

## **DESPERDÍCIOS NA MANUTENÇÃO FERROVIÁRIA: PERDAS POR ESPERAS NO TERMINAL FERROVIÁRIO DE PONTA DA MADEIRA EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

### **WASTES IN RAILWAY MAINTENANCE: LOSSES DUE TO WAITING TIMES AT THE PONTA DA MADEIRA RAILWAY TERMINAL IN SÃO LUÍS, MARANHÃO**

Emanoel Roza Dias\* E-mail: [emanoeldias@msn.com](mailto:emanoeldias@msn.com)  
Mayanne Camara Serra\* E-mail: [may.produto@gmail.com](mailto:may.produto@gmail.com)  
Elon Vieira Lima\*\* E-mail: [prof.elon.lima@gmail.com](mailto:prof.elon.lima@gmail.com)

\* Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, MA  
Faculdade Pitágoras, São Luís - MA

**Resumo:** A filosofia de gestão Lean Manufacturing pode ser aplicada para elevar a eficiência de manutenções ferroviárias, principalmente com a identificação de desperdícios, já que os custos neste modal são expressivos. Este estudo almeja analisar os desperdícios presentes nos processos de manutenção de Via Permanente no Terminal Ferroviário de Ponta da Madeira. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa-ação no setor de Via Permanente do terminal ferroviário, onde opera uma multinacional no escoamento de minério de ferro e outros produtos. A condução do estudo na identificação de desperdícios ocorreu de acordo com abordagem da Filosofia Lean e com aplicação de ferramentas da qualidade. Ao analisar o desperdício por esperas para liberação das faixas de trabalho do setor de Via Permanente, propôs-se a implementação da sistemática de priorização para tratar os problemas identificados. Ademais, foram elaboradas propostas de solução e ou controle, dentre as quais destaca-se a definição de indicadores quanto aos tempos de espera das equipes de manutenção.

**Palavras-chave:** Desperdícios. Espera. Ferrovia. Filosofia Lean. Manutenção Ferroviária.

**Abstract:** The management philosophy of Lean Manufacturing can be applied in order to increase the efficiency of rail maintenance, mainly with the identification of waste, since the costs in this modal are expressive. This study aims to analyze the wastes present in the processes of maintenance of railway track of Ponta da Madeira Railway Terminal. Therefore, a action research was developed in the railway track sector of the terminal, where a multinational operates in the iron ore flow and other products. The conduction of the study in the identification of waste occurred in accordance with the Lean philosophy approach and with the application of quality tools. When analyzing the waste due to waiting for release of the work in the Via Permanente sector, it was proposed the implementation the prioritization system to address the problems identified. In addition, proposals for solution and or control were elaborated, among which the definition of indicators regarding waiting times of the maintenance teams stands out.

**Keywords:** Waste. Wait. Railroad. Lean Philosophy. Railway Maintenance.

## **1 INTRODUÇÃO**

O sistema ferroviário necessita de manutenção rigorosa para garantir que os ativos de infra e superestrutura da via suportem, com confiabilidade, o tráfego de trens com suas cargas e forças atuantes sobre a ferrovia. A manutenção de ferrovias não deve ocorrer apenas em contexto corretivo, mas também de forma que cada elemento

da Via Permanente seja acompanhado de manutenções eficientes e proativas, promovendo produtividade e segurança sob as mais diversas condições.

No intuito de elevar a eficiência de manutenções, assim como em diversas atividades produtivas, há a filosofia de gestão *Lean Manufacturing*, que se pauta na identificação de fluxos dos processos e da forma de utilização de recursos para compreensão do que agrega o valor. Como se depreende do abordado por Sigahi, Lemos e Ramos (2017), pode-se abordar que as finalidades da referida filosofia são a melhoria contínua, suporte na solução de problemas e a identificação e eliminação de desperdícios na produção.

Os propósitos da Filosofia Lean se mostram ainda mais requeridos quando se destaca o quesito custo como de alto valor na manutenção das malhas ferroviárias brasileiras. Algumas razões para o custo elevado abrangem a deficiência na automação das atividades, tornando necessária expressiva parcela de mão de obra. Além disso, a maioria dos componentes da superestrutura ferroviária é importada e não há forte mercado e tecnologias para estes itens nacionalmente, em que se exemplificam os trilhos, ativo com maior custo da malha ferroviária.

O fator custo é um dos principais fatores justificadores para que os processos de manutenção ferroviária devam priorizar a eficiência. Com isto, apresentam-se como imperiosos os planejamentos e destinações assertivas de recursos humanos e materiais no sentido de evitar manutenções futuras mais caras, possibilitando a aplicação desses recursos em pontos com reais necessidades de manutenção.

Mediante o já apresentado, contextualiza-se a necessidade de que desperdícios sejam continuamente identificados no âmbito da manutenção de Via Permanente, visando a compreensão de suas reais causas e o levantamento dos impactos à área. Com isso, devem ser elaboradas propostas de medidas para eliminação ou minimização dos desperdícios identificados e, assim, cessar os impactos negativos atrelados a estes desperdícios.

O estudo detalhado neste artigo tem sua importância fundamentada no fornecimento de uma visão geral sobre alguns tipos de desperdícios associados à manutenção ferroviária. Ademais, são levantadas as principais causas e formuladas alternativas com potencialidades de eliminar ou minimizar as perdas em um setor de manutenção de Via Permanente. Portanto, a relevância do estudo se pauta tanto no âmbito acadêmico através da exploração temática, como também no âmbito

profissional devido à contextualização deste tema na realidade de um terminal ferroviário.

Com o discorrido, sintetiza-se que o objetivo principal da pesquisa é analisar os desperdícios presentes nos processos de manutenção de Via Permanente no Terminal Ferroviário de Ponta da Madeira.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Considerações sobre sistema ferroviário e a manutenção ferroviária**

Paiva (2016) explica que o sistema ferroviário consiste no modal de transporte terrestre, em que os veículos (material rodante) se deslocam por rodas de aço direcionadas por uma via formada por duas vigas de metal. Complementa o autor que o contato entre essas rodas e vigas gera um atrito de baixa intensidade associado à capacidade de baixa resistência ao deslocamento, resultando na capacidade de transporte.

As duas vigas metálicas que formam a via permanente devem ser contínuas e longitudinais, configurando-se nos conhecidos trilhos. Estes são fixos nos apoios transversais, chamados de dormentes, alocados sobre um colchão amortecedor constituído de material granular. Esse colchão é denominado de lastro e tem a função de absorver e transmitir ao solo as pressões das cargas sobre os trilhos (SOUZA et al. 2018).

Conforme descrito por Flores, Françoso e Paiva (2018), uma rede ferroviária é formada por itens móveis, dentre os quais estão os veículos e equipamentos de manutenção; e itens imóveis, como as vias permanentes, sistemas de sinalização e comunicação, sistema de alimentação elétrica, entre outros. Segundo Souza et al. (2018), o transporte ferroviário requer rigoroso controle de padrões de confiabilidade e de seus ativos, dentre os quais se preponderam as condições da via permanente, que é um dos subsistemas mais importantes de uma ferrovia.

No âmbito ferroviário, a via permanente consiste em toda a estrutura que visa o suporte e transmissão das cargas ferroviárias, sendo responsável por viabilizar a adequada circulação de trens. O formato básico da via permanente tem sido mantido por séculos mesmo com a evolução tecnológica de componentes e materiais. Nesse contexto, é imprescindível deixar claro que, no formato atual, a via permanente se

divide em dois grupos interdependentes: a infraestrutura (todas as obras de terraplanagem e de arte) e a superestrutura (conjunto que se apoia sobre a infraestrutura, em que se inserem a grade ferroviária e as camadas de lastro e sublastro) (MONTEIRO, 2015; STEFFLER, 2013).

