



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO
TRANSPORTE FERROVIÁRIO**

**APPLICATION OF QUALITY MANAGEMENT TOOLS: A CASE STUDY IN RAIL
TRANSPORTATION**

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD: UN CASO DE ESTUDIO EN
EL TRANSPORTE FERROVIARIO**

Amanda Caroline Chaves de Oliveira¹, Nayara Teixeira dos Santos²

e595684

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i9.5684>

PUBLICADO: 09/2024

RESUMO

O transporte é uma atividade primária da logística, representando até dois terços dos custos totais e influenciando a competitividade e os preços dos produtos. De 1997 a 2023, o transporte ferroviário no Brasil cresceu 98%, atingindo 21,5% do total de cargas em 2022. Contudo, o sistema enfrenta desafios como infraestrutura inadequada, passagens em nível excessivas e capacidade limitada em portos, comprometendo sua segurança e eficiência. Este estudo de caso analisa o transporte ferroviário de torres de uma fábrica de celulose localizada em Minas Gerais e propõe soluções para melhorar a eficiência. Os passos metodológicos incluíram a coleta de dados históricos, categorização de atrasos, desenvolvimento de um *dashboard* interativo e elaboração de um plano de ação com a metodologia 5W2H. Identificou-se que 77,19% dos problemas se relacionavam às categorias de Máquina, Materiais e Métodos, sendo proposta a manutenção preventiva, criação de estoque de segurança, padronização de procedimentos e treinamento. Apesar das limitações, e desafios na implementação das soluções, o estudo contribui para a literatura ao demonstrar a aplicação prática das ferramentas de gestão da qualidade no setor ferroviário. Recomenda-se a exploração contínua da eficácia das soluções e a adoção de melhores práticas logísticas para promover a inovação e a eficiência no transporte ferroviário de cargas.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte. Ferroviário. *Dashboard*. Qualidade.

ABSTRACT

Transport is a primary logistics activity, representing up to two-thirds of total costs and influencing product competitiveness and prices. From 1997 to 2023, rail transport in Brazil grew 98%, reaching 21.5% of total cargo in 2022. However, the system faces challenges such as inadequate infrastructure, excessive level crossings and limited capacity in ports, compromising its safety and efficiency. This case study analyzes the rail transport of logs from a cellulose factory located in Minas Gerais and proposes solutions to improve efficiency. The methodological steps included collecting historical data, categorizing delays, developing an interactive dashboard and preparing an action plan using the 5W2H methodology. It was identified that 77.19% of the problems were related to the categories of Machine, Materials and Methods, with preventive maintenance, creation of safety stock, standardization of procedures and training being proposed. Despite the limitations and challenges in implementing the solutions, the study contributes to the literature by demonstrating the practical application of quality management tools in the railway sector. Continuous exploration of the effectiveness of solutions and the adoption of best logistics practices are recommended to promote innovation and efficiency in rail freight transport.

KEYWORDS: Transportation. Rail. *Dashboard*. Quality.

RESUMEN

El transporte es una actividad logística primaria, representa hasta dos tercios de los costos totales e influye en la competitividad y los precios de los productos. De 1997 a 2023, el transporte ferroviario en Brasil creció un 98%, alcanzando el 21,5% de la carga total en 2022. Sin embargo, el sistema enfrenta

¹ Graduanda em Engenharia de Produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFMG. Campus Governador Valadares. Formada no curso técnico em Administração no Colégio CEST de Ipatinga.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFMG Campus Governador Valadares.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

desafíos como infraestructura inadecuada, pasos a nivel excesivos y capacidad limitada en los puertos, comprometiendo su seguridad y eficiencia. Este caso de estudio analiza el transporte ferroviario de troncos desde una fábrica de celulosa ubicada en Minas Gerais y propone soluciones para mejorar la eficiencia. Los pasos metodológicos incluyeron recopilar datos históricos, categorizar retrasos, desarrollar un panel interactivo y preparar un plan de acción utilizando la metodología 5W2H. Se identificó que el 77,19% de los problemas estaban relacionados con las categorías de Máquinas, Materiales y Métodos, proponiéndose mantenimiento preventivo, creación de stock de seguridad, estandarización de procedimientos y capacitaciones. A pesar de las limitaciones y desafíos en la implementación de las soluciones, el estudio contribuye a la literatura al demostrar la aplicación práctica de herramientas de gestión de calidad en el sector ferroviario. Se recomienda la exploración continua de la efectividad de las soluciones y la adopción de mejores prácticas logísticas para promover la innovación y la eficiencia en el transporte ferroviario de mercancías.

PALABRAS CLAVE: Transporte. Carril. Panel. Calidad.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito logístico, a atividade de transporte desempenha um papel fundamental como uma das atividades logísticas primárias, ao qual pode representar até dois terços dos custos logísticos totais. Um sistema de transportes eficiente e econômico contribui para intensificar a competitividade no mercado, aumentar as economias de escala na produção e reduzir os preços dos produtos em geral. Não há nenhuma empresa moderna capaz de operar sem que seja necessário movimentação de cargas, sejam elas matérias primas ou produto final (Ballou, 2006).

O transporte ferroviário destaca-se pela sua eficiência no transporte de grandes volumes de carga, baixos custos de manutenção, menor incidência de taxas e menor impacto ambiental. Com maior segurança e menor risco de acidentes, torna-se uma opção econômica para percorrer longas distâncias, sendo adequada em especial para *commodities* em grande quantidade, como: minérios de ferro, produtos siderúrgicos, derivados do petróleo, fertilizantes e mercadorias agrícolas. Essas características fazem do modal ferroviário uma escolha estratégica para diversos setores industriais (Alves *et al.*, 2020).

Conforme dados apresentados pela Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), a movimentação de cargas via modal ferroviário experimentou um crescimento notável nos últimos tempos. No período de 1997 a 2023, registrou-se um aumento de 98% na movimentação de cargas via ferrovia, o que representa 21,5% do transporte total de cargas do Brasil no ano de 2022.

Entretanto, quanto se trata dos desafios enfrentados pelo transporte ferroviário no Brasil, evidenciam-se questões cruciais, como a precariedade da infraestrutura ferroviária, com construções irregulares, número excessivo de passagens em nível, capacidade limitada de escoamento nos portos e velocidade reduzida dos trens. Essas questões comprometem de forma significativa a segurança, a eficiência e a competitividade do sistema de transporte ferroviário (IPEA, 2010).

O transporte de toretes é um segmento importante do transporte ferroviário brasileiro. Os toretes nada mais são que tora de madeira, utilizados na fabricação de celulose. No ano de 2022 foram transportados aproximadamente 1 milhão e meio de toneladas desse produto, um crescimento de aproximadamente 54% em comparação ao ano anterior (CNT, 2023).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

Este artigo trata-se de um estudo de caso realizado em uma empresa de celulose localizada em Minas Gerais. A empresa objeto de estudo enfrenta desafios significativos no transporte de toretes via ferrovia, problemas que impactam de forma direta todo o fluxo logístico ferroviário, impedindo assim que ele seja realizado com eficiência. O estudo teve por objetivo conduzir uma análise do fluxo de transporte ferroviário da empresa, desde as origens até o destino final, e com o auxílio das ferramentas de gestão da qualidade, propor soluções eficazes para os problemas identificados.

Nesse contexto, objetivou-se responder a seguinte problemática: como a aplicação das ferramentas de gestão da qualidade pode contribuir para superar os desafios relacionados ao transporte ferroviário de toretes na indústria de celulose? Desse modo, para atingir o objetivo geral mencionado, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos (I) Coletar dados históricos referentes ao fluxo ferroviário, como horário de posicionamento, horário de partida, tempo total da operação de carga e as justificativas para quaisquer atrasos ou desvios; (II) Categorizar as justificativas de atrasos com base nos 6 Ms; (III) Desenvolver um *dashboard* interativo com as principais informações da base de dados obtida; (IV) Criar no *dashboard* o diagrama de Pareto para identificar as principais causas com base nos 6Ms dos problemas relacionado ao transporte ferroviário de toretes e; (V) Propor melhorias por meio de um plano de ação (5W2H).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Logística

Sabe-se que a logística desempenhou papéis fundamentais em eventos históricos e embora existam registros de sua utilização desde o início da civilização, seu desenvolvimento ocorreu na era militar, de modo mais específico no auge da Segunda Guerra Mundial (Hara,2013). Uma das definições de logística é dada pelo dicionário *Webster's New Encyclopedic Dictionary*, que define a logística em um contexto militar como “o ramo da ciência militar que lida com a obtenção, manutenção e transporte de material, pessoal e instalações.” (Ballou, 2006, p. 27).

