UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THIERRY GONÇALVES ESTEVES

REFORMULAÇÃO DO PROGRAMA DE SEGURANÇA NA MALHA DOS PÁTIOS FERROVIÁRIOS

JUIZ DE FORA
2021

THIERRY GONÇALVES ESTEVES

REFORMULAÇÃO DO PROGRAMA DE SEGURANÇA NA MALHA DOS PÁTIOS FERROVIÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: DSc, Roberta Cavalcanti Pereira Nunes

JUIZ DE FORA

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves Esteves, Thierry.
Reformulação do programa de segurança na malha ferroviária / Thierry Gonçalves Esteves. -- 2021.
58 f. : il.

Orientadora: Roberta Cavalcanti Pereira Nunes
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2021.

1. Melhoria contínua. 2. Gestão de segurança. 3. Pátio ferroviário. I. Nunes, Roberta Cavalcanti Pereira, orient. II. Título.

THIERRY GONÇALVES ESTEVES

REFORMULAÇÃO DO PROGRAMA DE SEGURANÇA NA MALHA DOS PÁTIOS FERROVIÁRIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 04 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA

DSc, Roberta Cavalcanti Pereira Nunes (Orientadora)

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

DSc, Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

DSc, Cristina Márcia Barros de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

AGRADECIMENTOS

Dedico esta conquista a minha mãe, minha maior fonte de força e motivação, e a quem eu espero um dia poder retribuir parte de tudo que fez e faz por mim.

À minha avó, que apesar das lembranças que lhe foram roubadas, a certeza do quão orgulhosa está.

Aos meus padrinhos por todo suporte e carinho no momento de mudança mais radical na minha vida.

Aos meus tios por todo incentivo e conselhos dados desde sempre.

À minha namorada pelo companheirismo, compreensão e por sempre acreditar em mim, as vezes mais do que eu próprio.

Aos meus amigos pela união e momentos vividos durante essa caminhada.

À minha orientadora, pelos ensinamentos e incentivos, não apenas no desenvolvimento deste trabalho, mas durante todo o decorrer do curso.

Por fim, agradeço a Deus pelas oportunidades e por todas essas pessoas que colocou em meu caminho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão do Programa de Segurança na Malha - PSM, que se trata de uma ferramenta de prevenção de acidentes, por motivo de falha na manutenção da via permanente, nos pátios ferroviários pertencentes a uma companhia de transporte ferroviário de cargas, aplicando os conceitos de melhoria contínua, bem representados pelo método PDCA. Tal revisão visa a melhoria da gestão da ferramenta, a fim de aumentar a confiabilidade das informações geradas, reduzir a morosidade do processo e apresentar resultados de forma mais eficiente. Para isto, foram analisados dados referentes ao PSM desde sua parametrização, no ano de 2017, além de contato constante com os *stakeholders*, a fim de se mapear possíveis pontos de melhoria existentes no programa. Posteriormente, algumas ações de melhoria foram implementadas, reformulando partes do processo e proporcionando os ganhos pretendidos com o trabalho. Por fim, foi realizada uma proposta de automatização do objeto do estudo por um sistema de *Business Intelligence* – BI, com o propósito de potencializar os resultados alcançados e proporcionar um salto de patamar no processo.

Palavras-chave: Melhoria contínua, gestão de segurança, pátio ferroviário.

ABSTRACT

This study aims to analyze and review the Mesh Safety Program (PSM), which is a tool to prevent accidents, caused by failure maintenance of the permanent road, in the rail yards belonging to a railway freight transport company, applying the concepts of continuous improvement, represented by PDCA method. This review aims the tool's improvement of management, in order to increase the reliability of its information and data, decrease the process's slowness and present results more efficiently. To achieve that, PSM's data were analyzed since its parameterization in 2017, in addition to constant contact with stakeholders, in order to obtain possible improvement points in the program. Later, some improvement actions were performed, rearranging some parts of the process, and obtaining gains with those actions. Finally, an automation proposal of the object of study was made by a system of Business Intelligence – BI, aiming both to enhance the results achieved and to provide an considerable improvement on the process.

Keywords: Continuous improvement, safety management, railway yard.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de manutenção. 23
Figura 2: Principais métodos de gestão da qualidade nos níveis estratégico e operacional. 29
Figura 3: Ciclo PDCA. 31
Figura 4: Ciclo de Melhoria – Business Intelligence. 34
Figura 5: Organograma do setor de segurança. 37
Figura 6: Definição das criticidades dos pátios e das periodicidades de inspeção. 38
Figura 7: Macrofluxo do PSM. 40
Figura 8: Farol de indicadores do PSM. 41
Figura 9: Matriz SWOT PSM – Cenário 2020. 44
Figura 10: Árvore de causas "Atraso no cumprimento do cronograma do *Trolley*" – Cenário 2020. 45
Figura 11: Alteração no processo do PSM.Fonte: Autor. 47
Figura 12: Nova metodologia de cálculo do PSM. 48
Figura 13: Valores por faixa de pontuação | Gerência Geral de Via. 49
Figura 14: Novo *dashboard* do PSM. 50
Figura 15: Quadrante Mágico para Plataformas Analíticas e de *Business Intelligence* 52
Figura 16: Construção de envios automáticos 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área de contribuição x Autores 17
Tabela 2: Prazos de tratamento das anomalias x criticidade 39
Tabela 3: Novos prazos de tratamento das anomalias x criticidade 50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Acidentes ferroviários com causa primária falha na manutenção de pátios. 43
Gráfico 2: Inspeções *trolley* reprogramadas | 2º semestre de 2020. 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Objetivos da Manutenção. 20

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AMV – Aparelho de Mudança de Via

BI – Business Intelligence

CPACS – Coordenação de Prevenção e Análise Crítica de Segurança

GPCS – Gerência de Planejamento e Controle de Segurança

MA – Meio Ambiente

OS – Ordem de Serviço

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

PCO – Planejamento e Controle da Operação

PG – Procedimento Gerencial

POP – Procedimento Operacional

PSM – Programa de Segurança na Malha

SMA – Segurança e Meio Ambiente

SS – Solicitação de Serviço

ST- Segurança do Trabalho

SWOT – *Strengths* (forças), *Weaknesses* (fraquezas), *Opportunities* (oportunidades), *Threats* (ameaças)