Paiva (2016) elenca pontos importantes, considerados como principais funções e características da via permanente, a saber:

- Direcionar seguramente as composições ferroviárias;
- Receber as cargas das rodas do material rodante;
- Suportar continuamente o rolamento dos veículos, permitindo que a operação se desenvolva na velocidade limite;
- Ser provida de estrutura isolada eletricamente para viabilizar que circuitos de controle sejam instalados e operados sem interferência por condições climáticas;
- Ser capaz de impedir ou minimizar a ocorrência de ruídos e vibrações na ferrovia; e
- Requerer a menor demanda de manutenções e não gerar prejuízos ao tráfego.

O apresentado até o momento é só uma pequena parcela de um sistema maior envolvendo a indústria ferroviária, que se fundamenta na intensa movimentação de cargas de elevados custos, como destacado por Souza et al. (2018). Nesse âmbito, a manutenção é essencial para garantir as conformidades operacionais, visto que o próprio funcionamento da ferrovia impacta nas suas condições físicas. Portanto, evidencia-se como fundamental a prévia identificação de aspectos negativos que se mostram como entraves à operação ferroviária.

No rol de serviços da manutenção de via permanente, principalmente na de caráter preventivo, há aqueles que são mais manuais e bastante variados. Neste formato, pode ser resultado um contrato de prestação de serviços com extensa tabela de procedimentos para garantir as melhores e mais seguras condições de operação. Como exemplos desses serviços há os seguintes: substituição de dormentes; substituição/inversão de trilhos; ajustes e apertos requeridos pelos Aparelhos de Mudança de Via (AMV); verificação de condições e aperto das fixações; nivelamento contínuo manual; nivelamento de junta manual; correção de bitola; conservação de

junta; puxamento de linha; limpeza de lastro; e reposicionamento de dormentes (SANTOS, 2015; STEFFLER, 2013).

Bertoldi, Mello e Azuma (2017) também discorrem sobre manutenção ferroviária e enfatizam sobre a troca de trilhos e substituição de peças metálicas, como grampos, parafusos e apoios, que se referem aos componentes de fixação. Conforme os autores, esse serviço de troca tem como finalidade elevar a capacidade de transporte e segurança na operação ferroviária. Desta forma, os novos trilhos e componentes devem apresentar maior resistência e capacidade de suporte de carga de acordo com a massa por metro linear em kg/m.

Flores, Françaço e Paiva (2018) trazem em suas abordagens que os custos de renovação e manutenção ferroviária tendem a se elevar proporcionalmente ao tempo de uso de uma rede de ferrovias, aumentando também a atenção demandada no gerenciamento. Posto isto, os autores acrescentam que engenheiros ferroviários tem como uma de suas metas a busca por um modo mais simples e prático de gerenciamento de redes ferroviárias. Essa busca se torna mais desafiante em contexto brasileiro, pois persistem os trens movidos a diesel. Outro ponto de atenção dos autores é a falta de padrão de georreferenciamento na malha ferroviária do Brasil e a relativa baixa disponibilidade de equipamentos para manutenção.

## **2.2 A Filosofia Lean e os desperdícios da produção**

Após a Segunda Guerra Mundial, gestores da empresa Toyota desenvolveram um modo particular de produzir, que era contrastante com a época ainda marcada pelo Fordismo. Essa forma de produzir era denominado Sistema Toyota de Produção (STP), mas também passou a ter outros tratamentos no decorrer dos anos, como *Lean Manufacturing*, sua tradução como Produção Enxuta, ou simplesmente Filosofia Lean. Dentre os referenciais do STP, destacam-se o engenheiro Taiichi Ohno e o consultor Shingo Shingo, com notáveis contribuições, que tinha como objetivos basilares a elevação da qualidade, satisfação de clientes e o combate de perdas (ALBERTIN e PONTES, 2016; SALLES JÚNIOR et al., 2017).

A produção enxuta tem como fim um sistema produtivo assertivo e sem componentes além do necessário, seja durante a fabricação ou no resultado desta. Nesse sentido, Sigahi, Lemos e Ramos (2017) asseveram que o Lean é um modo de

abordagem, entendimento e condução de atividades de produção. Assim, o Lean pode ser referenciado como filosofia sistêmica, que abrange preconizações da gestão de materiais, da organização do trabalho, da gestão de recursos humanos, da gestão da qualidade, *layout* e do projeto do produto.

A partir da atuação do mencionado engenheiro Taiichi Ohno, foi gerada uma categorização de sete tipos de perdas que a filosofia Lean tem o propósito de extinguir - os chamados desperdícios. Esses tipos de perdas são: superprodução, transporte em excesso, processamento, produtos com defeitos, movimentações desnecessárias, espera e estoque (ALBERTIN e PONTES, 2016; BIAGIO, 2015; SALLES JÚNIOR et al., 2017).

Sigahi, Lemos e Ramos (2017) trazem as seguintes breves explicações para cada tipo de desperdício:

- Superprodução: quando é produzido além do necessário;
- Transporte em excesso: movimentação excessiva de materiais;
- Processamento: quando ocorrem etapas de produção que poderiam ser eliminadas;
- Produtos com defeitos: ocasionam retrabalhos para correção de produtos ou fabricação de um novo;
- Movimentações desnecessárias: quando a falta de padronização do trabalho estimula muitos movimentos improdutivos;
- Espera: tempo improdutivo de máquinas, materiais e ou pessoal;
- Estoque: representam problemas de produção não percebidos a tempo.

Adicionalmente, há quem considere a existência de um oitavo tipo de perda, que é a resultante ausência de condições para que colaboradores exponham as suas ideias para melhorar os processos em que atuam (ALBERTIN e PONTES, 2016; BIAGIO, 2015; SALLES JÚNIOR et al., 2017).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Objeto de Estudo**

Este estudo parte de pesquisa-ação, pois houve a prática conduzindo a produção de conhecimento a partir de intervenção em um terminal ferroviário

interligado ao Terminal Marítimo de Ponta da Madeira em São Luís – MA. Neste terminal, uma empresa multinacional opera a logística de minério de ferro e outros produtos para o mercado externo. Com nome semelhante ao porto, o Terminal Ferroviário de Ponta da Madeira (TFPM) faz parte da ferrovia Estrada de Ferro Carajás.

O estudo se delimitou ao setor de Via Permanente da multinacional, que se divide em áreas de responsabilidades, dentre as quais estão a de Confiabilidade, de Planejamento, de Materiais, de Engenharia, de Controle Operacional e de Execução e Planejamento de Manutenção. Nesta pesquisa, o enfoque ocorre sobre as supervisões ligadas à área de Execução e Planejamento da Manutenção.

No escopo da área em que ocorreu este estudo estão as ações relacionadas à programação das atividades de super e infraestrutura das linhas férreas e a realização de manutenções. A equipe do setor é formada por aproximadamente 100 profissionais, distribuídos entre as supervisões de manutenção ferroviária do TFPM. Entre esses profissionais, preponderam-se os oficiais, soldadores, operadores, técnicos, inspetores e supervisores, além de pessoal terceirizado.

