



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

ANALYSIS OF STRATEGIES FOR MATERIAL AVAILABILITY IN TRACK MACHINE MAINTENANCE: A SYSTEMATIC REVIEW

ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS PARA LA DISPONIBILIDAD DE MATERIALES EN EL MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS DE VÍA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Carlos Antônio Gonçalves Rosado¹, Gilson Ricardo de Melo²

e5125978

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i12.5978>

PUBLICADO: 12/2024

RESUMO

Esta pesquisa sistemática aborda a importância crítica da disponibilidade de materiais para a manutenção efetiva de máquinas de via, um elemento fundamental para garantir a segurança e eficiência nas operações ferroviárias. O problema central investigado se concentra nos desafios enfrentados no provisionamento desses materiais, incluindo questões logísticas, erros de estoque e atrasos na entrega, que podem comprometer a manutenção oportuna e eficiente. O objetivo deste estudo é analisar estratégias inovadoras e práticas eficazes que possam otimizar o provisionamento de materiais necessários para a manutenção de máquinas de via. Para alcançar tal objetivo, foi adotada uma metodologia de pesquisa bibliográfica, focada na análise qualitativa de 19 literaturas publicadas entre 2018 e 2023. Os resultados revelam uma convergência entre os autores sobre a necessidade de integrar planejamento estratégico, tecnologias avançadas como inteligência artificial, e gestão eficiente de estoques para superar os desafios do provisionamento de materiais. Destacam-se as estratégias de manutenção prescritiva e o uso de tecnologias de diagnóstico avançado como elementos chave para uma manutenção mais proativa e menos reativa. As considerações finais evidenciam que o problema de pesquisa foi amplamente explorado, com os objetivos propostos sendo atingidos.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de Estoque. Logística de Materiais. Manutenção Ferroviária. Tecnologias Inovadoras. Eficiência Operacional.

ABSTRACT

This systematic research addresses the critical importance of material availability for the effective maintenance of track machines, a fundamental element to ensure safety and efficiency in railway operations. The central problem investigated focuses on the challenges faced in provisioning these materials, including logistical issues, stock errors, and delivery delays, which can compromise timely and efficient maintenance. The aim of this study is to analyze innovative and effective strategies that can optimize the provisioning of materials necessary for track machine maintenance. To achieve this goal, a bibliographic research methodology was adopted, focusing on the qualitative analysis of 19 literatures published between 2018 and 2023. The results reveal a convergence among authors on the need to integrate strategic planning, advanced technologies such as artificial intelligence, and efficient inventory management to overcome provisioning challenges. Prescriptive maintenance strategies and the use of advanced diagnostic technologies are highlighted as key elements for more proactive and less reactive maintenance. The final considerations demonstrate that the research problem has been thoroughly explored, with the proposed objectives being achieved.

KEYWORDS: Stock management. Material logistics. Railway maintenance. Innovative technologies. Operational efficiency.

¹ Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa, especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e Mestrado em Tecnologia, Ambiente e Sociedade pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Professor e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia de Produção do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, IFMG, Campus Governador Valadares.

² Acadêmico do Curso de Bacharel em Engenharia de Produção da Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, IFMG, Campus Governador Valadares.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

RESUMEN

Esta investigación sistemática aborda la importancia crítica de la disponibilidad de materiales para el mantenimiento efectivo de máquinas de vía, un elemento fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia en las operaciones ferroviarias. El problema central investigado se centra en los desafíos enfrentados en el aprovisionamiento de estos materiales, incluyendo problemas logísticos, errores de inventario y retrasos en la entrega, que pueden comprometer el mantenimiento oportuno y eficiente. El objetivo de este estudio es analizar estrategias innovadoras y prácticas eficaces que puedan optimizar el aprovisionamiento de materiales necesarios para el mantenimiento de máquinas de vía. Para lograr este objetivo, se adoptó una metodología de investigación bibliográfica, centrada en el análisis cualitativo de 19 literaturas publicadas entre 2018 y 2023. Los resultados revelan una convergencia entre los autores sobre la necesidad de integrar planificación estratégica, tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y gestión eficiente de inventarios para superar los desafíos de aprovisionamiento de materiales. Se destacan las estrategias de mantenimiento prescriptivo y el uso de tecnologías de diagnóstico avanzado como elementos clave para un mantenimiento más proactivo y menos reactivo. Las consideraciones finales demuestran que el problema de investigación ha sido ampliamente explorado, con los objetivos propuestos siendo alcanzados.

PALABRAS CLAVE: *Gestión de inventario. Logística de materiales. Mantenimiento ferroviario. Tecnologías inovadoras. Eficiencia operacional.*

INTRODUÇÃO

A manutenção eficaz de máquinas em setores industriais críticos, como o de mineração, representa um pilar fundamental para a sustentabilidade das operações. Nesse âmbito, a disponibilidade oportuna de materiais necessários para a manutenção não só garante a continuidade operacional, mas também assegura níveis elevados de segurança e eficiência. Neste contexto, emerge a relevância da análise de estratégias voltadas para a otimização do aprovisionamento desses materiais, configurando-se como um campo de estudo essencial que requer uma exploração detalhada.