VP – Via Permanente

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 14
1.2 JUSTIFICATIVA 15
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 16
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 16
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 17

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 19

2.1 MANUTENÇÃO 19
2.1.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO 19
2.1.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO 20
2.1.3 MANUTENÇÃO DE VIA 24
2.1.4 INSPEÇÕES TÉCNICAS NA VIA 26
2.2 QUALIDADE E BI 28
2.2.1 GESTÃO DA QUALIDADE 28
2.2.2 PDCA 30
2.2.3 BUSINESS INTELLIGENCE 32
2.2.4 CICLO PDCA X BI 34

3. DESENVOLVIMENTO 36

3.1 A EMPRESA 36
3.2 PROGRAMA DE SEGURANÇA NA MALHA 37
3.2.1 PLANEJAMENTO 37
3.2.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS 39
3.2.3 GERAÇÃO DOS RESULTADOS 40
3.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIAS IDENTIFICADAS 43

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 47

4.1 IMPLEMENTAÇÕES 47
4.2 PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO NO *QLIK SENSE* 51

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 54

REFERÊNCIAS 55

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE 58

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários [1], um pátio ferroviário pode ser classificado como sendo uma área de esplanada em que um conjunto de vias é preparado para formação de trens, manobras e estacionamento de veículos ferroviários, cruzamento entre trens e outros fins.

A utilização dos pátios ferroviários se faz necessária por conta da própria característica inerente ao tipo de transporte, que se utiliza de uma combinação de veículos individuais, advindos de diversas origens e contendo diferentes destinos, em trens comuns, objetivando, principalmente, a economia de força motriz, combustível e pessoal envolvido em toda a operação de transporte. No entanto, essa utilização possui a desvantagem de necessitar de um elevado número adicional de manuseios, o que implica inclusive no aumento da periculosidade da operação. (LANGONI, 2006)

Coimbra (2008) diz que com os altos níveis de produção alcançados pelas ferrovias, maior é a intensidade e a velocidade na degradação dos componentes da via permanente, tornando a manutenção imprescindível. Considerando que o número de manobras e a quantidade de vagões movimentados é diretamente proporcional às taxas de produção, tal degradação também ocorre nas linhas dos pátios ferroviários, e não apenas nas linhas principais da malha ferroviária.

Tal cenário, aliado a alta competitividade do mercado e ao valor de segurança cada vez mais exigido, obriga as companhias do setor ferroviário a responderem de forma inovadora e com melhorias contínuas. Para isso, é fundamental o entendimento de que a integração entre as atividades de manutenção e de operação é capaz de alavancar a produtividade, qualidade e os níveis de segurança da organização, além é claro, como consequência, os resultados financeiros.

Márquez *et al*. (2009) *apud* (Kerbes *et. al*. 2019) afirmam que o que permite alcançar a eficiência da manutenção em termos de disponibilidade de ativos, qualidade e custos competitivos, é o estabelecimento de planejamento, rotina, controles e melhorias voltadas a manutenção. Portanto, a integração dessas ações permite um fluxo de informações mais

[1] www.antf.org.br

assertivo e confiável, proporcionando um maior controle e, consequentemente, uma melhor gestão da manutenção.

No estudo foi realizado a revisão de uma ferramenta de prevenção de acidentes em pátios ferroviários, denominada “Programa de Segurança da Malha” - PSM, de uma empresa de transporte ferroviário. A ferramenta engloba, em resumo, inspeções e correções de defeitos de via permanente nos pátios considerados críticos. Foram revistos os processos e controles do PSM, em um processo de melhoria contínua.

Dessa forma, pretende-se obter uma melhor gestão da manutenção de tais pátios ferroviários da CIA estudada, conforme supracitado por Kerbes (2019), contribuindo assim para o aumento das condições de segurança das linhas dos pátios.

1.2 JUSTIFICATIVA

A ocorrência de eventuais acidentes em pátios ferroviários pode trazer uma série de prejuízos à operação das empresas do setor de transporte ferroviário de carga, dentre os quais se destaca a exposição dos colaboradores a riscos, perdas de produtividade e perdas financeiras.

A elaboração deste trabalho justifica-se pela importância em revisar periodicamente as ferramentas de gestão de segurança pessoal e operacional das empresas, a fim de prevenir novas ocorrências. Além disso, os aumentos de investimentos e a renovação antecipada de diversos contratos de concessão das ferrovias proporcionarão uma maior participação do setor no transporte de cargas, aumentando, consequentemente, a utilização dos pátios ferroviários e sua exposição aos riscos.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O objeto principal desse estudo foi a revisão do processo de controle e gestão da ferramenta do estudo - PSM, ou seja, a atuação nas etapas de planejamento, processamento dos dados e geração dos resultados do programa, tendo em vista que não haverá, a princípio, alterações nas metodologias das inspeções realizadas, isto é, os processos de campo permanecem os mesmos.

O estudo foi realizado utilizando-se os dados gerados desde o ano de 2017, quando o PSM foi parametrizado, até dezembro do ano de 2020.

Os parâmetros de via e prazos para retirada de anomalias detectadas serão revisados pelas áreas responsáveis e incorporados ao PSM, justificando o caráter ilustrativo que a Manutenção Ferroviária é apresentada no decorrer do trabalho.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi revisar à ferramenta de prevenção de acidentes PSM, como supracitado. Tal objetivo visa a melhoria da gestão da ferramenta, a fim de aumentar a confiabilidade das informações geradas, reduzir a morosidade do processo e apresentar resultados de forma mais eficiente.

Para atingir tais objetivos, se faz necessário atuar em alguns pontos principais:

- Discutir com os *stakeholders* melhorias no processo e eventuais treinamentos para o melhor entendimento da ferramenta;
- Revisar metodologias de geração de resultados (indicadores);
- Criar matriz SWOT, a qual servirá de direcionador para oportunidades de atuações;
- Identificar e propor tecnologias para automatização do processo.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia utilizada nos trabalhos acadêmicos permite uma melhor estruturação do estudo, facilitando assim, a reprodução por parte de outros pesquisadores futuramente. Além disso, busca garantir a imparcialidade do conteúdo produzido.