Christopher (2012, p. 2) defini logística como:

O processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e estoques finais (e os fluxos de informações relacionadas) por meio da organização e seus canais de comercialização, de tal forma que as rentabilidades atual e futura sejam maximizadas através da execução de pedidos, visando o custo-benefício.

A logística agrega valor de lugar, tempo, qualidade e informação à cadeia produtiva. Ela procura também eliminar do processo tudo que não tenha valor para o cliente, ou seja, tudo que acarrete somente custos e perdas de tempo. Implica também na otimização dos recursos, pois, se de um lado se busca o aumento da eficiência e a melhoria dos níveis de serviço ao cliente, de outro, a competição no mercado obriga a uma redução contínua nos custos (Novaes, 2007).

Responsável por absorver, em média, cerca de 30 a 70% de todos os custos logísticos, o transporte se trata da atividade logística mais importante (Hara,2013). Ele é uma das principais atividades logísticas envolvidas na absorção de custos, junto com manutenção dos estoques. O



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

transporte adiciona valor de localização aos produtos e serviços, enquanto a manutenção dos estoques agrega valor temporal a eles (Ballou, 2006). O transporte é um elo essencial entre a empresa e o cliente. Ele é um elemento crucial para o crescimento econômico de qualquer região, pois viabiliza a coleta de matérias-primas do fornecedor para uma organização específica e a entrega dos produtos acabados dessa organização para os clientes, distribuindo-os no mercado (Nunes, 2013).

Existem diversos modais de transporte como: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. A escolha do modal de transporte mais adequado dependerá de diversos critérios, como velocidade, frequência, confiabilidade, capacidade, disponibilidade, rastreabilidade e custo (Hara, 2013). Dentre os modais de transporte citados, o transporte ferroviário se destaca pela capacidade de movimentar grandes volumes de cargas, por médias e longas distâncias a um baixo custo (Bowersox, 2006).

2.2. Modal Ferroviário

A capacidade de transportar, de forma eficiente, grandes volumes em longas distâncias é a razão pela qual as ferrovias são responsáveis por uma parcela significativa dos transportes intermunicipais. As operações ferroviárias apresentam custos fixos bastante altos devido ao valor dos equipamentos, ao direito preferencial de passagem e linhas, aos pátios de manobras, e aos terminais. Entretanto, a ferrovia apresenta custos variáveis de operação relativamente baixos (Bowersox, 2006).

No Brasil, o transporte ferroviário é utilizado em sua maioria para o transporte de cargas, mas também desempenha um papel importante no transporte de passageiros. Devido às grandes dimensões continentais do Brasil, com longas distâncias a serem percorridas, o transporte de cargas por ferrovias é o mais indicado. Isso porque as ferrovias apresentam baixo custo e grande capacidade de carga, quando comparadas a outros modos de transporte (Santos, 2023).

De acordo com informações fornecidas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) no Brasil, até setembro de 2014, as principais cargas transportadas pelo modal ferroviário incluíam minério de ferro, soja, açúcar, carvão mineral, grãos, milho, farelo de soja, óleo diesel, celulose, produtos siderúrgicos e ferro gusa.

Segundo dados da ANTF, o Brasil possui uma malha ferroviária com cerca de 30.000 quilômetros de extensão, o que pode ser considerado de certo modo pequeno, dada a vasta extensão territorial do país e as necessidades de transporte. Vale ressaltar que o transporte ferroviário demonstrou ser muito eficiente e foi reconhecido como um elemento crucial na matriz de transportes, conforme apontado pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT), e pode até mesmo ser considerado um veículo impulsionador da transformação econômica (CNT, 2013).

Dente os gargalos identificados pela CNT que comprometem a eficiência do transporte ferroviário, pode-se citar a heterogeneidade das bitolas, que pode dificultar a conexão entre malhas, de modo a gerar despesas de transbordo e maior tempo na movimentação. Além disso, a limitação de velocidade das composições é outro ponto que gera desvantagem. Esses fatores inibem os ganhos com economias de escala do transporte ferroviário e reduzem os efeitos multiplicadores da provisão de



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

infraestrutura férrea, como o desenvolvimento de regiões e atividades econômicas impactadas pelo transporte (CNT, 2013).

2.3. Estrada de ferro Vitória Minas (EFVM)

A estrada de ferro Vitória Minas (EFVM) foi inaugurada em 1904, na região Sudeste. Com uma extensão de 905 km, a EFVM interliga os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, conforme o mapa (Figura 1). Reconhecida como uma das principais ferrovias do mundo, a EFVM se destaca por seus excelentes índices de produtividade (Vale, 2024).

Figura 1 - Estrada de Ferro EFVM



Fonte: Revista Dois Pontos, 2013

A EFVM, considerada pela ANTT como uma das ferrovias mais seguras do Brasil, é responsável por 30% do transporte ferroviário do Brasil. Anualmente, essa ferrovia movimenta diversos produtos diferentes, como: aço, carvão, calcário, granito, contêineres, ferro-gusa, produtos agrícolas, madeira, celulose e uma variedade de cargas (Vale, 2024).

2.4. Gestão da Qualidade

A qualidade de um produto pode ser avaliada através de vários fatores. A definição tradicional de qualidade diz que a qualidade se baseia no ponto de vista que os produtos e serviços devem apresentar as especificações exigidas por aqueles que os usam. Já uma definição mais moderna, diz que a qualidade é proporcional de forma inversa a variabilidade (Montgomery, 2004).

Para viabilizar a gestão da qualidade no processo produtivo, é proposto um roteiro prático que envolve a implantação de atividades agrupadas em três etapas: a eliminação de perdas; a eliminação das causas de perdas e a otimização do processo (Paladini, 1995). A Gestão da Qualidade é uma medida que altera o processo produtivo a fim de atingir os objetivos definidos. Ela gera resultados de fácil percepção, mas de forte impacto, que envolvem áreas sensíveis da empresa (Paladini, 2012).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

A Gestão da Qualidade é um conjunto de medidas inovadoras, nas quais busca-se atingir características nos produtos ou serviços que satisfaçam as necessidades e expectativas dos clientes. A princípio, seus objetivos incluem a melhoria do desempenho das organizações, melhoria dos processos e melhores condições de trabalho para os colaboradores. Empresas dedicadas à qualidade adotam com frequência uma gama diversificada de programas de melhoria. Esses programas representam uma abordagem pragmática para implementar e sustentar as melhorias desejadas, tornando mais sólida a cultura da qualidade na organização (Carneiro, 2020).

As ferramentas da qualidade são essenciais nos processos de produção, permitem a tomada de decisões para resolver problemas. Diversas ferramentas relacionadas à gestão da qualidade são empregadas nas empresas com o intuito de atingir metas e objetivos, em especial no contexto produtivo. A coleta e organização das ferramentas da qualidade são adequadas para prevenir e corrigir falhas (Carneiro, 2020).

2.4.1. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas de Gestão da qualidade detêm um papel fundamental no sucesso da aplicação prática dos princípios e definições que caracterizam esta área. Elas garantem a total viabilização da estrutura conceitual e das diretrizes básicas da Gestão da Qualidade (Paladini, 2012).

De acordo com Paladini (2012), é possível definir as ferramentas da gestão da qualidade como mecanismos simples que auxiliam na seleção, implantação ou avaliação de alterações no processo produtivo. A ferramenta, por si só, não possui a capacidade de gerar ou implementar melhorias. No entanto, ela tem a capacidade de orientar ao usuário a ação a ser desenvolvida, de forma a possibilitar o usuário conhecer, passo a passo, como acontecem as mudanças nas operações de processo.

De maneira geral, as ferramentas consistem em técnicas simples, cujo objetivo é produzir qualidade. Elas geralmente envolvem procedimentos em forma de diagrama ou gráficos, procedimentos numéricos, esquemas para o desenvolvimento de atividades, para a realização de análises ou para tomadas de decisão, entre outros (Paladini, 2012).