O ambiente característico das atividades de manutenção em empresas mineradoras é marcado por sua complexidade, especialmente devido à diversidade e especificidade dos materiais requeridos. Assegurar a disponibilidade desses insumos no momento adequado e nas quantidades necessárias representa um desafio contínuo, cuja superação é crítica para o sucesso das operações de manutenção. Atrasos na entrega de materiais podem resultar em interrupções significativas, afetando adversamente a produtividade e a eficiência global da empresa.

Diante dessa realidade, a identificação e implementação de estratégias eficazes para o aprovisionamento de materiais tornam-se questões de importância primordial para o setor. Tais estratégias têm o potencial de induzir melhorias substanciais na eficiência das operações de manutenção, otimizando tanto os recursos quanto os resultados. Assim, apresenta-se o problema central desta pesquisa: quais estratégias podem ser empregadas para aprimorar a eficácia no aprovisionamento de materiais no âmbito do planejamento e controle de manutenção de máquinas de via em uma empresa de mineração?

O propósito desta investigação é, portanto, realizar uma análise aprofundada das estratégias voltadas para a melhoria do aprovisionamento de materiais necessários à manutenção de máquinas



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

de via. Essa análise objetiva, de forma específica pretende, elucidar a importância da pronta disponibilidade de materiais para a efetiva manutenção de equipamentos, identificar os principais obstáculos para assegurar a entrega tempestiva dos insumos e sugerir abordagens estratégicas que possam incrementar a eficiência do processo de provisionamento.

A justificativa para tal estudo reside no potencial impacto que o aprimoramento nas estratégias de provisionamento de materiais pode exercer sobre a manutenção de máquinas e equipamentos. Uma compreensão detalhada dessas estratégias pode contribuir para a melhoria na disponibilidade dos equipamentos, a redução de custos operacionais e, conseqüentemente, o incremento da competitividade no setor de mineração. Ademais, os conhecimentos derivados desta pesquisa têm o potencial de serem aplicados em diversos outros setores enfrentando desafios similares, ampliando assim o escopo de sua contribuição tanto para a academia quanto para a prática profissional.

IMPORTÂNCIA DA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS NA MANUTENÇÃO

A disponibilidade de materiais é fundamental para a manutenção eficiente de máquinas de via, um elemento crucial para garantir a eficácia e segurança nas operações ferroviárias. Esta afirmação é suportada por diversas contribuições acadêmicas que enriquecem o entendimento sobre o assunto.

Alves *et al.* (2022) em sua pesquisa na indústria petroquímica, que por analogia se aplica ao setor ferroviário, exploram a gestão de estoques de manutenção, reparo e operação. Eles evidenciam que a manutenção oportuna e eficaz de equipamentos depende de uma gestão de estoques adequada, que assegura a disponibilidade pronta de materiais necessários, evitando paralisações que podem afetar a segurança e a continuidade das operações.

Eleutério e Rosa (2023) abrem a discussão enfatizando a complexidade do planejamento de rotas dos recursos ferroviários para a manutenção, destacando a necessidade de sincronização e priorização das Ordens de Manutenção - OMs. A eficácia deste planejamento tem um impacto direto na disponibilidade de materiais, pois assegura que os recursos certos estejam disponíveis no momento e local necessários, minimizando atrasos e potenciais interrupções nas operações.

Nunes (2019) introduz a aplicação da inteligência artificial (IA) nos processos de manutenção ferroviária, uma inovação que pode prever necessidades de manutenção e, conseqüentemente, a demanda por materiais. Esta abordagem proativa é essencial para garantir que materiais e peças de reposição estejam disponíveis quando necessários, contribuindo para um sistema de manutenção mais eficiente e menos dispendioso.

Muniz Filho *et al.* (2019) destacam a importância de uma estratégia de manutenção prescritiva para máquinas de chave, ressaltando a necessidade de planejamento e disponibilidade de materiais. A adoção de estratégias prescritivas, apoiadas pela análise de dados e IA, assegura a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

manutenção preventiva, evitando falhas inesperadas e garantindo a disponibilidade dos materiais necessários para reparos imediatos.

Ferreira e Cugnasca (2021) discutem a aplicação de técnicas de aprendizado profundo para detecção e diagnóstico do estado de operacionalidade de sistemas ferroviários. Esta tecnologia permite identificar com precisão as necessidades de manutenção, otimizando o estoque e a logística de materiais, assegurando que os recursos certos estejam disponíveis no momento certo.

Mendes (2018) analisa a produtividade de máquinas de grande porte em obras ferroviárias, evidenciando como a disponibilidade de materiais influencia diretamente a eficiência operacional. A falta de materiais adequados e em tempo hábil pode resultar em atrasos significativos nas obras e manutenções, destacando a importância de um gerenciamento de materiais eficaz.

Barbosa (2022) propõe diretrizes para o planejamento e controle de manutenção em carros ferroviários, incorporando conceitos de *Lean Manufacturing* e gestão visual. Esta abordagem enfatiza a importância de um fluxo contínuo de materiais e uma gestão de estoque enxuta para evitar desperdícios e garantir a disponibilidade de materiais necessários para manutenções programadas e emergenciais.

Souza *et al.* (2022) investigam a gestão de processos e os ganhos em produtividade na manutenção ferroviária, salientando que uma gestão eficiente de materiais é essencial para maximizar a produtividade. Eles argumentam que um sistema de manutenção otimizado, apoiado por uma logística de materiais eficaz, pode significativamente melhorar os tempos de resposta e a qualidade das manutenções.