No que tange à finalidade, esta pesquisa é de natureza aplicada, uma vez que se pretende melhorar um processo, além do fato dos resultados aqui gerados poderem servir para futuros estudos na área. No que se refere ao objetivo, o estudo apresenta caráter descritivo, visto que é realizada uma revisão bibliográfica acerca do assunto tratado, e também de caráter exploratório, uma vez que também se estuda a realidade prática do processo afim de explorar suas aplicações. Quanto à abordagem da pesquisa, é quali-quantitativa, isto é, mista. Qualitativa por apresentar graus de subjetividade na identificação de alguns resultados, não requerendo o uso de métodos e ferramentas estatísticas. E quantitativa, a medida em que também são analisados dados quantificáveis para constatação de resultados. Por fim, com relação aos procedimentos, a pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, documental, de campo e

estudo de caso, considerando as diversas fontes utilizadas citadas no decorrer do estudo (FONTENELLE, 2020).

Como forma de embasamento do estudo, foram apresentados aqui conceitos relacionados as áreas de conhecimento de Gestão da Qualidade, ligada diretamente ao *Business Intelligence*, além de abordar à Manutenção Ferroviária como forma de ilustrar a ferramenta trabalhada, visto que o PSM consiste, resumidamente, em inspeções técnicas na via permanente para detecção de eventuais anomalias e correção das mesmas.

Vale destacar alguns dos principais autores utilizados como base para o referencial teórico, dentre eles:

Tabela 1: Área de contribuição x Autores

Área de Contribuição	Autores
Tipos de Manutenção	Alan Kardec & Júlio Nascif (2009)
Manutenção de Via	Eduardo Teixeira Fonseca e Silva (2006)
Inspeções de Via	Daniela Dias Rodrigues (2012)
Gestão da Qualidade e PDCA	Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti (2016) e Carlos Henrique Pereira Mello (2012)
Business Intelligence	Fábio Vinícius Primak (2008) e Ramesh Sharda (2020)

Fonte: Autor

Tais autores foram a base utilizada no trabalho, mas não foram as únicas referências, visto que ao decorrer do estudo, várias obras de diferentes autores tiveram contribuição importante para o desenvolvimento do mesmo.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro contém informações para à introdução do conteúdo estudado, como as considerações iniciais, justificativas, escopo, objetivos e a metodologia utilizada.

O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica a respeito do tema, onde foram abordados conceitos de suma importância para o correto andamento do objeto do estudo, além de ferramentas relevantes para o desenvolvimento do trabalho.

O terceiro capítulo conta com um levantamento de dados da empresa e do setor interno onde o trabalho foi realizado, sendo realizada uma análise documental no mesmo local, afim de detalhar os princípios e meios de funcionamento da ferramenta de segurança estudada e os pontos de melhorias identificados no processo.

O quarto capítulo expõe os resultados alcançados com as análises realizadas e as discussões acerca dos mesmos, de acordo com os objetivos propostos pelo estudo.

O quinto e último capítulo é destinado para as principais conclusões e considerações finais do trabalho.

Ao final é apresentado as referências bibliográficas utilizadas no estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tal capítulo foi a base teórica utilizada para o desenvolvimento desse estudo. Está subdivido entre os temas de manutenção e qualidade. Com relação a manutenção, é apresentado os tipos de manutenção existentes e a manutenção de via permanente, voltada às inspeções de via, que constituem a base do objeto central do trabalho. Com relação a qualidade, é abordado a gestão da qualidade, com foco nos conceitos de melhoria contínua, representado pelo ciclo PDCA. Além disso, diretamente ligado à tais conceitos, foi exposto também o *business intelligence*, com foco na automatização de controles e geração de resultados de forma mais ágil, confiável e visual.

2.1 MANUTENÇÃO

2.1.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

De acordo com a NBR-5462, o termo manutenção pode ser definido como "a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida" (ABNT, 1994).

Almeida (2015) diz que a palavra manutenção é derivada do latim "*manus tenere*", que possui como significado "manter o que se tem" e que, apesar das diversas definições para o termo manutenção dadas por órgãos certificadores e normalizadores, todas destacam a preocupação com o bom funcionamento do ativo.

Kardec e Nascif (2009) atribuem como missão da manutenção a garantia da confiabilidade e disponibilidade da função dos componentes, atendendo assim ao processo que lhe é requerido com segurança, sustentabilidade e custos adequados.

Para Kirchner (2010), como em qualquer sistema de trabalho, a manutenção apresenta um objetivo econômico e outro humano, que podem ser resumidos de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Objetivos da Manutenção.

Objetivos da Manutenção	
Objetivos Econômicos	**Objetivos humanos e ecológicos**
. Alta disponibilidade da instalação/planta; . Evitar perturbações na produção; . Evitar parada de produção; . Aumento da vida útil das instalações; . Reconhecimento precoce de danos evita danos futuros maiores; . Reconhecimento de pontos fracos e sua eliminação.	. Redução do risco de acidentes; . Aumento da segurança do trabalho e das instalações; . Evitar danos e impactos ambientais; . Cumprimento de prescrições legais.

Fonte: Adaptado de Kirchner, 2010

Mais especificamente para o setor ferroviário, uma correta gestão da manutenção é necessária para garantir a viabilidade econômica e operacional, visto, principalmente, a grande demanda nas logísticas de fluxos produtivos, locomoção de pessoas e nos elevados custos de implementação do transporte ferroviário (ALMEIDA, 2018).

Como já dito, são várias as definições e os objetivos da gestão da manutenção, mas vale ressaltar que além da importância em manter o funcionamento dos equipamentos por meio das intervenções realizadas, é fundamental a busca por resultados cada vez mais satisfatórios no que tange os aspectos relacionados à segurança operacional e a redução dos custos dentro das organizações.

2.1.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Diversos autores classificam os tipos de manutenção de acordo com a forma em que é realizada a intervenção no sistema que receberá a manutenção, levando-se em consideração, principalmente, se tal ação ocorre antes ou após a ocorrência da falha. Sendo assim, serão apresentados os tipos de manutenção considerados como principais por grande parte da literatura, são eles: manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção.

2.1.2.1 MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho abaixo do esperado do componente. É caracterizada pelas intervenções realizadas sem programação,

com o objetivo de corrigir as anomalias presentes, não sendo obrigatoriamente uma manutenção emergencial.

