



**PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO DE
DORMENTES DE MADEIRA NO INTERIOR DE SÃO PAULO**

Felipe Ribeiro¹
Lisleandra Machado²
Leonardo Araújo³
Fernando Canesch⁴
Carlos Leal⁵

RESUMO: A continuidade das operações ferroviárias depende diretamente da condição da Via Permanente e da integridade de seus componentes. Este estudo avalia os benefícios da adoção de práticas de planejamento, programação e controle da manutenção de dormentes no interior do Estado de São Paulo, região estratégica para o transporte de mercadorias como produtos agrícolas, cimento, celulose, ferro gusa, cargas industrializadas e contêineres. As principais atividades de controle implementadas para prolongar o ciclo de vida dos dormentes incluem a criação de ordens de serviço, medição das atividades, gestão de estoque e monitoramento de falhas. Em 2023, foram registradas 1.297 ordens de serviço, sendo 46% direcionadas para a revitalização de dormentes no trecho entre Jundiaí e Campinas, com um investimento total de R\$ 641.979,92. As cidades de Campinas e Valinhos apresentaram a maior demanda. O processo de medição e gestão do acordo de nível de serviço registrou a instalação de 6.309 dormentes, dos quais 82% eram dormentes livres e 18% confinados. Além disso, foram realizadas 2.708 inspeções e 966 análises de falhas, contribuindo para a identificação preventiva de anomalias. Esses indicadores reforçam a importância do monitoramento contínuo dos componentes ferroviários para prevenir interdições e acidentes operacionais.

Palavras-chave: Manutenção ferroviária, Planejamento, Monitoramento ferroviário, Via Permanente

¹ Graduando em Engenharia Ferroviária e Metroviária - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. E-mail: feehsd@hotmail.com;

² 2Dra. em Engenharia de Produção. IFSudesteMG - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. E-mail: lisleandra.machado@ifsudestemg.edu.br;

³ Doutor pelo Curso de ENGENHARIA DE TRANSPORTES da UFRJ, leonardo.araujo@ifsudestemg.edu.br;

⁴ Doutor em Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. E-mail: Fernando.caneschi@ifsudestemg.edu.br;

⁵ Doutor em Engenharia Mecânica - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. E-mail: Carlos.leal@ifsudestemg.edu.br;



PLANNING, POGRAMMING AND CONTROL OF THE MAINTENANCE OF WOODEN SLEEPERS IN THE INTERIOR OF SÃO PAULO

SUMMARY : The continuity of railway operations directly depends on the condition of the Permanent Way and the integrity of its components. This study evaluates the benefits of adopting practices for planning, scheduling and controlling the maintenance of sleepers in the interior of the State of São Paulo, a strategic region for the transport of goods such as agricultural products, cement, cellulose, pig iron, industrialized cargo and containers. The main control activities implemented to extend the life cycle of sleepers include creating work orders, measuring activities, managing inventory and monitoring failures. In 2023, 1,297 service orders were registered, 46% of which were directed towards the revitalization of sleepers in the section between Jundiaí and Campinas, with a total investment of R\$641,979.92. The cities of Campinas and Valinhos presented the greatest demand. The service level agreement measurement and management process recorded the installation of 6,309 sleepers, of which 82% were free sleepers and 18% confined. In addition, 2,708 inspections and 966 failure analyzes were carried out, contributing to the preventive identification of anomalies. These indicators reinforce the importance of continuous monitoring of railway components to prevent closures and operational accidents.

Keywords: Railway maintenance; Sleepers; Maintenance planning; Railway monitoring; Permanent Way

PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE TRAVIESAS DE MADERA EN EL INTERIOR DE SÃO PAULO

RESUMEN:La continuidad de las operaciones ferroviarias depende directamente del estado de la Vía Permanente y de la integridad de sus componentes. Este estudio evalúa los beneficios de adoptar prácticas de planificación, programación y control del mantenimiento de traviesas en el interior del Estado de São Paulo, región estratégica para el transporte de mercancías como productos agrícolas, cemento, celulosa, arrabio, carga industrializada. y contenedores. Las principales actividades de control implementadas para extender el ciclo de vida de las traviesas incluyen la creación de órdenes de trabajo, medición de actividades, gestión de inventario y seguimiento de fallas. En 2023, se registraron 1.297 pedidos de servicios, el 46% de los cuales fueron destinados a la revitalización de traviesas en el tramo entre Jundiaí y Campinas, con una inversión total de R\$ 641.979,92. Las ciudades de Campinas y Valinhos presentaron la mayor demanda. El proceso de medición y gestión del acuerdo de nivel de servicio registró la instalación de 6.309 traviesas, de las cuales el 82% fueron traviesas libres y el 18% confinadas. Además, se realizaron 2.708 inspecciones y 966 análisis de fallas, contribuyendo a la identificación preventiva de anomalías. Estos indicadores refuerzan la importancia del seguimiento continuo de los componentes ferroviarios para evitar cierres y accidentes operativos.



Palabras clave: Mantenimiento ferroviario; Traviesas; Planificación del mantenimiento; Vigilancia ferroviaria; Camino Permanente

1. Introdução

O transporte de cargas é uma atividade essencial para a eficiência logística, pois possibilita a movimentação de mercadorias desde a origem até o destino final na cadeia de suprimentos (Platt, 2015). Para que esse processo seja eficiente, é fundamental equilibrar bons indicadores operacionais e de segurança com a satisfação do cliente final, o que demanda um fluxo logístico bem definido. De acordo com Escorsim, Kovaleski e Sanches (2007), a administração de fluxos logísticos integrados conferem competitividade ao negócio, mas há a necessidade de controle em tempo real de áreas que se complementam, tais como: planejamento, produção, estoque, manutenção, financeiro e logística.

Contudo, o aumento da capacidade competitiva depende do potencial da empresa em se manter rentável e sustentável no mercado. Ademais é necessário a adoção de práticas de gestão que viabilizem a otimização da eficiência operacional, bem como um planejamento adequado para monitorar ativos e prover reparos, manutenções ou substituições quando demandado.