Campos e Simon (2019) discutem os benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção, uma estratégia que reduz custos e melhora a disponibilidade de materiais. A gestão eficaz do estoque de peças de reposição é fundamental para assegurar que materiais e peças estejam disponíveis quando necessários, evitando atrasos nas manutenções.

Melo *et al.* (2019) abordam a gestão de custos de estoques de peças de reposição na manutenção de frotas, enfatizando a importância de equilibrar os custos com a disponibilidade de materiais. Eles argumentam que uma gestão de estoque eficiente pode reduzir significativamente os custos operacionais, mantendo simultaneamente a disponibilidade de materiais para manutenção.

Almeida (2018) fornece uma visão geral da manutenção mecânica industrial, aplicável ao contexto ferroviário, destacando que a disponibilidade de materiais adequados é essencial para a execução eficiente das atividades de manutenção. A falta de peças de reposição ou materiais de qualidade pode comprometer a eficácia das manutenções e, por conseguinte, a segurança e operacionalidade do sistema ferroviário.

Martins *et al.* (2018) exploram a automatização do processo de compras industrial para peças de manutenção e reposição, uma abordagem que pode assegurar a disponibilidade oportuna de materiais. A automatização e a digitalização dos processos de aquisição podem melhorar



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

significativamente a eficiência da cadeia de suprimentos, garantindo que os materiais necessários estejam disponíveis para manutenções planejadas e não planejadas.

Santos e Rodrigues (2019) comparam os custos do estoque centralizado *versus* descentralizado, analisando a viabilidade da centralização de peças para manutenção. Eles concluem que, embora a centralização possa reduzir custos, é crucial garantir a disponibilidade e a logística eficiente de materiais para evitar atrasos nas operações de manutenção.

Oliveira (2023) examina a otimização da cadeia de suprimentos em uma empresa de logística, utilizando a teoria das restrições para minimizar o *lead time* de peças de reposição. Esta abordagem pode ser aplicada à manutenção ferroviária, onde a minimização dos tempos de espera para materiais é crucial para manter a eficiência operacional.

Mesquita e Moreira (2018) discutem a aplicação da Indústria 4.0 na manutenção ferroviária, incluindo o uso de realidade aumentada, que pode facilitar o acesso a informações sobre peças e materiais, melhorando a eficiência das operações de manutenção. Esta tecnologia pode auxiliar na identificação rápida de materiais necessários e na execução de reparos, assegurando a disponibilidade de máquinas de via.

Alves *et al.* (2022) abordam a gestão de estoques de manutenção, reparo e operação em uma indústria petroquímica, um estudo que pode ser aplicado ao setor ferroviário. Eles destacam a importância de um gerenciamento de estoque eficiente para assegurar a disponibilidade de materiais, minimizando os custos associados ao excesso de estoque ou à falta de peças de reposição.

Mantovani e Sandrini (2020) investigam o planejamento do cadastro de peças de manutenção em uma usina sucroalcooleira, um processo que pode melhorar a disponibilidade de materiais para manutenção. A correta catalogação e organização de peças de reposição facilitam o acesso a materiais quando necessários, contribuindo para a eficiência das operações de manutenção.

Soares *et al.* (2022) exploram a previsão de demanda de peças sobressalentes utilizando redes neurais artificiais, uma técnica que pode otimizar a disponibilidade de materiais para manutenção. Ao prever a demanda futura por peças de reposição, é possível ajustar o estoque de forma proativa, garantindo que os materiais estejam disponíveis quando necessários, sem incorrer em custos excessivos de armazenamento.

Em suma, a disponibilidade de materiais é um pilar crucial para a manutenção eficiente de máquinas de via, impactando diretamente a segurança, a eficiência operacional e a sustentabilidade econômica das operações ferroviárias. A integração de planejamento estratégico, tecnologias avançadas e gestão eficaz de estoque é fundamental para garantir que os materiais certos estejam disponíveis no momento certo, contribuindo para a continuidade e confiabilidade do sistema ferroviário.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

DESAFIOS NA ENTREGA DE INSUMOS PARA MANUTENÇÃO

O provisionamento de materiais para a manutenção em máquinas de via apresenta diversos desafios, que vão desde o tempo de entrega até a logística complexa que envolve o armazenamento e distribuição correta destes insumos. A manutenção eficaz das infraestruturas ferroviárias depende da disponibilidade imediata de materiais de qualidade, cuja falta pode levar a atrasos significativos nas operações, comprometendo a segurança e a eficiência do sistema ferroviário.

Eleutério e Rosa (2023) discutem a importância do planejamento preciso nas rotas de recursos ferroviários para a manutenção, enfatizando que atrasos na entrega de materiais podem desencadear um efeito cascata, afetando a sincronização e precedência das ordens de manutenção. Esse planejamento é crucial para evitar que erros de estoque, como números errados ou a entrada de itens e materiais inadequados, impactem negativamente o cronograma de manutenção.

Nunes (2019) ressalta o potencial da inteligência artificial para mitigar esses desafios, especialmente no que diz respeito à previsão e à gestão de estoque. A IA pode ajudar a prevenir erros de estoque ao automatizar o controle e a atualização de inventários, minimizando as chances de entrada de materiais errados ou produtos vencidos.