Kardec e Nascif (2009) observam que decisão deste tipo de intervenção baseia-se em duas condições, sendo elas: desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais e/ou ocorrência da falha.

A manutenção corretiva pode ser subdividida em duas classificações (KARDEC E NASCIF, 2009):

- Não Planejada – se trata da correção da falha de forma aleatória, se caracterizando pela atuação após a ocorrência do evento. Consequentemente, tal tipo de intervenção implica em maiores custos, além da maior possibilidade de os danos aos componentes serem mais graves.
- Planejada – se trata da correção da anomalia de forma planejada, como sugerido pelo próprio nome, por meio de uma decisão gerencial, isto é, pela atuação baseada em um acompanhamento preditivo ou pela decisão de se operar até a ocorrência da falha de fato.

2.1.2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é a atuação realizada visando evitar ou reduzir a ocorrências de falhas e/ou quedas no desempenho do componente, seguindo um planejamento previamente definido, baseado em períodos pré-estabelecidos de tempo (KARDEC; NASCIF, 2009).

Para Kardec e Nascif (2009), quanto mais simples for a reposição; quanto mais custosas forem as falhas; quanto mais a operação for prejudicada por anomalias e quanto maiores os impactos na segurança pessoal e operacional, esse tipo de intervenção será tanto mais conveniente.

Como um dos pontos negativos desse tipo de manutenção, Otani e Machado (2008) destacam que, como existe uma tendência de conservadorismo, os intervalos pré-estabelecidos de tempo para as intervenções normalmente são menores do que o necessário, implicando em substituições e paradas desnecessárias.

2.1.2.3 MANUTENÇÃO PREDITIVA

A manutenção preditiva é a atuação realizada com base em parâmetros que indicam as condições reais de funcionamento do componente, acompanhados de modo sistemático, trazendo informações do seu processo de degradação e, definindo assim, eventuais intervenções. Quando necessárias, as ações de correção são realizadas por meio de uma manutenção corretiva planejada (KARDEC; NASCIF, 2009).

Esse tipo de manutenção pode ser entendido como o monitoramento de variáveis de um item, a fim de agir antecipadamente a ocorrência da falha. Também é chamada de manutenção baseada na condição. (PARREIRA, 2018)

Almeida (2015) lista os seguintes objetivos a serem alcançados pela organização com a implantação desse tipo de manutenção:

- Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção em uma peça específica da máquina, possibilitando seu máximo aproveitamento;
- Analisar fenômenos com instrumentos específicos, eliminando desmontagens desnecessárias para inspeção;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, acompanhando a evolução do defeito;
- Evitar emergências e transtornos causados por paradas imprevistas causadas por defeitos que já haviam sido identificados, mas ficaram sem acompanhamento;
- Reduzir custo e garantir a qualidade dos produtos ou serviços da empresa.

Corroborando com esses objetivos, Kardec e Nascif (2009) afirmam ser significativa a diminuição de acidentes por falhas “catastróficas”. Além disso, relatam que também há uma extrema redução no número de eventos de falhas não esperadas, proporcionando aumento de segurança pessoal e operacional, e reduzindo a quantidade de paradas inesperadas, que podem implicar em consideráveis prejuízos financeiros.

2.1.2.4 MANUTENÇÃO DETECTIVA

A manutenção detectiva é a atuação com o propósito de detectar falhas ocultas ou não perceptíveis, ao pessoal de operação e manutenção, realizada em sistemas de proteção,

comando e controle. O termo “detectiva” vem da palavra “detectar” e esse tipo de manutenção começou a ser mencionada a partir da década de 90. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009), a identificação de falhas ocultas é fundamental para assegurar a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações somente devem ser executadas pelo pessoal especializado do setor de manutenção, isto é, treinados e habilitados para tal, assistidos pela equipe de operação.

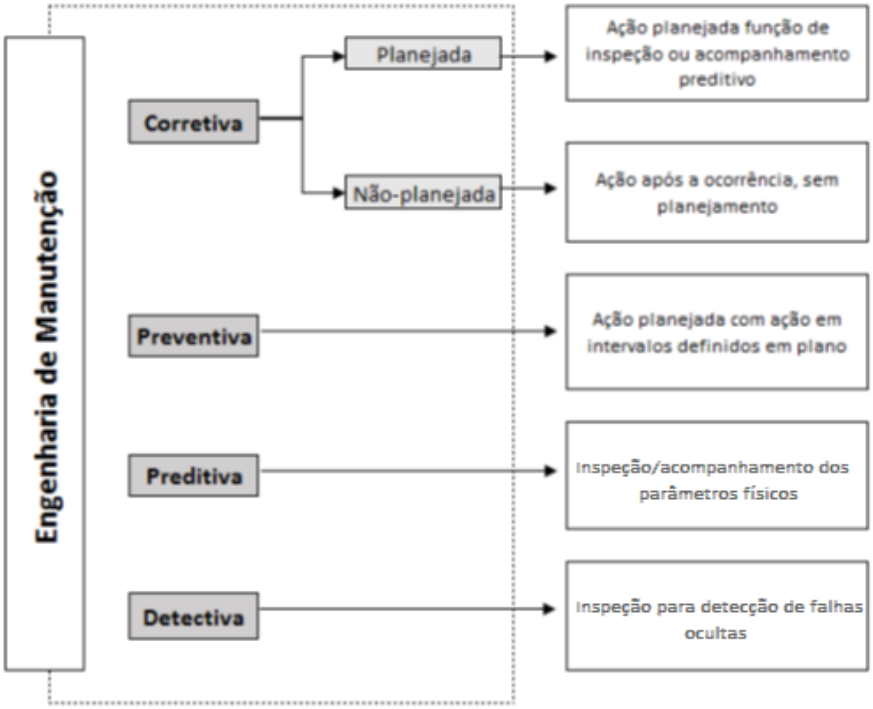
Sendo assim, com o aumento da complexidade e da automação nas operações, também é crescente a relevância da manutenção detectiva dentro dos programas de manutenção.

2.1.2.5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A engenharia de manutenção é a atuação na investigação cautelosa das causas das falhas em detrimento da simples realização de reparos. Busca modificar eventos recorrentes de baixo desempenho, eliminar problemas crônicos e melhorar continuamente os processos relacionados, contribuindo também de forma estratégica.

