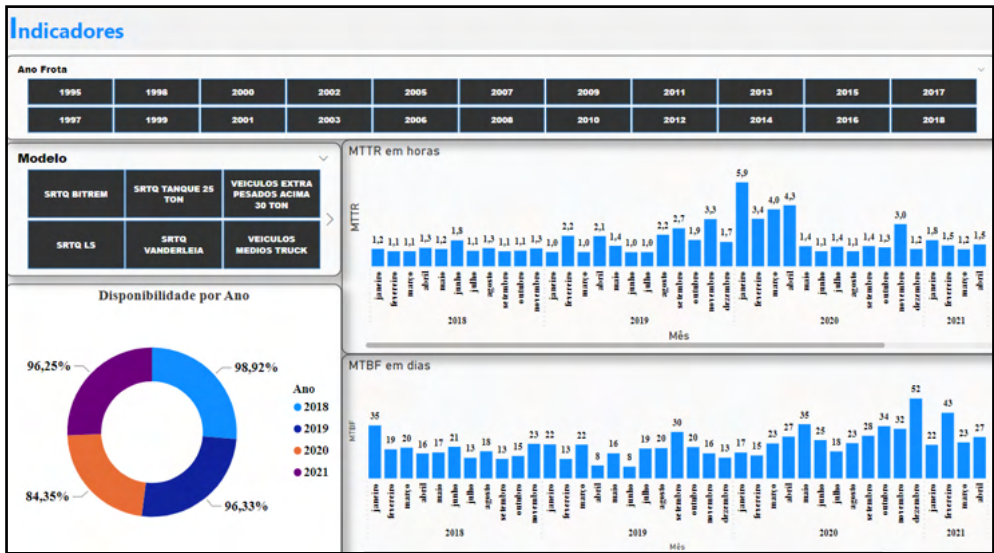


Figura 3: Painel 1 de 3 do dashboard de análise comparativa.

Fonte: Autores (2022).

Ao analisar o indicador de disponibilidade (Figura 4) verifica-se que o ano com menor disponibilidade é 2020 que comparado a 2019 apresentou uma redução de 11,98%. Cabe destacar que foi a partir de janeiro de 2020 que as medidas de inspeções veiculares e checklist diários começaram a ser implementadas, o que ocasionou o aumento no número de manutenções e pode explicar a redução da disponibilidade para o ano de 2020.

Por outro lado, identifica-se o aumento da disponibilidade da frota de 2020 para 2021, com um acréscimo de 11,9%, se aproximando dos valores iniciais da análise. Ao se observar a disponibilidade e os quilômetros percorridos, percebe-se que as ações de manutenção preventivas podem ter auxiliado na retomada dos valores de disponibilidade e a conter a redução da quantidade de quilômetros percorridos, passando de uma redução de 14% em 2020, para 8% em 2021.

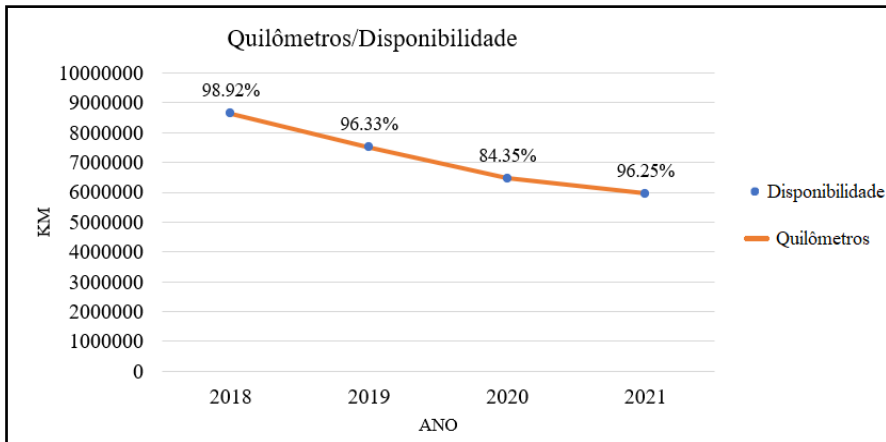


Figura 4: Relação dos quilômetros percorridos e o indicador de disponibilidade.