Muniz Filho *et al.* (2019) apresentam uma estratégia de manutenção prescritiva que, além de enfatizar a prevenção de falhas, destaca a importância de um sistema de logística eficiente. Atrasos na entrega de materiais podem ser minimizados com um sistema de gestão que preveja a demanda de insumos e coordene a logística de entrega de forma proativa.

Ferreira e Cugnasca (2021) ilustram como a aplicação de técnicas de aprendizado profundo pode aprimorar a detecção e o diagnóstico de problemas operacionais em sistemas ferroviários. Essas técnicas também podem ser aplicadas à gestão de estoques, identificando padrões que possam levar a atrasos na entrega e outros problemas logísticos, permitindo intervenções antecipadas para garantir o fluxo contínuo de materiais.

Mendes (2018) analisa a produtividade de máquinas de grande porte em obras ferroviárias, destacando que a eficácia dessas operações está intrinsecamente ligada à pronta disponibilidade de materiais. A logística de entrega enfrenta o desafio de garantir que materiais volumosos e específicos estejam no local certo no momento certo, evitando atrasos que podem comprometer todo o projeto.

Barbosa (2022) sugere que a incorporação do *Lean Manufacturing* e da gestão visual no planejamento e controle da manutenção pode facilitar a identificação e resolução de problemas relacionados ao estoque e à logística de materiais. Estas metodologias promovem a eficiência ao reduzir o desperdício e melhorar a comunicação entre as equipes, ajudando a evitar erros e atrasos na entrega de materiais.

Souza *et al.* (2022) enfocam na gestão de processos como um meio para alcançar ganhos em produtividade na manutenção ferroviária. Eles argumentam que uma gestão eficaz dos processos de provisionamento de materiais é essencial para maximizar a produtividade, sugerindo que



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

melhorias nos processos podem contribuir significativamente para a redução dos atrasos na entrega de insumos.

Campos e Simon (2019) discutem os benefícios da otimização do estoque de peças de reposição, enfatizando que a gestão eficiente do estoque é fundamental para enfrentar os desafios logísticos. Uma abordagem otimizada pode garantir que os materiais certos estejam disponíveis quando necessários, sem incorrer em custos excessivos devido ao excesso de estoque ou à obsolescência de produtos.

Melo *et al.* (2019) destacam a importância da gestão de custos de estoques na manutenção de frotas, indicando que o controle eficaz dos estoques é crucial para equilibrar os custos com a disponibilidade de materiais. Eles sugerem que uma análise cuidadosa dos custos pode revelar áreas onde a eficiência pode ser melhorada, ajudando a resolver problemas de atrasos na entrega e na gestão de materiais.

Almeida (2018) aborda os conceitos básicos e a tecnologia aplicada na manutenção mecânica industrial, destacando a relevância de uma gestão de materiais eficaz. Sugerindo que os princípios da manutenção industrial, como a prevenção de falhas e a gestão eficiente de recursos, podem ser aplicados ao setor ferroviário para superar os desafios na entrega de insumos.

Martins *et al.* (2018) exploram a automatização do processo de compras para peças de manutenção e reposição, uma estratégia que pode ajudar a evitar problemas comuns como erros de estoque e atrasos na entrega. A automatização pode melhorar a precisão e a eficiência do processo de provisionamento, garantindo que os materiais certos sejam adquiridos e entregues de forma oportuna.

Santos e Rodrigues (2019) comparam os custos do estoque centralizado *versus* descentralizado, destacando que a estratégia de centralização pode influenciar significativamente a logística de entrega. Eles argumentam que uma abordagem centralizada pode simplificar a gestão de materiais, mas requer um sistema de distribuição eficaz para evitar atrasos na entrega aos pontos de manutenção.

Campos e Simon (2019) reforçam a ideia de que a otimização do estoque de peças de reposição, juntamente com operações de manutenção eficientes, pode oferecer benefícios substanciais. Eles sugerem que a sincronização entre a gestão de estoques e as necessidades de manutenção pode mitigar muitos dos desafios enfrentados no provisionamento de materiais, garantindo que as operações de manutenção sejam realizadas sem atrasos desnecessários.

Oliveira (2023) analisa a otimização da cadeia de suprimentos em um estudo de caso em uma empresa de logística, aplicando a teoria das restrições para minimizar o *lead time* de peças de reposição. Esta abordagem destaca a importância de identificar e resolver gargalos na cadeia de suprimentos para melhorar a eficiência nas entregas e garantir a disponibilidade de materiais para manutenção.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

Mesquita e Moreira (2018) discutem a aplicação da Indústria 4.0 na manutenção, incluindo o uso de realidade aumentada para facilitar o acesso a informações sobre peças e materiais. Esta tecnologia pode ajudar a superar desafios na entrega e no provisionamento de materiais, permitindo uma identificação mais rápida dos insumos necessários e agilizando o processo de manutenção.

Alves *et al.* (2022) abordam a gestão de estoques de manutenção em um estudo de caso em uma indústria petroquímica, destacando que práticas eficazes de gestão de estoques podem ser aplicadas ao setor ferroviário para enfrentar desafios na entrega de materiais. Evidenciando que uma gestão de estoques eficiente é essencial para manter a continuidade das operações e garantir a segurança nas operações ferroviárias.