Pode ser considerada uma quebra de paradigma, visto que se trata de uma mudança cultural nas atividades de manutenção com a adoção de uma política de melhoria contínua. De acordo com Kardec e Nascif (2009, p. 50) a Engenharia de Manutenção significa “perseguir *benchmarks*, aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção do Primeiro Mundo”.

Figura 1: Tipos de manutenção.



Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif (2009)

A Figura 1 sintetiza a função dos tipos de manutenção descritos anteriormente e ilustra bem o papel da Engenharia de Manutenção.

É de suma importância que os conceitos referentes aos tipos de manutenção estejam bem esclarecidos, afinal cada organização possui necessidades próprias e, portanto, implementam estratégias de manutenção diferentes, objetivando a antecipação de possíveis falhas, tornando os processos mais eficientes e executando intervenções mais bem organizadas.

2.1.3 MANUTENÇÃO DE VIA

Santos (2012, p.109) fala que "a via permanente é composta de trilhos, dormente, lastro, sublastro e subleito, além de fixações e placas de apoio que unem os trilhos aos dormentes."

Os componentes da via permanente se degradam por consequência da frequência de utilização dos mesmos, isto é, quanto mais material rodante circulando, maior o esforço exigido da via.

Segundo Silva (2006), após serem definidos os parâmetros geométricos e as respectivas tolerâncias, torna-se necessário intervenções na via com o intuito de fazer com que os componentes respeitem as faixas de tolerância, proporcionando maior segurança na circulação ferroviária.

Segundo Rodrigues (2001) *apud* Silva (2006), a qualidade dos materiais empregados na via, as características da infraestrutura, do meio ambiente do trecho ferroviário, além dos tipos de manutenções realizadas e operações a qual a via é submetida, são fatores que influenciam na degradação dos elementos da superestrutura ferroviária, tais como: aparelhos de mudança de via, balastro, fixações, carris, entre outros.

A manutenção dos sistemas de via permanente objetiva, principalmente, a conservação das estradas de ferro, buscando assim, reduzir ou até mesmo eliminar o número de interdições e restrições de velocidade nas mesmas. As ações de manutenção podem se distinguir de acordo com as naturezas e finalidades. (VALE, 2009)

Rodrigues (2012) cita que, na política de manutenção, além de se basear nos custos associados, na confiabilidade de inspeções e na disponibilidade de insumos, é estabelecida uma base de qualidade mínima para os aspectos:

- Características da via;
- Características do material;

- Características do tráfego a que a linha está sujeita.

Além disso, afirma ser fundamental uma hierarquização de linhas para aplicação de uma boa política de manutenção, estabelecendo formas de manutenção organizadas em cronogramas-programa.

As atividades de manutenção de via ferroviária podem ser divididas em: conservação, remodelação e renovação.

Rodrigues (2001) *apud* Coimbra (2008) procura definir os três tipos de atividades:

- (i) os trabalhos de **Conservação** são o conjunto de atividades necessárias para manter a qualidade da via dentro dos limites de tolerância aceitáveis, com o intuito de atingir níveis próximos aos da qualidade inicial, visto que o mesmo não será alcançado, diminuindo progressivamente a cada intervenção. Tais trabalhos de conservação podem ser definidos em três métodos: conservação eventual, conservação cíclica e conservação com base no acompanhamento da degradação da via.

  A conservação eventual baseia-se na intervenção para correção dos defeitos à medida que surge a degradação. Normalmente, são intervenções não programadas, possuindo caráter corretivo.

  A conservação cíclica pressupõe que existe um ciclo temporal na degradação de toda via, sendo possível assim, ser executada utilizando-se de um cronograma fixo de intervenções, definidos pelos técnicos responsáveis pela manutenção.

  A conservação com base no estado de degradação da via consiste na monitoração sistemática dos dados de condições de via como ferramenta de tomada de decisão para intervenção ou não, partindo do pressuposto que os recursos disponíveis são suficientes para toda extensão degradada.
- (ii) Os trabalhos de **Remodelação** se caracterizam pela substituição de elevada quantidade de componentes da via permanente. Objetiva recuperar o padrão de qualidade inicial da via, além de dilatar os ciclos futuros de intervenções de conservação.
- (iii) Os trabalhos de **Renovação** alteram as características técnicas dos componentes, com o objetivo de proporcionar um nível de qualidade superior ao do que inicialmente estabelecido quando construído, quando tais componentes não mais atenderem aos padrões estabelecidos.

2.1.4 INSPEÇÕES TÉCNICAS NA VIA

Nogueiral (2010) define o termo inspeção como o conjunto de atividades praticadas em determinada entidade a fim de analisar, em comparação com requisitos especificados previamente, a conformidade da mesma, levando em consideração uma ou mais características demandadas.

Já Kirchner (2010) diz que o termo inspeção se trata das ações para certificação do estado de componentes técnicos da entidade analisada. Segundo o autor, tais ações incluem:

- Elaboração de um plano para detecção do estado atual (local, data, método, equipamentos e ações);
- Preparativos para a realização;
- Realização;
- Avaliação dos resultados para julgamento do estado atual;
- Derivação das consequências necessárias com base no julgamento.

Da mesma forma, com o intuito de manter uma conservação satisfatória da via, garantindo as condições de segurança e qualidade da operação ferroviária, é realizada a chamada inspeção de via. É por meio das inspeções de via que, com a utilização de alguns procedimentos, são avaliadas as características das vias em relação aos parâmetros estabelecidos em normas, detectando as degradações de via. Sendo assim, com a identificação das eventuais anomalias presentes na via inspecionada, pode-se definir o modo de atuação, partindo para determinação das causas e claro, para sua reparação. (RODRIGUES, 2012)

Para Mourão (2017), a principal forma de prolongação da vida útil de uma via é justamente por meio das inspeções e controle dos parâmetros de via, prevenindo, dessa forma, possíveis defeitos que possam surgir.

Segundo a Vale (2009), o planejamento e a programação adequada são considerados requisitos mínimos para a realização de uma inspeção confiável e segura, devendo tratar dos seguintes aspectos:

- O motivo da inspeção;
- O tipo de inspeção;
- O dimensionamento da equipe;
- Os equipamentos e ferramentas;
- Mapeamento dos acessos das estruturas a inspecionar;
- A existência de projetos e de relatórios de inspeções anteriores.

