

FUNDAÇÃO DOM CABRAL

**LOGÍSTICA E MANUTENÇÃO:
um estudo que promova a maximização da disponibilização dos
vagões de carga geral da MRS**

**Adriano Martins Neves
Janinier da Silva Pegas
Marcelo de Moraes Souto
Marcelo José Stutzel
Milton Ferreira Tito
Vitor de Oliveira Pedrosa**

Rio de Janeiro

2020

**Adriano Martins Neves
Janinier da Silva Pegas
Marcelo de Moraes Souto
Marcelo José Stutzel
Milton Ferreira Tito
Vitor de Oliveira Pedrosa**

**LOGÍSTICA E MANUTENÇÃO:
um estudo que promova a maximização da disponibilização dos
vagões de carga geral da MRS**

**Projeto Aplicativo apresentado na
conclusão do Programa de
Especialização em Gestão com ênfase
em Negócios da Fundação Dom Cabral.**

**Professor Orientador: Paulo César
Pêgas Ferreira, DSc**

**Rio de Janeiro
2020**

Dedicamos este trabalho a todos aqueles que sempre nos apoiaram desde o início até o fim desta trajetória, principalmente aqueles que acreditaram e ajudaram no crescimento de nosso conhecimento e aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Sest/Senat, ao ITL, à FDC, às empresas que nos proporcionaram realizar este estudo, em especial à MRS Logística S/A, que nos abriu as portas.

Às nossas famílias, que nos apoiaram nas nossas ausências.

“O saber só é valorizado, quando nos orgulhamos dos
esforços feitos para alcançá-lo.”

Patrícia Montine

RESUMO

Em meados dos anos 90, deu-se início a uma grande evolução devido à instalação de parque fabril, representando, assim, um grande avanço em comparação com as técnicas existentes no país. Com um crescimento acelerado da produtividade, decorrente do dinamismo tecnológico em consequência da abertura comercial, o setor logístico também teve que se desenvolver para suprir a crescente demanda das indústrias. Um ótimo modal apresentado são as ferrovias. Após a política de desestatização das ferrovias do Brasil, os setores privados obtiveram as suas concessões e vêm trabalhando fortemente para tornar cada vez mais esse modal atrativo como estratégia logística para o país. Este projeto será realizado na empresa ferroviária MRS Logística S/A, mais especificamente na oficina de manutenção de vagões de carga geral, localizada na cidade de Barra do Piraí/RJ. Hoje, cerca de 20% de tudo o que o país exporta e um terço de todas as cargas transportadas por trens no Brasil passam pelas linhas da MRS. O trabalho tem como objetivo construir uma estratégia para maximizar a manutenção dos vagões de carga geral, apresentando todas as possibilidades de melhorias e os resultados encontrados. Para aplicação serão analisados os dados obtidos pela manutenção, que é realizada atualmente na oficina, e os dados após a implementação do projeto para maximização da disponibilização dos vagões de carga geral, com a finalidade de comparar os fatores críticos para constatar o aumento da produtividade e verificar a sua eficácia. Para execução, serão consideradas as análises de viabilidade técnica, operacional e estratégica, cujos dados serão medidos e calculados para definir a eficácia do projeto e se ocorrerá aumento da produtividade e eficiência da gestão de manutenção. O projeto mostrou possíveis melhorias sem a necessidade de grandes investimentos, apontando que a oficina poderá almejar um aumento na quantidade de vagões, que poderão sofrer manutenção.

Palavras chave: Ferrovia. Vagão. Manutenção. Carga Geral.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição da MRS.....	14
Figura 2 – Malha ferroviária da MRS.....	15
Figura 3 – Modelo de classificação de vagões	29
Figura 4 – Esquema vagão tipo fechado	30
Figura 5 – Vagões tipo plataforma.....	31
Figura 6 – Esquema de um vagão tipo gôndola	32
Figura 7 – Esquema do vagão tipo Hopper.....	33
Figura 8 – Vagão plataforma transportando contêiner	34
Figura 9 – Sacos de cimento transportado por vagão lonado	34
Figura 10 – Vagão plataforma carregado com placas de aço fundido	35
Figura 11 – Bobinas de arame de aço	35
Figura 12 – Galpão A em projeção no Autocad	39
Figura 13 – <i>Layout</i> da oficina	49
Figura 14 – Proposta de posicionamento no Galpão A	52
Figura 15 – Máquina de corte a plasma.....	53
Figura 16 – Máquina retificadora de grafite	53
Figura 17 – Parafusadeira elétrica	54
Figura 18 – Proposta de posicionamento no Galpão B	54
Figura 19 – Proposta de posicionamento no Galpão C	55
Figura 20 – Quadro de ferramentas	58
Figura 21 – Cronograma do Projeto	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Liberação de Manutenção Preventiva.....	55
Gráfico 2 – Liberação Trimestral Total e Manutenção Preventiva	56
Gráfico 3 – Aderência ao Giro Normalizado.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escopo da revisão VR1	40
Quadro 2 – Escopo da revisão VR2	41
Quadro 3 – Escopo da revisão VR4	41
Quadro 4 – Escopo da revisão VRG	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos de Manutenção	43
Tabela 2 – Plano de ação com as melhorias propostas	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTF	Agência Nacional de Transporte Ferroviário
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
EFC	Estrada de Ferro Carajás
FEPASA	Ferrovia Paulista Sociedade Anônima
Hxh	Homem vezes hora
Kgf	Quilograma Força
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle da Manutenção
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
RJ	Rio de Janeiro
S/A	Sociedade Anônima
TPS	Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1 RESUMO EXECUTIVO	13
1.1 Problema de Pesquisa	13
1.2 Apresentação da Empresa	14
1.3 Justificativa.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo geral	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
1.5 Estrutura do Projeto Aplicativo.....	16
2 BASES CONCEITUAIS	18
2.1 Metodologia Lean.....	18
2.1.1 Sistema Lean de trabalho	18
2.1.2 Fundamentos Lean.....	19
2.1.3 Kaizen.....	19
2.1.4 Algumas ferramentas do Lean	20
2.1.4.1 Ferramenta OPTJOB.....	20
2.1.4.2 Melhorias de Layout	21
2.2 Produtividade	21
2.2.1 Performance	22
2.2.2 Utilização.....	22
2.2.3 Eficiência.....	23
2.3 Tipos de Manutenção.....	23
2.3.1 Manutenção Corretiva.....	24
2.3.2 Manutenção Preventiva	24
2.3.3 Manutenção Preditiva	25
2.3.4 Gestão da Manutenção	25
2.3.4.1 Plano de Manutenção.....	26
2.4 Benchmarking	27
2.4.1 Tipos de Benchmarking.....	27
2.5 Vagão.....	28
2.5.1 Vagões tipo Fechado	30
2.5.2 Vagões tipo Plataforma.....	31
2.5.3 Vagões tipo Gôndola.....	31
2.5.4 Vagões tipo Hopper.....	32
2.6 Carga Geral	33
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	37
3.1 Etapas.....	37

4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO.....	39
4.1 Análise do setor	39
4.2 <i>Benchmarking</i> Realizado / Realidades Organizacionais	44
4.2.1 <i>A Manutenção de Navios de Guerra</i>	46
4.2.2 <i>A manutenção em Navios Mercantes</i>	47
4.3 A realidade atual da empresa	48
4.4 Robotização da manutenção na VALE	50
5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO	51
5.1 Proposta de Solução.....	51
5.2 Análise de Viabilidade.....	57
5.2.1 <i>Viabilidade técnica</i>	57
5.2.2 <i>Viabilidade operacional</i>	58
5.2.3 <i>Viabilidade estratégica</i>	59
5.2.4 <i>Viabilidade financeira</i>	59
5.3 Cronograma de Implementação.....	59
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	61
REFERÊNCIAS.....	63
GLOSSÁRIO.....	65

1 RESUMO EXECUTIVO

O presente trabalho trata dos fatores envolvidos na maximização da produtividade da manutenção realizada na oficina de manutenção de vagões em Barra do Piraí/RJ da MRS, mantendo o foco na apresentação de dados para comparação dos fatores estabelecidos.

Tem por objetivo apresentar o estudo desses fatores críticos, tendo em vista a obtenção de dados que sejam suficientes para análise e comparação no decorrer do projeto de melhorias, mostrando seus recursos e limitações. Para aplicação serão analisados os dados obtidos pela manutenção, que é realizada atualmente na oficina, e os dados após a implementação do projeto para maximização da disponibilização dos vagões de carga geral, com a finalidade de comparação dos fatores críticos para constatar o aumento da produtividade da manutenção na oficina e verificar a sua eficácia.

Para execução, serão consideradas as análises de viabilidade técnica, operacional, estratégica e financeira, cujos dados serão medidos e calculados para definir a eficácia do projeto e se ocorrerá aumento da produtividade e eficiência da gestão de manutenção.

1.1 Problema de Pesquisa

As constantes quedas no preço do minério, além dos incidentes ocorridos nas minas desse material, acarretaram a redução do volume transportado pela ferrovia que opera na região Sudeste, fazendo com que ela comece a explorar novas maneiras estratégicas para transporte.

Dentre as opções, decidiu-se pelo aumento do transporte de carga geral que já era utilizado. Contudo, esbarrou-se na disponibilização de vagões específicos para esse tipo de transporte, uma vez que o ciclo de manutenção dos mesmos não atende ao elevado volume que se deflagrou.

1.2 Apresentação da Empresa

Este projeto será realizado na empresa ferroviária MRS Logística S/A, especificamente na oficina de manutenção de vagões de carga geral, localizada na cidade de Barra do Piraí/RJ.

A MRS é uma operadora logística que administra uma malha ferroviária de 1.643 km nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, região que concentra cerca da metade do PIB brasileiro. Hoje, a companhia está entre as maiores ferrovias de carga do mundo, com produção quase quatro vezes superior àquela registrada nos anos 1990. Quase 20% de tudo o que o Brasil exporta e um terço de toda a carga transportada por trens no país passam pelos trilhos da MRS.

A produção é diversificada, entre as principais cargas que transporta estão: contêineres, siderúrgicos, cimento, bauxita, agrícolas, coque, carvão e minério de ferro (Figura 1).

Figura 1 – Composição da MRS



Fonte: MRS (2019).

A companhia foi criada em 1996, quando o governo transferiu à iniciativa privada a gestão do sistema ferroviário nacional. Sua malha conecta regiões produtoras de *commodities* minerais e agrícolas e alguns dos principais parques industriais do país aos maiores portos da região Sudeste, o que confere à operação

uma importância econômica diferenciada. A Figura 2 representa a malha ferroviária da MRS.

Figura 2 – Malha ferroviária da MRS



Fonte: MRS (2019).

Além do transporte de cargas, como minérios, produtos siderúrgicos acabados, cimento, bauxita, produtos agrícolas e contêineres, entre outros, a MRS oferece soluções logísticas mais amplas, incluindo o planejamento e o desenvolvimento de soluções multimodais, além de serviços ferroviários customizados. A companhia tem hoje indicadores comparáveis aos das mais eficientes e seguras ferrovias norte-americanas e europeias, em quesitos como eficiência energética, *transit time*, disponibilidade e confiabilidade de ativos, segurança e produtividade, e se destaca pelo uso intensivo de tecnologia e de uma cultura de inovação. (MRS, 2020).

1.3 Justificativa

O presente trabalho trata dos fatores críticos envolvidos na manutenção dos vagões realizada em uma oficina da empresa, mantendo o foco no aumento da produtividade, o que se torna relevante para empresa em decorrência de maior da demanda de vagões para transporte de carga geral.

A carga geral torna-se cada vez mais estratégica para a empresa, pois, além de ser uma demanda de mercado, surge como uma reposição de menor faturamento em decorrência da queda do transporte de minério de ferro após os acidentes em Minas Gerais.

O objetivo é apresentar o estudo desses fatores críticos, tendo em vista a obtenção de dados que sejam suficientes para análise e comparação no decorrer do projeto de melhorias, mostrando seus recursos e limitações.

Para aplicação serão analisados os dados obtidos pela manutenção realizada na oficina no primeiro semestre de 2019 e projeções e resultados futuros obtidos após o início da implementação do projeto para maximização da utilização dos vagões de carga geral.

Para execução, serão consideradas as análises de viabilidade técnica, operacional, estratégica e financeira, cujos dados serão medidos para definir a eficácia do projeto.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Construir uma estratégia no processo de manutenção dos vagões de carga geral de forma a promover a sua disponibilidade máxima.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analisar os principais fatores de indisponibilidade dos vagões de carga geral.
- Analisar as tendências e demandas de carga geral.
- Analisar a capacidade instalada do centro de manutenção da MRS.
- Identificar práticas de sucesso em relação à máxima disponibilidade de ativos de transporte.
- Propor um modelo de manutenção que promova a máxima utilização dos vagões de carga geral da MRS na oficina de Barra do Pirai.
- Analisar a viabilidade financeira do modelo proposto.