O aumento do volume de produtos transportados por quilômetros úteis é um fator que contribui para o alcance de bons indicadores operacionais. Para alcançar esse êxito é preciso ter a disponibilidade de recursos e um direcionamento adequado são imprescindíveis para que essa meta seja cumprida, assim como um monitoramento para captar perdas de produção ou oportunidades de melhorias.

No contexto ferroviário, a produtividade do setor tem mostrado crescimento ao longo dos anos. De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTF, 2024), o transporte ferroviário no Brasil apresentou, em 2023, um crescimento de 6% em relação a 2022, movimentando aproximadamente 530,6 milhões de toneladas úteis (TU). Além disso, a produção de 389,5 bilhões de toneladas por quilômetro útil (TKU)



representou um aumento de 5% na capacidade produtiva do setor em comparação ao ano anterior.

Esses resultados demonstram que o modal ferroviário, mais do que concretizar a circulação de grandes volumes de mercadorias, exerce um importante papel na logística de transporte. A *Mitsui Rail Latin América* (MRCLA), fundação líder em produção de material rodante no Japão, declara que o transporte sobre trilhos além de ampliar a competitividade mercadológica, auxilia na minimização do gargalo logístico de grandes centros ao facilitar o escoamento da carga em menos tempo e com maior segurança. Desse modo, a movimentação de cargas agrega um baixo custo, quando comparado com outros modais de transporte, demandando também um gasto menor de combustível se formos analisar a cadeia energética de cada tipo de transporte.

A ferrovia também se destaca por sua eficiência energética e menores emissões de poluentes. De acordo com a edição da *Intermodal South América* (2024), a indústria ferroviária é seis vezes mais eficaz e menos poluente em comparação ao rodoviário. Tal estudo corrobora com a tese de que o setor tem aplicado esforços para a minimização de emissão de gases poluentes e, para isso, vem investindo em veículos que tracionem com o apoio de energias renováveis.

Considerando que a principal atividade de uma concessionária ferroviária é a entrega da mercadoria transportada ao cliente, é essencial promover um fluxo operacional contínuo e seguro, de modo que se torne tangível o cumprimento das metas logísticas da organização. Para alavancar a produtividade e operar sem interrupções, a ferrovia deve assegurar a continuidade de suas operações e para isso é vital a alocação de recursos em setores de manutenção.

De acordo com Kardec e Nascif (2009), a manutenção é aplicada em instalações a fim de atender um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados. Tal conceito reforça a necessidade de implantação de medidas que impeçam a paralisação de ativos e os mantenha em condições adequadas de funcionamento, atribuindo-lhes confiabilidade e disponibilidade.

Assim, surge a necessidade de organização do Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PPCM) a fim de assegurar que todo o processo de manutenibilidade esteja otimizado e satisfatório. Essa gestão não se justifica somente pela



importância de monitoramento e reparos em ativos, mas também para validar padrões e procedimentos de manutenção, fornecer capacitação para colaboradores, realizar análises de falhas e gerenciar custos.

A Via Permanente, composta por superestrutura e infraestrutura, demanda atenção especial na manutenção de seus componentes, especialmente a superestrutura, que sofre desgaste constante devido ao contato com o material rodante. Entre seus principais elementos, destacam-se o lastro, os trilhos e os dormentes. Brina (1979) ressalta que os dormentes têm a função de receber e transmitir ao lastro os esforços gerados pelas cargas, sendo essencial que suas dimensões e características garantam a integridade da via.

Este trabalho apresentará a metodologia de acompanhamento de falhas em dormentes em ferrovias no interior do estado de São Paulo, abordando as principais técnicas de substituição e reparo desse componente. O estudo detalhará os tipos de dormentes utilizados, as anomalias frequentes e as estratégias para tratá-las, além de explorar os indicadores coletados ao longo de 2023. Por fim, será discutida a importância da componentização em ordens de serviço, atividade que separa ativos de manutenção em grupos para facilitar a declaração fiscal e o apontamento de investimentos.

2. Materiais e Métodos

A operação ferroviária no estado de São Paulo foca no transporte de cargas gerais, abrangendo mercadorias como produtos agrícolas, cimento, celulose, ferro gusa e contêineres. O intenso tráfego e o peso das cargas geram desgaste nos componentes da superestrutura da Via Permanente, exigindo investimentos contínuos para a revitalização desses ativos. Como apontado por Brina (1979), a superestrutura ferroviária está sujeita a desgastes causados pelas rodas dos veículos e pelas intempéries, necessitando de substituições e renovação quando o desgaste atingir limites que comprometam a segurança ou a comodidade da circulação.

2.1 Características do Traçado

O trecho ferroviário em análise, que conecta Jundiaí a Campinas, registra intensa movimentação de produtos agrícolas e siderúrgicos, destacando-se o uso de contêineres.



O transporte ferroviário no estado de São Paulo remonta a 1867, quando a primeira ferrovia foi fundada para escoar o café produzido no oeste paulista até o Porto de Santos (Diário do Transporte, 2019). Atualmente, o trecho em estudo cobre cidades como Jundiá, Louveira, Valinhos, Vinhedo e Campinas (até o bairro de Boa Vista).

Figura 01: Traçado Ferroviário do Estudo



Fonte: Elaborado pelo Autor

O trecho estudado tem uma extensão de 52.680 metros, com uma velocidade máxima autorizada para veículos de carga variando de 40 a 60 km/h, dependendo das condições da via. Áreas urbanas e curvas mais acentuadas exigem velocidades menores para garantir a segurança. A ferrovia entre Campinas e Jundiá tem bitola larga de 1,60 metros, com trilhos do tipo TR 57 e dormentes de madeira. Em trechos próximos a Louveira e Jundiá, há curvas que permitem a tração de composições longas, porém a velocidades reduzidas. Já em áreas planas, como Campinas e Valinhos, as velocidades aumentam, resultando em maior eficiência operacional.