Novamente, para Rodrigues (2012), as inspeções de via permitem levantar algumas necessidades da mesma, como substituição de materiais, correção da geometria, limpezas e lubrificações, a fim de eliminar os riscos de danos causados pelas eventuais anomalias. Além disso, o autor distingue dois tipos de inspeção:

- Inspeções a pé: feita se possivelmente semanalmente, servindo para vigiar em especial:
    - O aparecimento de fissuras ou fraturas;
    - O aperto das ligações e fixações (trilhos e dormentes);
    - O funcionamento das juntas de carris e a regularidade das folgas;
    - O estado das juntas isolantes;
    - O estado dos aparelhos de dilatação;
    - O estado geral da via na proximidade dos pontos singulares;
    - As zonas onde houve trabalhos há menos de três semanas que desconsolidaram a via;
    - O ataque das travessas;
    - O alinhamento;
    - A limpeza das valetas e dos aquedutos;
    - A ameaça de desabamento de aterros e trincheiras;
    - A presença de arbustos, árvores ou qualquer objeto que interfira na passagem das composições;
    - O estado do pavimento e a visibilidade nas passagens de nível;
    - Construções próximas do Domínio Público do Caminho-de-ferro;
- Inspeção de veículos motorizados: duas ou mais vezes por ano e tem como objetivo a análise do comportamento da superestrutura em relação a passagem de cargas e velocidades reais.

Existe uma elevada gama de maquinaria, tecnologias e técnicas que contribuem muito para o cumprimento de exigências para uma via mais resistente e segura.

> "Estas tecnologias mais complexas compreendem métodos de inspeção eletromagnética, medição com laser, radares de prospecção para a inspeção do balastro e sub-balastro, métodos para avaliar anomalias que se geram no contacto roda-carril e técnicas de ultrassons para inspecionar a estrutura interna do carril." (MIGUEL, 2015, p.17)

Por fim, é importante que a inspeção de via não seja considerada apenas com a função de identificação exaustiva de anomalias, mas também a de meio que permite uma melhor qualificação de cada trecho inspecionado, possibilitando diversas análises em cima do mesmo,

contribuindo assim, para tomadas de decisões quanto aos procedimentos de manutenção a serem realizados. Obviamente, a constatação de defeitos graves, que porventura possa oferecer risco a segurança operacional, deve gerar medidas imediatas para correção, inclusive podendo acarretar na interdição do trecho, caso assim seja necessário. (GECOF, 2013)

2.2 QUALIDADE E BI

2.2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

São vários os conceitos existentes para qualidade, que variam de acordo com o tempo e claro, com a percepção das pessoas em função de suas necessidades e em relação aos produtos e/ou serviços.

O termo qualidade é definido pela ISO 9000:2015 como “o grau em que um conjunto de característicos inerentes atende a requisitos”. (NBRISO 9000:2005)

Para Mello (2012), o conceito de qualidade está, em geral, diretamente ligado a três fatores:

- redução de custos;
- aumento de produtividade;
- satisfação dos clientes

Já Carpinetti (2016) é mais direto ao afirmar que o conceito de qualidade como satisfação dos clientes é um entendimento predominante nas últimas décadas e também representa a tendência futura.

Corroborando com tais definições, Machado (2012) diz que apesar de todas as tentativas de definição do termo qualidade, todos concordam que ela deve satisfazer as necessidades e superar as expectativas dos clientes.

Desta forma, a gestão da qualidade pode ser considerada, além de um fator estratégico, um fator de melhoria da eficiência e da eficácia organizacional.

Como os *outputs* de uma organização são resultados de processos e não de departamentos e/ou funções, a atuação para melhoria dos processos é essencial para a gestão da qualidade. Dessa forma, é necessário haver um bom gerenciamento de processos, que se trata da metodologia para obtenção de contínua avaliação, análise e melhoria do desempenho dos processos da organização como um todo. (TOLEDO, 2012)

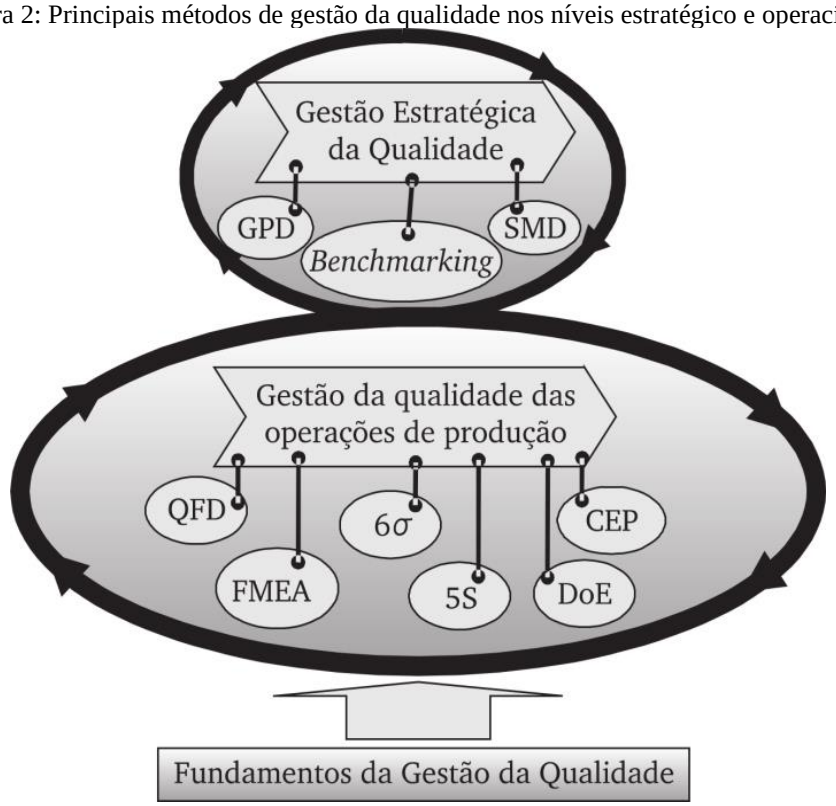
> "Gerir a qualidade é, portanto, disseminá-la nas organizações, de modo que ela passe a fazer parte do modo de pensar de todos, e não apenas do seu modo de fazer." (MELLO, 2012, p.8)

Carpinetti (2016) diz que as atividades de Gestão da Qualidade podem ser agrupadas em dois níveis:

- Estratégico – onde as atividades são integradas e direcionadas pela estratégia de negócio. Tem por objetivo gerenciar a melhoria através de um processo iterativo de revisão e análises de desempenho, visando resultados cada vez mais satisfatórios.
- Operacional – onde as atividades são integradas com as atividades de gestão dos processos. Objetiva garantir o atendimento dos requisitos dos clientes e do produto/serviço, com baixos custos e menor desperdício, além de, assim como no nível estratégico, buscar a melhoria contínua dos resultados.