1.5 Estrutura do Projeto Aplicativo

O trabalho se inicia com o resumo executivo trazendo a apresentação do problema, uma breve apresentação da empresa e sua realidade atual, abordando um

pouco da sua história. Também será destacada a justificativa do trabalho, seus objetivos gerais e específicos, assim como a metodologia de pesquisa utilizada.

No capítulo seguinte serão apresentadas as bases conceituais que darão a fundamentação bibliográfica.

No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia da pesquisa.

O quarto capítulo é dedicado ao levantamento e análise da informação, uma revisão do modelo conceitual, em que é apresentada a posição da equipe relativa aos pontos de extrema importância na realização de um projeto dessa magnitude, buscando sugerir melhores práticas e pontos de atenção essenciais para a implementação.

No quinto capítulo, análise do setor, buscou-se demonstrar, através de fatos e dados, diversos fatores que comprovam a necessidade das melhorias propostas. Em sequência, é apresentado o *benchmarking* realizado com organizações que atravessam experiências similares. São analisadas oportunidades e ameaças que possam vir a contribuir com o projeto em questão.

Por fim, serão feitas considerações finais constituídas de alertas e recomendações fora do escopo deste projeto, mas que podem ser úteis para um bom desenvolvimento, além de caracterizarem oportunidades de melhoria.

2 BASES CONCEITUAIS

Os tópicos abordados a seguir serão da metodologia *Lean*, assim como os vários tipos de definição para manutenção em ativos e métodos para a aquisição e análise de dados, para um melhor entendimento e absorção do trabalho apresentado.

2.1 Metodologia *Lean*

É uma filosofia operacional que requer menores “*leads times*” para entregar produtos e serviços com elevada qualidade e baixos custos, através da melhoria do fluxo produtivo, via eliminação dos desperdícios ao longo do fluxo de valor e a incessante busca pela perfeição na criação de valor para o cliente.

O termo *lean* significa magro, enxuto, ou ainda, sem gordura. Esse conceito teve origem no Sistema Toyota de Produção (TPS) entre 1948 e 1975, também conhecido como *Lean Manufacturing* (sistema de produção enxuta), e objetiva produzir cada vez mais com menos recursos (tempo, mão de obra, insumos) para satisfazer os desejos do cliente (PINTO, 2008).

2.1.1 Sistema *Lean* de trabalho

Quando se fala em melhoria de produtos ou processos, logo já se pensa em investimentos, aquisição de equipamentos, alta tecnologia, enfim, desembolsar dinheiro para melhorar a qualidade do produto ou processo. Mas é possível conseguir tecnologia e qualidade sem associar as palavras diretamente a investimentos. Segundo Mello (2011, p.149), “tecnologia nada mais é do que um conjunto de técnicas de um domínio particular.” Ou seja, é possível dentro de uma empresa melhorar seus produtos, serviços ou processos com melhorias feitas internamente.

Para Mello (2011), às vezes, melhorar um processo não significa mudá-lo completamente, mas reduzir o desperdício de recursos materiais e humanos, isso inclui o desperdício de tempo, e melhorar a qualidade dos resultados.

Por isso Hook e Stehn (2008) afirmam que o necessário para implantar uma cultura *lean* é uma visão equilibrada de todo o sistema com foco sobre as pessoas que entregam valor aos clientes. É claro que o foco nas pessoas, envolvimento e

motivação são imperativos ao aplicar os princípios e ferramentas *lean* e assim aproximar-se de uma cultura *lean*. Ou seja, princípios e práticas enxutas podem ser vistos como facilitadores para ambos os objetivos, individuais ou em conjunto, com melhor desempenho da empresa.

Hook e Stehn (2008) afirmam que se concentrar nas pessoas trará os resultados esperados, e concentrar-se nos resultados jamais trará melhorias, vindo ao encontro do exposto sobre manter o foco nas pessoas, e não nos resultados.

2.1.2 Fundamentos Lean

Existem alguns fundamentos da mentalidade enxuta que são os Três *Guens* e o Kaizen. Os Três *Guens* nada mais são que três palavras em japonês que se iniciam com o termo *guen*, que transmite a ideia do real: *guemba*, *guembutsu* e *guemjitsu*.

2.1.3 Kaizen

Segundo Cardoso *et al.* (2016), a expressão japonesa já consolidada como parte do jargão técnico e empresarial contemporâneo resulta da fusão dos termos *Kate*, que significa “mudança”, com *zen*, que significa “melhor”, simbolizando, portanto, a filosofia de que, no mundo atual, em que os padrões tecnológicos e da concorrência estão constantemente em evolução, as organizações e, em particular, os sistemas de produção e manutenção devem estar inseridos num processo permanente de melhorias graduais.

O *kaizen* traz a filosofia de melhoria contínua, seja em processo de produção ou manutenção, e essa melhoria não necessariamente tem que ser uma reengenharia, pelo contrário, são pequenas melhorias muitas vezes feitas e propostas pelos próprios funcionários de base que resultam em maior produtividade, mais confiabilidade dos produtos e serviços, eliminação de risco de acidentes de trabalho e redução de tempo. Segundo Mello (2011), sejam quais forem as atitudes de melhoria tomadas pelos administradores, elas precisam ser constantes e contínuas, como são para os funcionários da fábrica.

2.1.4 Algumas ferramentas do Lean

Para que aconteçam as melhorias no processo, seja de manutenção ou produção, é necessária a utilização de algumas das várias ferramentas que a metodologia *Lean* oferece. A utilização e a forma como ela será aplicada irão depender muito do tipo de processo, do que se pretende mudar e qual a deficiência desse processo.

Por isso, antes de aplicar as ferramentas no processo, é importante conhecê-lo a fundo e definir aonde se quer chegar e qual ganho se quer obter com a implantação da metodologia. No processo de manutenção de vagões de carga geral verificou-se a necessidade de implantar melhorias nos processos em relação aos tempos de atividade, em que se utilizou a ferramenta OPTJOB e arranjo físico orientado pelo fluxo.

2.1.4.1 Ferramenta OPTJOB

A ferramenta de produtividade chamada OPTJOB é um conjunto de atividades para registro dos colaboradores em cada atividade executada, sendo para todos os colaboradores ligados diretamente à operação na manutenção de vagões na Oficina. Berssaneti e Bouer (2013) dizem que a coleta de dados em um processo fornece evidências concretas para uma tomada de decisão. Ao se realizar uma coleta de dados confiáveis, é possível eliminar qualquer tipo de dúvida sobre o que está sendo analisado.

É uma técnica aplicada no local de trabalho, que tem por finalidade avaliação dos resultados tanto no aumento de liberação de vagões quanto também na *performance* individual de cada colaborador e número de produtividade, que antes não eram mensuráveis e poderão ser avaliadas por sua *performance*, utilização e produtividade no processo pela empresa, e assim a evolução dos indicadores com um processo bem planejado, controlado e eficiente.

O OPTJOB foi elaborado para otimização e aproveitamento da capacidade produtiva aplicada à manutenção de vagões e locomotivas, visando à melhora do Hxh (Homem por hora) de cada vagão e locomotiva.

Com a ferramenta, é possível identificar e controlar todo Hxh aplicado para cada tarefa apontada e executada, demonstrando também todos os apontamentos de

pausa, com exceção de atividade de manobra interna, pois se necessita dessa atividade para movimentação de ativos (vagões), sendo a entrada ou a saída dos ativos para a realização das Manutenções dos Vagões.

2.1.4.2 Melhorias de Layout

Conforme Santos, Wysk e Torres (2009, p.17), “Várias métricas de produtividade, tais como índice de desempenho e *lead time* (tempo de atravessamento), são diretamente afetadas pelo local, a disposição e forma que o processamento e armazenagem estão alocados numa oficina”. Em alguns casos, é necessário fazer uma mudança no *layout* para eliminar problemas com fluxo de materiais ineficientes, a fim de aumentar a produtividade da empresa.

Para encontrar o melhor formato do *layout* para a empresa, é preciso analisar alguns fatores importantes no processo, conforme Santos, Wysk e Torres (2009): conhecer o real problema, o gargalo do processo ou o principal objetivo que justifique a mudança do *layout*. Para buscar alternativas para a solução do problema, é muito importante ouvir os executantes da área e entender qual a dificuldade que eles passam no dia a dia e até mesmo incentivá-los a trazer ideias; levar em consideração alguns fatores do processo, como material, maquinário, trabalho, movimentação, espera, serviço, construção e mudança.

Nesses tipos de projetos de melhoria, o estudo da situação atual permite identificar restrições que reduzam o número de alternativas possíveis a serem consideradas. As melhorias propostas reduzirão o fluxo de materiais, permitindo à empresa criar o fluxo unitário de peças proposto pela filosofia de fabricação enxuta (SANTOS; WYSK; TORRES, 2009, p. 35).

2.2 Produtividade

É a relação entre o que é produzido, *output*, e os recursos empregados para essa produção, *input*. Existem, no entanto, duas formas de interpretar o conceito de produtividade:

- Produtividade total – relação entre o produzido (*output*) total e a soma de todos os meios de produção (*input*).

- Produtividade parcial – relação entre o produzido, medido de alguma forma, e o meio de produção utilizado.

É assim possível analisar a produtividade por vários níveis, por exemplo, de matérias-primas e mão de obra, e também entre vários instantes de tempo (mês, trimestre, ano).

2.2.1 Performance

A *performance* é calculada dividindo-se o tempo gasto na manutenção pelo tempo previsto de manutenção.

Após o valor ser estabelecido, ele é transformado em percentual para que se possa ter uma visão mais clara sobre a obtenção de seu resultado, quando comparado com os números calculados após o fechamento de cada OS realizada pelos colaboradores. Segue fórmula utilizada para o cálculo:

$$\textbf{Performance} = \text{Tempo gasto na manutenção} / \text{tempo previsto de manutenção}$$

2.2.2 Utilização

A utilização é todo o Hxh produtivo apontado diariamente. Ela é baseada de acordo com a disponibilidade da mão de obra aplicada na manutenção, ou seja, cada colaborador possui uma determinada quantidade de horas que são direcionadas para a execução da manutenção.

Essa meta pode ser calculada multiplicando-se o número de colaboradores envolvidos e a quantidade de horas direcionadas à manutenção, e após multiplica-se esse valor pela quantidade de dias trabalhados no mês, estabelecendo-se uma meta mensal para análise da produtividade da mão de obra aplicada, sendo também definida em valor.

Por exemplo, caso uma equipe de manutenção seja composta por 10 colaboradores, trabalhando-se somente 10 dias do referido mês, e cada colaborador tenha contribuído com 10h/dia na manutenção de ativos, teremos então:

Utilização = 10 dias x (10 colaboradores x 10 horas/dia)

Utilização = 1000 Hxh

Lembrando que esse valor é definido mensalmente, podendo variar de acordo com a quantidade de colaboradores atribuídos à manutenção dentro do respectivo mês e à quantidade de horas estipuladas para cada colaborador.

É igualmente transformado em percentual para que se possa ter um acompanhamento mais claro e detalhado no decorrer do mês e, assim, facilitar a comparação entre o estabelecido e o real.

2.2.3 Eficiência

Tendo como parâmetros os dados estabelecidos pelos fatores críticos citados, podemos calcular então a eficiência atribuída à oficina, comparando os valores realizados com as metas estabelecidas anteriormente.

Utiliza-se uma fórmula simples em que se multiplica o percentual realizado sobre a *performance* pelo percentual atingido na utilização do Hxh produtivo, ficando:

Eficiência = Performance (%) x Utilização (%)

Lembrando que a meta definida para a eficiência é sempre formada pelo produto da meta de *performance* 100% pela meta de utilização necessária para atender à demanda do plano de manutenção corrente do mês.

2.3 Tipos de Manutenção

De acordo com Siqueira (2005), os tipos de manutenção são também classificados de acordo com a atitude dos usuários em relação às falhas. Seis categorias são normalmente identificadas sob esse aspecto:

- a. Manutenção Reativa ou Corretiva
- b. Manutenção Preventiva
- c. Manutenção Preditiva
- d. Manutenção Proativa

- e. Manutenção Produtiva
- f. Manutenção Detectiva

Contudo, somente serão abordadas neste trabalho as manutenções executadas pela Oficina em questão: Corretiva, Preventiva e Preditiva. Ficam os outros tipos de manutenção somente para conhecimento.

2.3.1 Manutenção Corretiva

É a mais simples de ser entendida. É o simples ato de consertar o que está quebrado, inoperante, improdutivo. Antigamente, os equipamentos de produção eram mantidos somente por conta de ações corretivas. (VIANNA, 1991)

Segundo Wyrebski (1997), define-se assim essa modalidade de manutenção:

Atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento.