A presença de curvas e tangentes afeta diretamente a operação ferroviária. De acordo com Rosa (2016), a superelevação, utilizada em curvas, contribui para anular os efeitos da força centrípeta, permitindo que os veículos de carga operem com maior segurança e em velocidades mais altas.

Entre as locomotivas utilizadas na região, destacam-se:

Tabela 01: Características das Locomotivas



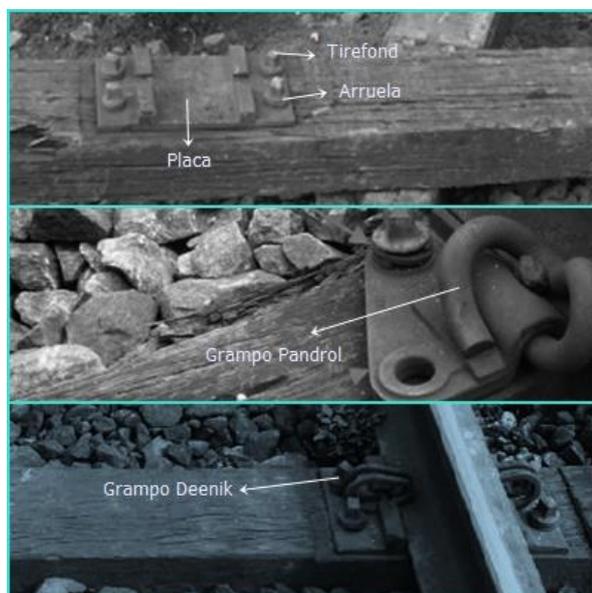
Locomotivas	Potência (HP)	Aplicação	Especificação
GE C30-7	3.000	Cargas Leves Eficiência em tangente	Cargas Leves
EMD SD40-2	3.000	Cargas Médias Eficiência em Curvas e Superelevações	Serviços Intermodais e Contêineres
Dash 9-44CW	4.400	Alta potência e Eficiência Energética Cargas Pesadas Serviços de Longas distâncias	Serviços Intermodais e Contêineres

Fonte: Elaborado pelo Autor

2.2 Manutenção em Dormentes

Ao considerarmos o dormente de madeira, analisado no trecho proposto, sua fixação nos trilhos é possível a partir de acessórios de fixação. Esses elementos podem apresentar fixação rígida, quando fornecem uma ligação direta entre trilho, placa e dormente a partir de tirefonds, ou elástica, quando essas ligações ocorrem somente entre a placa e trilho por grampos. Rosa (2016) colabora com essa afirmativa e aponta que os principais tipos de grampos utilizados são os modelos *Deenik* e *Pandrol*. Esses modelos de grampos, junto com os demais elementos de fixação, podem ser observados na Figura 02.

Figura 02: Acessórios de Fixação



Fonte: Adaptado pelo Autor, baseado em Rosa (2016)

A tabela 02 informa a quantidade de acessórios de fixação necessários para a instalação de cada dormente:

Tabela 02: Elementos de Fixação por Dormente de Madeira

Componente	Quantidade
Arruela	8
Grampo	4
Tirefond	8
Placa de Apoio	2

Fonte: Elaborado pelo Autor

2.2.1 Anomalias em Dormentes

Os dormentes de madeira necessitam de substituição conforme perdem sua função e, por isso, é importante acompanhar suas possíveis anomalias: apodrecimento, fratura ou ausência da madeira, afrouxamento e ou ausência de fixações, espaçamento inadequado entre dormentes, etc.

Logo, definimos anomalia como a condição da via que requer monitoramento, demanda intervenção ou intervenção quando representa um risco de acidente. Para

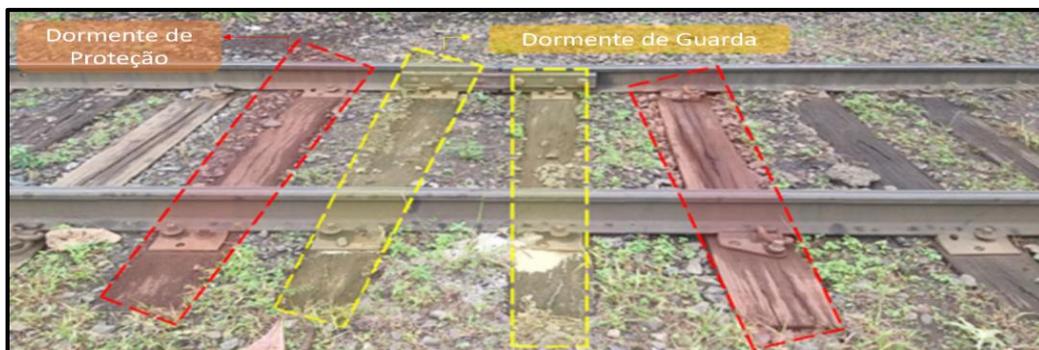


melhorar o entendimento sobre a forma em que esses desvios são identificados, por meio da inspeção visual, vamos conceituar os principais tipos de dormentes que podem ser localizados no trecho:

- **Dormentes livres:** ainda que apoiado diretamente ao lastro, é possível sua movimentação, no raio de 1 metro, sem a necessidade de escavação;
- **Dormentes confinados:** estão fixados ao lastro, formando uma estrutura rígida e para sua liberação é necessário a retirada de material, geralmente abaixo de 1 metro de profundidade, para possibilitar a perpendicularidade da madeira e viabilizar sua extração;
- **Dormentes de guarda:** ficam posicionados nas proximidades de soldas ou juntas, oferecendo um suporte adicional à estrutura;
- **Dormentes de proteção:** ficam posicionados ao lado dos dormentes de guarda, contribuindo para a estabilidade da superestrutura ferroviária.

A Figura 03 mostra a presença de dois dormentes de guarda, em uma região contendo junta, e dois dormentes de proteção. Esse entendimento é importante durante o processo de abertura de uma nota já que, em regiões com junta ou solda, esses dormentes apresentarão grau de criticidade distinto de regiões que não estejam nesse mesmo cenário.