A definição do objeto de estudo foi suscitada pela baixa produtividade das equipes de manutenção relatada a um dos autores deste estudo. No setor havia a concordância que a baixa produtividade evidente era ocasionada por fatores alheios aos colaboradores que, por sua vez, demonstravam descontentamento com a quantidade considerável de esperas. Perante isso, ficou clara a necessidade de realizar um estudo investigativo a respeito.

### **3.2 Procedimentos de Coleta de Dados**

A pesquisa contemplou a realização de entrevistas livres com colaboradores e observações *in loco* dos processos de manutenção e gestão da via permanente. O objetivo era a verificação de possíveis desperdícios em processos do setor para posterior análise, viabilizada pela aplicação de ferramentas da qualidade.

Os dados foram coletados por meio da observação da rotina de planejamentos, programações, indicadores e realização de atividades de manutenção em campo, além da verificação de uso de recursos. Isto ocorreu através de visitas em campo e

levantamento de informações em sistemas e controles do setor, utilizando folhas de verificação e formulários.

Em acréscimo, através da técnica de *brainstorming* (“tempestade de ideias”), foram levantados os principais campos de interesse para realização do estudo junto aos gestores da área. Dentre as principais finalidades da aplicação desta ferramenta havia a avaliação do retorno da pesquisa para o setor e o compartilhamento de informações específicas quanto a determinados processos de gestão e execução da manutenção.

### **3.3 Procedimentos de Análise de Dados**

Após levantados os pontos relevantes para análises de desperdícios, foram realizadas a classificação, a interpretação e a análise destes conforme natureza majoritariamente qualitativa e exploratória do estudo. Nesta análise, também foi buscada a identificação das causas dos principais desperdícios definidos pelo setor. Durante a análise das causas, novamente o *brainstorming* auxiliou da priorização dos desperdícios levantados, resultando em uma matriz de priorização para identificar o desperdício crítico – neste caso, o desperdício por esperas.

Após a priorização, foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa com a participação dos colaboradores e gestores do setor, visando determinar causas. Pela ordem, foram propostas medidas para prevenção e ou eliminação dos pontos negativos que se desdobravam no desperdício priorizado.

No desenvolvimento deste estudo, além do *brainstorming*, matriz de priorização e diagrama de Ishikawa, houve a adoção de outras ferramentas da qualidade, como lista de verificação de campo e gráficos de Pareto. Ademais, para a organização das informações quantitativas, foram elaborados gráficos e tabelas.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Identificação de desperdícios na manutenção ferroviária**

Através de *brainstormings*, ocorreu o levantamento dos principais possíveis desperdícios do setor de manutenção ferroviária do Terminal de Ponta da Madeira.



Em acréscimo, foram consultados os controles de acompanhamento da rotina das supervisões, que fazem parte do chamado de Sistema de Gerenciamento do Chão de Fábrica (Figura 1). Nos controles há os históricos de manutenções mensais, perdas diárias e respectivos pontos de causas; enquanto o sistema auxilia no acompanhamento das metas mensais das supervisões e é onde constam os planos de ações para as causas de manutenções não realizadas.

**Figura 1** – Relatórios gerados pelo Sistema de Gerenciamento do Chão de Fábrica



**Fonte:** Registros da pesquisa (2018)

Verificou-se que na área e no controle abordado não existia o acompanhamento diário das faixas de tempos fornecidos pelo Centro de Controle de Pátios (CCP) para execução das manutenções diárias. Estes tempos se referem aos intervalos em que cada atividade de manutenção é realizada ou o tempo em que as equipes aguardam liberação para realizar os trabalhos demandados.

Durante o estudo, foi percebido que ocorria apenas o registro de tempos pelos funcionários executantes em folhas de apropriação de mão de obra. Esses dados eram inseridos em sistema informatizado posteriormente, onde constavam somente os horários em que ocorreram as atividades.

Os gestores também destacaram sobre os ciclos de manutenção mal definidos. De acordo com os profissionais participantes do estudo, havia a possibilidade da existência de componentes da ferrovia que apresentavam um ciclo de manutenção abaixo ou acima do ideal, o que pode se desdobrar em superprodução ou a baixa qualidade de trabalho.

Durante as reuniões houve o apontamento de situações variadas concernentes a erros de programações corretivas. Essas situações se relacionam ao tempo necessário para a execução das manutenções, bem como erros de planejamento entre as áreas de Planejamento da Manutenção e o Controle de Operacional da Ferrovia, impactando na disponibilização das linhas férreas para manutenção.

Entre os aspectos discutidos pelos gestores, estava a possibilidade de má aplicação dos recursos de manutenção pelas equipes de campo. Este ponto negativo pode ser dado como resultado de programações inadequadas ou da falta de alinhamento entre os funcionários, podendo acarretar consumo excessivo dos materiais de manutenção e dos ativos para manutenções corretivas disponíveis.

Em acréscimo, foi explanado sobre situações de necessidade de preparação e transporte dos recursos e materiais necessários para o local de trabalho das programações. Nessas situações são geradas altas movimentações de veículos que atendem às supervisões. Este ponto de atenção se deve à definição dos fluxos entre as áreas, em que toda a logística de recursos é de responsabilidade das áreas de apoio de materiais e planejamento da via permanente.

Outro ponto levantado pelos gestores se associa às ocorrências de retrabalhos referentes a programações de manutenção não concluídas ou realizadas com tempo inadequado. Na percepção dos gestores colaboradores da pesquisa, este problema decorre das falhas de programação e ou interferências do centro de controle da ferrovia durante a execução das atividades de manutenção.

Levando em conta o apresentado acerca dos possíveis desperdícios detectados previamente no setor em estudo, nota-se, de antemão, que estes podem gerar custos intrínsecos, principalmente aos recursos materiais e à mão de obra. Após levantados, houve a classificação das situações nos principais tipos de desperdícios da produção conforme a Filosofia Lean, como a seguir:

- a) Problemas para liberação de faixa de tempos para realização dos serviços: desperdício de espera;
- b) Ciclos de manutenção mal definidos: desperdício de superprodução pelo uso de recursos desnecessários ou desperdício de defeito quando é comprometida a qualidade dos ativos;
- c) Falhas de programações: desperdício de defeitos;
- d) Uso incorreto de recursos: desperdício de superprodução;

- e) Preparação das atividades: desperdício de movimentação;
- f) Retrabalho de atividades: desperdício de defeitos.

Desenvolvida a classificação, promoveu-se a reunião e análise de opiniões técnicas para priorizar os problemas levantados. Essa priorização ocorreu através da ferramenta matriz GUT, em que cada letra significa um critério de avaliação, como segue:

- Gravidade (G): nível de seriedade do problema e o quanto ele prejudica o setor, seus processos e as pessoas;
- Urgência (U): estado do problema na visão do setor e o tempo necessário para solução do problema;
- Tendência (T): possibilidade que o problema tem de ser recorrente ou se agravar, afetando os processos.

Em continuação, foram atribuídas notas para cada item em função dos critérios da matriz. Desta maneira, os problemas recebem notas de 1 a 5 em cada uma das características, sendo que a menor nota significa que não é grave, nem urgente e não traz prejuízos imediatos; enquanto a maior nota significa que a situação é extremamente grave, urgente e, se não resolvida, a piora pode ser imediata.

Elaborada a matriz GUT, a pontuação geral dos aspectos negativos em análise ocorreu através da multiplicação das pontuações referentes a cada item. Assim, a classificação resultou nos valores da Tabela 1.