2.4.1.1. Diagrama de Ishikawa

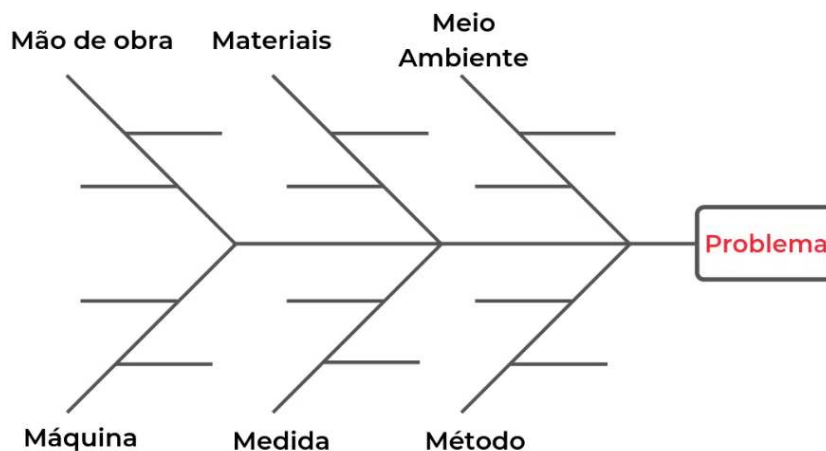
O diagrama de Causa e efeito, também conhecido como espinha de peixe ou 6 Ms, foi criado pelo guru da qualidade Kaoru Ishikawa, em 1943. Trata-se de uma das ferramentas da qualidade muito conhecida na gestão da qualidade. Essa ferramenta é utilizada para apresentar a relação entre os resultados (efeitos) de um processo e os diversos fatores que o influenciam (causa) (Martinelli, 2009). A figura 2 apresenta um exemplo de como é a estrutura do diagrama.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

Figura 2 - Exemplo do Diagrama de Ishikawa, ou Diagrama 6Ms



Fonte: Escobar, 2019

Trata-se de uma ferramenta para verificar e identificar as causas raízes de um determinado problema, a partir do pressuposto que a maior parte dos problemas de uma organização tem relação com os 6 Ms: materiais, máquina, método, meio ambiente, mão de obra e medição.

- Materiais: se referem as matérias primas utilizados no processo, tem a ver com suas especificações e qualidade, bem como a quantidade incorreta;
- Máquina: engloba problemas derivados de falhas nas máquinas e equipamentos;
- Método: abordagens e práticas utilizadas pela organização ao longo de suas atividades;
- Meio ambiente: problemas relacionados aos meios internos e externos da organização;
- Mão de obra: relaciona-se com execução das atividades pelos colaboradores;
- Medição: relaciona-se com as métricas utilizadas para medir, controlar e monitorar os processos (Coutinho, 2020).

2.4.1.2. Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto, foi desenvolvido em 1896, por Vilfredo Pareto, durante seu estudo sobre a distribuição de renda no seu país. O estudo revelou que 80% de toda riqueza nacional concentrava-se nas mãos de apenas 20% da população. Essa distribuição foi expressa em um gráfico conhecido como gráfico de Pareto. Com o passar do tempo o modelo desenvolvido por Pareto, foi adaptado para a área da qualidade por Juran, um dos gurus da qualidade (Paladini, 2012).

De modo geral a análise de Pareto trata-se de uma abordagem simples para identificar e priorizar as causas principais de um problema específico. Isso faz com que os recursos sejam concentrados de forma estratégica onde são necessários e alocados de maneira mais eficaz (Martinelli, 2009).

Conforme evidenciado na Figura 3, o gráfico de Pareto ordena os problemas das colunas de forma decrescente, inicia-se pelos problemas mais frequentes e progride de forma gradual do mais recorrente para o menos recorrente. A linha representa a percentagem acumulada da frequência das ocorrências. O objetivo da análise é identificar o ponto onde a curva das proporções acumuladas se

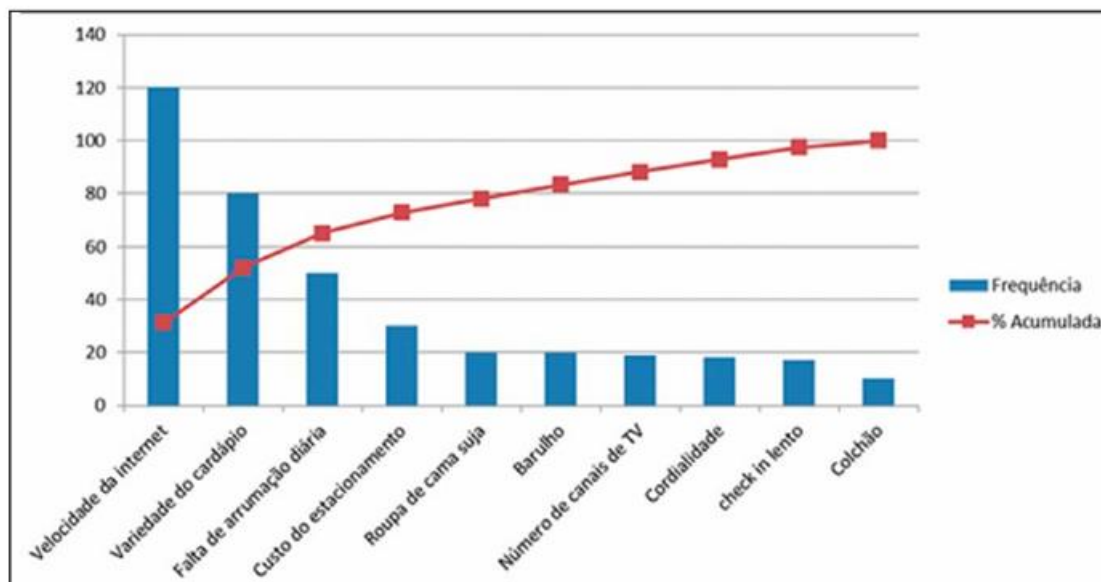


RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

estabiliza. A partir desse ponto, as novas causas têm impacto mínimo, e o foco deve ser nas causas anteriores (Wittersheim, 2024).

Figura 3 - Exemplo Gráfico Pareto



Fonte: Corrêa, 2019

2.4.1.3. 5W2H

A matriz 5W2H foi desenvolvida por profissionais da indústria automobilística do Japão, como uma ferramenta a fim de auxiliar para o planejamento de processos e projetos (Grosbelli, 2014). Trata-se de uma ferramenta de gestão eficaz e, ao mesmo tempo, de fácil aplicação.

A função dessa ferramenta é definir o que será feito (*What*), porque (*Why*), onde (*Where*), por quem (*Who*), quando (*When*), como será feito (*How*) e quanto custa (*How Much*). Dessa forma, o método auxilia na organização e no planejamento de quaisquer processos internos da empresa (SEBRAE, 2023). Visando identificar as rotinas mais importantes por meio de várias perguntas direcionadas ao processo produtivo, detectando seus problemas e apontando soluções (Martins, 2019).

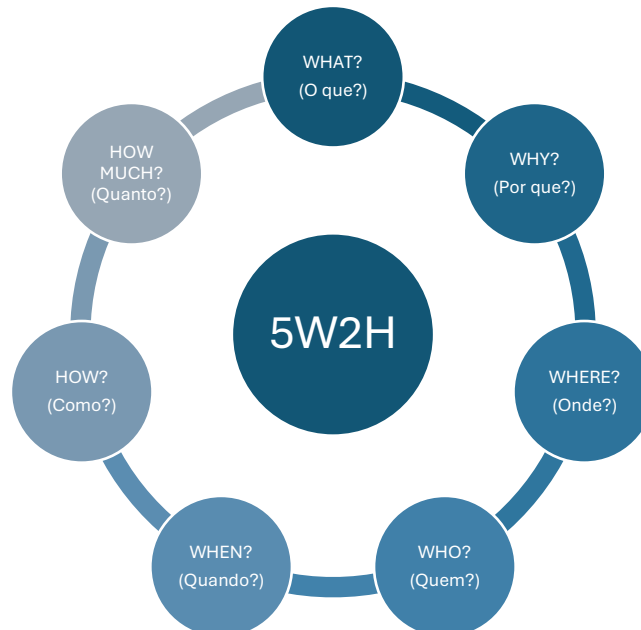
A aplicação da metodologia 5W2H não está restrita a uma abordagem única, nem possui uma finalidade específica ou uma maneira correta. O foco principal deve ser nas respostas que serão inseridas na planilha, direcionadas para atender ao objetivo, sendo esse o aspecto mais crucial (SEBRAE, 2023). A figura 4 apresenta o modelo, com suas questões básicas.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

Figura 4 - Exemplo 5W2H



Fonte: A autora, 2024

3. METODOLOGIA

Quanto a natureza, esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois visa encontrar soluções para problemas identificados no âmbito das sociedades onde os pesquisadores vivem (Gil, 2017). Assim, o estudo tem natureza aplicada, pois fundamenta-se na aplicação prática de ferramentas e métodos da gestão da qualidade, como o diagrama de Pareto e o método 5W2H, para solucionar os gargalos encontrados no fluxo ferroviário.