Figura 03: Dormentes de Guarda e de Proteção



Fonte: MRS (2019)

Com essas definições, durante uma inspeção é feito o diagnóstico da condição em que o ativo se encontra. O dormente será considerado inservível sempre que estiver



apodrecido ou apresentar fraturas e poderá ser classificado como ausente quando não for encontrado em uma linha ferroviária ou quando uma de suas extremidades não apresentar capacidade de receber a fixação. Essas análises irão nortear o processo de programação para que seja alocado recursos para a substituição desses ativos de maneira adequada.

2.2.2 Principais atividades de Manutenção em Dormentes

As principais atividades realizadas para manutenção de dormentes são:

- **Consolidação de fixação em dormentes:** visa garantir que os dormentes estejam ancorados aos trilhos e ao lastro. Também é verificado se os elementos de fixação estão apertados e seguros para a continuidade do tráfego ferroviário;
- **Movimentação de dormentes:** posicionam-se os novos dormentes a serem substituídos próximo a linha em que o trabalho será executado a fim de fornecer agilidade para a atividade;
- **Reespaçamento de dormentes:** ajuste da distância entre os dormentes no decorrer da Via Permanente, assegurando que sua distribuição uniforme forneça estabilidade para a linha férrea;
- **Esquadreamento de dormentes:** alinhamento dos dormentes para garantir que sua perpendicularidade aos trilhos seja mantida, proporcionando um suporte uniforme e evitando deformações nos trilhos;
- **Substituição de dormentes:** refere-se a troca de dormentes inservíveis ou a inclusão de material em lacunas que estejam indicando um possível risco de acidente ferroviário.

2.3 Planejamento, Programação e Controle da Manutenção (PPCM) de Dormentes

A implantação de uma área de Planejamento, Programação e Controle da manutenção (PPCM) facilita a gestão da manutenção de um grupo de ativos ao padronizar e normatizar os principais procedimentos para uma execução eficaz do plano de manutenção. Além de maximizar a disponibilidade dos ativos, o PPCM disponibiliza uma visão crítica e sistêmica, permitindo uma análise mais detalhada e estratégica que apoia a



tomada de decisões para o direcionamento de recursos e promove a continuidade das atividades operacionais, ao evitar paradas inesperadas.

Os processos de manutenção na Via Permanente são medidos por trimestre. Logo, o nível de planejamento se propõe a identificar as principais atividades que serão desenvolvidas e quais recursos orçamentários são necessários para que sua execução seja concluída com êxito. Nessa primeira etapa, há a definição de um plano de manutenção, em que é apontado qual a relevância de substituição para cada item da superestrutura ferroviária, além de ser argumentado a quantidade de ativos necessários para que as reposições em trecho sejam realizadas de forma satisfatória. Há ainda, a necessidade de negociar o tamanho da equipe que atuará como mão de obra, bem como sua devida capacitação.

A programação consiste na construção de um cronograma, geralmente elaborado para ser cumprido semanalmente, com o objetivo de atender às demandas de manutenção corretiva e preventiva. Nesse estágio, além de indicar quais atividades serão realizadas, é importante garantir que o local do serviço esteja marcado e que o componente a ser substituído esteja posicionado.

Na Tabela 03, estão apontados os níveis de planejamento, programação e controle da manutenção. Esses estágios são imprescindíveis para uma boa gestão das atividades direcionadas para a substituição de dormentes e o acompanhamento e controle desse trabalho é registrado a partir do acordo do nível de serviço ou *Service Level Agreement* (SLA). Logo, o SLA é um indicador que aponta se a quantidade de serviço prestado está de acordo com o contratado firmado entre a concessionária ferroviária e o prestador de serviços.

Tabela 03: PPCM na Via Permanente

1º Nível	2º Nível	3º Nível
Planejamento	Programação	Controle
Defesa do Plano Mestre de Manutenção	Gerenciamento do Plano de Manutenção	Análise e Intervenção no SLA
Negociação de disponibilidade de ativos	Gestão e direcionamento de materiais	Medição e gestão de estoque
Justificativa de atividades	Defesa de concessão de Intervalos	Controle de Notas de Manutenção

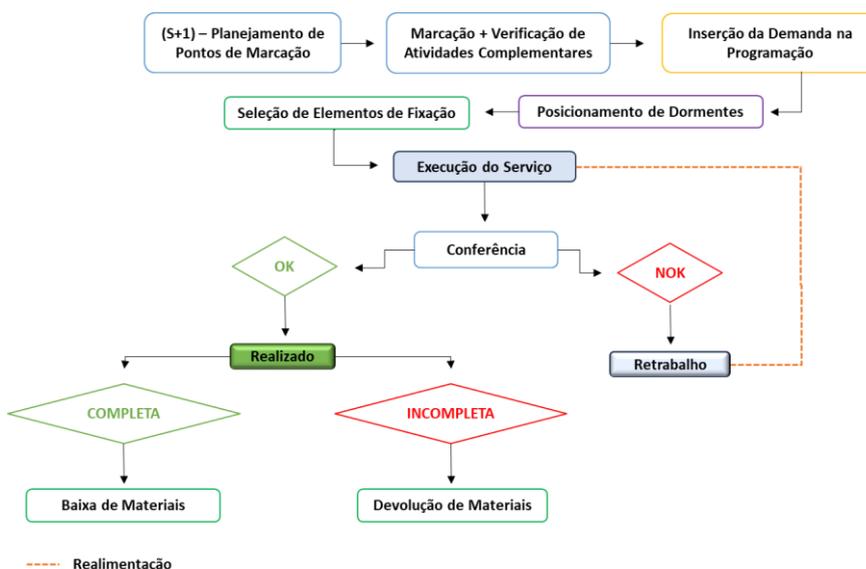


Solicitação de mão de obra	Direcionamento de atividades e mão de obra	Gestão de Ordens de Serviços
Aquisição de Capacitações e Reciclagens	Execução de Corretivas	Componentização de Ordens de Serviços

Fonte: Elaborado pelo Autor

A gestão de manutenção de dormentes está ilustrada na Figura 04. A marcação de serviços é realizada com antecedência e tem o intuito de garantir uma programação mais precisa e eficiente. Ademais, ao marcar a atividade de substituição de dormentes, é possível identificar oportunidades de atuação nas proximidades, seja com serviços relacionados a dormentes ou com outros ativos. Com esse registro, é possível inserir a demanda na programação semanal e direcionar o posicionamento de dormentes para o local já sinalizado.