Fonte: Autores (2022).

Além disso, durante os anos de 2018 e 2019, apesar da disponibilidade apresentar os valores mais altos, a frota operava em condições piores, visto que as manutenções eram corretivas, ou seja, eram realizadas somente após a falha total do equipamento. Um indicativo dessa condição é a diferença entre o custo realizado e o custo orçado previsto, cuja diferença é um indicativo de que as rupturas que levaram às manutenções corretivas apresentaram gravidades maiores quando comparados a uma manutenção preventiva.

Em 2020, após a mudança de plano de manutenção corretiva, para o modelo de manutenção preventiva, observa-se que a frota rodou menos quilômetros. Esse fator pode ser explicado devido ao maior número de manutenções realizadas, que aumentou o tempo total de reparo dos veículos. Entretanto, conclui-se que a partir de 2020, o equipamento se tornou mais confiável se comparado aos anos anteriores, 2018 e 2019. Por consequência, outros benefícios podem ser destacados com relação a custos indiretos ou intangíveis, como por exemplo segurança, confiabilidade, nível serviço e atendimento ao cliente.

Ao analisar o quilometro médio até a falha (Figura 5), observa-se valores menores em 2020, após a adoção do modelo de manutenção preventiva. Esse registro pode ser atribuído ao aumento da frequência dos veículos em manutenção a partir de 2020, que por ser preventiva passou a verificar problemas não identificados nos anos anteriores evitando falhas de maiores dimensões ou impactos na operação. Assim, apesar de nos anos de 2018 e 2019 apresentarem valores altos do indicador, que representariam na teoria maior confiabilidade, quando a falha ocorria o cenário era mais crítico. Desse modo, deve-se considerar como critério de análise o modelo de manutenção corretiva que era adotado na empresa, esse por sua vez interfere substancialmente na interpretação dos valores.

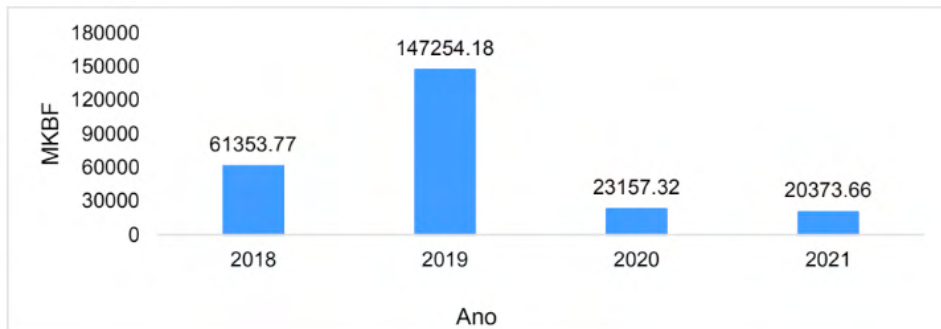


Figura 5: Quilômetro médio até a falha (MKBF) por ano.

Fonte: Autores (2022).

O indicador tempo médio entre falhas (MTBF) apresentou resultados elevados a partir de maio de 2020, o que pode estar associado às inspeções veiculares e a adoção do *checklist*, implantadas a partir de janeiro de 2020 e efetivadas em janeiro de 2021. Nesse período, o aumento no MTBF, evidencia que o equipamento demorou mais tempo até apresentar manutenção. Desse modo, foram reduzidas as quantidades de paradas, resultando em maior produtividade.