A pesquisa exploratória se caracteriza pelo desenvolvimento e esclarecimento de ideias, com objetivo de fornecer uma visão panorâmica, uma primeira aproximação a um determinado fenômeno pouco explorado (Menezes *et al.*, 2019). A pesquisa em questão pode ser classificada como exploratória, já que o estudo busca explorar os problemas do fluxo ferroviário na empresa, e posteriormente será descrito as medidas propostas para solucionar esses problemas.

Uma pesquisa qualitativa visa responder a questões específicas, exigindo explicações analíticas e descritivas. O pesquisador participa ativamente do processo, interpretando os dados coletados e atribuindo-lhes significado contextual. Esses dados não são neutros, mas carregam sentidos e relações criados pelas ações e reações dos indivíduos envolvidos no estudo (Oliveira *et al.*, 2020).

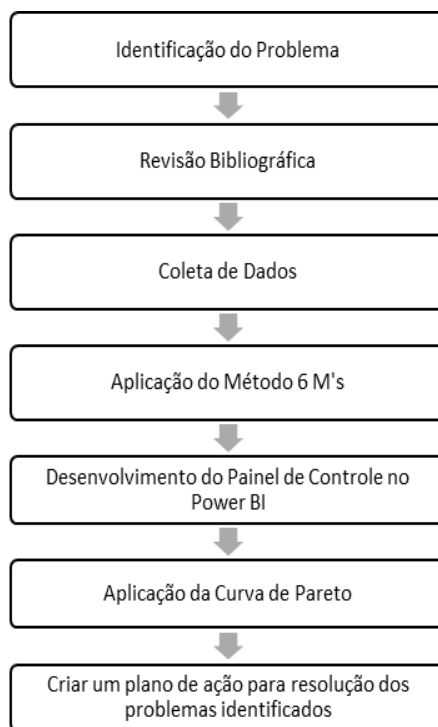
O método utilizado para conduzir a pesquisa foi o estudo de caso, uma abordagem empírica que investiga um evento ou situação particular dentro de seu contexto real. A pesquisa será conduzida em uma fábrica produtora de celulose. Portanto, esse método é adequado, por permitir aos pesquisadores explorarem com profundidade o fenômeno estudado, sem a necessidade de generalizar os resultados para uma população maior (Yin, 2001).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

A pesquisa foi desenvolvida ao longo do período de estágio da autora, tornando-a parte do processo de planejamento da metodologia. A seguir, são delineadas as fases deste estudo, as quais foram estruturadas de forma sequencial para esclarecer o raciocínio proposto para a adaptação. Para alcançar os objetivos definidos o estudo será conduzido da seguinte forma:



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Descrição da empresa

O estudo foi conduzido em uma empresa localizada em Minas Gerais, especializada na fabricação de celulose branqueada a partir de fibra curta de eucalipto. A capacidade de produção da empresa é de até 1.200.000 toneladas por ano. A madeira é a principal matéria-prima utilizada por essa empresa.

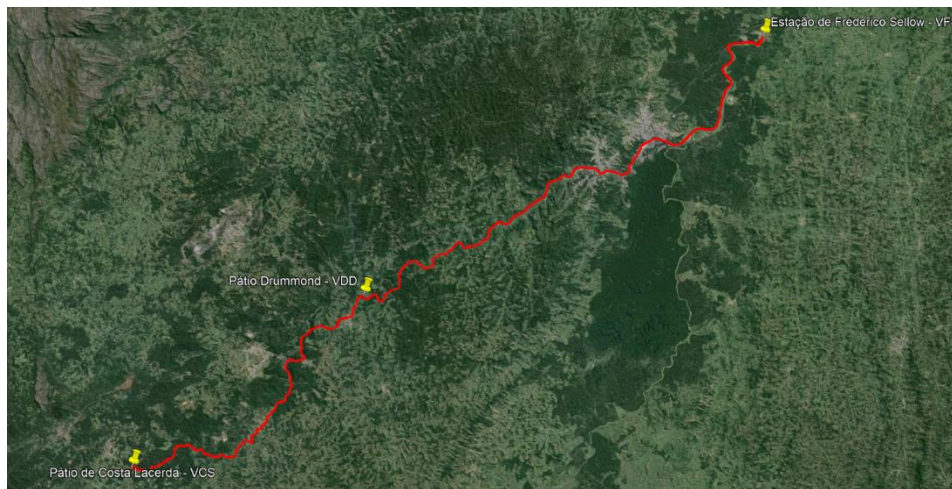
A empresa está dividida em dois segmentos distintos: o florestal e o industrial. O setor florestal abrange atividades como silvicultura, plantio e colheita da madeira, enquanto o setor industrial é responsável pela produção da celulose. O foco do estudo será o departamento de Logística Florestal, que tem como um de seus objetivos o transporte da madeira do campo até a fábrica. O trajeto realizado por esse produto é apresentado na figura 05 abaixo.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

Figura 5 - Trajeto Ferroviário dos Torettes



Fonte: A autora, 2024

O transporte ferroviário de toretes é um fluxo contínuo. A empresa dispõe de aproximadamente 220 PQDs (tipo de vagão utilizado para o transporte de toretes) para atender a demanda. Conforme as premissas, a estação de Costa Lacerda (VCS) tem um limite de 43 vagões para circulação, enquanto a estação de Desembargador Drummond (VDD) permite no máximo 30 vagões. A programação dos vagões para cada região é enviada semanalmente, de forma a atender as demandas e necessidades operacionais acordadas.

Formam-se dois cargueiros: um de vagões vazios partindo da Estação de Frederico Sellow (VFS) e outro carregado que parte das origens em direção a VFS. Os vagões vazios devem ser posicionados em VDD até 23:00 (D) e os restantes em VCS até 17:00 do dia seguinte (D+1). Os vagões, uma vez posicionados, passam por diversas etapas no transporte ferroviário.

Na estação de Costa Lacerda, após serem posicionados, os vagões deverão passar pelo processo de carregamento, ajuste de carga (se necessário), amarração e despacho para a operação, sendo que esses processos devem ser concluídos até as 07h do dia seguinte, proporcionando um intervalo de 15 horas para atender a essas demandas. Após a entrega dos vagões para a operação, é realizada vistoria, manobra e a partida dos vagões ao qual deve ocorrer até às 12h50.

Em VDD, uma vez posicionados, o carregamento, ajuste de carga (se necessário), amarração e despacho devem ocorrer até as 12h do dia seguinte. Assim, há um período de 13 horas para atender a essa demanda. Após a entrega dos vagões para a operação, é realizada vistoria, manobra e, em seguida, o cargueiro, formado em VCS, adiciona o restante dos vagões, consolidando a carga completa antes de seguir para VFS.