A opção de ter a manutenção corretiva como a política de manutenção da empresa pode custar caro. Trocar uma peça apenas quando houver quebra pode causar danos em outros itens e, assim, aumentar o tempo de indisponibilidade do equipamento.

2.3.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva seria agendar atividades de manutenção de tempos em tempos, com base em dias de uso do equipamento e/ou quantidade de horas em que ele é utilizado. Os componentes são trocados antes que um problema aconteça (NEPOMUCENO, 1989).

Ela ocorre normalmente em equipamentos que não funcionam de maneira contínua, porém a equipe de manutenção deve ter grande habilidade e conhecimento para o sucesso da operação. A principal desvantagem desse tipo de manutenção pode ser a de trocar um componente fora do período ideal.

Outro ponto que se deve prestar atenção é quando ocorre troca de um componente, uma máquina que estava operando em perfeito funcionamento passa a operar de maneira incorreta, ou seja, a troca foi feita de maneira errônea.

2.3.3 Manutenção Preditiva

Segundo Xavier (2005), a manutenção preditiva é a atuação realizada com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática para o acompanhamento das condições dos equipamentos. Quando é necessária a intervenção da manutenção no equipamento, está sendo feita uma manutenção corretiva planejada. É conhecida também como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento (*Condition Based Maintenance*).

O termo associado à manutenção preditiva é o de “predizer”. Esse é o grande objetivo da manutenção preditiva: predizer (ou prever) as falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento dos diversos parâmetros, permitindo a operação contínua pelo maior tempo possível. Ou seja, a manutenção preditiva privilegia a “disponibilidade” à medida que não promove intervenções nos equipamentos em operação.

2.3.4 Gestão da Manutenção

De acordo com Tavares (2005), a administração da manutenção é uma metodologia que auxilia a execução do método de solução de problemas voltado para estruturar as atividades inerentes a ela e aumentar a eficiência dos maquinários.

Pode-se perceber a gestão de manutenção como o conjunto de cuidados técnicos essenciais para as atividades e desempenho permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Essa atenção abrange a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. A manutenção busca ter uma postura em função estratégica, replica principalmente pela disponibilidade e confiabilidade dos ativos físicos e condição dos produtos. (NEPOMUCENO, 1989).

Portanto, a gestão de manutenção necessita obter uma instalação adequada e estar sempre acessível às necessidades da organização, fazendo uso dos conceitos e métodos da qualidade nas atividades de seus processos.

Para obter uma melhor eficiência atualmente, é necessária a aquisição de um *software*, um espaço para auxiliar a manutenção, assegurando assim tirar partido das suas ferramentas. A compra do *software* deve ser realizada após a implementação de uma verdadeira política e metodologia da administração de manutenção.

2.3.4.1 Plano de Manutenção

O plano de manutenção deve ser construído avaliando alguns fatores restritivos, tais como capacidade da equipe de manutenção, necessidade da produção para com o equipamento e necessidade do equipamento por manutenção.

Takahashi e Osada (1993) afirmam que uma das desculpas para impedir a manutenção planejada é que “não há tempo suficiente”. A razão para o tempo insuficiente é o fato de que o departamento de operações não paralisaria o equipamento apenas para as atividades de manutenção. As vantagens de um plano de manutenção podem ser resumidas da seguinte forma:

- a. O número de etapas pode ser identificado, e o trabalho transformado em rotina.
- b. As exigências de recursos humanos podem ser planejadas, de modo a tornar disponível o pessoal necessário.
- c. Os erros na aquisição de materiais, peças, sobressalentes e subcontratação de serviços podem ser evitados.
- d. A qualidade pode ser verificada e podem ser adquiridos materiais de melhor qualidade.
- e. Através da criação de planos de trabalho detalhados, os cronogramas podem ser preparados e coordenados com os planos de produção.
- f. Os ciclos de reparo podem ser identificados para que possam ser tomadas as medidas em tempo hábil.
- g. Os padrões para o trabalho de reparo podem ser identificados, permitindo que o trabalho seja executado de forma eficiente.
- h. Planos de reparo simultâneos podem ser criados.
- i. O senso de responsabilidade das pessoas pode ser estimulado.

- j. Através de atividades de trabalho planejadas, um grande volume de trabalho pode ser realizado de forma mais eficiente.

2.4 Benchmarking

O *benchmarking* pode ser definido como “um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional” (SPENDOLINI, 1992). Essa metodologia surgiu na década de 70, tendo a empresa Xerox como pioneira da prática. De fato, essa empresa iniciou um procedimento sistemático de pesquisa sobre os processos de gestão e produção utilizados pelas suas concorrentes e por outras organizações de destaque em determinadas áreas.

O conceito foi propagado no decorrer da década seguinte pelo mundo, e na década de 90 o seu uso já se estendia fundamentalmente a organizações norte-americanas e europeias. O propósito imediato do *benchmarking* é avaliar um processo, logo, as medições são a sua parte constituinte e essencial. Assume um compromisso com o princípio da melhoria contínua, pois possibilita utilizar a informação compilada de várias formas, de modo a produzir um efeito significativo nos processos das organizações, em que todos os participantes se beneficiam da partilha da informação.

As empresas avaliam metodologias, produtos e serviços de outras representantes de melhores práticas de forma a poder aperfeiçoar a sua própria gestão. No entanto, as organizações que servem de base para a “comparação” não são estáticas e prosseguem num espírito de melhoria contínua, de forma a evitar o alcance das suas concorrentes. Deste modo, o trabalho de *benchmarking* deverá ser periodicamente atualizado.

2.4.1 Tipos de Benchmarking

Existem vários tipos de *benchmarking*, entre os quais se destacam e são descritos de um modo sumário os seguintes:

- *Benchmarking* governamental – exprime-se pela comparação da eficiência das várias políticas entre países.
- *Benchmarking* setorial – caracteriza-se pela comparação da eficiência inter e intrasetorial de atividade.
- *Benchmarking* interno – é representado pela comparação da eficiência de funções semelhantes em várias instalações, departamentos ou divisões, sendo que, no caso das multinacionais, é particularmente perceptível.
- *Benchmarking* competitivo – são feitas análises competitivas envolvendo os concorrentes diretos e identificam-se diferenças no desempenho das organizações, em vertentes como produtividade, crescimento, custos, investimentos e inovação.
- *Benchmarking* funcional – caracteriza-se por ser investigada uma função ou processo específico, não sendo necessário comparar-se unicamente com as empresas concorrentes.
- *Benchmarking* estratégico – aborda grupos de tarefas ou funções em processos mais complexos que atravessam a organização transversalmente e que são encontrados facilmente em outras empresas, mesmo de diferentes ramos de atividade.

2.5 Vagão

Um vagão, em sua estrutura de rodagem, é formado basicamente por uma caixa apoiada sobre dois truques. Cada truque, por sua vez, é formado pelo conjunto da aranha (travessa, laterais e suspensão) e por dois rodeiros. O rodeiro é o conjunto formado pelo eixo, duas rodas e dois mancais de rolamento, montados rigidamente um ao outro. Os truques são responsáveis pela transferência da carga imposta pelo veículo aos trilhos e, através dos rodeiros, pela movimentação dos vagões ao longo da linha.

A norma brasileira de classificação de vagões (NBR 11691) estabelece que a classificação de vagões seja feita através de três letras e sete números, conforme Figura 3.

Figura 3 – Modelo de classificação de vagões



Fonte: ANTF (2016).

No bloco I, a primeira letra identifica o tipo de vagão, e a segunda, seu subtipo. São essas duas letras que orientam a classificação geral de vagões. A terceira letra, encontrada na Figura 3, identifica a denominada manga do eixo, que, por seu turno, limita o peso bruto máximo, de cada vagão. Para a bitola métrica, as mangas variam de A a G (pesos brutos máximos de 30.000 a 130.000 kg, respectivamente); na bitola larga, as mangas variam de P a U (pesos brutos máximos de 47.000 a 130.000 kg, respectivamente).

Assim, para o caso exemplificado, o significado seria:

- a. G: vagão tipo gôndola.
- b. P: com bordas fixas e portas laterais.
- c. R: de bitola larga, com peso bruto máximo de 80.000 kgf.

A numeração propriamente dita, bloco II do exemplo, está relacionada ao proprietário do vagão, que, ao tempo de elaboração da norma, subdividia-se em:

- a. Frota particular: 000001 a 099999
- b. CVRD: 100000 a 299999
- c. FEPASA: 300000 a 599999
- d. RFFSA: 600000 a 999999

Finalmente, quanto ao dígito verificador, último elemento que compõe o modelo de classificação de vagões demonstrado na Figura 3, seu cálculo obedece à seguinte marcha:

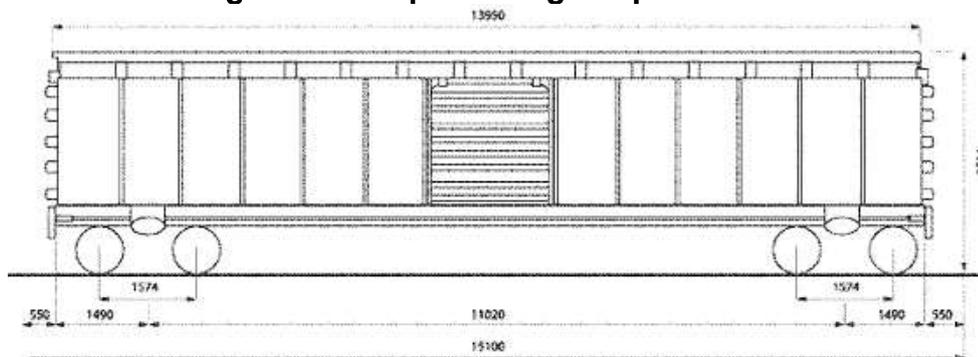
- a. Multiplicação de cada algarismo, da esquerda para a direita, por sete, por seis, por cinco, e assim sucessivamente.

- b. Soma das multiplicações.
- c. Divisão do resultado da soma por onze.
- d. Subtração de onze menos o resto da divisão (se houver).

2.5.1 Vagões tipo Fechado

É utilizado para transporte de granéis sólidos, ensacados, caixarias, cargas unitizadas e transporte de produtos em geral que não podem ser expostos ao tempo. A Figura 4 apresenta um esquema de um vagão do tipo fechado.

Figura 4 – Esquema vagão tipo fechado



Fonte: ANTF (2016).

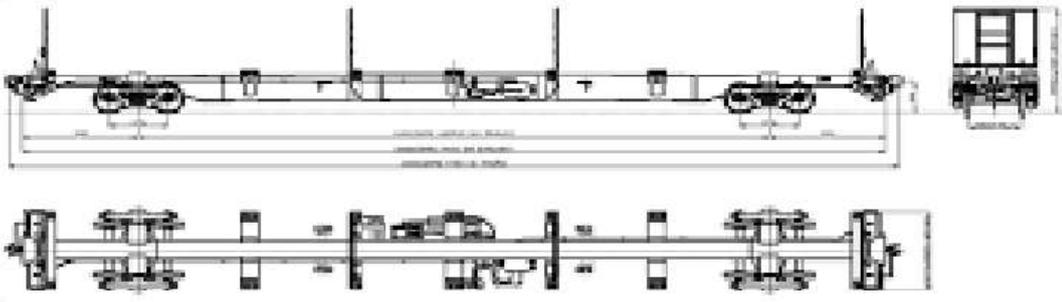
Conforme definição da NBR 11691, seguem os tipos de nomenclatura dos vagões do tipo fechado.

- FR – Convencional, caixa metálica com revestimento.
- FS – Convencional, caixa metálica sem revestimento.
- FM – Convencional, caixa de madeira.
- FE – Com escotilhas e portas plug.
- FH – Com escotilhas, tremonhas no assoalho e portas plug.
- FL – Com laterais corrediças (*all-door*).
- FP – Com escotilhas, portas basculantes, fundo em lombo de camelo.
- FV – Ventilado.
- FQ – Outros tipos.

2.5.2 Vagões tipo Plataforma

São também muito utilizados pela MRS no transporte de contêineres, produtos siderúrgicos, grandes volumes, madeira, peças de grandes dimensões. Na Figura 5, pode-se visualizar um esquema de um vagão tipo plataforma.