Na Figura 2, alguns exemplos de técnicas qualitativas e quantitativas que auxiliam os processos de tomada de decisão, por nível de gestão.

Figura 2: Principais métodos de gestão da qualidade nos níveis estratégico e operacional.



Fonte: Carpinetti, 2016.

Embora exista um considerável número de técnicas propostas, como mostrado na Figura 2, além de diversas ferramentas de qualidade que complementam as mesmas, todas apresentam a característica de processo iterativo de melhoria contínua. Tal característica é

muito bem representada pelo método PDCA, que será abordado com mais detalhes posteriormente, onde a situação atual é analisada, é realizado o planejamento de ações, execução, revisão do andamento e posterior replanejamento das ações.

Além disso, Carpinetti (2016) fala sobre outro ponto em comum nos métodos propostos de gestão da qualidade, que é o princípio da abordagem científica, onde também se utiliza de ferramentas que auxiliam no levantamento de dados e informações que servirão como base para identificação de eventuais problemas e/ou oportunidades de melhoria, e posterior tomadas de decisões em relação à implementação de ações. Por fim, cita alguns outros princípios da gestão da qualidade que são de fundamental importância para a prática da melhoria contínua e da abordagem científica, e que sustentam a aplicação desses métodos e técnicas, como o comprometimento de todos da organização com tais propósitos, além é claro, da capacitação e motivação dos recursos humanos, que são complementados por outros como: foco no cliente, liderança, educação e treinamento.

2.2.2 PDCA

O ciclo PDCA foi desenvolvido na década de trinta por Walter A. Shewhart, contudo, foi ser amplamente difundido apenas na década de cinquenta, pelo especialista em qualidade Willian E. Deming, graças às palestras e trabalhos desenvolvidos por ele no Japão. (ANDRADE, 2003)

Como já citado anteriormente, no tópico de gestão da qualidade, o método PDCA é caracterizado pelo princípio da melhoria contínua e aprimoramento constante.

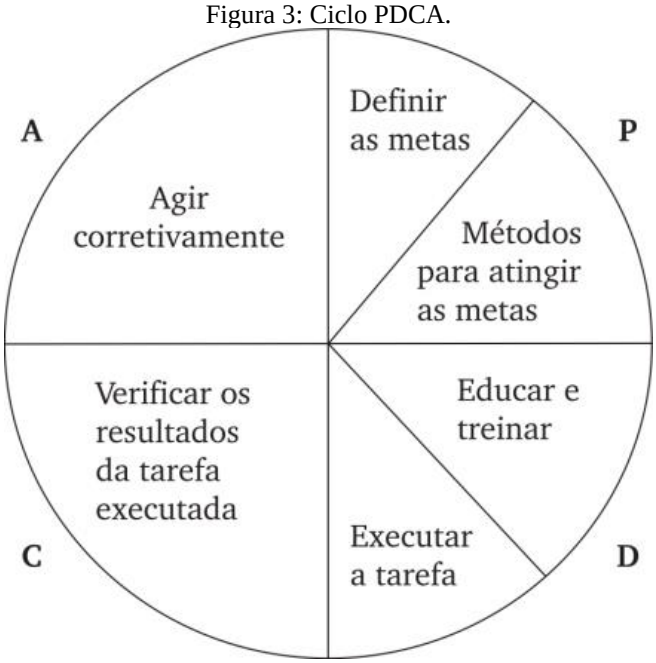
Para Carpinetti (2016), melhoria contínua, como sugerido pelo próprio nome, se trata de uma abordagem que, visando grandes melhorias de desempenho, é caracterizada como um processo de desenvolvimento contínuo de produtos e processos, sendo assim, um processo cíclico, iterativo.

> “Ou seja, a partir da avaliação dos resultados obtidos, da investigação e conhecimento adquiridos com uma ação de melhoria sobre um determinado objeto de estudo, podem-se propor novas ações de melhoria, o que levaria a um ciclo virtuoso de melhoria.” (CARPINETTI, 2016, p.38)

Já para Souza (2018), melhoria contínua pode ser definida como um conjunto de atividades planejadas em prol do aumento da satisfação do cliente, sejam esses tanto clientes internos quanto externos.

Tais definições, entre tantas outras existentes, são muito bem representadas pelo PDCA, ou ciclo de melhoria contínua, como também é conhecido, que pode ser descrito por quatro etapas, mostradas na Figura 3 e explicadas com mais detalhes em seguida:

Figura 3: Ciclo PDCA.



Fonte: Carpinetti, 2016.

- **Planejamento (Plan - P)** – Primeiramente, busca-se identificar e esclarecer o gargalo onde se atuará. Logo após, nesta etapa são definidos os objetivos e a metodologia a ser seguida para que a melhoria no processo seja de fato atingida. Andrade (2003) considera esta fase como sendo a mais importante do ciclo, justamente pelo fato de ser o *start* do mesmo, ou seja, um bom planejamento é essencial para a eficácia da aplicação do método, visto que fornecerá informações para as etapas posteriores.
- **Fazer (Do - D)** – Esta etapa consiste em duas medidas principais: Treinamento e execução do trabalho. Na primeira medida, os agentes envolvidos no processo são capacitados, se tornando assim, devidamente preparados para a atuação nas posteriores ações. Finalmente, na segunda medida, os objetivos e metodologia definidos anteriormente são executados, isto é, os planos de ação traçados são postos em prática.
- **Checagem (Check - C)** – É a fase de verificação da execução da fase anterior. Com base nos resultados obtidos na realização da etapa "*Do*", é realizada uma análise crítica a fim de se extrair informações importantes sobre a eficácia de cada ação planejada e executada, permitindo assim, uma tomada de decisão

mais assertiva quanto ao direcionamento ou, até mesmo ao redirecionamento do processo.