O processo logístico continua em VFS, onde os vagões carregados devem chegar até as 21h e serem disponibilizados até as 22h. A partir desse ponto, uma equipe ferroviária própria assume a operação, realizando manobras para posicionar os vagões carregados na fábrica, onde são desamarrados, pesados e posicionados para descarga. No entanto, devido a algumas limitações na malha ferroviária da fábrica e à priorização do fluxo de celulose, os vagões são divididos em lotes.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

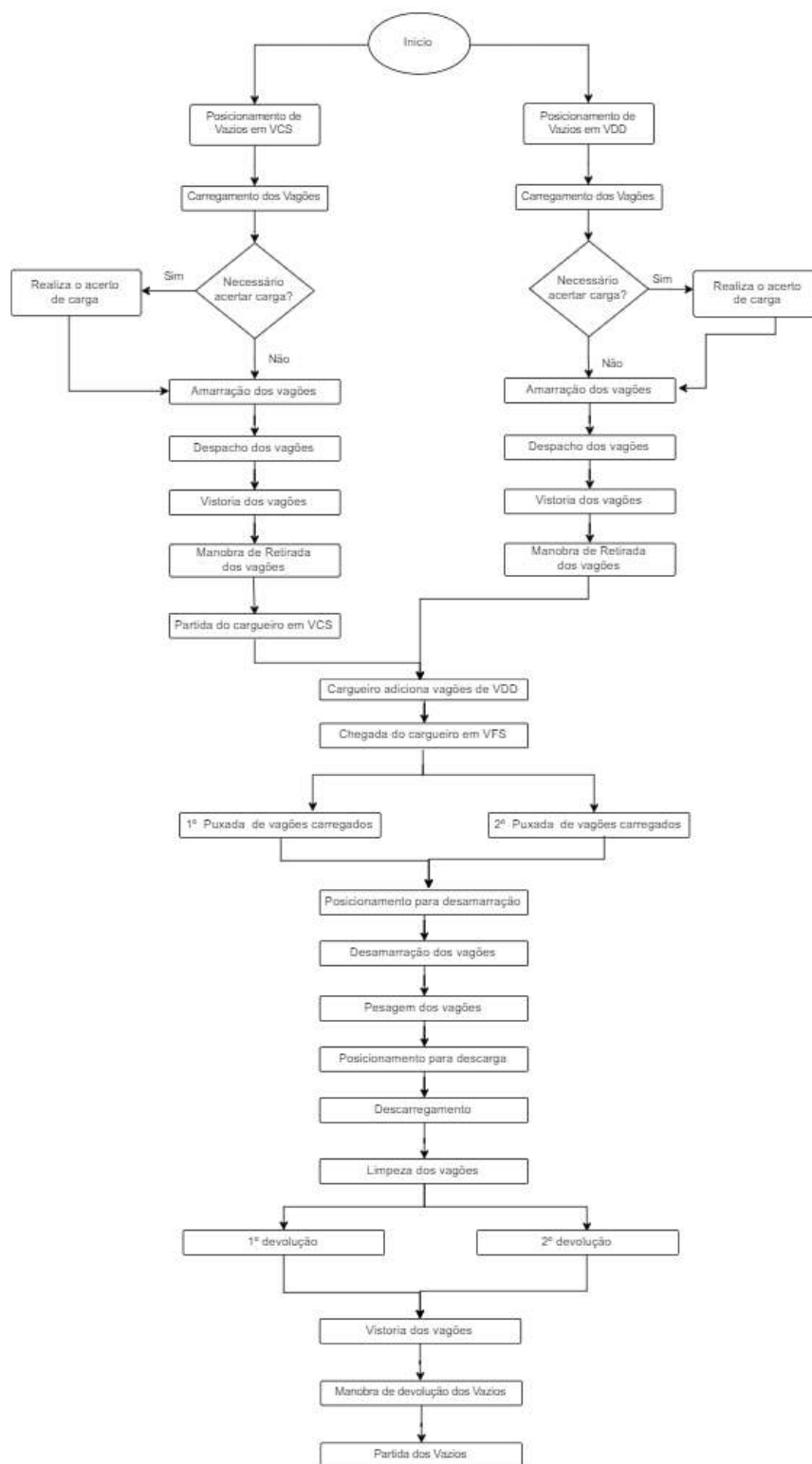
Após a descarga, os vagões passam por uma limpeza e são devolvidos a VFS em dois lotes. A primeira devolução, com 50% dos vagões vazios, deve ocorrer até às 04h, e o restante até às 11h. Após a entrega dos vagões vazios para a operação, é realizada vistoria, e em seguida manobra. A partida dos vagões vazios deve acontecer até às 16h30, dessa forma completa-se o ciclo do transporte ferroviário.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

Fluxograma 1 – Processo transporte ferroviário de toretes



Fonte: A autora, 2024



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

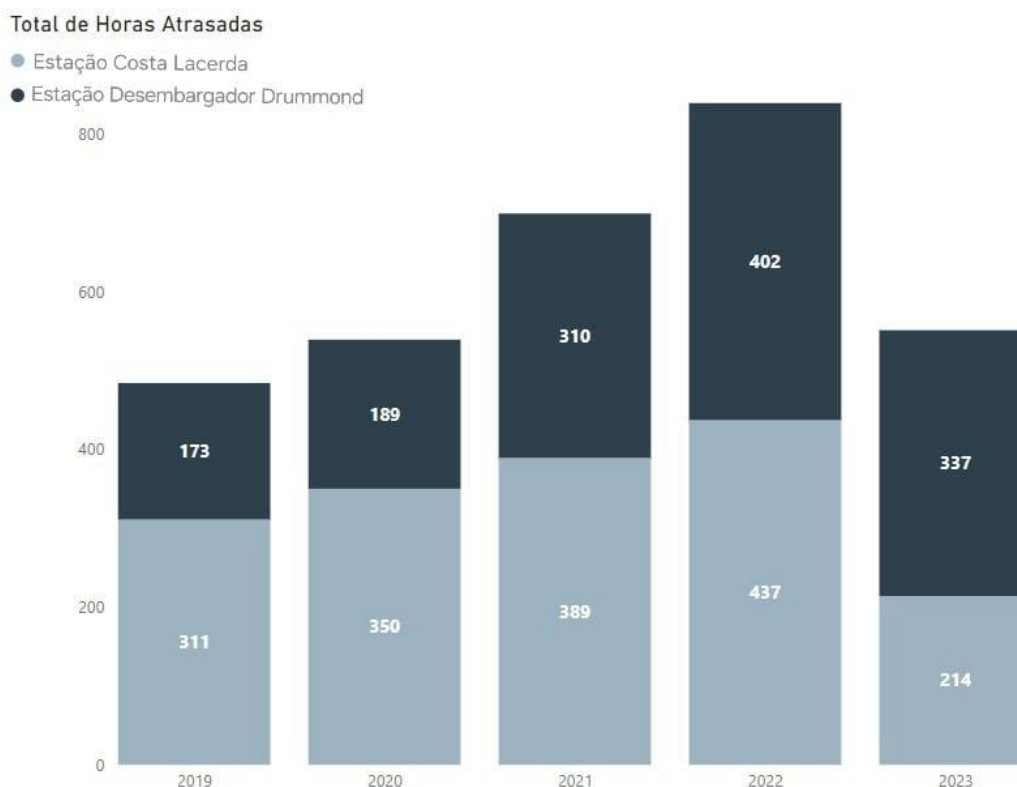
O fluxograma 01 proporciona uma visão clara e concisa de todas as etapas envolvidas no transporte ferroviário de toretes, desde a formação dos cargueiros até a devolução dos vagões vazios, garantindo a eficiência e a continuidade do processo logístico.

4.2. Quantificação dos Atrasos

A fim de quantificar e compreender a extensão dos desafios enfrentados pelo fluxo ferroviário de toretes, foi realizada uma análise detalhada das horas de atraso ao longo do período estudado. Essa análise permite quantificar o impacto dos problemas identificados e justificar as intervenções propostas.

A seguir, é apresentado um gráfico que ilustra a quantidade total de horas de atraso acumuladas durante o período analisado. Este gráfico, criado a partir dos dados coletados e analisados, destaca os períodos de maior incidência de atrasos. Cada ponto no gráfico (Figura 06) corresponde ao total de horas de atraso em cada ano, permitindo uma visualização clara das tendências e dos picos de ineficiência ao longo do tempo. A sigla VCS refere-se à Estação Costa Lacerda, enquanto VDD indica a estação Desembargador Drummond.

Figura 6 - Quantificação Horas de Atraso



Fonte: A autora, 2024

Para mensurar o impacto efetivo das horas de atraso no transporte ferroviário, foi realizada a conversão desse tempo em dias operacionais perdidos. Considerando que as operações ferroviárias ocorrem em turnos contínuos, observou-se que, em 2019, houve aproximadamente 484 horas de atraso, resultando em cerca de 20 dias de inatividade do transporte ferroviário. No ano de 2020, as 539



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

horas de atraso corresponderam a aproximadamente 22 dias de inatividade. Em 2021, as 699 horas de atraso representaram uma perda de cerca de 29 dias de operação ferroviária. O ano de 2022 registrou 839 horas de atraso, equivalendo a aproximadamente 34 dias de inatividade. Finalmente, em 2023, as 551 horas de atraso implicaram em cerca de 22 dias de inatividade no transporte ferroviário. Desse modo, pode-se observar que entre o período de 2019 e 2022, os atrasos foram se acentuando ano após ano, com uma ligeira queda no ano deste estudo.