Figura 5 – Vagões tipo plataforma



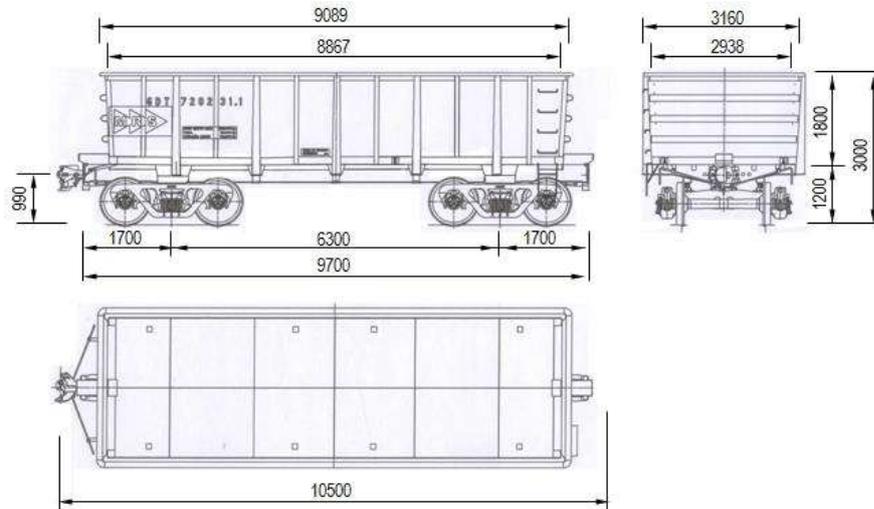
Fonte: ANTF (2016).

- PM – Convencional com piso de madeira.
- PE – Convencional com piso metálico.
- PD – Convencional com dispositivo para contêineres.
- PC – Para contêineres.
- PR – Com estrado rebaixado.
- PG – Para serviço *piggyback*.
- PP – Com cabeceira (*bulkhead*).
- PB – Para bobinas.
- PA – Com dois pavimentos para automóveis.
- PH – Com abertura telescópica.
- PQ – Outros tipos de vagão plataforma.

2.5.3 Vagões tipo Gôndola

Mais comumente utilizado pela MRS Logística S.A., serve para transporte de granéis sólidos e produtos diversos que podem ser expostos ao tempo. A Figura 6 traz um esquema de um vagão tipo gôndola.

Figura 6 – Esquema de um vagão tipo gôndola



Fonte: MRS Logística S.A. (2016).

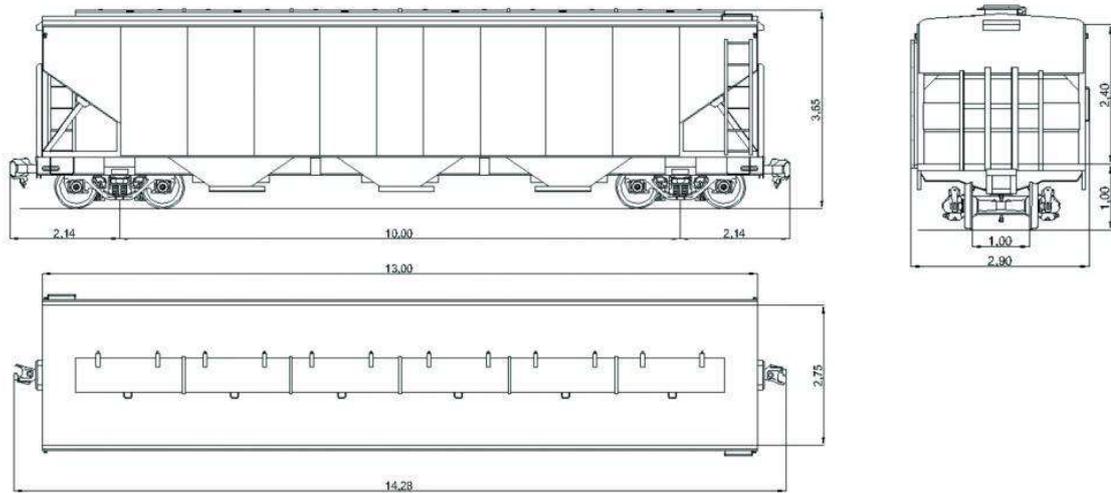
Conforme a NBR 11691, as classificações desse tipo de vagão são:

- GD – Para descarga em giradores de vagão.
- GP – Com bordas fixas e portas laterais.
- GF – Com bordas fixas e fundo móvel (*drop - botton*).
- GM – Com bordas fixas e cobertura móvel.
- GT – Com bordas tombantes.
- GS – Com semibordas tombantes.
- GH – Com bordas basculantes com fundo em lombo de camelo.
- GC – Com bordas tombantes e cobertura móvel.
- GB – Basculante.

2.5.4 Vagões tipo Hopper

São fechados para granéis corrosivos e granéis sólidos que não podem ser expostos ao tempo e abertos para os granéis que podem ser expostos ao tempo, Podem ser visualizados no esquema da Figura 7.

Figura 7 – Esquema do vagão tipo Hopper



Fonte: ANTF (2016).

- HF – Fechado convencional.
- HP – Fechado com proteção anticorrosiva.
- HE – Tanque (*center-flow*) com proteção anticorrosiva.
- HT – Tanque (*center-flow*) convencional.
- HA – Aberto.
- HQ – Outros tipos.

2.6 Carga Geral

Definem-se como carga geral os volumes que são transportados e acondicionados em sacos, fardos, caixas, cartões, engradados, amarrados, tambores, etc., ou também podem estar de forma exposta, se tiverem origem industrial. Como exemplos de mercadoria que não necessita de embalagem citam-se chapas de ferro, madeira trabalhada, aço, pedras em bloco, pneus soltos, veículos e tubos de ferro.

Na ferrovia, as formas mais utilizadas para se transportar as cargas dessa modalidade são por vagões do tipo plataforma carregadas com contêiner. Nas Figuras 8, 9, 10 e 11, alguns exemplos de materiais que são transportados pela MRS.

Figura 8 – Vagão plataforma transportando contêiner



Fonte: Foto capturada pelos autores (2019).

Esses vagões (Figura 8) somente transportam de 1 a 2 contêineres, dependendo do comprimento dos mesmos, ficando vedada a utilização de um em cima do outro, o que pode ocasionar tombamentos em curvas, enquanto estiver em movimento. Sua capacidade de peso dependerá da estrutura do vagão e terá que cumprir a norma NBR 11691, que define a identificação dos vagões.

Figura 9 – Sacos de cimento transportado por vagão lonado



Fonte: Foto capturada pelos autores (2019).

Esse tipo de carga (Figura 9) possui a vantagem de ser transportada em ferrovias, pois elas permitem que sejam carregadas grandes quantidades e com mais velocidade do que a de outros modais de transporte.

Figura 10 – Vagão plataforma carregado com placas de aço fundido



Fonte: Foto capturada pelos autores (2019).

As chapas de aço fundido (Figura 10) possuem as mesmas vantagens do cimento, além da variedade que pode ser atendida. As diferenças dessas cargas ficam apenas no tipo de vagão que é necessário para melhor acondicionar as mesmas. Essa carga não exige pontos de amarração, pois, pelo seu formato e peso, não corre o risco de cair no trajeto.

Figura 11 – Bobinas de arame de aço



Fonte: Foto capturada pelos autores (2019).

Esse tipo de carga (Figura 11) é uma variedade dos produtos siderúrgicos acabados, por exemplo, essas chapas, porém se diferenciam no formato como são transportados, exigindo uma melhor fixação para que não venham a se desprender enquanto o trem estiver em circulação.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo será abordada a metodologia de pesquisa e suas respectivas etapas.

A metodologia de pesquisa utilizada por esta dissertação tem caráter exploratório com uma abordagem qualitativa. Será desenvolvido um estudo de caso na Oficina de Vagões de carga geral da empresa MRS Logística S/A, localizada na cidade de Barra do Piraí / RJ. O foco será aperfeiçoar o processo de manutenção e revisão desses vagões com a finalidade de se maximizar a disponibilização desses ativos e alcançar um maior volume transportado.

A coleta de dados foi realizada por meio de um programa utilizado pela empresa de nome OPTJOB, o qual acompanha todos os fluxos e processos de cada mantenedor no seu dia de serviço, cronometrando todas suas atividades dentro e fora da oficina, permitindo, assim, identificar pontos de possíveis melhorias em cada atividade desempenhada.

Também foram obtidas informações por meio de uma pesquisa documental, dentre esses documentos analisados podem-se citar os institucionais da empresa, técnicos para se conhecer os processos desenvolvidos no dia a dia e os iconográficos, como fotografias da oficina.

Os pesquisadores utilizaram na pesquisa de campo a observação direta intensiva não participante (MARCONI; LAKATOS, 2008).

3.1 Etapas

Com a finalidade de se atingir o objetivo da pesquisa, faz-se necessário seguir uma metodologia de pesquisa com etapas bem estruturadas e claras. Para isso, inicialmente foram definidas três etapas principais, as quais podem ser detalhadas em sete passos:

ETAPA 01: Definir o universo pesquisado e a seleção da amostra.

- Apresentação da Oficina de Vagões de Barra do Piraí / RJ, suas características e operação.

- Definição dos processos e etapas que são desempenhadas todos os dias e família de serviço a ser estudada (manutenção e revisão de vagões para carga geral).

ETAPA 02: Propor o Método.

- Levantamento dos dados a partir do programa específico acerca do tema da pesquisa, para utilização como referência na proposição do método.
- Definição dos passos, fases e etapas a serem seguidos pelo método.
- Definição das ferramentas e métricas que podem ser utilizadas, além dos desafios da implantação da filosofia *lean*.

ETAPA 03: Proposta de Plano de Implantação do método desenvolvido por esta dissertação.

- Levantar e coletar os dados dos processos e fluxos das operações de manutenção por meio da ferramenta OPTJOB.
- Propor um Plano de Implementação do método detalhando as ações a serem realizadas na oficina.

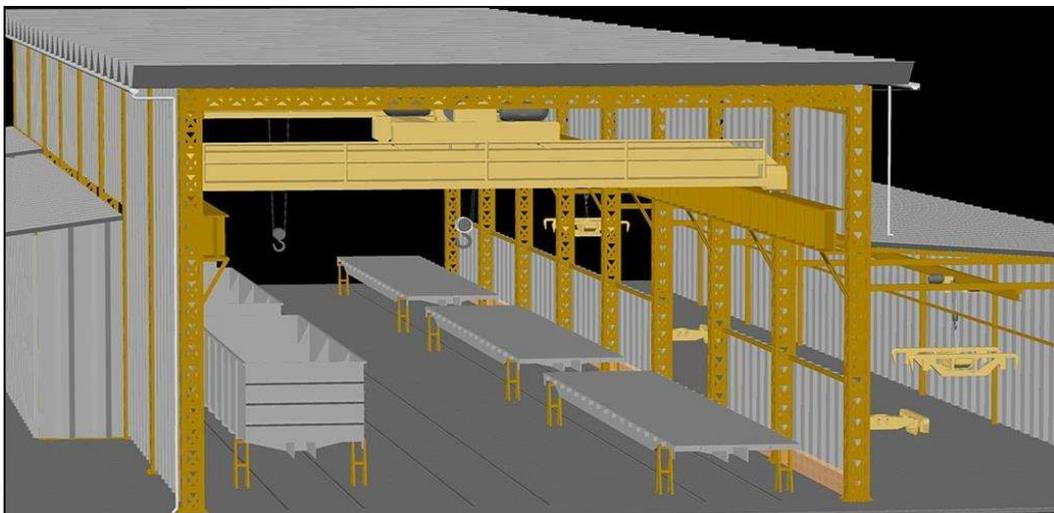
4 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA INFORMAÇÃO

4.1 Análise do setor

A Oficina de Manutenção de Vagões de Barra do Pirai fica situada na Estrada Governador Raimundo Padilha, s/nº – bairro Cantão, na cidade de Barra do Pirai/RJ. Como o nome já diz, ela exerce as atividades de recuperação, substituição de chapas e componentes, solda e mecânica de ativos em vagões dos tipos: Frota Hopper, Gôndolas, Plataformas e Fechados.

É composta por três galpões distintos de manutenção. No galpão A existem seis posições com cobertura, contando com uma ponte rolante que atende a 4 posições. São direcionados vagões para manutenções mais rotineiras, que compõem o “giro” diário das manutenções preventivas. Há 20 colaboradores envolvidos nessas atividades, praticando o turno administrativo que funciona das 07h00 às 16h30, de segunda a sexta. A Figura 12 apresenta uma projeção do Galpão A, mencionado.

Figura 12 – Galpão A em projeção no Autocad



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

O Galpão B possui quatro posições, realizando manutenções rotineiras e não rotineiras. Esse Galpão é coberto e, por ser mais baixo, não possui ponte rolante. Caso necessário, existem macacos hidráulicos para auxiliar nas atividades envolvidas, demandando mais tempo e interferindo na produtividade.

Já o Galpão C possui três possíveis posições, que são direcionadas para vagões com necessidade de alto Hxh, ou seja, demanda muito tempo de atividade

para manutenções pesadas por oportunidade. Ele não é coberto, ficando passível da utilização de macacos hidráulicos, caso seja necessária a elevação de algum vagão, demandando muito tempo da manutenção.