Considerando todo o período, observa-se ainda que houve uma quantidade maior de falhas nos meses de abril e junho. Esses são meses em que os equipamentos começam a ser preparados para o período de alta (safra), e conseqüentemente ficam mais tempo em manutenção. Por outro lado, os meses de novembro até janeiro apresentam valores altos de MTBF atribuído ao fato de ser um período em que a operação é reduzida, em decorrência da chuva. Levando em conta essa particularidade, conclui-se que nos meses de novembro a maio os equipamentos ficam menos tempo em operação. Conseqüentemente, o desgaste diminui e como resultado, tem-se a redução das quantidades de manutenções.

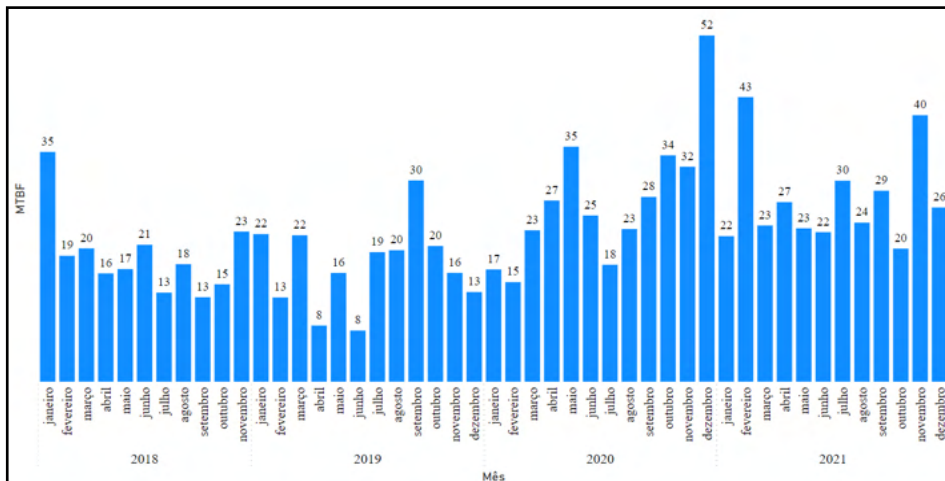


Figura 6: Tempo médio entre falhas (MTBF).

Fonte: Autores (2022).

O aumento observado no indicador tempo médio de reparo (MTTR - Figura 7), reforça que as intervenções realizadas a partir de 2020 foram maiores, como resultado da política de manutenção preventiva. Desse modo, as manutenções realizadas nesse ano, por serem mais detalhadas, demandavam maior tempo. Já a partir de abril de 2020, é possível identificar uma melhora no resultado do MTTR, com o valor de 1,1 até 3,0 horas.

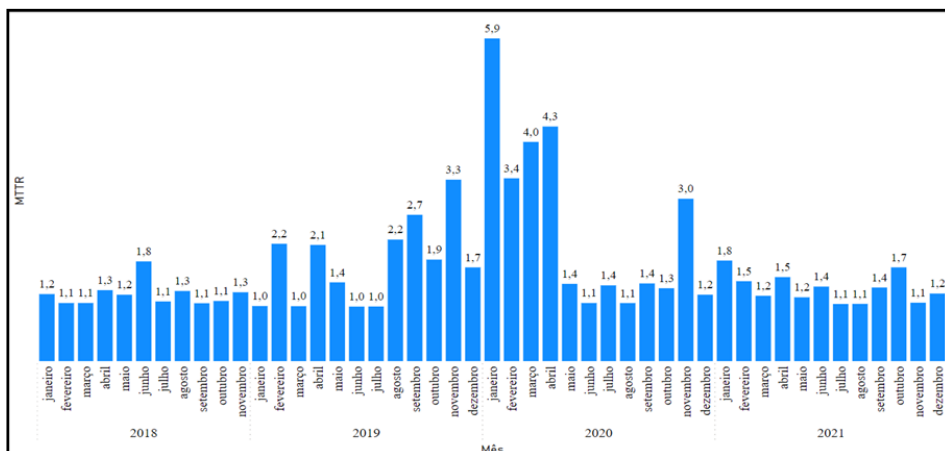


Figura 7: Indicador Tempo Médio de Reparo (MTTR) por mês.