**Tabela 1** - Matriz GUT de priorização de problemas

Problema	Classificação	Desperdício	G	U	T	Total
Tempo de realização das atividades	Espera		5	4	5	100
Falhas de planejamento	Defeitos		4	4	5	80
Preparação das atividades	Movimentação		3	5	5	75
Ciclos mal definidos de manutenção	Superprodução		4	4	4	64
Uso incorreto de recursos	Superprodução		3	3	5	45
Retrabalho de atividades	Defeitos		2	4	5	40

**Fonte:** Registros da pesquisa (2018)

Observando a priorização gerada, tem-se como principal problema o tempo de espera para realização das atividades. Com este resultado, a pesquisa se direcionou ao acompanhamento das execuções das atividades diárias, preenchimento de

controles de gestão, elaboração de programações semanais e fechamento destas entre os setores ligados ao planejamento e operação.

O propósito destas ações de acompanhamento era entender a forma de impacto do tempo de espera para realização das atividades no processo de manutenção do setor. Perante isto, o passo inicial foi o levantamento das equipes de manutenção do setor, as quais se distribuem da seguinte forma:

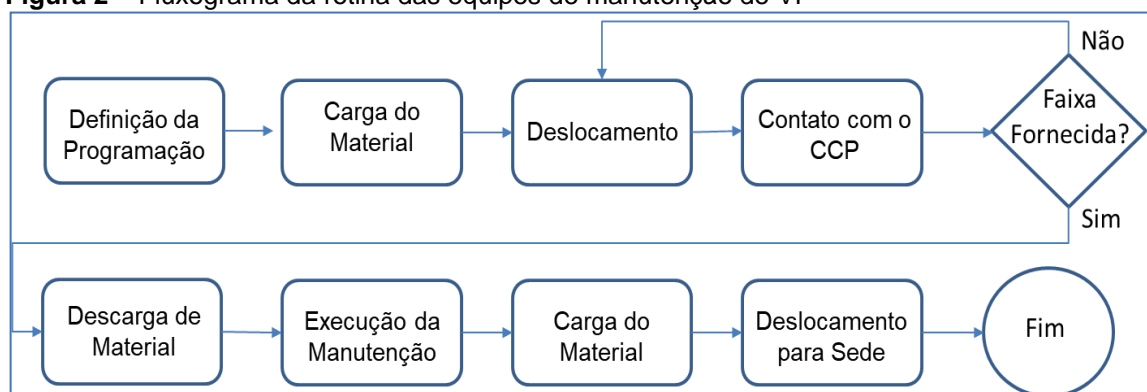
- 01 equipe de manutenções corretivas, chamada de Superestrutura;
- 02 equipes de manutenção preventiva de AMVs;
- 02 equipes de inspeção visual das linhas; e
- 01 equipe de lubrificação preventiva de AMVs.

Destaca-se que as verificações iniciaram com a observação das rotinas das equipes de manutenção supracitadas e dos processos para execução das respectivas atividades no setor de Via Permanente. Importa mencionar que as programações de manutenções corretivas são definidas semanalmente pelo corpo técnico e, posteriormente, repassadas ao profissional do setor de planejamento. Por sua vez, o profissional planejador acompanha as datas dos ciclos de manutenção preventivas e de inspeção visual das linhas férreas. Assim, as manutenções preventivas já são predefinidas e tem datas planejadas por sistema informatizado de modo automático.

Durante o estudo, percebeu-se que as principais atividades de preventivas do setor compreendem as manutenções de componentes e lubrificação de AMVs. Já as manutenções corretivas são determinadas conforme informações das equipes de inspeção visual do setor ou dos arquivos de histórico dos inspetores e de confiabilidade. Quanto ao planejamento das atividades de manutenção, vale saber que as programações planejadas em uma semana são programadas para serem realizadas na semana subsequente.

De antemão, vale a visualização da Figura 2, que representa o fluxo das principais atividades das equipes de manutenção do setor em estudo, as quais são descritas nos parágrafos seguintes.

**Figura 2** – Fluxograma da rotina das equipes de manutenção de VP



**Fonte:** Registros da pesquisa (2018)

No que concerne às ações antecessoras das manutenções, deve-se entender que as equipes acondicionam os materiais em um caminhão com a programação em mãos e se deslocam até o ponto de execução da programação diária. Ressalta-se que, se os materiais necessários para a programação do dia seguinte forem diferentes, a equipe deve realizar o carregamento dos demais materiais necessários.

Posterior ao carregamento, ocorre o deslocamento para o local de trabalho, sendo isto viabilizado por caminhões providos de cabines para o devido transporte de todos os funcionários. Chegando ao ponto demandado para manutenção, a equipe faz o contato com o centro de controle para verificação da disponibilidade de tempo para execução dos serviços. Realizado o contato com o CCP, os colaboradores realizam a descarga do material depositado nos caminhões de apoio enquanto a faixa de tempo para execução dos serviços estiver em processo de liberação.

Com a faixa de tempo liberada, a equipe inicia a movimentação dos materiais nos componentes da ferrovia e executam o trabalho de manutenção. Concluídos os serviços, as equipes recolhem e colocam no caminhão os materiais, deslocando-se para a sede do setor imediatamente.

#### **4.1.1 Tempo de realização das atividades**

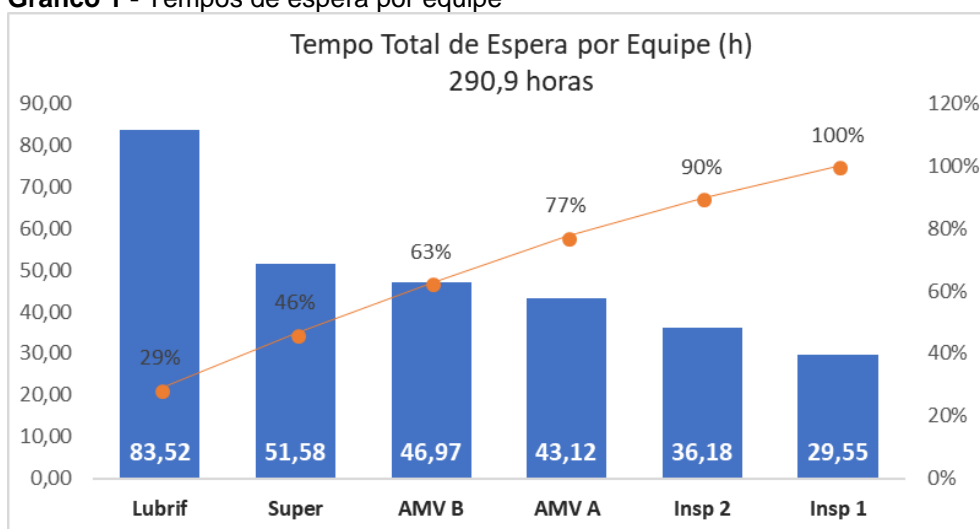
Tendo em vista o processo anteriormente descrito, mais especificamente no que concerne ao contato com o centro de controle para recebimento de faixa de tempo, é importante que sejam realçadas algumas considerações. Para tanto, há os pontos que são desenvolvidas nos próximos parágrafos.

Durante o estudo, observou-se que há considerável variação nos horários de início das atividades. Segundo as equipes, esta variação tem como causa mais recorrente a demora do centro de controle em fornecer a faixa de tempo para as equipes, ocasionando até mesmo o cancelamento das programações em algumas situações, mesmo com o CCP ciente da necessidade de concessão da faixa de tempo para as atividades.

Nas situações de cancelamento, as equipes buscavam a realização de trabalho em outro local da programação semanal como uma tentativa de compensação de tempo. Entretanto, mesmo quando as equipes conseguiam realizar atividades em outro local, havia uma série de desperdícios envolvidos, como: retrabalhos de carga e descarga de materiais, movimentação entre postos e espera para novo fornecimento de faixa de tempo, sendo que isto gerava desgaste físico e insatisfação dos funcionários.