Esses Galpões têm quatro turmas, sendo cada uma composta de sete colaboradores, trabalhando no turno 12 x 36 (07 às 19 e 19 às 07, com 2 dias de folga). Somam-se 28 colaboradores, que são distribuídos conforme a necessidade da manutenção programada para o dia.

No total, a oficina é composta por 48 colaboradores atuando em diversas atividades. Todo efetivo é medido pela ferramenta OPTJOB, para obtenção dos resultados definidos.

A seguir foram definidos quatro quadros que descrevem todos os componentes que deverão ser verificados para cada tipo de escopo, bem como a ação necessária em cada um deles.

No Quadro 1, descrevem-se os componentes que devem ser verificados na manutenção preventiva de escopo VR1, baseados em procedimento, e as ações necessárias para cada tipo de verificação.

Quadro 1 – Escopo da revisão VR1

Componentes	Ação realizada
Truque	Inspeção e avaliação (sem levantar o vagão)
Rodeiros	Inspeção e avaliação
Choque e tração (engate)	Teste de partícula magnética
Timoneira	Inspeção
Componentes de freio	Inspeção
Coletor de pó	Limpeza
Borracha do bocal	Substituição
Mangueira de ar	Inspeção

Fonte: MRS Logística (2018).

O Quadro 2 apresenta o detalhamento dos componentes que devem ser verificados na manutenção preventiva de escopo VR2, baseados em procedimentos para cada tipo de verificação.

Quadro 2 – Escopo da revisão VR2

Componentes	Ação realizada
Truque	Inspeção e avaliação (sem levantar o vagão)
Rodeiros	Inspeção e avaliação
Choque e tração (engate)	Reparo
Demais componentes do aparelho de choque e tração	Reparo
Timoneira	Inspeção
Componentes de freio	Inspeção
Coletor de pó	Limpeza
Borracha do bocal	Substituição
Mangueira de ar	Inspeção

Fonte: MRS Logística (2018).

O Quadro 3 descreve os componentes que devem ser verificados na manutenção preventiva de escopo VR4, baseados em procedimento, e as ações necessárias para cada tipo de verificação, com uma característica de troca de componentes gerais dos vagões.

Quadro 3 – Escopo da revisão VR4

Componentes	Ação realizada
Truque	Inspeção e avaliação desacoplando-o do Vagão
Truque	Reparo
Rodeiros	Substituição
Choque e tração (engate)	Reparo ou substituição (condicional)
Demais componentes do aparelho de choque e tração	Reparo ou substituição (condicional)
Timoneira	Inspeção
Componentes de freio	Inspeção
Sapatas de freio	Substituição
Coletor de pó	Substituição
Borracha do bocal	Substituição
Mangueira de ar	Inspeção

Fonte: MRS Logística (2018).

O Quadro 4 discrimina os componentes que devem ser verificados na manutenção preventiva de escopo VR4, baseados em procedimento, e as ações

necessárias para cada tipo de verificação, com uma característica de troca de componentes gerais dos vagões e também de recuperação da estrutura.

Quadro 4 – Escopo da revisão VRG

Componentes	Ação realizada
Truque	Inspeção e avaliação desacoplando-o do Vagão
Truque	Reparo
Rodeiros	Substituição
Choque e tração (engate)	Reparo ou substituição (condicional)
Demais componentes do aparelho de choque e tração	Reparo ou substituição (condicional)
Timoneira	Inspeção
Componentes de freio	Inspeção
Mangueiras de freio	Substituição
Torneiras angulares	Substituição
Válvulas	Substituição
Cilindro completo de freio	Substituição
Reservatório de ar	Substituição
Freio manual	Substituição
União e ligações	Substituição
Sapatas de freio	Substituição
Coletor de pó	Substituição
Borracha do bocal	Substituição

Fonte: MRS Logística (2018).

Os limites desencadeadores de cada tipo de manutenção para cada tipo de vagão são definidos pela área de Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) da empresa. Os vagões são agrupados por frota e finalidade, e com as frotas definidas, são estudados o valor limitador e a forma como esse deverá ser acompanhado.

Na maioria das frotas, o tipo de desencadeamento é feito pelo valor limitador em milhares de quilômetros rodados pelos vagões, seja carregado ou vazio. Apenas as frotas de produtos perigosos (enxofre, químicos e combustíveis), produtos agressivos (sal, fertilizante e zinco) e demais frotas não remuneradas são desencadeadas pela quantidade de dias ou anos transportando tais cargas.

Além dos desencadeadores globais citados, existem ainda alguns deles que são específicos, criados a partir de novos estudos que indicam novos ajustes ou definição em discussões posteriores à elaboração do plano de manutenção vigente, sendo aplicados em frotas específicas ou não.

Após definidas as atividades necessárias para cada tipo de manutenção, foram elaboradas cronoanálises de Hxh para cada escopo e trocas de componentes, conforme a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Tempos de Manutenção

ESCOPO	DEPTO	DEPTO	Hxh Padrão	Demanda Padrão
VR1	FUU	18	18,07	325,26
VR2	FUU	5	15,71	78,55
VR4	FUU	3	21,46	64,38
VRG	FUU	3	37,17	111,51
VR1 DEMAIS	FUU	63	13,10	825,42
VR2 DEMAIS	FUU	5	22,07	110,36
VR4 DEMAIS	FUU	12	25,85	310,15
VRG DEMAIS	FUU	0	50,56	0,00
VMC	FUU	130	11,61	1.509,85
INSPEÇÃO DE TABELAS	FUU	0	0,00	0,00
ACT	FUU	3	5,88	17,65
TRUQUE	FUU	2	3,17	6,33
RODEIRO	FUU	14	3,63	50,76
TRUQUE + RODEIRO	FUU	10	3,63	36,26
VÁLVULA DE SEGURANÇA	FUU	63	0,55	34,65
CINTAMENTO CORRETIVO	FUU	30	8,68	260,40
CINTAMENTO - 200 mm	FUU	2	9,38	18,75
CINTAMENTO - 550 mm	FUU	0	27,65	0,00
CINTAMENTO - 750 mm	FUU	0	31,06	0,00
CINTAMENTO - 1550 mm	FUU	0	52,69	0,00
TOTAL PLANO		239		3.335,43
TOTAL COMPONENTES		92		145,66
TOTAL CINTAMENTO		32		279,15
TOTAL DEMANDA (Hxh)				3.760,25

Fonte: MRS Logística (2018).

Para acompanhamento e definição de quais vagões serão encaminhados para a oficina, é composta uma equipe com 1 programador, com apoio de 3 assistentes, que recebem diariamente informações das outras áreas, identificando quais vagões estão indicados para manutenção. Eles informam se o vagão poderá ser encaminhado para o pátio da oficina ou não, dependendo do volume que já está aguardando liberação.

Com os vagões já estacionados no pátio da oficina, dois peritos identificam todas as necessidades de manutenção que aquele vagão deverá sofrer, informando

as peças que deverão ser substituídas e/ou partes a serem recuperadas. Essas informações são repassadas para os assistentes de programação, que verificam a disponibilidade de peças e, de acordo com a tabela, definem o Hxh que deverá ser atribuído em cada vagão, repassando, assim, todas essas informações ao programador da oficina, que definirá quais ativos vão sofrer manutenção no dia seguinte, lembrando que deve ser respeitado o plano de manutenção já definido pela área de PCM da empresa.

Por dia, existe a possibilidade de seis posições no Galpão A. O programador definirá em qual posição cada vagão deverá ser alocado, solicitando ao almoxarifado as peças já catalogadas pelos assistentes, que deverão ser disponibilizadas e posicionadas no local já especificado do vagão estacionado, economizando assim tempo e deixando o processo mais enxuto.

O ponto de atenção que deverá ser observado é quanto à alocação desses novos vagões. À medida que os vagões são liberados, eles devem ser movimentados para dar lugar à entrada de novos vagões para manutenção. Uma vez que a linha de entrada é a mesma da saída, caso não sejam retirados tão logo estejam prontos, a equipe ficará ociosa, aguardando o posicionamento dos novos ativos para manutenção.

Além dos inspetores lotados na oficina, existem os mantenedores em diversas áreas espalhadas na MRS, com a função de inspecionar os vagões que estão circulando e marcar no sistema, caso encontrem alguma avaria ou restrição nos vagões. Se os vagões estiverem em boas condições, eles continuam em circulação até que se atinja o prazo estipulado para a manutenção preventiva.

4.2 Benchmarking Realizado / Realidades Organizacionais

Serão abordados na sequência do trabalho alguns aspectos da manutenção marítima, talvez para estabelecer um *benchmark*, de visão holística, sem precisar detalhes.

Há vários ângulos que podem ser observados à semelhança da manutenção marítima, isto é, aquela que é cumprida em diferentes meios do transporte aquaviário. Poderá ser visualizada a manutenção dos vetores marítimos por diferentes ângulos, seja pelo porte (tonelagem); operação, marinha mercante ou de guerra; pelo tipo de navegação em que é usada, se marítima ou hidroviária; pelo material de que são

construídos seu casco e superestrutura, enfim, diante da multiplicidade de visões, teremos de optar por alguma delas que sejam relevantes para o contexto do trabalho.

Para tornar esta seção do trabalho mais consentânea com os objetivos e metas a serem atingidos, serão escolhidas duas vertentes do problema. Será realizada uma dissertação em paralelo a respeito da manutenção de um navio mercante, sem especificar sua especialidade, isto é, se transporta óleo, carga seca, ou ainda se é dedicado só à condução de pessoas (navios de turismo). Como já exposto, será feito um estudo em paralelo com um navio que opere na marinha de guerra, mais uma vez usando uma visão globalística, sem nos atermos a um tipo específico de navio.

Feitas essas considerações iniciais, seguimos com a análise. Há uma diferença fundamental entre a manutenção programada de um navio de guerra e a de um navio mercante.

No primeiro caso, a manutenção tem de ser feita de modo que a embarcação fique totalmente capacitada para o cumprimento de sua missão, pois, em combate, a embarcação não pode fazer reparos, ao passo que a manutenção de um navio mercante permite que seja complementada com a embarcação em operação. O ponto grifado estabelece um “gap” econômico entre um reparo e outro.

No caso específico do navio de guerra, há um impacto econômico prévio, superior em linhas gerais, ao do navio mercante, pois exige que se tenha um parque de apoio permanentemente instalado e capacitado a atender a diferentes demandas de sobressalentes em geral e até mesmo dique para executarem suas docagens.

Vamos aos pressupostos básicos da manutenção de um navio mercante. No caso de uma embarcação comercial, o principal ponto considerado para sua paralisação é de que um navio mercante parado só gera prejuízos para seu operador. Diante do que se acabou de afirmar, a parada de um navio mercante para manutenção só é feita quando vários fatores são constatados.

Serão selecionados os dois pontos mais importantes, um deles é o limite de horas para revisões de seus motores, no caso de navios movidos por motores de combustão interna, direta ou indiretamente. O outro ponto é a limpeza do casco, essa manutenção tem um custo elevado, pois exige de modo geral a colocação da embarcação em um dique seco para sua limpeza.

Normalmente não há um período estabelecido rigorosamente, como no caso do navio de guerra, que tem esses períodos previamente programados pelos setores de logística da Marinha.

No caso do navio mercante, caso não ocorra nenhum fato ou acidente de navegação com a embarcação, seu período de docagem, e aqui se estaria focando prioritariamente a manutenção do casco, é função da avaliação de dois fatores fundamentais: consumo de combustível para o desenvolvimento de sua velocidade operacional, em função da adesão de crosta marinha à parte molhada de seu casco (popularmente chamada de caraca).

Muitas vezes, para se evitar a docagem do navio, usam-se mergulhadores com equipamento especial para limpeza do casco, a qual não é usada nos navios de guerra devido à prévia programação de manutenção estabelecida pelo setor de logística da marinha.

Serão tecidos comentários sobre as técnicas de manutenção mais presentes nas marinhas de guerra do que na marinha mercante, isto é explicável pela centralização de decisão do processo logístico nas marinhas de guerra. A marinha mercante em todo o mundo tem sua propriedade em meios privados que estabelecem diferentes tipos, técnicas de manutenção, já amplamente abordados em outra parte deste trabalho.

Cabe lembrar também que são inúmeros os estaleiros existentes em diferentes países assim como diferentes fabricantes de motores responsáveis pela propulsão dos navios mercantes ao redor do mundo.

Volta-se à manutenção de navios de guerra dentro do propósito pretendido, para assim se fazer uma análise paralela, focando-se principalmente a Marinha Brasileira.

4.2.1 A Manutenção de Navios de Guerra

Durante um longo período, mormente após a Segunda Guerra Mundial, em razão da existência de inúmeros acordos entre o Estado Brasileiro e os Estados Unidos da América, grande parte das unidades navais e seus equipamentos embarcados tinham origem americana. Em decorrência desses acordos, a Marinha do Brasil trabalhou no seu suprimento logístico de sobressalentes com o sistema de controle também usado na USNAVY.