Mantovani e Sandrini (2020) exploram o planejamento do cadastro de peças de manutenção em um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira, destacando a importância de uma catalogação precisa para garantir a disponibilidade de materiais. Destacando que um sistema de cadastro bem-organizado pode facilitar o acesso a peças de reposição e materiais necessários, ajudando a superar desafios logísticos na manutenção ferroviária.

Soares *et al.* (2022) discutem a previsão de demanda de peças sobressalentes utilizando redes neurais artificiais, uma técnica que pode melhorar a precisão na gestão de estoques e evitar problemas com atrasos na entrega de materiais. Eles argumentam que tecnologias avançadas de previsão podem otimizar o provisionamento de materiais, garantindo que as operações de manutenção sejam realizadas de forma eficiente e sem interrupções.

Em suma, os desafios no provisionamento de materiais para manutenção ferroviária são multifacetados e exigem uma abordagem integrada que combine planejamento preciso, tecnologia avançada e gestão eficaz de estoques. A superação desses desafios é fundamental para garantir a continuidade das operações ferroviárias, mantendo altos padrões de segurança e eficiência.

ESTRATÉGIAS DE PROVISIONAMENTO DAS ORDENS DE MANUTENÇÃO

O provisionamento eficiente de materiais para a manutenção de máquinas de via é crucial para assegurar a operacionalidade e segurança das ferrovias. Diversos desafios se apresentam neste contexto, desde a logística de entrega até a precisão na gestão de estoques. Estratégias inovadoras e práticas aprimoradas são essenciais para superar esses obstáculos, garantindo a disponibilidade contínua de materiais essenciais para a manutenção.

Eleutério e Rosa (2023) destacam a importância de um planejamento meticuloso das rotas dos recursos ferroviários para a realização da manutenção, considerando sincronismo, precedência e prioridade das ordens de manutenção (OMs). A aplicação de um modelo matemático inovador, como proposto por eles, para o planejamento das rotas pode maximizar o número de OMs atendidas, assegurando assim a eficácia no uso dos recursos e na gestão de materiais.

Nunes (2019) aborda a aplicação da inteligência artificial (IA) nos processos de manutenção de via permanente ferroviária, sugerindo que a IA pode oferecer soluções inovadoras para a



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

otimização da manutenção e do provisionamento de materiais. A utilização de IA pode facilitar a identificação antecipada de necessidades de manutenção, permitindo um planejamento mais eficaz dos recursos e dos materiais necessários.

Muniz Filho *et al.* (2019) examinam a estratégia de manutenção prescritiva aplicada às máquinas de chave da Estrada de Ferro Carajás (EFC), destacando a necessidade de uma logística eficiente de materiais. Uma estratégia de manutenção prescritiva, apoiada por tecnologias avançadas, pode melhorar significativamente a eficácia no provisionamento de materiais, assegurando que os materiais certos estejam disponíveis no momento certo.

Ferreira e Cugnasca (2021) discutem a aplicação de técnicas de aprendizado profundo para a detecção e diagnóstico de falhas em sistemas ferroviários. Essas técnicas podem ser adaptadas para melhorar a gestão de estoques de materiais de manutenção, garantindo que as peças de reposição estejam disponíveis quando necessárias, reduzindo assim o tempo de inatividade dos equipamentos.

Mendes (2018) analisa a produtividade de máquinas de grande porte em obras ferroviárias, ressaltando a importância da disponibilidade imediata de materiais para manter a eficiência das operações. Estratégias eficazes de provisionamento de materiais são fundamentais para garantir que as máquinas operem com a máxima eficiência, evitando atrasos nas obras de manutenção.

Barbosa (2022) sugere a utilização do *Lean Manufacturing* e da gestão visual no planejamento e controle da manutenção em carros ferroviários. A implementação dessas metodologias pode contribuir para uma gestão de materiais mais eficiente, reduzindo desperdícios e melhorando a disponibilidade dos materiais necessários para a manutenção.

Campos e Simon (2019) discutem os benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção. Uma gestão eficaz do estoque de peças de reposição pode diminuir significativamente o tempo de inatividade dos equipamentos e reduzir os custos associados aos estoques, melhorando a segurança operacional e a eficiência das operações de manutenção.

Portanto, a implementação de estratégias inovadoras e a aplicação de tecnologias avançadas são essenciais para melhorar a eficácia no provisionamento de materiais para a manutenção de máquinas de via. O planejamento cuidadoso, a utilização da inteligência artificial, a manutenção prescritiva, a otimização de processos e a gestão eficaz dos estoques são elementos chave para assegurar a continuidade e segurança das operações ferroviárias.

MÉTODO

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com o objetivo de investigar estratégias para a melhoria da eficácia no provisionamento de materiais destinados à manutenção de máquinas de via. Fundamentada em metodologias estruturadas, a abordagem visou uma análise qualitativa, descritiva e explicativa, centrada não apenas na descrição dos fenômenos relacionados ao tema, mas também



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

na exploração de causas e proposição de soluções. A adoção de procedimentos rigorosos e sistematizados foi essencial para assegurar a confiabilidade e a relevância dos resultados obtidos.

Os critérios de inclusão foram definidos com base em uma seleção de trabalhos publicados entre 2018 e 2023, assegurando alinhamento às práticas contemporâneas e aos desafios enfrentados pelo setor ferroviário. Essa delimitação temporal visou contemplar as inovações e as tendências emergentes, permitindo a construção de um arcabouço teórico atualizado e robusto. Foram excluídos estudos que, embora relacionados ao tema, não abordassem diretamente o provisionamento de materiais, apresentassem dados incompletos ou estivessem indisponíveis para consulta pública. Trabalhos em idiomas distintos do português também foram descartados, priorizando-se a literatura nacional e regional.