Para melhor delinear o desperdício por espera no processo de execução das atividades de manutenção ferroviária, foram distribuídas folhas de verificação para os funcionários para registros de tempo. Após período de três meses de coleta destas informações (janeiro a março de 2018), constatou-se que o tempo de espera para liberação de faixa de tempo para serviço era realmente um problema para as equipes do setor, gerando ociosidade. Os tempos de espera por equipe no período referenciado estão indicados no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Tempos de espera por equipe**



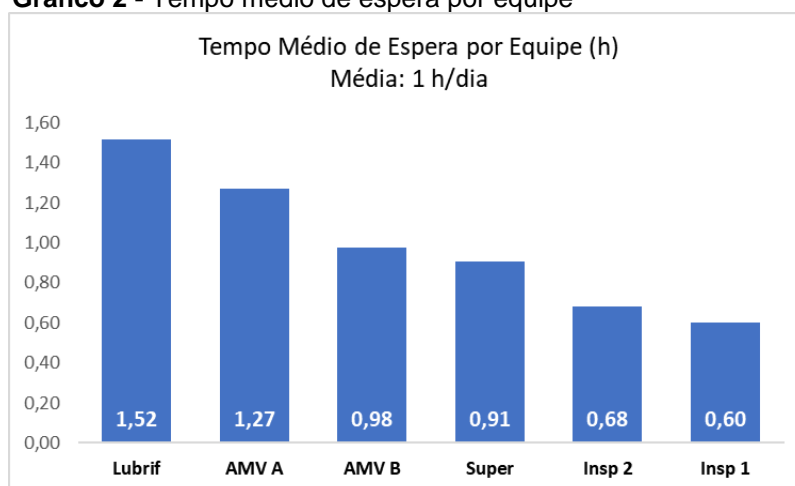
Fonte: Registros da pesquisa (2018)

Conforme o Gráfico 1, o tempo total por todas as equipes de manutenção chegou a atingir o tempo aproximado de 291 horas de espera para liberação de faixa de tempo de serviço. Para melhor estimativa da expressividade deste valor de tempo, pode-se utilizar como referência o dia de trabalho de 8 horas produtivas. Assim, obtém-se um tempo de espera total correspondendo a mais de 36 dias úteis de trabalho de um funcionário.

Outro ponto a se desenvolver a partir do apresentado no Gráfico 1 é que a equipe de lubrificação de AMVs foi a equipe mais impactada pelo desperdício de espera. Os efeitos deste ponto crítico para a equipe não podem ser relegados, pois a mencionada equipe possui uma elevada carga de trabalho diária, principalmente devido à necessidade de lubrificação de cerca de 50 AMVs rotineiramente e é composta por apenas dois funcionários.

Para determinação do tempo médio de espera diário por equipe, o tempo total de espera de cada equipe foi dividido pela quantidade de dias trabalhados. O resultado desta operação está apresentado no Gráfico 2.

**Gráfico 2 - Tempo médio de espera por equipe**

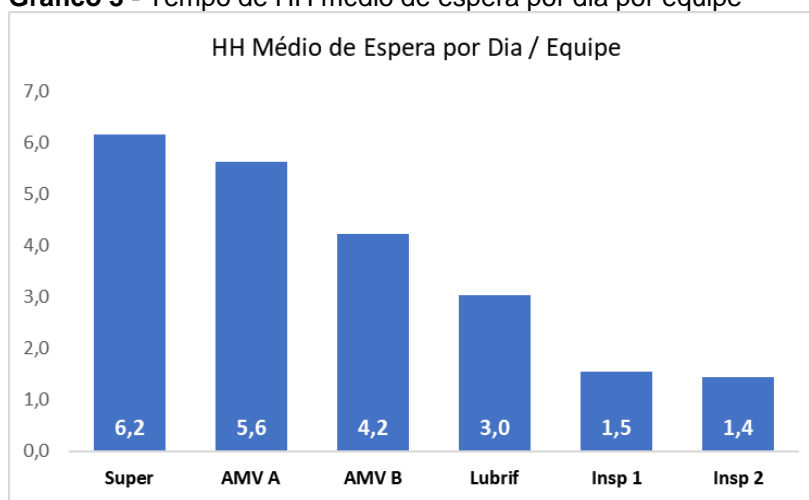


**Fonte:** Registros da pesquisa (2018)

Pode-se notar que a equipe com a média de tempo de espera diário mais elevada se trata da equipe de lubrificação. Tendo em vista esse resultado e considerando que o dia de trabalho do setor tem 8 horas produtivas, é fácil compreender que este tempo médio corresponde a 19% do dia de trabalho da equipe, o que significa uma expressiva parcela de tempo desperdiçado por esperas.

Outra observação imprescindível se trata do desperdício de homem-hora (HH), que é um aspecto que se traduz como a capacidade de trabalho de um funcionário no tempo de uma hora. O Gráfico 3 demonstra a estratificação por equipe do tempo médio de HH diário desperdiçado com esperas, levando em conta que cada equipe tem uma quantidade de funcionários que pode ser variável conforme a programação de manutenção.

**Gráfico 3 - Tempo de HH médio de espera por dia por equipe**



Fonte: Registros da pesquisa (2018)

Através do Gráfico 3, entende-se que a equipe com maior HH desperdiçado é a equipe de superestrutura, que é a equipe com a maior quantidade de integrantes. Para melhor entendimento comparativo, este número significa que há perda de 6,2 horas da mão de obra de um funcionário desta equipe em média por dia, o que corresponde a 77,5% do tempo de trabalho de um funcionário desperdiçado por esperas. Em continuação, a Tabela 2 demonstra os tempos de espera mais elevados registrados por equipe.

**Tabela 2 - Maiores tempos de espera por equipe (h)**

Super	AMV A	AMV B	Lubrif	Insp 1	Insp 2
3,33	3,58	2,92	4,00	2,72	2,63

Fonte: Registros da pesquisa (2018)

Com a visualização do conteúdo da Tabela 2, observa-se que a equipe de lubrificação de AMVs registrou espera de 4 (quatro) horas em um dia de trabalho, o que significa que metade do tempo útil de um dia de trabalho da equipe foi desperdiçado. Com os dados apresentados até então, evidencia-se que a espera para



liberação das faixas de tempo de trabalho para as equipes é, de fato, um considerável desperdício para o setor. Diante disso, é notável que há um cenário de propícia ociosidade das equipes e risco de impacto negativo na qualidade das manutenções dos ativos da ferrovia e nos custos agregados.

## **4.2 Análise das causas do desperdício**

Constatada a expressividade do desperdício de esperas, houve nova reunião de *brainstorming* com representantes do setor de manutenção. Através desta reunião, houve o levantamento dos possíveis pontos de causa para o desperdício priorizado e o agrupamento destes fatores visando o controle.

A partir dos registros das equipes nas listas de verificações fornecidas, identificou-se que os principais fatores de causa para o problema de espera no processo de manutenção do setor são: manobras, cancelamentos, falhas em comunicação, atraso da equipe e demora durante atendimento da solicitação de faixa de tempo ao centro de controle.

O agrupamento dos fatores e suas classificações ocorreram em função dos critérios do diagrama de Ishikawa, sendo acrescentadas as consequências de cada desvio às equipes de manutenção. Os resultados deste levantamento podem ser resumidos pelo conteúdo do Quadro 1, em que se pode perceber que somente não foram identificados desvios de origem material para o desperdício de espera.