Hoje esse sistema foi substituído por outro controle criado especificamente para a Marinha do Brasil, não somente devido ao fim dos acordos já mencionados, mas também pela obtenção de meios navais de outros países.

O sistema logístico da Marinha dispõe de diversos pontos de apoio ao longo do território brasileiro, coordenado por um estabelecimento central que atua de forma bastante ágil, atendendo às demandas de sobressalentes de diferentes especificações para o período de reparo anteriormente programado.

Frisa-se bastante o aspecto logístico da Marinha do Brasil com o objetivo de ressaltar a diferença entre as manutenções usadas nos dois tipos de navegação, ora em apreço.

4.2.2 A manutenção em Navios Mercantes

No caso da Marinha Mercante, mesmo as grandes empresas de navegação que podem ter até dezenas ou mesmo centenas de embarcações de diferentes finalidades dispõem de uma estrutura similar à de Marinhas de Guerra.

Prepondera na decisão do armador executar uma manutenção em um mercante, fatores bem diferenciados, até mesmo onde o navio se encontra ao atingir algum limitador operacional, e, acima de tudo, a vertente econômica ou o mercado.

Outro ponto que convém lembrar é que, de modo geral, os Navios Mercantes dispõem a bordo de um pequeno estoque de sobressalentes, para que, com a mão de obra dos tripulantes ou de oficinas externas, possam ser executadas pequenas manutenções corretivas durante as paradas nos portos para carga ou descarga.

As embarcações dedicadas ao transporte de combustível possuem algumas limitações quanto ao tipo de reparo que podem executar nessas paradas.

Já os navios de passageiros, que na realidade são grandes hotéis flutuantes, em suas curtas estadias nos portos, executam pequenos reparos principalmente em equipamentos de apoios a hotelaria.

No caso específico de navio de turismo, no período entre temporadas, executam grandes reparos, sejam de máquinas, estrutura ou hotelaria em estaleiros especializados existentes no mercado.

Concluindo esta rápida e sucinta exposição sobre a manutenção de meios marítimos, espera-se ter complementado a parte do trabalho, este sim profundo, sobre a manutenção executada em meios de transporte ferroviário e as considerações teóricas sobre o assunto.

4.3 A realidade atual da empresa

A programação da manutenção é realizada pelo setor de PCM da empresa, que define a quantidade de vagões que deverão ser encaminhados à manutenção preventiva durante todo o ano vigente, assim como as oportunidades para manutenção corretiva dos vagões avariados.

Hoje a MRS conta com 9.000 vagões destinados à carga geral, e a oficina possui uma retenção, em média, de 100 vagões por dia, que apresentam uma ou mais avarias destacadas nos planos de manutenção para cada vagão. Desses, 16,7% estão parados por falta de peças, e 39,74% estão retidos por falta de capacidade da oficina.

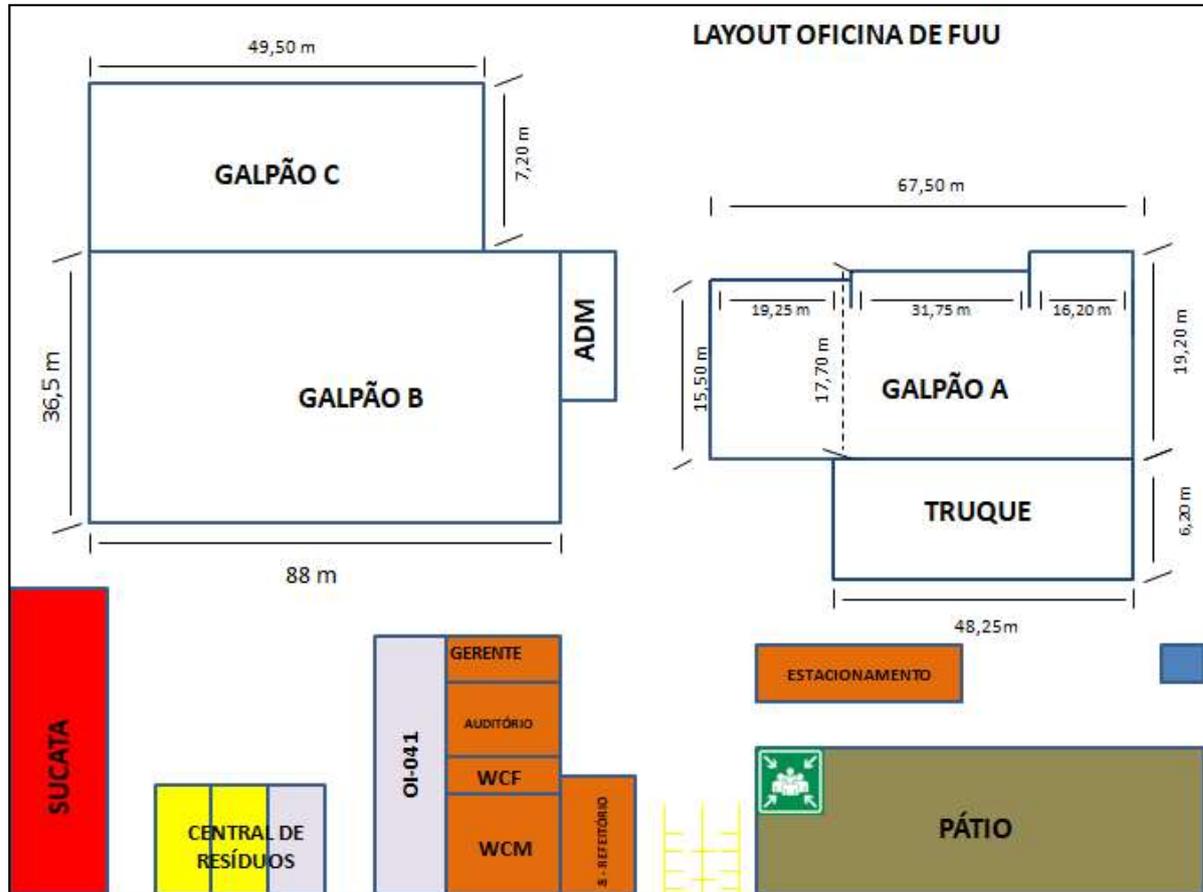
No planejamento da oficina, para obtenção da meta, deve ser planejada uma média de 8 a 9 vagões diários para manutenção, de acordo com a disponibilidade de vaga, disponibilidade de peças e respeitando o plano de manutenção já definido.

A retenção de vagões direcionados à manutenção de alto Hxh se torna também um dos gargalos, pois demanda um elevado custo de material empregado, fora a mão de obra que terá que ser redirecionada para a execução da mesma.

Outro gargalo observado é a movimentação dos vagões que é realizada pelas linhas da oficina, cujo local de entrada dos vagões é o mesmo da saída, ficando a movimentação restrita. Para realizar essa movimentação, é necessária a disponibilidade de um maquinista que atua no horário das 15 às 23h e outro que fica à disposição das 23 às 07h, deixando o posto desguarnecido das 07 às 15h, não havendo possibilidade de manobras nesse horário.

Outro ponto de melhoria é o *layout* da oficina, que acaba deixando o quadro de ferramentas longe da área de utilização, ficando entre os galpões A e B, fazendo com que os colaboradores percam tempo andando pela oficina. Já os Galpões B e C perdem muita capacidade por não contarem com uma estrutura física que possibilite a instalação de uma ponte rolante ou materiais específicos para facilitar na manutenção dos ativos pretendidos. Pela Figura 13 pode-se visualizar a distribuição das localidades que compõem a Oficina de Vagões de Barra do Piráí.

Figura 131 – Layout da oficina



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Com todos esses dados apresentados, a oficina de manutenção de vagões em Barra do Piraí/RJ vem perfazendo uma média diária de 8,4 vagões concluídos até o terceiro trimestre de 2019. Porém, para o ano de 2020, ficou definido que o volume de carga geral será maior, fazendo com que a meta de vagões liberados por dia seja aumentada para garantir a disponibilidade da frota para tal feito, influenciando na maximização da manutenção para sua liberação.

Como comparação, será levado em consideração o *benchmark* elaborado na empresa *Burger King*, que utiliza o conhecimento da linha de produção, criada e elaborada por Henry Ford.

Quer dizer que os processos de montagem do hambúrguer são bem definidos, existe uma entrada e uma saída, sendo cada estação guarnecida por um colaborador específico, em outras palavras, existe um colaborador para criação do pedido, outro para preparação da carne, mais um para cortar os alimentos e o pão, o próximo fica responsável para montar o hambúrguer e ensacar, todos em linha e complementando o serviço do anterior.

A comparação que pode ser aplicada com a oficina de vagões é a necessidade de se criar uma saída diferente da entrada, para que os vagões concluídos possam ser retirados sem que atrapalhem os outros vagões. Caso a oficina consiga seguir o modelo utilizado pela empresa *Burguer King*, ela conseguirá deixar seu processo mais enxuto, seguindo uma linha de manutenção, em que cada colaborador poderá agregar valor ao serviço do anterior, podendo reduzir alguns gargalos apresentados anteriormente.

4.4 Robotização da manutenção na VALE

A Vale está utilizando robôs no trabalho de recomposição de chapas de vagões que fazem parte da frota da Estrada de Ferro Carajás (EFC). O sistema é composto de braços mecânicos parecidos com aqueles utilizados na indústria automobilística capazes de realizar o corte e a solda de placas de aço carbono presentes na lateral dos vagões. (VALE, 2020).

Chamada de Célula Robotizada de Recomposição de Chapa de Vagões, a tecnologia foi desenvolvida especialmente para esse tipo de atividade com os objetivos de trazer mais segurança e acelerar o processo de manutenção. Na fase manual da atividade, a troca de chapas de apenas um vagão era realizada em 48 horas, considerando todo o ciclo que incluía a marcação do espaço, corte e solda da nova chapa. Com o robô, é possível fazer a manutenção de dois vagões em 22 horas. (VALE, 2020).

Segundo a Vale (2020), outra vantagem da tecnologia é que ela eliminou o esforço físico que a atividade exigia. Mesmo com automatização, o trabalho de manutenção dos vagões não substituiu a presença humana dentro do processo, já que é necessário que um profissional prepare a nova chapa para a célula robotizada.

5 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A partir de todos os gargalos apontados e sabendo da capacidade de elevação da quantidade de vagões de carga geral em manutenção na oficina, iniciam-se os estudos para definir as melhores propostas que irão influenciar na produtividade da área.

5.1 Proposta de Solução

Observando a área no geral, visualizou-se que existem melhorias que podem ser realizadas rapidamente e que influenciariam diretamente na produtividade da oficina. Para melhor entendimento foi elaborado, a partir da ferramenta 5W2H, um plano de ação com as soluções a serem implementadas na oficina (Tabela 2).

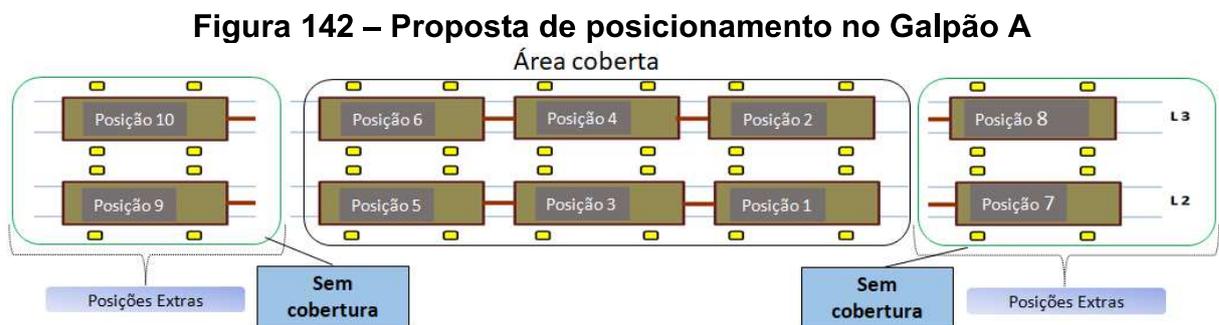
Tabela 2 – Plano de ação com as melhorias propostas

O quê?	Quem?	Onde?	Como?	Por quê?	Quanto?	Quando?
Verificar disponibilidade para reposicionamento do Quadro de Ferramentas na Oficina.	Especialista da Oficina	Galpão A	Estudo de área livre para reposicionamento.	Deixar mais próxima da área de atuação para redução do tempo gasto em movimentação dos colaboradores.	R\$ -	dez-19
Agrupamento da manutenção dos vagões para o Galpão A que detém mais recursos.	Coordenador da Oficina	Of. Vagões	Utilizar para posicionamento dos vagões 6 vagas cobertas e 4 externas do Galpão A.	Os vagões ficarão mais próximos fisicamente, além de os recursos estarem próximos, melhorando o tempo aplicado na manutenção.	R\$ -	dez-19
Mudança da escala para todos os colaboradores envolvidos na manutenção.	Coordenador da Oficina	Of. Vagões	Deixar todos os colaboradores em horário de escala 12 x 36.	Manutenção irá ocorrer 24 horas por dia, todos os dias do mês, ganhando tempo e ritmo.	R\$ -	dez-19
Reforma do piso do Galpão B.	Gerente da Oficina	Of. Vagões	Revitalizar o piso do Galpão B.	Melhor utilização das ferramentas adaptadas para o Galpão e menor risco de acidentes para os colaboradores.	24 mil	mar-20

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Dentre essas, a que mais chamou atenção foi a modificação do *layout* da oficina, que propõe a centralização dos serviços no Galpão A, realocando para dentro dele o quadro de ferramentas.