No total, foram contabilizadas aproximadamente 3.112 horas perdidas ao longo do período analisado, o que equivale a cerca de 130 dias. Considerando a capacidade máxima de circulação das duas origens, que é de 73 vagões por dia, esse valor representa aproximadamente 9.465 vagões. Essas conversões são essenciais para quantificar o impacto dos atrasos no processo produtivo e na logística da empresa. O gráfico não apenas destaca os períodos de maior impacto, mas também auxilia na correlação desses picos com os problemas específicos identificados por meio das ferramentas de gestão da qualidade. Com base nesses dados, foram elaboradas propostas de melhorias focadas nos pontos críticos, visando à redução desses atrasos no futuro.

4.3. Aplicação das Ferramentas

Primeiro, fez-se a coleta e análise de dados, utilizando informações dos últimos cinco anos. Logo após, foi analisada cada justificativa apresentada para os atrasos e demais problemas identificados no fluxo. Através da metodologia de 6 Ms, cada justificativa foi incluso em uma das seis categorias relacionadas à mão de obra, métodos, materiais, máquinas, medidas ou meio ambiente.

Os seguintes critérios foram considerados na classificação das justificativas:

- Mão de obra: falta de treinamento adequado e mão de obra insuficiente.
- Método: Inclui procedimentos, atrasos e falhas na liberação, problemas na sinalização, restrição de velocidade, supressão de cargueiros e priorização de celulose, congestionamentos na malha ferroviária e paralisações programadas.
- Material: Engloba problemas de estoque de materiais, falta ou excesso de madeira, necessidade de reutilização direta do estoque (retrabalho) e acerto de carga que nada mais é que redistribuir a carga no vagão de modo a torná-la mais uniforme.
- Máquina: Compreende problemas mecânicos em locomotivas, vagões, máquinas (gruas), além de questões relacionadas à sinalização e aos meios de comunicação (rádio).
- Medida: refere-se a forma que a empresa utiliza para monitorar o processo, que consiste no uso de planilhas de controle.
- Meio ambiente. Inclui eventos climáticos, riscos de alagamento, queda de barreiras, paradas de emergência, vandalismo e descarrilamentos.

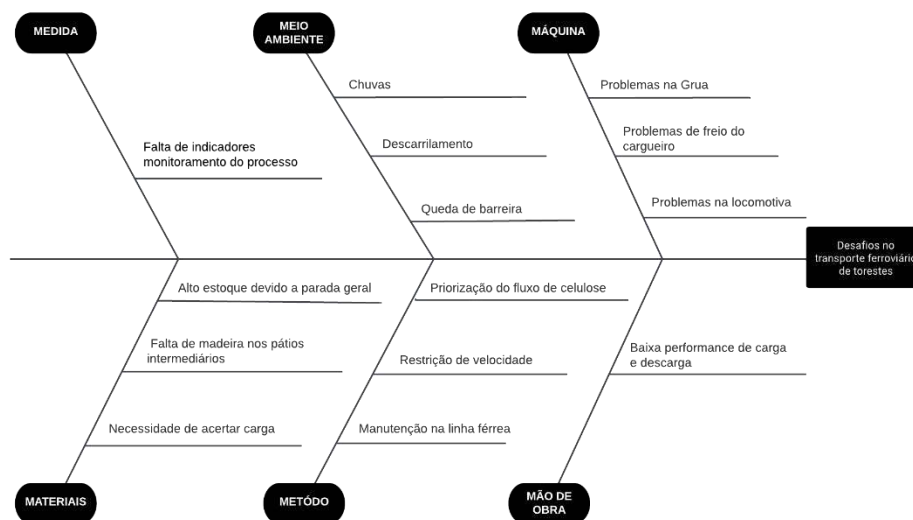
Essas categorias e critérios forneceram uma abordagem abrangente e estruturada na classificação das justificativas, facilitando a compreensão e a identificação das áreas que requerem atenção para melhorar o desempenho do sistema.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

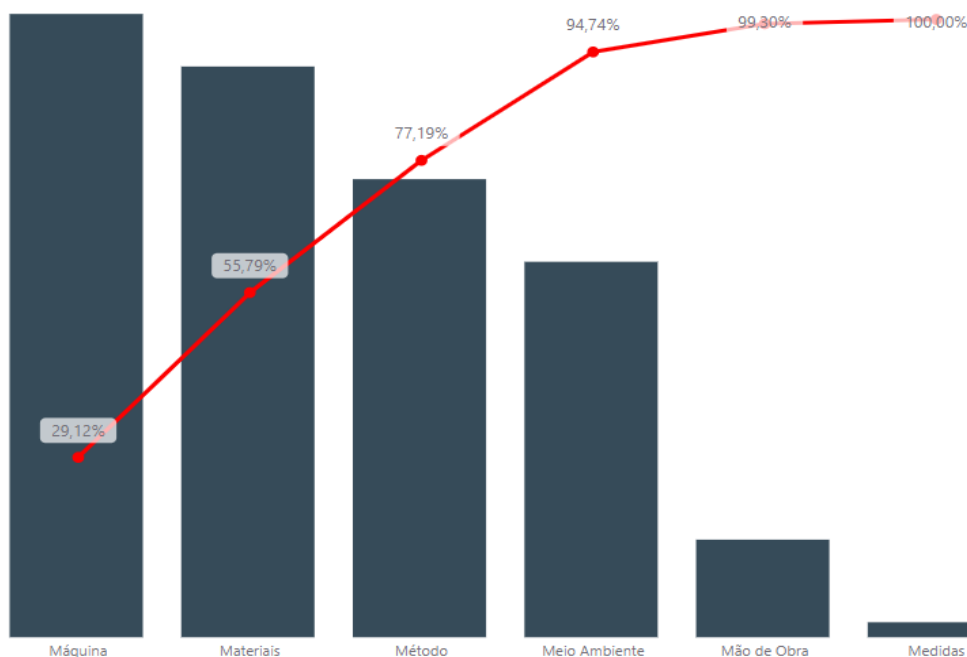
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: A autora, 2024

Após uma minuciosa análise de Ishikawa, que permitiu a categorização precisa das justificativas, optou-se pela aplicação do Diagrama de Pareto como uma estratégia de priorização das causas identificadas. Esse método visa não apenas identificar, mas destacar as causas principais, aquelas que exercem um impacto significativo na manifestação do problema em questão.

Figura 8 - Gráfico de Pareto
Gráfico de Pareto



Fonte: A autora, 2024

Ao examinarmos detalhadamente o gráfico acima, é evidente que as principais raízes dos desafios presentes nesse fluxo estão vinculadas aos domínios de Máquina, materiais e métodos. Essas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

três categorias, quando agrupadas, emergem como responsáveis por expressivos 77,19% das ocorrências registradas.

Na categoria Máquina, destacam-se as falhas recorrentes nos freios dos cargueiros, que resultam em paradas emergenciais para manutenções corretivas, resultando não apenas em atrasos no transporte, mas também comprometendo a segurança operacional. As locomotivas também sofrem com falhas mecânicas, o que resulta em paralisação das operações. Outro problema significativo é a falha nas gruas utilizadas no carregamento dos vagões, que, devido a falhas constantes, atrasam o carregamento e descarregamento dos toretes, prolongando o tempo das operações logísticas.

Na categoria Materiais, um dos principais desafios é a necessidade de acerto de carga, causada pela má distribuição dos toretes nos vagões, esse problema resulta na necessidade de redistribuir as cargas. Outro fator importante é o estoque elevado de matéria-prima nos pátios, consequência direta das paradas programadas na fábrica. Em contrapartida, foram identificados problemas relacionados à falta de madeira nos pátios intermediários.

Na categoria Métodos, a priorização do fluxo de celulose em detrimento do transporte de toretes é uma causa significativa de atrasos. Além disso, falhas na sinalização ferroviária agravam os problemas, com restrições de velocidade e interrupções frequentes no fluxo de transporte. O sistema de sinalização, em muitos trechos, é obsoleto e, por vezes, exige intervenções manuais, aumentando o tempo de viagem e comprometendo a eficiência geral do transporte.