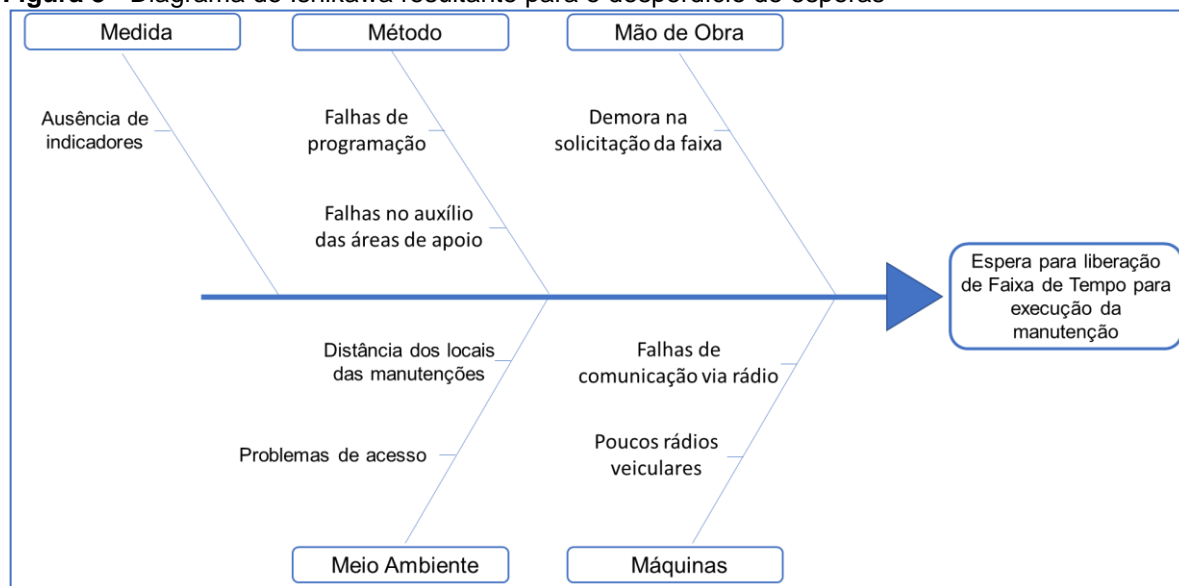
Como forma de consolidar os resultados, os pontos de causa encontrados para o desperdício de espera foram apresentados aos gestores do setor. Com a apresentação, os gestores concordaram com os relatos e opiniões dos colaboradores do estudo. Sendo assim, as informações aplicadas no diagrama de Causa e Efeito (modelo de Ishikawa geram uma estrutura com todas as causas levantadas apontando para o efeito do desperdício de espera de acordo com o ilustrado pela Figura 3.

**Quadro 1 - Agrupamento e classificação dos desvios levantados**

Desvio levantado	Consequência	Classificação do Desvio
Ausência de indicadores de tempos de espera na gestão	Impossibilidade de demonstração do problema para demais áreas	Medida
Distância dos locais das manutenções	Atraso na solicitação da Faixa de Tempo, podendo levar ao cancelamento da programação diária	Meio Ambiente
Problemas de acesso para os locais de manutenção	Atraso na solicitação da Faixa de Tempo, podendo levar ao cancelamento da programação diária	Meio Ambiente
Pontos cegos de frequência de rádio	Falhas de comunicação via rádio, impossibilitando o CC liberar a faixa de tempo	Máquinas
Quantidade Insuficiente de rádios veiculares	Falhas de comunicação via rádio em locais onde o rádio portátil não funciona, impossibilitando o CC liberar a faixa de tempo	Máquinas
Demora na solicitação da faixa	Atraso na solicitação da Faixa de Tempo, podendo levar ao cancelamento da programação diária	Mão de Obra
Falhas de programação (local, tempo necessário, etc.)	Possibilidade de cancelamento da programação diária pelo CC	Método
Falhas no auxílio das áreas de apoio com a operação (CCM, Planejamento, etc.)	Atraso na liberação da faixa de tempo	Método

Fonte: Registros da pesquisa (2018)

**Figura 3 - Diagrama de Ishikawa resultante para o desperdício de esperas**

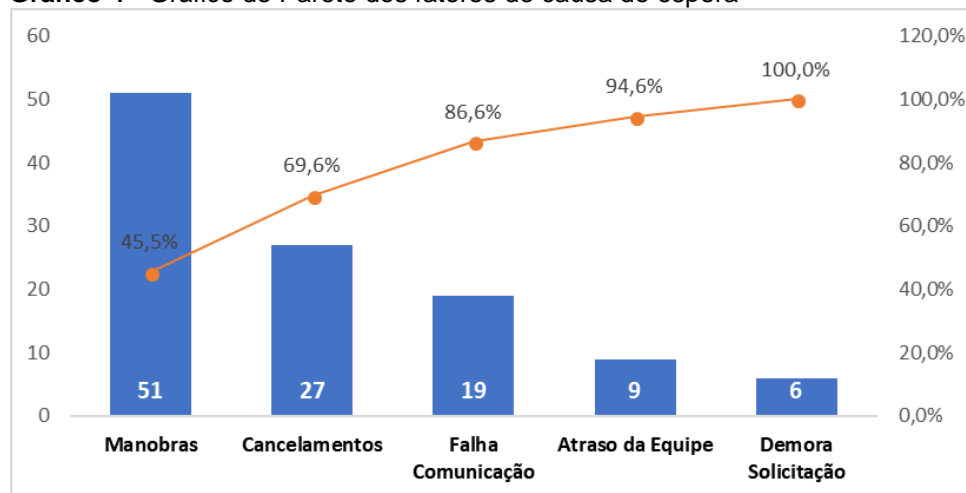


Fonte: Registros da pesquisa (2018)

Após definidos os fatores de causa para o desperdício por esperas, foram reunidas informações quantitativas acerca da frequência destes a partir de registros em listas de verificações. Com isso foi gerado o Gráfico 4, que representa o Gráfico de Pareto, pelo qual se percebe que os pontos relacionados a manobras e

cancelamentos são provenientes de falhas de planejamento das manutenções, representando aproximadamente 70% dos pontos registrados.

**Gráfico 4** - Gráfico de Pareto dos fatores de causa de espera



Fonte: Registros da pesquisa (2018)

Em específico, o fator manobra se relaciona às situações em que as equipes em campo executam as manutenções e param as suas atividades por solicitação do centro de controle. Já o fator cancelamento se associa às situações em que as equipes têm suas programações de execução canceladas antes de iniciar os serviços, ou ainda durante a execução, deixando os serviços incompletos. Todas as situações relatadas, em princípio, não deveriam ocorrer, pois todas as atividades são planejadas e programadas pela área de planejamento da via permanente juntamente com o planejamento do centro de controle.

No âmbito das falhas de comunicação, houve registros de falhas de transmissão via rádio portátil com o centro de controle durante solicitações de faixa de tempo, o que corresponde a 17% dos pontos registrados de espera das equipes. Este fator ocorre quando os locais referentes às programações de manutenção se localizam em “pontos cegos” de frequência de rádio e as equipes não dispõem de rádio veicular, que têm maior alcance neste tipo de comunicação.