Com a centralização dos esforços para um único galpão, altera-se a disposição das vagas para sua atuação, tendo a possibilidade de posicionamento de 6 vagas dentro do galpão e mais 4 vagas externas, possibilitando posicionar 2 vagões na entrada do galpão e mais 2 na saída, ficando conforme Figura 14 a seguir. Dessa forma, pode-se atender até 10 vagões por dia, conforme a meta pretendida.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Em conjunto com essa centralização, foi proposta a alteração de turno para os 16 colaboradores, atualmente no turno administrativo, distribuindo em turmas de revezamento, aumentando o efetivo das turmas que atualmente são de 8 colaboradores por turma para aproximadamente 12 colaboradores por turma, agrupando os recursos e mão de obra disponíveis, proporcionando uma manutenção 24 horas por dia, todos os dias do mês.

Como proposta de melhoria também foram estudados novos equipamentos para agilizar os serviços de manutenção, como a substituição do Oxicorte, que necessita de acetileno e oxigênio, para corte a plasma, que necessita de energia elétrica e ar comprimido, ou seja, deixa-se de utilizar consumíveis, como as botijas de acetileno e oxigênio, para se utilizar insumos que já se encontram de fácil acesso pela oficina, a Figura 15 a seguir mostra um exemplo de máquina de corte a plasma.

Figura 15 – Máquina de corte a plasma



Fonte: ANT Ferramentas (2020).

Nessa mesma linha de pensamento, também foi elaborado um estudo para a utilização de uma máquina retificadora de grafite que auxilia no corte das chapas de ferro, garantindo maior agilidade nos serviços realizados na oficina, a Figura 16 a seguir apresenta um exemplo de retificadora de grafite.

Figura 163 – Máquina retificadora de grafite



Fonte: ANT Ferramentas (2020).

Além dessas ferramentas que são utilizadas para atividades específicas, criou-se um plano para substituição de ferramentas que dependem de fios para funcionamento, como exemplos: lixadeira, parafusadeira de impacto, rebidadeira, entre outras, trazendo melhorias na utilização dessas ferramentas, que, por utilizarem baterias, podem ser movimentadas com mais facilidade, trazendo agilidade na utilização e transporte. A Figura 17 apresenta um exemplo de parafusadeira elétrica.

Figura 17 – Parafusadeira elétrica



Fonte: ANT Ferramentas (2020).

Conforme definido inicialmente, o foco do trabalho foi direcionado ao Galpão A, para análise do atendimento ao plano de manutenção que será centralizado no mesmo, mas, como proposta futura, o grupo realizou uma análise que envolve os outros Galpões.

Caso o Galpão A consiga atender a todas as atividades, antes realizadas nos três Galpões, o grupo adicionou uma proposta para recuperação e melhoria da infraestrutura do Galpão B. A proposta para efetivação mais rápida do pressuposto é uma melhoria focalizada no piso do Galpão para uma melhor adaptação dos equipamentos já existentes.

Então, a proposta sugerida foi a revitalização do piso do Galpão B, que passaria de três possíveis posições para quatro, além da melhoria para movimentação dos macacos hidráulicos que são utilizados para as atividades, permitindo uma melhor distribuição dos vagões.

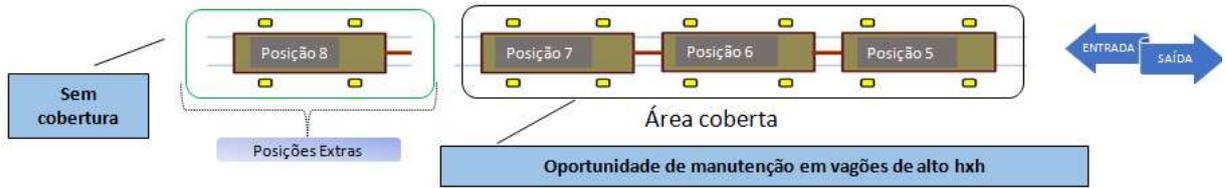
Essa melhoria permitiria que a oficina passasse a assumir a manutenção dos vagões, que hoje são realizadas por oficinas de terceiros, garantindo, assim, menores custos para a empresa. Pelas Figuras 18 e 19 demonstram-se as possíveis distribuições dos vagões nos Galpões B e C, respectivamente.

Figura 184 – Proposta de posicionamento no Galpão B



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

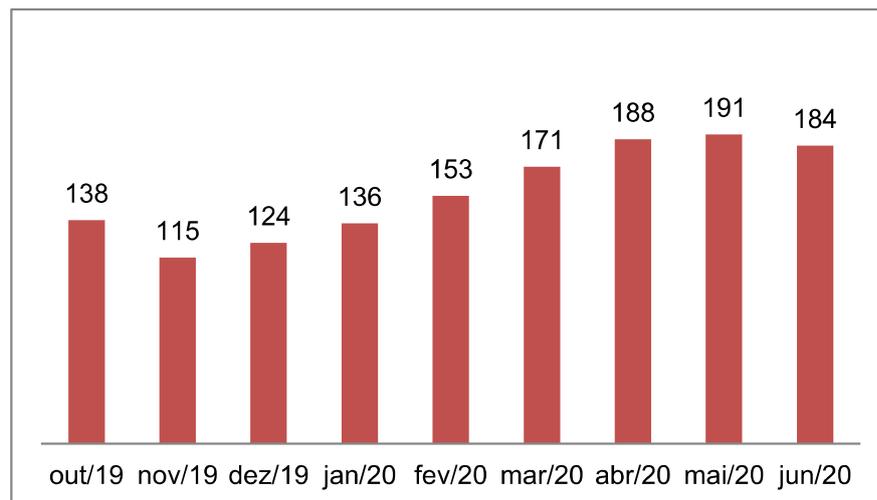
Figura 19 – Proposta de posicionamento no Galpão C



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Para acompanhamento dos resultados, foram elaborados alguns gráficos com os valores de antes de as melhorias serem implantadas e após as oportunidades serem identificadas. O Gráfico 1 apresenta os valores com a quantidade de manutenção preventiva realizada em vagões, entre os meses de outubro/19 a junho/2020.

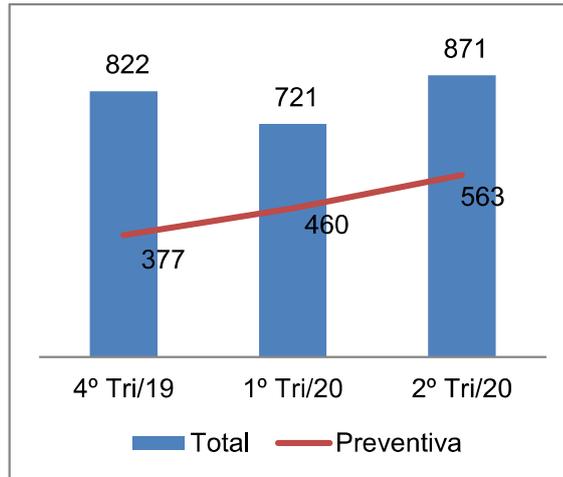
Gráfico 1 – Liberação de Manutenção Preventiva



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Nota-se uma queda no mês de novembro/2019, ocasionada pela implantação das novas melhorias, evidenciando nos meses seguintes os bons resultados obtidos pelas modificações.

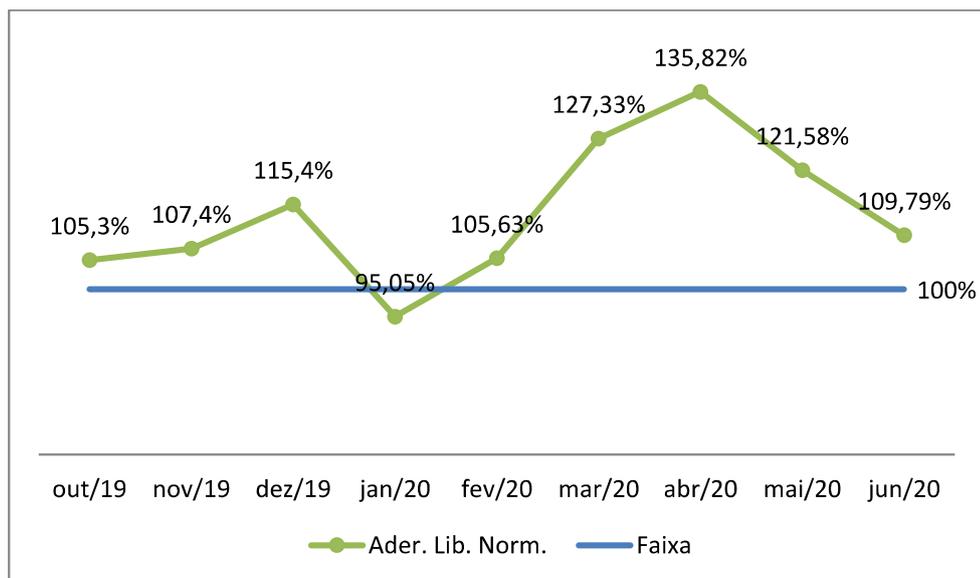
Para uma melhor visualização desses resultados, foi elaborado o Gráfico 2, que apresenta o total de vagões liberados por trimestre e a soma das manutenções preventivas.

Gráfico 2 – Liberação Trimestral Total e Manutenção Preventiva

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Em decorrência das alterações, a quantidade de manutenções preventivas aumentou consecutivamente nos dois trimestres seguintes. Contudo, nas liberações totais, a quantidade de vagões apresentou um melhor resultado apenas no segundo trimestre após as medidas implantadas.

O Gráfico 3 apresenta o giro normalizado, em que é verificada a aderência ao valor de Hxh total planejado para o mês.

Gráfico 3 – Aderência ao Giro Normalizado

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Conforme se nota, houve uma melhoria gradativa após janeiro/2020, representando assim um aumento na quantidade de manutenções executadas no decorrer dos meses.

5.2 Análise de Viabilidade

5.2.1 Viabilidade técnica

A viabilidade técnica está relacionada com a possibilidade do desenvolvimento do projeto de melhorias a ser desenvolvida com sucesso pelos colaboradores e especialistas que atuam na oficina.

É fundamental realizar o estudo da viabilidade técnica, pois com ele se obtém conhecimento sobre os recursos e competências necessárias para o desenvolvimento do plano de ação definido, além de se evitarem gastos desnecessários caso o projeto não possa ser desenvolvido com as atuais restrições da equipe.

Os aspectos necessários à avaliação da viabilidade técnica são estágio de alteração de *layout*, mudança das ferramentas, competências técnicas, mudança do turno de trabalho, dentre outros.

As mudanças de *layout* foram implementadas e acompanhadas pelo corpo de especialistas da oficina, pois foram respeitados todos os procedimentos definidos pela empresa, principalmente os requisitos que tratam sobre a segurança dos colaboradores envolvidos no processo desempenhado. Nessas mudanças não foi necessário nenhum gasto com material, já que todos os insumos se encontravam na oficina, além de não necessitarem de muito tempo para serem aplicados.

Já os novos equipamentos foram estudados e testados pelo responsável técnico da oficina, sendo que se mostraram acessíveis no mercado, e os resultados obtidos nos testes foram satisfatórios com os esperados.

A quantidade de colaboradores administrativos é menor do que a quantidade de colaboradores que já se encontram no sistema de turnos, não vindo a impactar os processos até a adaptação dos mesmos com os novos horários.

Com esses dados mostra-se que o projeto é viável por não depender de grandes mudanças que demandem altos custos ou elevado tempo para aplicabilidade. Diante disso, as propostas foram aprovadas e logo entraram em vigor para análise dos resultados finais.

5.2.2 Viabilidade operacional

Para estudo da viabilidade operacional foi considerado o quadro de funcionários direcionados diretamente à manutenção dos vagões e a quantidade de equipamentos necessários.