Diante desse cenário, é imprescindível direcionar esforços prioritários para a resolução dessas causas fundamentais, uma vez que abordar esses elementos estratégicos promove impactos substanciais na otimização do desempenho global do sistema. Dessa forma, a metodologia 5W2H foi aplicada para abordar os principais problemas identificados.

O quadro 01 apresenta as medidas propostas para a resolução desses problemas, com as seguintes codificações de cores: as propostas destacadas em verde referem-se às questões relacionadas às Máquinas (5 ações propostas); as destacadas em vermelho estão associadas aos problemas Materiais (4 ações propostas); e as destacadas em azul dizem respeito aos **Métodos** (4 ações propostas).

Quadro 01 – Plano de Ação 5W2H

	O que? (What)	Por quê? (Why)	Onde? (Where)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Como? (How)	Quanto? (How Much)
Problemas na Grua	Inspeções diárias.	Garantir o funcionamento contínuo da grua e reduzir a ocorrência de paradas inesperadas.	Todos os pátios de madeira, onde acontece a carga e descarga de toretes.	Operadores de gruas.	As inspeções serão realizadas diariamente antes do início das operações.	Inspeção visual detalhada da grua e de seus componentes, registrando e comunicando quaisquer problemas identificados para a equipe responsável pela manutenção.	Custo estimado em R\$25.000 por ano.
Problemas na Grua	Manutenção preventiva	Assegurar a operação contínua da grua e prolongar sua vida útil.	Todos os pátios de madeira, onde acontece a carga e	Equipe de manutenção mecânica especializada	Mensalmente	Inspeção detalhada dos componentes, troca de peças desgastadas e testes de funcionamento.	Custo variável dependendo das soluções implementadas, estimado em R\$50.000 por mês.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR

ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

			descarga de toretes.				
Problemas de freio do cargueiro	Implementar um plano de manutenção corretiva e preventiva.	Os problemas recorrentes nos freios dos cargueiros estão causando atrasos constantes e comprometendo a segurança das operações ferroviárias.	Oficinas de manutenção ferroviária e nos locais de carga e descarga de toretes.	Equipe de manutenção ferroviária.	Início imediato, com manutenções preventivas semanalmente.	Inspecções periódicas nos sistemas de freio dos cargueiros, com substituição de peças desgastadas ou danificadas conforme necessário. Revisão e ajuste dos procedimentos operacionais para minimizar o desgaste dos freios e evitar problemas recorrentes.	Custo variável dependendo das soluções implementadas, estimado em R\$100.000 por mês.
Problemas na locomotiva	Implementar um programa de manutenção preventiva para as locomotivas, incluindo inspeções regulares e substituição de peças desgastadas.	Assegurar o funcionamento contínuo das locomotivas, prevenir falhas mecânicas e reduzir o desgaste excessivo, para prolongar a vida útil das locomotivas.	Nas oficinas de manutenção de locomotivas, onde as locomotivas são inspecionadas e reparadas.	Equipe de manutenção de locomotivas.	Mensalmente.	Inspecções visuais e testes de funcionalidade em componentes críticos das locomotivas, substituição de peças desgastadas ou danificadas e registro de todas as atividades de manutenção.	Custo variável dependendo das soluções implementadas, estimado em R\$500.000 por semestre.
Avarias nos vagões	Realizar inspeções em todos os vagões antes do carregamento.	Identificar danos nos vagões antes que eles causem atrasos ou problemas durante o transporte.	Pátios intermediários.	Recebedores de madeira, que são os responsáveis pelos pátios.	Diariamente.	Verificar visualmente a integridade externa dos vagões, incluindo os fueiros e catracas.	Custo estimado em R\$15.000 por ano.
Priorização do fluxo de celulose	Implementar indicadores de desempenho (KPIs) para monitorar a priorização dos fluxos.	Medir a eficácia das ações e fazer ajustes conforme necessário.	Monitoramento de todas as linhas ferroviárias utilizadas.	Equipe de logística e TI.	Início imediato, com monitoramento contínuo.	Utilização de um <i>software</i> de análise de desempenho.	Custo de implementação estimado em R\$150.000.
Paralisação das atividades ferroviárias	Plano de contingência para transporte alternativo.	Manter um fluxo de matéria-prima e minimizar os impactos em caso de paralisações nas operações.	Pátios intermediários e fábrica.	Coordenação do departamento.	Imediatamente e com atualizações contínuas.	Explorar alternativas viáveis para o transporte de matéria-prima até a fábrica, com o objetivo de garantir a continuidade do abastecimento de matéria-prima.	Custo variável dependendo das soluções implementadas, estimado em R\$20.000.
Falha na sinalização da ferrovia	Melhorar o sistema de sinalização ferroviária.	Evitar atrasos e garantir a segurança do transporte.	Nos pontos da ferrovia onde não existe sinalização	Empresa responsável pela malha viária	De acordo com o plano de manutenção contínua.	Atualização ou substituição de equipamentos obsoletos e realização de manutenções regulares.	Custo variável dependendo das soluções implementadas, estimado em R\$500.000.
Falha na sinalização da ferrovia	Treinamento e protocolos de emergência.	Garantir uma resposta rápida a falhas.	Toda a extensão da via férrea.	Equipe de operações e manutenção da via.	Imediatamente e de forma contínua.	Implementar programas de treinamento e desenvolver protocolos operacionais detalhados para respostas rápidas e eficazes a falhas.	Custo estimado em R\$80.000 por ano.
Alto estoque devido a parada geral	Implementação de um sistema de	Reduzir o estoque excessivo e	Todos os pátios de armazenagem	Supervisores das regionais e	Antes, durante e	Utilizando software de gestão de estoque para prever e ajustar	Custo criação e implementação do



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

	gestão de estoque <i>just-in-time</i> .	aprimorar a eficiência operacional.	nto de toretes.	coordenação do departamento	após a parada geral.	os níveis de estoque em tempo real.	software estimado em R\$800.000.
Falta de madeira nos pátios intermediários	Criação de estoques de segurança nos pátios intermediários.	Para garantir a disponibilidade contínua de madeira nos pátios intermediários e evitar interrupções no abastecimento da fábrica.	Pátios intermediários.	Supervisores das regionais e coordenação do departamento	Imediatamente após a aprovação do plano de ação, com revisões periódicas para avaliar a eficácia.	Calcular níveis de estoque de segurança com base na variabilidade da demanda.	Custo estimado em R\$180.000 por ano.
Necessidade de acerto de carga	Implementação de procedimentos de carregamento padronizados.	Minimizar a necessidade de acerto de carga, consequentemente reduzindo os atrasos e supressões de carga.	Área de carregamento dos vagões.	Coordenação do departamento será responsável pela elaboração dos procedimentos e supervisores das regionais pela aplicação.	Os procedimentos devem ser implementados imediatamente e após seu desenvolvimento.	Desenvolvimento de procedimentos padronizados para o carregamento, incluindo orientações sobre empilhamento e uso de equipamentos. Treinamento da equipe de carregamento nos novos procedimentos. Monitoramento regular para garantir a conformidade com os procedimentos.	Custo estimado em R\$20.000 por ano.
Necessidade de acerto de carga	Treinamento da equipe de carregamento sobre práticas para a distribuição de carga.	Garantir a correta distribuição de carga nos vagões.	Área de carregamento dos vagões.	Deve ser solicitado pela coordenação do departamento	Imediatamente, com reciclagem a cada 6 meses.	Promover a capacitação da equipe responsável pelo carregamento dos vagões.	Custo estimado em R\$50.000 por ano.

Fonte: A autora, 2024

5. CONSIDERAÇÕES

Este estudo teve como objetivo implementar medidas para minimizar o atraso do fluxo ferroviário de toretes em uma fábrica de celulose. Para tanto, foi realizada uma análise dos dados dos últimos cinco anos, a fim de identificar as principais causas de atrasos a partir do diagrama de *Ishikawa*. Posteriormente esses dados foram tratados e analisados através do gráfico de Pareto, de forma a permitir a identificação das principais causas dos problemas enfrentados e propor intervenções de melhorias por meio da metodologia 5W2H.