A escolha por uma abordagem qualitativa foi sustentada pela complexidade inerente ao tema, que exige uma compreensão detalhada de processos e desafios específicos do setor ferroviário. Nesse sentido, Praça (2015) foi uma referência central para a organização e estruturação metodológica, fornecendo diretrizes claras sobre a elaboração de pesquisas bibliográficas. Além disso, as contribuições de Teixeira, Silva e Brito (2019) foram cruciais para a aplicação de metodologias ativas e problematizadoras, permitindo identificar e analisar criticamente os desafios e lacunas presentes no provisionamento de materiais.

Autores como Leite e Rocha (2020) destacaram a importância de equilibrar abordagens qualitativas e quantitativas. Embora esta pesquisa tenha priorizado a análise qualitativa, a integração de elementos quantitativos contribuiu para a validação de aspectos pontuais, conforme recomendado. Lunetta e Guerra (2023) reforçaram a necessidade de rigor metodológico, oferecendo estratégias práticas para a coleta e análise sistemática da literatura. Paralelamente, as orientações de Pereira *et al.* (2018), Pádua (2019), Mattos (2020) e Mazucato *et al.* (2018) forneceram subsídios valiosos para a definição e justificativa dos procedimentos adotados.

Dessa forma, o desenho metodológico desta pesquisa consolidou-se como uma estrutura científica robusta, capaz de promover uma análise crítica e aprofundada sobre o tema. A aplicação de critérios rigorosos de inclusão e exclusão, aliada ao uso de literatura recente e especializada, permitiu alcançar um panorama detalhado e propor estratégias eficazes para otimizar o provisionamento de materiais na manutenção de máquinas de via.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DA LITERATURA

No Quadro 1, apresenta-se uma seleção de estudos escolhidos a partir de 19 obras referenciadas para uma análise detalhada e discussão em torno do desafio de pesquisa associado ao provisionamento eficiente de materiais para a manutenção de máquinas de via ferroviária. Esta seleção inclui as 5 principais pesquisas referenciadas, destacando inovações recentes e desafios no campo. Cada estudo é examinado para extrair informações substanciais e práticas recomendadas que podem auxiliar na otimização das estratégias de manutenção ferroviária. O quadro resume os



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

autores e anos das publicações, os títulos dos estudos e uma análise breve de cada pesquisa, oferecendo uma visão integrada e focada das contribuições escolhidas.

Quadro 1 – Quadro resumo de estudos sobre materiais para manutenção ferroviária

Autor e Ano	Título da obra	Análise sucinta da pesquisa
Eleutério e Rosa, 2023	Planejamento das rotas dos recursos ferroviários para realização da manutenção ferroviária considerando sincronismo, precedência e prioridade	Explora um modelo matemático para otimizar o planejamento das rotas de manutenção ferroviária, enfatizando a importância da organização e sincronização.
Nunes, 2019	Inteligência artificial aplicada aos processos de manutenção de via permanente ferroviária	Discute o uso de IA na manutenção ferroviária, destacando seu potencial para melhorar a eficiência e prever necessidades de manutenção.
Muniz Filho <i>et al.</i> , 2019	Estratégia de manutenção prescritiva: um estudo aplicado às Máquinas de Chave da Estrada de Ferro Carajás	Apresenta uma abordagem de manutenção baseada em prescrição para máquinas ferroviárias, focando na prevenção e na eficácia do planejamento.
Ferreira e Cugnasca, 2021	Aplicação de técnicas de aprendizado profundo para a detecção e diagnóstico do estado de operacionalidade de sistemas: um estudo de caso em AMVS ferroviários	Investiga o uso de aprendizado profundo na identificação de falhas em sistemas ferroviários, contribuindo para uma manutenção mais eficiente e proativa.
Campos e Simon, 2019	Benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção	Analisa como a otimização do estoque de peças de reposição pode reduzir custos e tempos de inatividade, melhorando a eficiência da manutenção.

Fonte: Autor (2024).

Eleutério e Rosa (2023) enfatizam a complexidade do planejamento das rotas de manutenção ferroviária, destacando a necessidade de sincronismo, precedência e prioridade nas operações. Esse enfoque complementa a perspectiva de Nunes (2019), que vê na inteligência artificial uma ferramenta capaz de otimizar esses processos, sugerindo que a tecnologia pode ser um facilitador chave na resolução de complexidades logísticas. Embora Eleutério e Rosa (2023) se concentrem mais no planejamento estratégico e Nunes (2019) na aplicação tecnológica, ambos reconhecem a importância da organização e da eficiência na manutenção ferroviária.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

Por outro lado, Muniz Filho *et al.* (2019) propõem uma abordagem focada na estratégia de manutenção prescritiva, sugerindo uma metodologia preventiva que poderia se beneficiar das inovações tecnológicas discutidas por Nunes (2019). Essa visão preventiva e baseada na previsibilidade contrasta com a abordagem mais reativa e imediata de Eleutério e Rosa (2023), mas complementa a visão de otimização e eficiência geral do sistema de manutenção.