Fonte: Autores (2022).

A variação percentual dos custos de manutenção foi avaliada (Tabela 1), em que de 2020 para 2021 já é possível constatar uma redução de 42%. Esse resultado pode

indicar que a mudança no plano de manutenção tem gerado um número menor de trocas de componentes e intervenções, ocorrendo prioritariamente de maneira preventiva e com reparos menores.

Período de variação	Variação de custos
2017 - 2018	6,41%
2018 - 2019	34,66%
2019 - 2020	8,24%
2020 - 2021	-42,36%

Tabela 1: Variação de gastos com manutenção.

Fonte: Autores (2022).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar os resultados dos indicadores MTBF, MTTR, e DISP conclui-se que não é possível identificar mudanças expressivas em seus resultados no período analisado. O MTTR aumentou substancialmente no ano de 2020, o que pode ser consequência do aumento do número de intervenções de forma preventiva. Contudo, não é possível identificar uma evolução clara do indicador em 2021. Para o MTBF, houve uma melhora em seu valor a partir de 2020, porém, não se pode relacionar diretamente essa melhora com as medidas que foram implantadas. Para identificar se de fato as ações de manutenção preventiva afetam os indicadores analisados, é importante continuar o monitoramento dos mesmos, uma vez que as ações podem ter um impacto maior a longo prazo. A disponibilidade dos veículos no curto prazo não sofreu alterações significativas.

Complementarmente, destaca-se que o MTBF e o MTTR são indicadores que não permitem relacionar a condição do equipamento com a produtividade. Ao considerar o MKBF podemos relacionar o quilômetro percorrido pela frota, com a quantidade de falhas apresentadas nos veículos permitindo avaliar a produtividade com o número de falhas/manutenção. A disponibilidade calculada a partir do MTTR e MTBF, representa de forma completa o desempenho operacional dos veículos. Tais indicadores complementam os indicadores até então adotados pela empresa, ampliando o número de informações necessárias para a tomada da decisão estratégica.

Conclui-se assim, que o objetivo geral foi alcançado uma vez que o estudo possibilitou analisar comparativamente o resultado dos indicadores de desempenho de uma frota de veículos do segmento de transporte asfáltico, antes e depois da adoção das estratégias de monitoramento diário, checklist e inspeções.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. M. **Estudo de caso de manutenção preventiva no sistema de freios em uma empresa logística de transporte rodoviário de cargas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.

DA SILVA, A. V. **Aplicação da manutenção centrada em confiabilidade para desenvolvimento de um plano de manutenção em uma distribuidora de combustíveis.** Anais do XXIX ENEGEP. Salvador: ABEPRO, 2009.

DE CAMPOS, F. C; BELHOT, R. V. **Gestão de manutenção de frotas de veículos: uma revisão.** Gestão & Produção, v. 1, n. 2, p. 171-188, 1994.

FERREIRA FILHO, DC SOARES. **A gestão estratégica de frotas como ferramenta para redução de custos logísticos.** ESPACIOSI Vol. 36, 2015.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa.** 3 ed. Curitiba: Positivo, 2012.

FUENTES, F. F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

GARCIA, F. L. **Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical: um estudo de caso.** Revista Tecnologia e Tendências, v. 9, n. 2, p. 88-115, 2014.

KARDEC, A.; FLORES, J.; SEIXAS, E. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho.** Manutenção Coleção. RJ: Qualitymark, 2002.