Figura 04: Fluxograma de Substituição de Dormentes



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os elementos de fixação, necessários para a instalação do dormente, são selecionados e entregues aos responsáveis pela execução da atividade somente no dia da tarefa. Quando a substituição planejada é realizada parcialmente, os acessórios restantes devem retornar para o estoque da Via Permanente, mas se a substituição for concluída na íntegra demandará apenas a finalização da baixa dos materiais já inseridos no trecho.



O processo de conferência de serviços é aplicado para avaliar se o trabalho já realizado está em conformidade ou se será necessário um retrabalho. É uma ação essencial para confirmar a quantidade de mão de obra apontada na ordem de serviço, a quilometragem trabalhada e possíveis pendências que precisam ser resolvidas. Ao ser avaliado uma não conformidade, uma solicitação de retrabalho é gerada para que a substituição do dormente seja reavaliada.

Ainda nessa fase, de programação, é preciso se ater aos detalhes já que será necessário bom senso na distribuição de materiais para que sejam empregados de forma eficiente e não comprometa atividades futuras que serão pleiteadas no decorrer do semestre. De igual modo, a negociação da concessão de intervalo com o setor operacional é imprescindível para viabilizar a atuação no trecho programado, haja vista a existência de alta circulação de veículos ferroviários nos trechos.

Esse ciclo de PPCM se encerra com o controle das tarefas já executadas. É o momento de avaliar se os registros estão aderentes ao planejamento e analisar indicadores que poderão contribuir com a melhoria contínua da área de manutenção. Na Ferrovia, os principais acompanhamentos realizados são:

- **Medição de atividades de manutenção:** esse processo consiste em mensurar e qualificar o trabalho já realizado a partir de dados apontados, como o tempo gasto em cada serviço, a quantidade de mão de obra empregada e a quantidade de ativos atendidos. Com essas informações, é possível inferir o quão eficaz foi o processo desenvolvidos e propor melhorias para a gestão da manutenção dos ativos.
- **Acordo de nível de serviço:** também conhecido como *Service Level Agreement* (SLA), esse indicador retrata o contrato firmado entre a concessionária ferroviária e um prestador de serviço. Considerando a substituição de Dormentes, está firmado a meta de substituição de 85 dormentes livres ou 56 dormentes confinados por ordem de serviço. Ademais, o contrato estipula a necessidade de retrabalho quando for identificado baixa produtividade durante a etapa de conferência.
- **Controle de notas de manutenção:** as notas são registradas, após a realização de inspeções visuais nos trechos, com o objetivo de sinalizar as anomalias diagnosticadas em dormentes e demais ativos. Essas avarias são classificadas de



acordo com o nível de criticidade e demandam tratamento conforme o nível em que se encontram.

Na Tabela 04, os níveis de criticidade são definidos pela quantidade de dormentes encontrados por localização (curva ou tangente). A primeira coluna retrata o tempo máximo disponível para que uma intervenção seja aplicada para solucionar a anomalia.

Tabela 04: Criticidade de Notas

Tratamento (Dias)	Dormente	Inservível		Ausente	
	Criticidade	CURVA	TANGENTE	CURVA	TANGENTE
45	BAIXA	N/A	N/A	N/A	N/A
30	MÉDIA	2	3	N/A	1
15	ALTA MUITO	3	4 OU 5	1	2
7	ALTA	>6	>5	>1	>2

Fonte: Elaborado pelo Autor

Há ocasiões em que uma anomalia não será considerada grave para a Via permanente, já que a possibilidade de surgimento de uma falha é baixa. Contudo, a presença de dormente inservíveis próximos a soldas e juntas carece de atenção, já que detém regras de criticidade específicas, dispostas na Tabela 05.

Tabela 05: Criticidade em Soldas e Juntas

Criticidade	Regras
Baixa	1 dormente de proteção
Média	2 dormentes de proteção
Alta	1 dormente de guarda
Muito Alta	1 dormente de guarda e 1 dormente de proteção, ambos em curva

Fonte: Elaborado pelo Autor

- **Registro de ordens de serviços:** tanto as demandas provenientes de notas de manutenção quanto as atividades preventivas precisam ser registradas em um documento antes de serem direcionadas para a execução. Esse documento formaliza de maneira impressa o que deverá ser executado e em qual proporção,

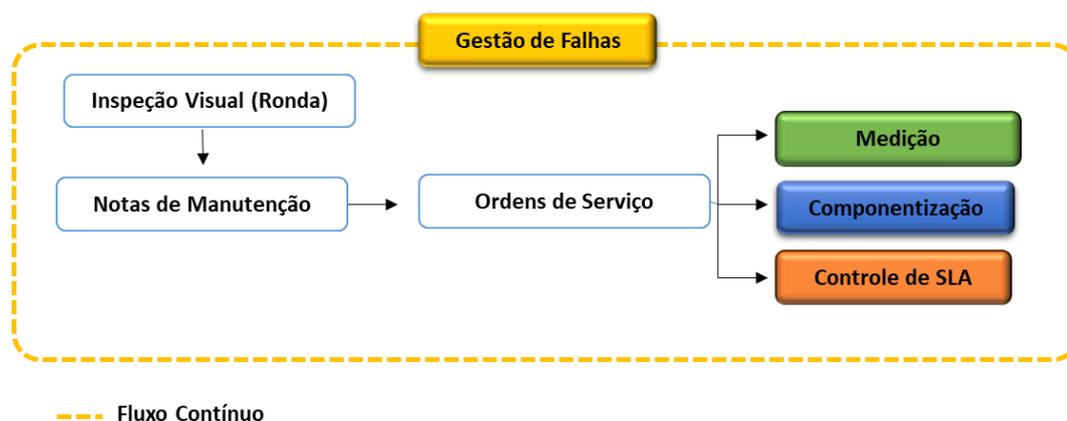


ao retornar para a concessionária é digitalizado para contribuir com a etapa de medição e baixa de materiais.