Ferreira e Cugnasca (2021) avançam nessa discussão ao explorar como as técnicas de aprendizado profundo podem não apenas detectar, mas também diagnosticar problemas operacionais, sugerindo uma integração mais aprofundada de tecnologias avançadas na manutenção ferroviária. Essa abordagem tecnológica para diagnóstico e prevenção ressoa com a estratégia prescritiva de Muniz Filho *et al.* (2019), mas com uma ênfase maior na automação e na precisão tecnológica.

Campos e Simon (2019) trazem uma nova dimensão à discussão, concentrando-se na otimização do estoque de peças de reposição. Eles argumentam que a eficiência na manutenção não depende apenas do planejamento e da tecnologia, mas também de uma gestão de recursos eficaz. Essa perspectiva complementa os estudos anteriores, sugerindo que a otimização do estoque é um componente crítico que sustenta a eficácia do planejamento de manutenção e a aplicação tecnológica.

A análise conjunta desses estudos revela um consenso sobre a importância da eficiência, organização e inovação tecnológica na manutenção ferroviária. Embora existam diferenças nas abordagens entre Eleutério e Rosa (2023) focando no planejamento estratégico, Nunes na tecnologia como solução, Muniz Filho *et al.* (2019) na prevenção, Ferreira e Cugnasca (2021) na precisão diagnóstica, Campos e Simon (2019) na gestão de estoques. Porém, todas contribuem para um entendimento mais rico e multifacetado dos desafios e soluções no provisionamento de materiais para manutenção ferroviária. Juntas, essas pesquisas destacam a necessidade de uma abordagem holística que integre planejamento cuidadoso, inovação tecnológica e gestão eficaz de recursos para melhorar a manutenção das ferrovias.

CONSIDERAÇÕES

As considerações finais deste estudo revelam que o problema de pesquisa relativo à melhoria na eficácia do provisionamento de materiais para a manutenção de máquinas de via foi abordado de maneira abrangente, com os objetivos propostos sendo satisfatoriamente atingidos. A análise detalhada das contribuições selecionadas permitiu identificar estratégias eficazes e práticas inovadoras que podem ser adotadas para otimizar o processo de manutenção ferroviária, garantindo assim maior eficiência operacional e segurança nas vias.

Ficou evidenciado que a integração de tecnologias avançadas, como a inteligência artificial e o aprendizado profundo, juntamente com a aplicação de metodologias de planejamento estratégico e gestão de estoques, oferece uma solução viável para os desafios enfrentados no provisionamento



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

de materiais. A combinação dessas abordagens não apenas melhora a previsibilidade e eficiência das operações de manutenção, mas também contribui para a redução de custos e otimização de recursos, aspectos cruciais para o setor ferroviário.

Além disso, a discussão gerada em torno das diferentes perspectivas e abordagens destacou a importância de uma visão holística e integrada na gestão da manutenção ferroviária. Entende-se que não há uma solução única para os desafios enfrentados, mas que a eficácia do provisionamento de materiais depende de uma série de fatores interconectados, que vão desde o planejamento e a logística até o uso de tecnologias inovadoras e a gestão eficiente de estoques.

Os objetivos desta pesquisa foram atingidos, proporcionando uma compreensão aprofundada dos desafios no provisionamento de materiais para manutenção ferroviária e sugerindo soluções eficazes. A análise realizada oferece uma base sólida para decisões estratégicas que podem melhorar significativamente a manutenção das ferrovias, contribuindo para a sustentabilidade do setor. Para pesquisas futuras, sugere-se estudar o impacto das tecnologias emergentes, como inteligência artificial e internet das coisas (IoT), no ciclo de vida da manutenção ferroviária. Investigar a implementação prática dessas tecnologias nas operações diárias poderia revelar benefícios tangíveis em termos de eficiência operacional, redução de custos e segurança. Esse estudo potencialmente fornecerá estratégias efetivas para a indústria ferroviária, orientando inovações e melhorias no setor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Manutenção Mecânica Industrial–Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo: Saraiva Educação SA, 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/26rkvs4k>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ALVES, Fernando Jorge *et al.* **Gestão de estoques de manutenção**, reparo e operação: um estudo de caso em uma indústria petroquímica. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/285qzotq>. Acesso em: 23 mar. 2024.

BARBOSA, Marianna Moda. **Diretrizes para elaboração do planejamento e controle de manutenção em carros ferroviários utilizando o Lean Manufacturing e gestão visual**: uma análise baseada no setor ferroviário e aeroviário. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/2czyqyvf>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CAMPOS, Renan Stenico; SIMON, Alexandre Tadeu. Benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção. **Exacta**, v. 17, n. 1, p. 63-80, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/24kpsd77>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CAMPOS, Renan Stenico; SIMON, Alexandre Tadeu. Benefits of spare parts inventory optimization jointly with the maintenance operations/Benefícios da otimização do estoque de peças de reposição em conjunto com as operações de manutenção. **Revista Exacta**, v. 17, n. 1, p. 63-81, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/27r29yxq>. Acesso em: 20 mar. 2024.