Outro fator de causa dos desperdícios de espera registrado pelas equipes foi o atraso na apresentação de técnicos ao local programado. Este fator ocorre quando há entraves para as equipes chegarem ao local de trabalho, seja pela distância do local da manutenção ou por problemas nos acessos veiculares que levam ao destino. Essa

situação é comum em períodos chuvosos conforme relatado pelos colaboradores da pesquisa.

Houve apontamentos quanto a atraso de solicitação da faixa de tempo gerado pela própria equipe. Esta situação se trata de quando a equipe chega ao local, porém, por algum motivo intrínseco ao processo de manutenção (como organização das ferramentas, por exemplo) ocorre o atraso da solicitação. Como desdobramento disto, há o atraso da liberação da faixa de tempo pelo centro de controle, visto que as equipes têm horários predefinidos para apresentação aos locais de demandas de serviços. No entanto, este fator foi o que teve a menor ocorrência, representando pouco mais de 5% dos registros.

Embora não registrados por folhas de verificação, outros tipos de possíveis causas para atrasos foram descritos por participantes do estudo. Como exemplares destas causas não registradas há a ausência de indicadores das esperas para liberação das faixas de tempo e falhas das áreas de apoio às equipes de manutenção disponíveis na empresa.

Confirmando a priorização de propostas de soluções, as causas levantadas foram ordenadas conforme opiniões de gestores e funcionários do setor quanto ao nível de impacto de cada desvio nos processos de manutenção. Neste momento, também foi verificada a viabilidade de aplicar medidas de controle ou proposta de solução para cada ponto de desvio, como se observa por meio do Quadro 2.

**Quadro 2 -** Priorização dos desvios levantados

<b>Ordem</b>	<b>Desvio</b>	<b>Viável</b>	<b>Observação</b>
1	Falhas de programação (local, tempo necessário, dentre outras inconsistências)	Sim	Maior gravidade
2	Ausência de indicadores de tempos de espera na gestão	Sim	Maior gravidade
3	Falhas no auxílio das áreas de apoio com a operação (CCM, Planejamento, dentre outros setores)	Sim	Maior gravidade
4	Demora na solicitação da faixa	Sim	-----
5	Quantidade Insuficiente de rádios veiculares	Sim	-----
6	Problemas de acesso para os locais de manutenção	Sim	-----
7	“Pontos cegos” de frequência de rádio	Não	Não corresponde à área de responsabilidade e atuação do setor
8	Distância dos locais das manutenções	Não	Impossibilidade de Modificação

**Fonte:** Registros da pesquisa (2018)

Nota-se que dois desvios foram classificados como não viáveis para implantação de medidas de solução, sendo estes os “pontos cegos” de frequência de rádio presentes em alguns pontos do pátio ferroviário e a distância dos locais de manutenção. De acordo com os participantes deste estudo, o ponto da frequência de rádio não é de responsabilidade do setor. Portanto, os gestores não têm autonomia para implantar soluções imediatas nesses casos e necessitam da atuação de outras áreas da empresa. Entretanto, a gestão do setor se comprometeu em apresentar este ponto à área responsável. Quanto à distância dos locais de manutenção, a inviabilidade de solução se justifica pelo fato dos locais demandantes de manutenção ferroviária serem pontos fixos.

Convém destacar que, dentre os problemas levantados com possibilidade de medidas de solução, três foram considerados de maior gravidade pela equipe envolvida no estudo. Estes pontos de atenção se referem às falhas de programação, à ausência de indicadores de controle do desperdício de espera e às falhas de auxílio das áreas de apoio.

Assim, os principais desvios que levam ao desperdício de espera das equipes do setor de manutenção ferroviária foram levantados e classificados, sendo que as suas consequências foram devidamente apresentadas aos gestores do setor. Após isso, foram elaboradas sugestões para eliminação, controle ou diminuição do desperdício de espera constatado neste estudo, as quais são descritas nas próximas linhas.

#### **4.3 Propostas para eliminação do desperdício de espera**

Primeiramente, sugere-se que as reuniões semanais para fechamento das atividades de manutenção sejam realizadas sempre com a presença do programador da área de planejamento. Deste modo, pode ocorrer o combate de desvios quanto às falhas de programações, principalmente quanto às situações de programações apenas enviadas por e-mail para o programador do centro de controle sem confirmação formal. Portanto, após o alinhamento com a área de Via Permanente, o programador da execução de manutenção deve se reunir com o programador do centro de controle para garantir a confirmação da área de operação de trens. Por sua

vez, a área de operação deverá retornar a confirmação com um e-mail para o programador e para o gestor da manutenção.

No que concerne aos desvios de falta de indicadores, no setor de manutenção não havia registros da quantidade de tempo perdido pelas equipes com a espera de liberação de faixas de tempo de manutenção. Com isso, havia dificuldade na visualização do problema para as áreas de planejamento e de operação. Diante desta dificuldade, foi sugerida a inclusão deste indicador no sistema de gerenciamento de chão de fábrica (FMDS) e que o programador da área de planejamento seja responsável pelo acompanhamento e fechamento mensal dos tempos desperdiçados.

Em relação às falhas de auxílio das áreas de apoio, verificou-se que as equipes de manutenção relatavam dificuldades para a interface com o centro de controle. Essa dificuldade era mais crítica durante a negociação do horário de início das atividades. Esta interface, em tese, deve ser feita através da área de apoio chamada de centro de controle de manutenção e do planejamento da via permanente.

Portanto, sugere-se que, na ocorrência da situação descrita supra, o líder da equipe de manutenção realize contato com o programador do planejamento e este faça as interfaces necessárias para solução do problema e retorno às equipes em campo. Sugere-se ainda que esta cadeia de suporte seja repassada para as equipes de manutenção e inseridas em locais de gestão à vista do setor de via permanente para consultas futuras em caso de dúvidas.

No sentido de evitar demoras para solicitação de faixas, sugere-se que sejam realizadas reuniões com as equipes e líderes destas para demonstração do problema e acordo dos horários corretos de solicitação das faixas de tempo. Adicionalmente, são oportunos os treinamentos e capacitações para a demonstração do desperdício de espera, bem como o seu respectivo impacto nas atividades.

Quanto aos rádios de comunicação, fica como sugestão a demonstração do problema ao setor de eletroeletrônica da empresa para verificação de possibilidades de correção das falhas e de “pontos cegos” de comunicação de rádios portáteis. Recomenda-se também que todos os veículos de apoio às equipes de manutenção contenham rádio veicular, visto que este possui maior alcance de comunicação.

No que se refere aos problemas de acessos, sugere-se a realização de um levantamento específico em conjunto com a equipe de infraestrutura da via

permanente. Desta maneira, pode-se formar o subsídio para que sejam realizadas melhorias nos acessos existentes e ou a construção de novos acessos.

#### **4.4 Discussões**

Para somar às explanações já detalhadas sobre o estudo, são válidas algumas considerações a respeito dos resultados. Uma dessas considerações se refere ao desperdício por esperas detectado como a perda mais demandante de atenção no cerne da manutenção ferroviária. Em acréscimo, constata-se que as perdas por esperas representam improdutividade, já que os recursos humanos e materiais não estão sendo aproveitados, mas não deixam de gerar custos.

Considerando um sistema ferroviário como um sistema produtivo de elevado dispêndio devido aos valores de seus componentes, o desperdício por espera pode significar um ponto crítico de alta gravidade. Isto fica mais nítido quando se ressalta que há programações de paradas e de manutenção interligadas em uma logística maior de intenso escoamento de produção. Neste contexto, algumas horas de esperas podem desencadear um fluxo de custos que poderia ser evitado e, assim, não elevar preços finais ou valores de prejuízos.