- **Gestão de estoque:** é realizado o acompanhamento de todos os materiais que são direcionados para a manutenção e outros que são adicionados ao depósito da Via Permanente. É importante que o saldo de cada componente disponível fisicamente esteja de acordo com o sistema de informação, daí a importância de classificá-los em novos ou reempregos e ainda garantir que os itens não utilizados durante a substituição de dormentes retornem para o estoque.
- **Componentização de dormentes:** é separação das atividades de manutenção, em grupo de componentes, com o intuito de simplificar a gestão fiscal e o apontamento de investimentos realizados por localidades. De acordo com o Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC 27), os ativos imobilizados devem ser depreciados de maneira que sua depreciação reflita o ciclo de sua vida útil, logo há a necessidade de distinguir os ativos com valores significativos. Na manutenção de dormentes, uma atenção especial é direcionada para os dormentes visto que possuem uma durabilidade mais extensa que os elementos de fixação.
- **Monitoramento de falhas:** durante todo o trimestre é acompanhado as falhas que surgem e o sua devida análise é realizada mediante a identificação da causa raiz do problema.

Conforme indica o fluxo da Figura 05, uma demanda de manutenção pode ser originada tanto por uma nota de manutenção quanto pelo planejamento de programação. A nota representa uma solicitação, justificada pela evidência da possibilidade de surgimento de uma falha, a qual, posteriormente, evoluirá para uma ordem de serviço. Após a execução dessa ordem, será necessário a digitalização do processo e o apontamento da componentização de dormentes para o registro fiscal. Esse trâmite otimiza a consolidação de investimentos e registra as atividades empenhadas para o devido controle do nível de serviço acordado.

Figura 05: Fluxograma de Controle da Manutenção



Fonte: Elaborado pelo Autor

3. Resultados e Discussões

Conforme dados da MRS Logística S.A. (2024), houve um aumento de 10,8% no transporte de cargas em 2023, com movimentação de 197,5 milhões de toneladas úteis (TU) de mercadorias. Esse crescimento reflete a importância de manter a malha ferroviária em condições adequadas para suportar o material rodante. Neste estudo, analisamos os principais indicadores de manutenção alcançados em 2023 para o interior do estado de São Paulo.

3.1 Ordens de Serviços

A execução das atividades de manutenção nas ferrovias deve ser formalizada em ordens de serviço (OS), que especificam as tarefas e recursos necessários. Em 2023, foram geradas 1.297 ordens de serviço em todo o estado de São Paulo, das quais 666 foram realizadas no interior (Tabela 06).

Tabela 06: Ordens de Serviços

Grupos de Ativos	Total de OS	Interior SP
Dormentes, AMV, Lastro	712	438
Trilhos e Solda	175	99



Inspeções	410	129
Total	1297	666

Fonte: Elaborado pelo Autor

Análise: As ordens de serviço relacionadas a dormentes, aparelhos de mudança de via (AMV) e lastro representaram a maior parte das atividades, sendo que 46% dos recursos para a manutenção de dormentes foram destinados ao interior de São Paulo. Isso demonstra a necessidade de priorizar a substituição e reparo de dormentes, especialmente em regiões que apresentam desgaste acentuado (Tabela 07).

Tabela 07: Manutenção de Dormentes

Grupos de Ativos	Total de OS	Interior SP
Dormentes	491	224

Fonte: Elaborado pelo Autor

Essas 224 ordens de serviço ficaram distribuídas de acordo com a Figura 06.

Figura 06: Ordens de Serviço por Cidade



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.2 Medição e Acordo do Nível de Serviço

A medição tem a função de sintetizar todas as atividades realizadas de modo a quantificar a quantidade de ativos instalados, utilização de materiais necessários para a fixação e registro de locais atendidos, mão de obra necessária, dentre outros parâmetros. Já o acompanhamento do nível de serviço visa confirmar se os serviços entregues estão em conformidade com o contrato firmado entre a concessionária e o prestador de serviços.



Dos 6309 dormentes aplicados no trecho estudados, 82% corresponde aos dormentes livres e os demais 18% aos dormentes confinados. A distribuição do ativo por cidades pode ser consultada na Tabela 08.

Tabela 08: Distribuição de Dormentes por Cidades

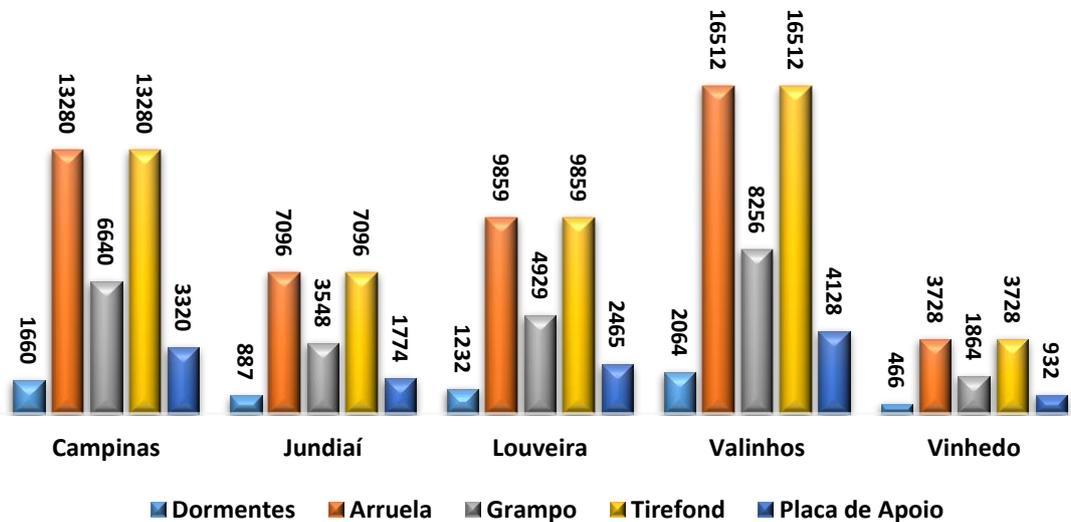
Cidades	Total de Dormentes	Dormentes Livres	Dormentes Confinados
Campinas	1660	1250	410
Jundiaí	887	805	82
Louveira	1232	931	301
Valinhos	2064	1873	191
Vinhedo	466	345	121
Total	6309	5204	1105

Fonte: Elaborado pelo Autor

O acompanhamento da quantidade de elementos de fixação, demandada por município, também pode ser verificado na Figura 07. Ressalta-se que nesse trecho foram aplicados tanto materiais novos quanto os provenientes de reemprego.