ELEUTÉRIO, Guilherme De Almeida; ROSA, Rodrigo Alvarenga. Planejamento das rotas dos recursos ferroviários para realização da manutenção ferroviária considerando sincronismo, precedência e prioridade. **TRANSPORTES**, v. 31, n. 2, p. e2644-e2644, 2023. Disponível em: <https://revistatransportes.org.br/anpet/article/view/2644>. Acesso em: 13 mar. 2024.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

FERREIRA, Macilio da Silva; CUGNASCA, Paulo Sérgio. **Aplicação de técnicas de aprendizado profundo para a detecção e diagnóstico do estado de operacionalidade de sistemas:** um estudo de caso em AMVS ferroviários. 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/28xfcaz9>. Acesso em: 14 mar. 2024.

LEITE, Rodrigo; ROCHA, Gustavo De Andrade. Desenho de pesquisa, inferência e causalidade: caminhos entre a abordagem qualitativa e quantitativa. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, v. 10, n. 1, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/27abeww6>. Acesso em: 10 fev. 2024.

LUNETTA, Avaetê de; GUERRA, Rodrigues. Metodologia da pesquisa científica e acadêmica. **Revista OWL (OWL Journal) - Revista Interdisciplinar de Ensino e Educação**, v. 1, n. 2, p. 149-159, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/wbSu2>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MANTOVANI, Carol; SANDRINI, João Pedro Bruno. **Planejamento do cadastro de peças de manutenção:** um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/25stlwmv>. Acesso em: 24 mar. 2024.

MARTINS, Breno Assis *et al.* **Automatização do processo de compras industrial para peças de manutenção e reposição.** [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/28232tgc>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MATTOS, Sandra Maria Nascimento de. **Conversando sobre metodologia da pesquisa científica.** [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/26chg768>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MAZUCATO, Thiago *et al.* Metodologia da pesquisa e do trabalho científico. **Penápolis:** Funep. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/23p6l4pk>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MELO, Carlos Savio de *et al.* **Gestão de custos de estoques de peças de reposição na manutenção de frotas:** análise em uma empresa de transporte coletivo de passageiros no interior de Mato Grosso do Sul. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/284k6l67>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MENDES, Brendon Maia. **Análise da produtividade de máquinas de grande porte em obra de correção geométrica ferroviária na Estrada de Ferro de Carajás.** [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/28tu34bj>. Acesso em: 14 mar. 2024.

MESQUITA, Viviane Balieiro; MOREIRA, Farney Coutinho. Indústria 4.0: Aplicação de Realidade Aumentada. **Simpósio em Excelência em Gestão e Tecnologia (XVSEGeT)**, 2018. Disponível em: <https://tinyurl.com/y5nt4ran>. Acesso em: 23 mar. 2024.

MUNIZ FILHO, Edisio Rodriguez *et al.* **Estratégia de manutenção prescritiva:** um estudo aplicado às Máquinas de Chave da Estrada de Ferro Carajás. [S. l.: s. n.], 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/24sbdvvh>. Acesso em: 13 mar. 2024.

NUNES, Gabriel Silva. Inteligência artificial aplicada aos processos de manutenção de via permanente ferroviária. *In: 33º Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, Camboriú, 2019. Disponível em: <https://encurtador.com.br/11Cig>. Acesso em: 13 mar. 2024.

OLIVEIRA, Rayane Miguel de. **Otimizando a cadeia de suprimentos:** um estudo de caso na Vix Logística utilizando a teoria das restrições para minimizar o *lead time* de peças de reposição e potencializar a eficiência nas manutenções. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/25yhu2hx>. Acesso em: 20 mar. 2024.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

ANÁLISE DE ESTRATÉGIAS PARA DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS EM MANUTENÇÃO
DE MÁQUINAS DE VIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Carlos Antônio Gonçalves Rosado, Gilson Ricardo de Melo

PÁDUA, Elisabete Matallo M de. **Metodologia da pesquisa**: abordagem teórico-prática. Campinas: Papirus Editora, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/287nt7oe>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PEREIRA, Adriana Soares *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>. Acesso em: 10 fev. 2024.

PRAÇA, Fábíola Silva Garcia. Metodologia da pesquisa científica: organização estrutural e os desafios para redigir o trabalho de conclusão. **Revista Eletrônica "Diálogos Acadêmicos"**, v. 8, n. 1, p. 72-87, 2015. Disponível em: <https://tinyurl.com/y56dxnke>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SANTOS, Jéssica Pereira dos; RODRIGUES, Ênio Fernandes. **Custo do estoque centralizado versus descentralizado**: uma análise de viabilidade da centralização de peças para manutenção de uma rede de entretenimento. São Paulo: Engetec, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/25xxur82>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SOARES, Laura Maria Castro *et al.* Previsão de demanda de peças sobressalentes utilizando rede neural artificial. **Sistemas & Gestão**, v. 17, n. 3, 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/22zvzhqo>. Acesso em: 24 mar. 2024.

SOUZA, Alessandro Rodrigues de *et al.* **Gestão de processos e ganhos em produtividade**: um estudo aplicado à manutenção ferroviária. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/2cpuejtc>. Acesso em: 18 mar. 2024.

TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; SILVA, Priscilla Chantal Duarte; BRITO, Max Leandro De Araújo. Aplicabilidade de metodologias ativas de aprendizagem baseada em problemas em cursos de graduação em engenharia. **Humanidades & Inovação**, v. 6, n. 8, p. 138-147, 2019. Disponível em: <https://tinyurl.com/2x4mruch>. Acesso em: 10 fev. 2024.