A priorização resultante deste estudo sobre as perdas por espera e, por conseguinte, tempos improdutivo, é convergente aos resultados de outros trabalhos contextualizados na manutenção ferroviária, como os de Oliveira e Cleto (2018) e Oliveira et al. (2015), cujos enfoques também se referiam à redução de tempos totais e aumento de produtividade. Desta maneira, fica reiterada a necessidade de contínua atenção sobre os tempos de duração de atividades de manutenção e, em especial, dos tempos de esperas.

Nos resultados deste trabalho, a equipe de lubrificação de AMVs foi caracterizada como a mais impactada pelo desperdício por esperas, o que pode ser determinado pela elevada quantidade de equipamentos a serem lubrificados e à relativa baixa quantidade de pessoal. A respeito do processo de manutenção de AMV, Silva, Arcos e Rabelo (2016) asseveram que se trata de um processo de pouca complexidade. Entretanto, quando os autores realizaram os seus estudos, detectaram que fatores externos interferiam na produtividade, o que foi melhorado com a aplicação de ferramentas do pensamento enxuto.

Com a realização da pesquisa no TFPM, há de se concordar com Souza et al. (2018) quando mencionam sobre resquícios de subjetividade envolvida na elaboração de escopos de manutenção de via permanente. Isto porque, na realidade do setor estudado, parte das programações dependem de informações das equipes de inspeção visual e tal dependência chama a atenção para o aspecto da necessidade de a informação ser assertiva e chegar em tempo hábil.

A partir da realização deste estudo, evidencia-se a necessidade de que o fator tempo deve receber maior enfoque por parte do pessoal da manutenção de via permanente do TFPM. Antes não havia indicadores quanto aos tempos de espera envolvidos nos procedimentos de manutenção, o que pode ser dado como a causa principal para a não identificação prévia e imediata da intensidade do problema do desperdício por espera no setor antes desta pesquisa.

## **5 CONSIDERAÇÕES**

O estudo se desenvolveu em torno da compreensão de desperdícios conforme abordagem da Filosofia Lean na manutenção ferroviária. Para isso, a adoção das ferramentas da qualidade foi fundamental na orientação da coleta de dados, priorização dos problemas e análise do desperdício determinado como principal: a espera para liberação das faixas de trabalho do setor de Via Permanente. Sendo assim, demonstra-se alcançado o objetivo de analisar os desperdícios presentes nos processos de manutenção de Via Permanente no Terminal Ferroviário de Ponta da Madeira.

Quanto ao desperdício do tempo de espera analisado, destacam-se os efeitos de perdas de horas de mão de obra, da insatisfação e do desgaste das equipes operacionais. Com a análise deste desperdício, foram estudadas as suas causas através do diagrama de Ishikawa, as quais foram ordenadas a partir da colaboração conjunta dos gestores e funcionários do setor de manutenção de Via Permanente do TFPM.

Além de identificar a principal perda do setor estudado e propor um conjunto de soluções, esta pesquisa almejou disseminar do conhecimento sobre os desperdícios nos processos manutenção para os colaboradores. Somada a esse conhecimento, há



também a demonstração de ferramentas da qualidade, que podem ser reaplicadas futuramente pelos funcionários do setor em uma perspectiva de melhoria contínua.

Como este estudo aprofundou apenas o desperdício por esperas, sugere-se que o setor de manutenção de Via Permanente desenvolva análises pormenorizadas quanto aos demais desperdícios que não foram aqui priorizados. Para tanto, fica sugerida a realização de pesquisas práticas futuras. Ademais, pode ocorrer a aplicação de outras técnicas e ferramentas de qualidade e a realização de um estudo mais amplo, que contemple o fator custos atrelados aos desperdícios, por exemplo.

No mais, com o estudo realizado, nota-se a essencialidade do preconizado pela Filosofia Lean, em especial quanto aos desperdícios da produção. Fica demonstrado que foi relativamente fácil contextualizar este tema na realidade do setor de manutenção de via permanente do TFPM embora não se refira a uma linha de produção fabril.

Acredita-se que a principal contribuição deste estudo é o fornecimento de um modelo de investigação de desperdícios que pode ser readotado futuramente. Além disso, outras áreas da empresa podem replicar a metodologia de intervenção descrita neste estudo, como também outros sistemas produtivos de outras organizações que ainda desconheçam a filosofia da produção enxuta e suas contribuições.

## REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M. R.; PONTES, H. L. J. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Curitiba: InterSaberes, 2016.

BERTOLDI, B. G.; MELLO, M. C.; AZUMA, S. M. A gestão de resíduos sólidos em obras ferroviárias: boas práticas, desafios e aprendizado. *In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS*, 8., 2017. [**Anais...**]. Curitiba: Instituto Venturi Para Estudos Ambientais, 2017.

BIAGIO, L. A. **Como administrar a produção: + curso on-line**. Baurer, SP: Manole, 2015

FLORES, R. A.; FRANÇOSO, M. T.; PAIVA, C. E. L. Gerenciamento da manutenção de sistema ferroviário utilizando SIG. *In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL*, 8., 2018. [**Anais...**]. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2018. p. 1345-1378.

MONTEIRO, D. T. **Influência da rigidez vertical no comportamento mecânico e dimensionamento da via permanente ferroviária**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

OLIVEIRA, C. J. et al. Aumento da produtividade do processo de manutenção: um estudo de caso em uma oficina de manutenções de vagões. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 35., 2015. [Anais...]. Fortaleza: ABEPRO, 2015, p. 1-16.

OLIVEIRA, C.; CLETO, M. G. Modelo de integração de três filosofias de gestão: aplicação em uma oficina ferroviária. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORDESTE*, 9., 2018. [Anais...]. Juazeiro: UNIVASF, 2018.

PAIVA, C. E. L. **Super e infraestrutura de ferrovias: critérios para projeto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

SALLES JÚNIOR, J. L. et al. Aplicação de ferramentas da manufatura enxuta em uma fábrica de colchões: um estudo de caso. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 37., 2017. [Anais...]. Joinville: ABEPRO, 2017. p. 1-15.

SANTOS, L. P. **Comparativo de qualidade, custo-benefício para construção de uma linha ferroviária entre dormentes de eucalipto e concreto em relação sua vida útil**. 27f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa - PR, 2015.

SIGAHI, T. F. A. C.; LEMOS, C. Y.; RAMOS, C. I. M. Analysis and proposition of layout in the lean perspective: case study in a small production company of aluminum furniture. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**. v. 3, n. 10, p. 50-59. jun., 2017. <https://doi.org/10.5935/2447-0228.20170028>

SILVA, A. O.; ARCOS, I. S. V.; RABELO, G. M. Aplicação de Elementos do Pensamento Enxuto em uma Atividade de Manutenção de Aparelho de Mudança de Via – AMV. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 6., Ponta Grossa. 2016. [Anais...]. Ponta Grossa: APREPRO, 2016.

SOUZA, I. et al. Aplicação de redes neurais artificiais para diagnóstico e controle de defeitos de bitola em via permanente ferroviária. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 38., Alagoas, 2018. [Anais...]. Alagoas: ABEPRO, 2018. p. 1-16. [https://doi.org/10.14488/ENECEP2018\\_TN\\_WPG\\_258\\_483\\_35445](https://doi.org/10.14488/ENECEP2018_TN_WPG_258_483_35445)

STEFFLER, F. **Via permanente aplicada: guia teórico e prático**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.



Artigo recebido em: 25/05/2020 e aceito para publicação em: 01/07/2021  
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i3.4062>