Análise: Campinas e Valinhos foram as cidades que demandaram mais esforço em termos de manutenção de dormentes, especialmente dormentes livres, que requerem substituições regulares. Esses dados são essenciais para prever demandas futuras e planejar a reposição de dormentes, otimizando a distribuição de recursos e equipes.

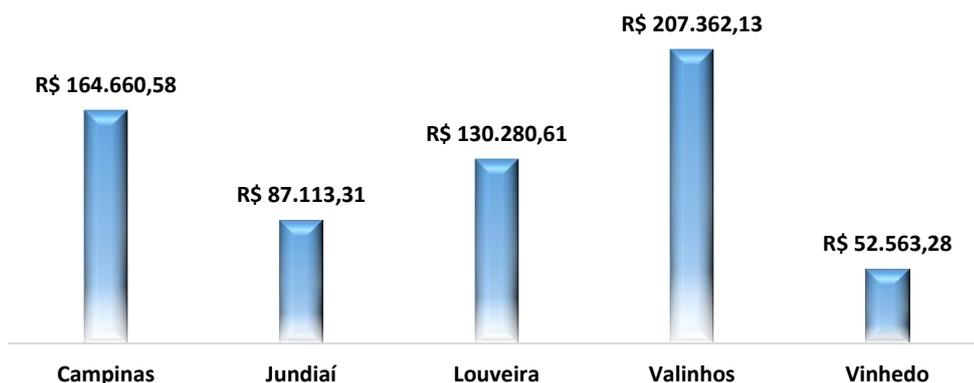
Figura 07: Elementos de Fixação por Cidade



Fonte: Elaborado pelo Auto

O custo total estimado para a manutenção de dormentes foi de R\$ 641.979,92, conforme detalhado na Figura 08. Esse valor não inclui remuneração de prestadores de serviços e incentivos fiscais. Um detalhamento desse empreendimento pode ser visto abaixo:

Figura 08: Aplicação financeira para a manutenção de dormentes



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.3 Gestão de falhas e Controle de Notas de manutenção

A identificação de falhas, na Via Permanente, pode ocorrer através de apontamentos de colaboradores, a partir da inspeção visual, ou por técnicas preditivas



aplicadas por setores de engenharia. Dessa forma, os relatórios de falhas já transformados em notas precisam ser tratados pela malha, seja através da inclusão dessas demandas na programação ou a partir do estudo de diagnóstico da falha, realizados a partir da Análise de Causa Raíz (RCA), que tem o intuito de identificar a causa primária, contribuinte para desencadear o problema.

Enquanto a ordem de serviço é a formalização da atividade a ser realizada, a nota de manutenção é o estágio em que é feita a notificação de necessidade de execução de determinada tarefa. Essa solicitação ainda precisará ser avaliada para que sua procedência seja classificada e direcionada para o tratamento adequado.

Temos os seguintes tipos de notas:

- **Inspeção:** são requisições de avaliação da condição do trecho ferroviário, podem ser realizados a pé, quando a inspeção for apenas visual, ou com veículos que tragam dados mais apurados.
- **Falhas:** são registros de indícios de anomalias que precisarão ser **tratados** para avaliar se será necessário direcionar algum tipo de **intervenção** ou inserção na programação de manutenção. Esse tratamento é necessário para averiguar possíveis erros de interpretação no grau de criticidade de uma falha ou para avaliar a improcedência de uma nota de falha que possa ter sido aberta em duplicidade, com ausência de informações ou direcionada para a área equivocada.

Em 2023, foram consolidadas 2708 solicitações de inspeções e 966 chamados de análise de falhas para o interior de São Paulo.

Análise: A maior parte das inspeções refere-se à verificação de anomalias, com 1.872 registros. Inspeções preventivas, especialmente em aparelhos de mudança de via e pátios, são cruciais para evitar falhas graves. As inspeções preditivas complementam esse trabalho, detectando problemas invisíveis a olho nu.

Tabela 09: Notas de Inspeção

Inspeção	Notas
Ronda	284
Aparelho de Mudança de Via	307
Pátio	154



Preditiva	91
Anomalias	1872
Total	2708

Fonte: Elaborado pelo Autor

Das 1872 solicitações de análise de anomalias por notas, 966 foram confirmadas e distribuídas em grupos apontados na Tabela 10. Denominamos como gatilho de manutenção a solicitação de análise da procedência da falha, bem como a necessidade de localizar a causa de sua origem.

Análise: Os dormentes representam 91,22% das falhas registradas, reforçando a necessidade de manutenção contínua desse ativo, especialmente em regiões críticas como Campinas e Valinhos. Notas relacionadas a alterações climáticas indicam a importância de monitorar as condições dos ativos em áreas propensas a chuvas intensas, prevenindo acidentes ferroviários.