KLEIN, L. P. **Manutenção centrada em confiabilidade aplicada em veículo de carga frigorífica.** 2017.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A. N. **Manutenção: função estratégica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

SANTOS, A. F. dos. **Gerenciamento da confiabilidade em projetos de material rodante ferroviário.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VALENTE, N. M. L. M. **Fatores de risco e acidentes ocupacionais em integrantes da equipe de enfermagem em ambulatório especializado de um hospital universitário do Centro- Oeste do Brasil.** [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

CARLOS EDUARDO SANCHES DE ANDRADE - Mestre e Doutor em Engenharia de Transportes. Possui 2 graduações: Administração (1999) e Engenharia de Produção (2004); 3 pós-graduações lato sensu: MBA em Marketing (2001), MBA em Qualidade e Produtividade (2005) e Engenharia Metroferroviária (2017); e 2 pós-graduações stricto sensu - Mestrado e Doutorado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2009 e 2016). É professor adjunto da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás (FCT/UFG), das graduações em Engenharia de Transportes e Engenharia Civil. É coordenador de estágio do curso de Engenharia de Transportes da FCT/UFG. Atuou como Engenheiro de Operações do Metrô do Rio de Janeiro por mais de 15 anos (2003 - 2019), nas gerências de: Planejamento e Controle Operacional, Engenharia Operacional, Operação, Inteligência de Mercado, Planejamento de Transportes e Planejamento da Operação Metroviária (de trens, das linhas de ônibus Metrô Na Superfície, e das estações metroviárias). Experiências acadêmica e profissional nas áreas de: Engenharia de Transportes, Operação de Transporte, Planejamento da Operação, Transporte Público, Sustentabilidade, Engenharia de Produção, Gestão, Administração e Engenharia de Projetos, atuando principalmente nos seguintes temas: operação, avaliação de desempenho operacional, ferramentas de gestão e de controle operacional, documentação operacional, indicadores de desempenho, planejamento da operação, satisfação dos usuários de transporte, pesquisas e auditoria de qualidade, sustentabilidade, emissões de gases do efeito estufa em sistemas de transportes, planejamento e acompanhamento de projetos de engenharia e de melhoria em sistemas de transporte.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alternativa monetária 36, 40
Análise preliminar de aspectos 20, 24
Análise qualitativa de risco 7
Availability 70

B

Brainstorming 5, 7

C

Control system 14
Corrective maintenance 70
Criptomoedas 36, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53

D

Dashboards 32, 34
Demanda 23, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 51, 52, 53, 58
Desperdício 14
Disponibilidade 59, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 80

E

Economia 20, 36, 37, 39, 40, 52, 53, 56, 66
Empresas familiares e não familiares 55, 56, 61, 62
Entrevistas 5, 9
Environmental impact 14
Ergonomia 32, 33, 34, 35
Estrutura analítica de risco 7

F

Family and non-family businesses 55

G

Gerenciamento de riscos 1, 2, 3, 11, 13
Gestão 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 30, 31, 32, 33, 35, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 81, 82

I

Impacto ambiental 14, 21, 22, 30

Inovação 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 81

L

Licenciamento ambiental 15

Logistic regression 55

M

Manutenção corretiva 69, 70, 72, 73, 77

Mean kilometer to failure 70

Mean time between failure 70, 71

Mean time to repair 70

Monitoramento 1, 2, 10, 11, 12, 71, 72, 80

Monitoring 1, 70

P

Pernambuco 55, 56

Processo produtivo 14, 15, 16, 18, 57

Productive process 14

Programa SEBRAE-ALI 55

Projects 1, 68

Projects management 1

Projetos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 33, 56, 81, 82

Q

Quilômetro médio até a falha 69, 78

R

Regressão logística 55, 63

Risco 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 37, 40, 56, 62, 81

Risk 1, 67

S

SEBRAE-ALI Program 55

Sistema de controle 14, 27, 30

Stakeholders 2, 3

T

Técnicas Delphi 5

Tempo médio de reparo 69, 71, 73, 79

Tempo médio entre falhas 69, 71, 73, 78, 79

Tintura capilar 14, 16, 23, 27, 28, 29

W

Waste 14

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados



🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO:

Desafios científicos e problemas aplicados