Durante o estudo, identificou-se que as categorias de Máquina, Materiais e Métodos concentram 77,19% de problemas. Essas categorias, responsáveis pela maior parte dos atrasos, foram abordadas por meio de intervenções específicas. Para a categoria Máquina, que corresponde a aproximadamente 29,12% dos problemas, foram propostas cinco ações: realização de inspeções diárias; implementação de um plano de manutenção corretiva e preventiva para as guas e vagões; implementar um programa de manutenção preventiva para as locomotivas e inspeção em todos os vagões antes do carregamento, com um investimento estimado em R\$2.840.000 ao ano.

Em relação à categoria de Materiais, que representa aproximadamente 26,67% dos problemas encontrados, foram sugeridas quatro ações: implementar indicadores de desempenho (KPIs) para



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

monitorar a priorização dos fluxos de todas as linhas ferroviárias; desenvolver um plano de contingência para transporte alternativo; aprimorar o sistema de sinalização ferroviária; treinar e implementar protocolos de emergência para falhas na sinalização da ferrovia, com um investimento estimado em R\$750.000 ao ano.

Para a categoria Métodos, responsável por 21,4% dos problemas, foram propostas quatro ações: implementação de um sistema de gestão de estoque *just-in-time*; criação de estoques de segurança nos pátios intermediários; padronização dos procedimentos de carregamento e treinar a equipe de carregamento sobre práticas para a distribuição de carga com um investimento anual estimado em R\$1.050.000.

Quanto às limitações da pesquisa, destaca-se a escassez de justificativas detalhadas para os atrasos ao longo do período estudado. Outro ponto importante é que a implementação das soluções propostas pode enfrentar desafios práticos, como a resistência à mudança por parte dos funcionários ou restrições financeiras para a execução das melhorias recomendadas.

A pesquisa também contribuiu para a literatura existente ao fornecer *insights* sobre a aplicação prática de ferramentas de gestão da qualidade no setor de transporte ferroviário de cargas, um campo que ainda carece de pesquisas aprofundadas. Espera-se que as descobertas e metodologias aplicadas neste estudo possam servir de modelo para outras empresas do setor, incentivando a adoção de práticas de gestão mais eficientes e inovadoras. Recomenda-se que futuras pesquisas explorem a eficácia contínua das soluções implementadas. A análise contínua e a adaptação das práticas recomendadas serão cruciais para enfrentar novos desafios e oportunidades.

REFERÊNCIAS

ALVES, Edgard Gomes de Castro *et al.* Transporte ferroviário no Brasil - desafios e oportunidades. **Revista Conecta**, v. 03, p. 03-14, 2020. Disponível em: <https://fatecrf.edu.br/revistaconecta/index.php/rc/issue/view/3/1>. Acesso em: 3 dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS (ANTF). **Associados**. Brasília: ANFT, [200-]. Disponível em: <https://www.antf.org.br/associadas/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento Da Cadeia De Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2006.

BOWERSOX, Ronald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby. **Gestão Logística de cadeia de suprimentos**. Porto Alegre: AMGH, 2006.

CARNEIRO, Eduardo Mazini. A Importância da Gestão da Qualidade e de Suas Ferramentas na Atuação da Engenharia de Produção: Uma Revisão Bibliográfica. **Anais [...]** do X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção – CONBREPO, 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/09262020_180932_5f6fb7e4ed48e.pdf. Acesso em: 4 dez. 2023.

CARVAHO, Marly Monteiro; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2. ed. rev. e aum. São Paulo: Atlas, 2012.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Painel CNT do Transporte - Ferroviário.** Brasília: CNT, 2023. Disponível em: <https://cnt.org.br/painel-cnt-transporte-ferroviario>. Acesso em: 13 nov. 2023.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte e Economia: O Sistema Ferroviário Brasileiro.** Brasília: CNT, 2013. Disponível em: <https://cnt.org.br/sistema-ferroviario-brasileiro>. Acesso em: 21 nov. 2023.

CORRÊA, Fernando Ramos. **Gestão da Qualidade.** Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2019. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/122019/938bb409a8f309d3d5807f2a663e4e33.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2024.

COUTINHO, Thiago. **Entenda o que é e como construir um Diagrama de Ishikawa para identificar problemas.** [S. l. s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-ishikawa>. Acesso em: 15 nov. 2023.

ESCOBAR, Pedro Henrique. Diagrama de Ishikawa: O que é, como montar e vantagens de usar. **Blog. Eggestor**, [S. l.], 2 maio 2019. Disponível em: <https://blog.eggestor.com.br/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 27 nov. 2023.

FAGUNDES, Mateus. Um trem chamado desenvolvimento. **Revista Dois Pontos**, [S. l.], 30 jan. 2013. Disponível em: <http://revistadoispontos.com/trilha-do-minerio/um-trem-chamado-desenvolvimento/>. Acesso em: 27 nov. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GROSBELLI, Andressa Carla. **Proposta De Melhoria Contínua Em Um Almoarifado Utilizando A Ferramenta 5w2h.** 2014. TCC (Graduação em Engenharia da Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12822/2/MD_COENP_TCC_2014_2_02.pdf. Acesso em: 6 maio 2024.

HARA, Celso Minoru. **Logística: Armazenagem, distribuição, trade marketing.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional.** Brasília: IPEA, 17 maio 2010. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3767/1/Comunicados_n50_Transporte.pdf. Acesso em: 1 dez. 2023.

LÉLIS, Eliacy Cavalcanti (org.). **Gestão da qualidade.** 2. ed. São Paulo: Pearson, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 13 out. 2023.

MARTINELLI, Fernando Baracho. **Gestão Da Qualidade Total.** [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/9159886/GEST%C3%83O_DA_QUALIDADE_TOTAL. Acesso em: 8 nov. 2023.

MARTINS, Túlio. **5W1H ou 5W2H – O que é, como fazer e quando usar?.** [S. l.]: Tulio Martins, 25 abr. 2019. Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/5w1h-ou-5w2h/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

MENEZES, AFONSO; DUARTE, FRANCISCO; CARVALHO, LUIS; SOUZA, TITO. **Metodologia científica teoria e aplicação na educação a distância.** [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/dacc/noticias/livro-univasf/metodologia-cientifica-teoria-e-aplicacao-na-educacao-a-distancia.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2024.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO TRANSPORTE FERROVIÁRIO
Amanda Caroline Chaves de Oliveira, Nayara Teixeira dos Santos

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: Estratégia, operação e avaliação. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2007.

OLIVEIRA, Guilherme Saramago de *et al.* Grupo focal: uma técnica de coleta de dados numa investigação qualitativa?. **Cadernos da Fucamp**, [S. l.], v. 19, n. 41, 2020. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2208>. Acesso em: 16 jun. 2024.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão Da Qualidade No Processo**: A qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão Da Qualidade**: Teoria e Prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PAOLINETTI, Alex Nakabayashi. **Conceito de 5W1H**. [S. l. s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/conceito-de-5w1h-alex-nakabayashi-paolinetti-engenheiro/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

SANTOS, Rueldey Caixeta dos. **A eficiência do transporte ferroviário de cargas no brasil e nos estados unidos – 2013 a 2022**. 2023. 60f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2023 Disponível em: <https://repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/4845>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SEBRAE. **5W2H**: o que é, para que serve e por que usar na sua empresa. [S. l.]: Sebrae, 20 nov. 2023. Disponível em: <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/5w2h-o-que-e-para-que-serve-e-por-que-usar-na-sua-empresa>. Acesso em: 02 ago. 2023.

TERZONI, Lean Blog by. **Exemplo Gráfico de Pareto**. [S. l. s. n.], 2018. Disponível em: <https://terzoni.com.br/leanblog/diagrama-ishikawa-e-grafico-de-pareto/pareto/>. Acesso em: 7 dez. 2023.

VALE. **Estrada de Ferro Vitória a Minas chega aos 120 anos como uma das mais modernas e seguras do país**. [S. l.]: VALE, 2024. Disponível em: <https://vale.com/pt/w/estrada-de-ferro-vitoria-a-minas-chega-aos-120-anos-como-uma-das-mais-modernas-e-seguras-do-pais>. Acesso em: 18 jul. 2024.

WITTERSHEIM, Aaron. **O que é Diagrama de Pareto? Para que serve? Como usar?**. [S. l. s. n.], 4 abr. 2024. Disponível em: <https://www.pipefy.com/pt-br/blog/diagrama-de-pareto/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf Acesso em: 8 dez. 2023.