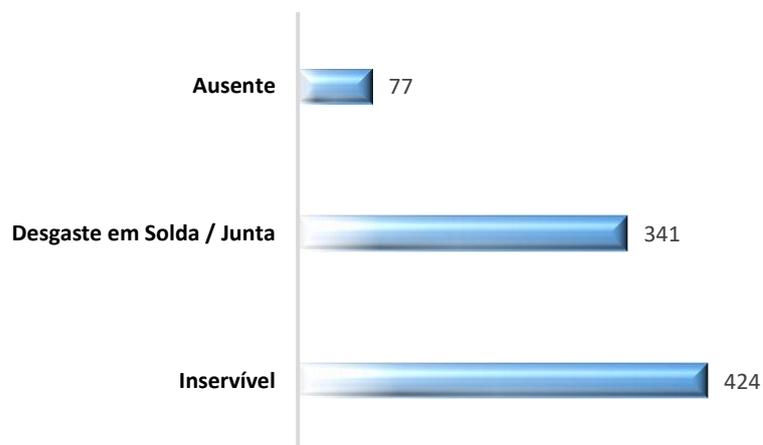
Tabela 10: Gatilhos de Manutenção

Grupos	Falhas
Dormentes	842
Trilho e Solda	59
Aparelhos de mudança de via	22
Total	923

Fonte: Elaborado pelo Autor

As principais anomalias em dormentes incluem apodrecimento, fraturas e afrouxamento das fixações. Essas condições nos permitem classificar o dormente como inservível, ausente ou inservível na presença de solda e junta (Figura 09):

Figura 09: Anomalias em Dormentes



Fonte: Elaborado pelo Autor

4. Considerações Finais

A metodologia aplicada em cada etapa de planejamento, programação e controle da manutenção de dormentes se complementam para garantir que o ativo esteja sempre em condições adequadas para garantir a continuidade da circulação das composições ferroviárias. Enquanto o planejamento é uma etapa importante para defender a disponibilidade de recursos e ativos, a programação configura-se como uma atividade eficiente para gerir os recursos liberados e evitar desperdícios, bem como assegurar uma aplicabilidade satisfatória dos serviços e atividades de manutenção na busca de revitalização de dormentes e demais componentes imprescindíveis na prevenção de acidentes ou de interdições na estrada de ferro.

O controle desempenha um papel vital ao verificar o cumprimento do planejamento, além de identificar oportunidades de melhoria. Os resultados apresentados neste estudo demonstram que a padronização das atividades de gestão de manutenção, como ilustrado pelos fluxogramas, não só otimiza as manutenções preventivas, mas também funciona como um meio de pesquisa e análise de tendências de falhas. Essa abordagem permite que cada anomalia receba o tratamento adequado, resultando em uma infraestrutura ferroviária mais confiável.

Embora manutenções corretivas sejam inevitáveis em situações de falhas críticas, a aplicação consistente de práticas de planejamento, programação e controle na manutenção ferroviária proporciona



maior eficiência nas decisões de investimento e custeio. Essa organização confere qualidade ao processo, contribuindo para o alcance das metas operacionais e financeiras.

Por fim, o acesso aos dados de medição das atividades concluídas possibilita avaliar se os serviços entregues pelos prestadores estão em conformidade com os padrões de qualidade exigidos. Essa transparência reduz a ocorrência de retrabalhos decorrentes de falhas administrativas e melhora a gestão dos ativos ao longo do tempo, resultando em maior segurança e confiabilidade para a operação ferroviária.

Agradecimentos

À minha orientadora Prof^a. Dr^a Lisleandra Machado, pelo apoio e acompanhamento nesse trabalho, e aos demais membros da banca, cujas contribuições foram essenciais para o aprimoramento da pesquisa. Ao Fábio Luiz Fratine, por compartilhar seu conhecimento técnico e operacional em via permanente, e à Cristiane Peres Guinda Fratine pelas sugestões em gestão e desenvolvimento de soft skills. Estendo meus agradecimentos à Karina Raisalves Rodrigues por sua orientação, durante o período de estágio, em digitalização de dados ferroviários e sua devida análise, conhecimento relevante para o desenvolvimento desse trabalho.

Referências

ANTF. **Informações gerais**. Disponível em <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acesso realizado em 05 de outubro de 2024.

BRINA, Helvécio. Lapertosa. **Estradas de Ferro Volume 1: Via Permanente**. 2ed.

CPC. **CPC 27 - Ativo Imobilizado**. Disponível em <<https://www.cpc.org.br/CPC/Documento-s-Emitidos/Pronunciamentos/Pronunciamento?Id=58>>. Acesso realizado em 17 de outubro de 2024.

DIÁRIODOTRANSPORTE.**HISTÓRIA: Companhia Paulista da Estrada de Ferro de Jundiahy a Campinas**. Disponível



em<<https://diariodotransporte.com.br/2019/07/14/historia-companhia-paulista-da-estrada-de-ferro-de-jundiahy-a-campinas/>>. Acesso realizado em 16 de outubro de 2024.

ESCORSIM,Sérgio; KOVALESKI, João; SANCHES,Alexandre. **O papel dos fluxos logísticos para a competitividade empresarial**.1º ed. Ponta Grossa,2007.

INTERMODAL. **Ferrovias como método de descarbonização do transporte de cargas**. Disponível em <<https://digital.intermodal.com.br/nt-expo/ferrovias-como-metodo-de-descarbonizacao-do-transporte-de-cargas>>. Acesso em 14 de outubro de 2024.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: 2009.

MRCLA. **8 vantagens do transporte ferroviário**. Disponível em<<https://mrcla.com.br/va-goes/transporte-ferroviario-no-brasil/>>. Acesso realizado em 14 de outubro de 2024.

MRS. **MRS bate recorde de produção, alcança R\$ 6,9 bi em Receita Bruta e tem Lucro Líquido 37% superior a 2022**. Disponível em< <https://www.mrs.com.br/post-blog-mrs/mrs-bate-recorde-de-producao-alcanca-r-69-bi-em-receita-bruta-e-tem-lucro-liquido-37-superior-a-2022-r-12-bi/>>. Acesso realizado em 14 de outubro de 2024.

PLATT, Allan. **Logística e cadeia de suprimentos**. 3º ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, 2015.

ROSA, Rodrigo. **Estradas de Ferro: projeto, especificação & construção**. 1º ed. Vitória: EDUFES, 2016.

Recebido em: 06/12/2024
Aceito em: 20/12/2024