Em relação ao quadro de funcionários, identifica-se que a mão de obra já efetiva na oficina é suficiente para aplicação da referida proposta, visto que todos os 48 colaboradores estarão enquadrados no turno de escalas, ou seja, poderão ser criadas 4 equipes com 12 colaboradores cada, distribuídos pelas 10 possíveis posições que serão implementadas. Com as modificações aplicadas, percebe-se o ganho de Hxh, sendo necessária a criação de mais vagas para atendimento do pressuposto.

Para as ferramentas analisou-se a redução da sua quantidade, já que os serviços serão centralizados em apenas um Galpão. A princípio foi indicada a remoção de caixas de ferramentas individuais para cada colaborador, em conjunto com a criação e centralização de um único quadro de ferramentas que foi posicionado dentro do Galpão A. Contabilizou-se a redução de 350 para 150 ferramentas em toda a oficina. Mesmo com a redução consegue-se atender à necessidade de toda a oficina. Pela Figura 20 a seguir visualiza-se o quadro criado para acondicionamento das ferramentas.

Figura 205 – Quadro de ferramentas



Fonte: Foto tirada pelos autores (2019).

Com isso, o estudo é viável operacionalmente, visto que a quantidade de colaboradores atende ao intuito elaborado, sem a necessidade de novas contratações, além da redução da quantidade de ferramentas, proporcionando um maior controle assim como menos custos envolvidos.

5.2.3 Viabilidade estratégica

Pelo estudo da viabilidade estratégica, o projeto se mostra viável, diante dos fatores de apenas um Galpão apresentar 10 possíveis posições de manutenção, superando a meta diária instituída pela empresa.

Outro ponto de consideração é o posicionamento da Oficina de Vagões de Barra do Pirai/RJ: situada próxima ao maior entroncamento ferroviário da América latina, ou seja, todos os vagões passarão pelo menos uma vez próximo à oficina, proporcionando que ela absorva a demanda de outras localidades, seja programada ou emergencial.

5.2.4 Viabilidade financeira

As propostas apresentadas no projeto demandam baixos custos/investimentos para serem aplicadas na oficina, com isso, todas as alterações serão realizadas com os recursos já existentes.

5.3 Cronograma de Implementação

O projeto teve início em outubro de 2019 com a definição do tema a ser analisado, que foi um estudo na oficina de vagões da empresa MRS Logística S/A, com o intuito de maximizar a disponibilização de vagões direcionados para carga geral. No mesmo mês ocorreu a verificação de aplicabilidade, que confirmou um possível projeto sobre o tema abordado.

No dia 20/10/2019, ocorreu na oficina da MRS em Barra do Pirai/RJ o primeiro encontro do grupo, proporcionando a todos conhecerem as atividades envolvidas na manutenção dos vagões ferroviários. Com essa visita iniciou-se a coleta dos dados que seriam levados em consideração para identificação dos gargalos ou pontos que poderiam apresentar melhorias no resultado. Identificados os pontos de melhorias,

foram surgindo as propostas que seriam levadas em consideração para serem aplicadas na área.

No mês de dezembro de 2019, começaram as implementações propostas pelo grupo, por exemplo, a alteração do local do quadro de ferramentas objetivando a redução do tempo que era perdido na movimentação dos colaboradores. Outra proposta definida é a centralização da manutenção no Galpão A, que possui mais recursos, como ponte rolante, fácil acesso para empilhadeira e mais opções de posicionamento, podendo liberar mais espaço para os outros galpões. Uma proposta institucional, mas também de grande valia, foi a mudança de todos os colaboradores que antes trabalhavam em horário administrativo para o turno de 12 x 36, fazendo assim com que a manutenção funcionasse 24 horas por dia, todos os dias do mês e em todos os galpões, entre outras propostas que foram adequadas. Porém, já em dezembro de 2019, teve início o acompanhamento dos resultados que estavam sendo gerados pela oficina, findando-se esse acompanhamento em maio/2020, para análise.

Após esse acompanhamento, foi combinado o 2º encontro para alinhamento dos resultados e compilação dos dados para confirmação da efetividade das propostas implementadas.

Para concluir o projeto, foi marcada para maio/2020 a apresentação dos resultados obtidos, verificando-se a eficiência ou não das propostas realizadas. Na Figura 21 identifica-se o cronograma com as atividades listadas.

Figura 21 – Cronograma do Projeto

CRONOGRAMA									
Item	Descrição	2019			2020				
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
1	DEFINIÇÃO DO TEMA	■							
2	VERIFICAR APLICABILIDADE	■							
3	1º ENCONTRO PARA ALINHAMENTO	■							
4	COLETA DE DADOS		■						
5	IDENTIFICAR PONTOS DE MELHORIAS		■						
6	ANALISAR AÇÕES PROPOSTAS		■						
7	IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS			■	■	■	■		
8	ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS			■	■	■	■	■	■
9	2º ENCONTRO PARA ALINHAMENTO								■
10	COMPILAÇÃO DOS DADOS								■
11	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS								■

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em virtude dos possíveis pontos de melhorias encontrados na oficina e retratados neste trabalho, permite-se chegar às seguintes conclusões e observações.

A perda de tempo que ocorria pelo distanciamento dos ativos que sofriam manutenção até o quadro de ferramentas, assim como outras atividades que obrigavam os colaboradores a caminhar grandes distâncias, acabava gerando um gargalo, eliminado com a centralização das manutenções em somente um galpão, que passou a contar com o quadro de ferramentas em seu interior. Dessa forma, os colaboradores podem ficar mais tempo focados nas atividades relacionadas à manutenção, gerando um ganho nos resultados.

Outro ponto observado foi a utilização de equipamentos que necessitavam muitas vezes de extensões de energia para funcionarem, restringindo o equipamento a ser utilizado naquele local específico. Para tratamento desse gargalo, foram adquiridos novos equipamentos que funcionam à bateria, eliminando longas extensões de energia ou a necessidade de pontos de tomadas para ligá-los, permitindo a execução de um 5S no interior do galpão, além da redução do número de equipamentos que eram utilizados pelos colaboradores. O ganho apresentado foi a eliminação de possíveis acidentes ou incidentes, liberdade na movimentação e utilização desses novos equipamentos e redução dos custos direcionados à quantidade de equipamentos necessários na oficina.

Sob a ótica da mão de obra, foi observada a diferença entre os turnos em que os colaboradores trabalhavam, e para melhoria foi implementado o turno de escala para todos os colaboradores, fazendo com que todo efetivo da oficina trabalhasse da mesma forma. Já os ganhos apresentados foram manutenção constante na oficina, ou seja, a manutenção dos vagões passou a ser 24 horas por dia todos os dias do mês, além de se criar um ritmo na manutenção, que é essencial para o modelo que se deseja implementar na oficina.

O investimento financeiro relevante analisado ficou por conta de uma futura proposta de recuperação do piso do Galpão B, que, caso seja aprovado, poderá adicionar quatro possíveis vagões por dia, ampliando as possibilidades de manutenção da oficina. O investimento se justificaria pelo ganho no número de vagões

que poderão sofrer manutenção em oficina própria, reduzindo os custos que são aplicados em manutenção dos vagões em oficinas de terceiros.

Como recomendação, fica o estudo de um novo projeto para ampliação das linhas que ligam a oficina às linhas de retenção e circulação de vagões, ou um estudo com outras melhorias não observadas neste trabalho. Também podem ser feitos investimentos para aumento da capacidade de manutenção dessa oficina, pois uma das limitações evidenciadas neste estudo foi a ausência de investimentos para aplicação das melhorias propostas.

Contudo, fica o aprendizado de se poder fazer cada vez mais, com poucas atitudes e sem grandes investimentos, somente modificando a forma como se enxerga os processos envolvidos.

REFERÊNCIAS

- ANT Ferramentas (BRASIL). *Equipamentos e Ferramentas*. 2019. Disponível em: <<https://www.antferramentas.com.br/>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- BERSSANETI, Fernando Tobal; BOUER, Gregório. *Qualidade conceitos e aplicações: em produtos, projetos e processos*. São Paulo: Blucher, 2013.
- CARDOSO, Wagner *et al.* Redução do Desperdício de Tempo e Movimento em um Processo de Manutenção de Locomotiva Diesel-Elétrica. In: *Simpósio de Engenharia de Produção*, 23., 2016, Bauru. Gestão de Operações em Serviços e seus Impactos Sociais. São Paulo: Simpep, 2016. p. 1-14.
- HOOK, M.; STEHN, Lean Thinking – Introdução ao pensamento magro. *Lean Construction Journal*, Arlington, 2008, p. 20-33. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4345508-Leanthinking>>.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 311 p.
- MELLO, Carlos Henrique Pereira. *Gestão da Qualidade*. São Paulo: Pearson Education, 2011.
- MELLO, Carlos Henrique Pereira. *Gestão da Qualidade*. 2005. 332 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2503317/mod_resource/content/0/Gestao%20da%20qualidade_23Nov2011.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2020.
- MRS LOGÍSTICA (Brasil). *Desenhos Técnicos*. Engenharia, 2016.
- MRS LOGÍSTICA (Brasil). *Institucional da Empresa*. Disponível em: <<http://www.mrs.com.br>>. Acesso em: 18 nov. 2019.
- MRS LOGÍSTICA (Brasil). Parâmetros para Manutenção, *Planejamento e Controle Manutenção - PCM*, 2018.
- MRS Logística. *Relações com investidores*. 2020. Disponível em: MRS Logística. Relações com investidores. Disponível em: http://ri.mrs.com.br/interna_print.asp?conta=28&idioma=0&tipo=53934.
- NEPOMUCENO, Lauro Xavier. *Técnicas de Manutenção Preditiva*. São Paulo: Edgar Blucher, 1989. 472 p.
- PINTO, Eduardo Barbosa. Lean manufacturing paradigm in the foundry industry. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 218-230, 14 jan. 2008.
- SANTOS, J.; WYSK, R. A.; TORRES, J. M. *Otimizando a Produção com a Metodologia Lean*. São Paulo: Leopardo, 2009.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. *Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 747 p.

SPENDOLINI, Michael J. *Benchmarking*. São Paulo: Amacom Books, 1992. 207 p.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. *Manutenção Produtiva Total*. São Paulo: Instituto Iman, 1993. 322 p.

TAVARES, L. A. *Administração Moderna da Manutenção*. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2005.

UNISINOS. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. *Revistas*.
<http://dx.doi.org/10.4013/ete.20083.07>. Disponível em:
<http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5546>
Acesso em: 12 out. 2019.

VALE. Brasil. *Robôs na manutenção de vagões*. 2020. Disponível em:
<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/robos-manutencao-vagoes.aspx>. Acesso em: 12 mar. 2020.

VIANA, Luiz Paulo. *Trabalhos Técnicos. III Seminário de Manutenção*. Seção regional VII, Curitiba: Abraman, 1991.

WYREBSKI, Jerzy. *Manutenção produtiva total - um modelo adaptado*. Dissertação (M.sc). UFSC, Florianópolis, 1997. Disponível em:
<<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy>>. Acesso em: 10 out. 2019.

XAVIER, Julio Nascif. *Manutenção: Tipos e Tendências*. Disponível em:
<<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaotiposetendencias.zip>,> 2005. Acesso em: 20 out. 2019.

GLOSSÁRIO

Guemba – significa “próprio local”. Representa a importância de investigar o local onde o problema ocorreu ou onde está o problema ou ainda visualizar o problema de perto. “Um dos principais difusores da filosofia Kaizen no mundo ocidental, sempre que um problema ou anomalia ocorrer, a gerência responsável deve respeitar o princípio de, antes de mais nada, ir ao guemba”. (CARDOSO *et al.*, 2016).

Guembutsu – significa “próprio objeto”. Sugere o quanto é importante verificar o objeto, equipamento ou produto defeituoso. (CARDOSO *et al.*, 2016).

Guenjitsu – significa “a realidade”, ou seja, observar a real causa do problema. (CARDOSO *et al.*, 2016).

Manutenção Corretiva ou Reativa – destina-se a corrigir falhas que já tenham ocorrido. (SIQUEIRA, 2005).

Manutenção Preventiva – tem o propósito de prevenir e evitar as consequências das falhas. (SIQUEIRA, 2005).

Manutenção Preditiva – busca a previsão ou antecipação da falha; medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem corrigidas. (SIQUEIRA, 2005).

Manutenção Detectiva – procura identificar falhas que já tenham ocorrido, mas que não sejam percebidas. (SIQUEIRA, 2005).

Manutenção Produtiva – objetiva garantir a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos. (SIQUEIRA, 2005).

Manutenção Proativa – a experiência é utilizada para otimizar o processo e o projeto de novos equipamentos, em uma atitude proativa de melhoria contínua. (SIQUEIRA, 2005).

OPTJOB – ferramenta de produtividade utilizada para mensurar e acompanhar todas as atividades de cada colaborador em cada atividade ligada à manutenção de vagão. (MRS LOGÍSTICA, 2017).