- **Agir (Act - A)** – Com base nas análises realizadas na etapa "Check", são estabelecidas as linhas de ação a partir da definição do sucesso da melhoria. É caracterizada pela padronização das ações executadas, caso os resultados obtidos sejam de fato satisfatórios, ou pela investigação das causas de insucesso, caso contrário, reiniciando assim o ciclo PDCA, objetivando a melhoria contínua.

O ciclo PDCA auxilia as organizações na resolução de problemas e na implementação de soluções de maneira rigorosa e metódica. Para isso, deve-se seguir os passos descritos, que visam garantir a obtenção de resultados efetivos. A aplicação do método do PDCA ajuda as empresas no desenvolvimento de hipóteses de mudanças e, em seguida, as testam em um *loop* de *feedback* contínuo. (NOGUEIRAL, 2020)

Mello (2012, p.68) destaca que "o que mais chama a atenção no ciclo PDCA é que ele não pressupõe isolamentos entre uma etapa e outra; ao contrário, elas constantemente se intercomunicam e se retroalimentam".

Segundo Andrade (2003), são várias as possibilidades envolvidas com a utilização do ciclo PDCA, podendo vir a ser utilizado na determinação de metas de melhorias, sejam essas oriundas da alta administração ou diretamente ligadas ao setor operacional, com o intuito de se estabelecer de fato um processo de melhoria contínua. O autor complementa que deve-se enfatizar que cada programa de melhoria se inicie com um cuidadoso planejamento, definindo metas e gerando ações efetivas, ações essas que necessitarão de comprovação da real eficácia, para enfim, se alcançar os resultados da melhoria contínua, podendo ser novamente utilizado a cada processo de melhoria.

Por tudo já dito, pode-se concluir que o método PDCA se trata de uma metodologia sem início ou fim, visto que o ciclo é sempre reiniciado em busca da melhoria contínua. Além disso, pode ser aplicado de forma imediata em quaisquer processos.

2.2.3 BUSINESS INTELLIGENCE

Com o passar do tempo, a tecnologia vem ganhando cada vez mais espaço dentro das companhias, se tornando fundamental para o negócio. Nesse contexto, se fortalece o *Business Intelligence* (*BI*), ou, em português, Inteligência de Negócios ou Inteligência Empresarial,

ferramenta que se utiliza da tecnologia da informação para coletar dados, analisá-los e transformá-los em informação para as organizações. Em resumo, o *BI* trata-se de um conjunto de metodologias implementadas através de softwares que concedem às organizações conhecimento sobre seus negócios, contribuindo para as tomadas de decisões dos gestores. (SAITO; HORITA, 2015)

Deste modo, o conceito de *BI* vem sendo amplamente aplicado dentro das organizações. Segundo Primak (2008), o termo *Business Intelligence* surgiu no Gartner Group, na década de 80.

> "O termo Business Intelligence surgiu na década de 80 no Gartner Group e faz referência ao processo inteligente de coleta, organização, análise, compartilhamento e monitoração de dados [...], gerando informações para o suporte à tomada de decisões no ambiente de negócios." (PRIMAK, 2008, p.5).

Para Turban *et al*. (2010), o *BI* apresenta como objetivo principal à disponibilização de acesso interativo aos dados, viabilizando a manipulação dos mesmos e fornecendo insumos aos gestores para análises mais refinadas e assertivas. O *BI* acaba por maximizar a assertividade das decisões devido ao fato de analisar dados históricos e correntes. O processo de *BI* pode ser compreendido como sendo o processo de transformação de dados em informação, posteriormente em decisões e, por fim, em ações.

Aplicações computadorizadas já são tratadas como atividades de análise e resolução de problemas, não mais apenas como tarefas de simples processamento. Ferramentas de análises de dados e sistemas de *BI* (banco de dados, processamento analítico *online*, *dashboards*, sistemas em nuvem para apoio a decisão, entre outros) são considerados pilares para a gestão moderna. Em alguns casos, decisões gerencias estão sendo automatizadas, eliminando a necessidade de intervenção dos gestores. (RAMESH, 2019)

Diante disso, a utilização de um sistema de *BI* pelas organizações se torna fundamental, visto que possibilita aos gestores agirem de forma responsável e com confiabilidade. Corroborando com o dito, Primak (2008) afirma:

> "Um dos principais objetivos desses sistemas é fornecer ao executivo, de forma selecionada e resumida, os dados necessários para a execução de entendimento da situação-problema." (PRIMAK, 2008, p.15).

Ramesh (2019) ainda elucida que um outro aspecto importante do desafio gerencial está justamente na capacidade de embasamento da análise de dados em relação aos processos de planejamento, controle e claro, no de tomadas de decisão. Para justificar tal aspecto, cita o potencial da análise de dados de revolucionar o processo decisório, visto, por exemplo, a

conclusão muito mais ágil da coleta de informações. Portanto, os sistemas de *BI* são de extrema importância no suporte da gestão estratégica das organizações.

Sendo assim, é possível concluir que o *BI* acaba por possibilitar uma atuação mais rápida e assertiva em vários âmbitos de uma empresa, inclusive no desenvolvimento de estratégias coorporativas.

2.2.4 CICLO PDCA X BI

Os sistemas de BI, de acordo com a forma de operação dos mesmos, são capazes de entregar informações atualizadas e reais da empresa e, além disso, permitem a criação de cenários e análises das fases dos processos empresariais. Essa projeção das análises das fases dos processos possibilitada pelo *BI* aproxima-se do conceito do método PDCA, em um ciclo contínuo de melhoria de tais atividades empresariais, denominado Ciclo de Melhoria – *Business Intelligence*. Assim como no ciclo PDCA visto no decorrer desse estudo, o ciclo de melhoria – *BI* também tem atuação direta nos problemas e oportunidades de melhoria identificados, por meio da mensuração do processo, análise dos resultados, planejamento das ações e melhoria do processo. (STEFANINI *et al*., 2012)

A Figura 4 representa o Ciclo de Melhoria – *Business Intelligence*.

Figura 4: Ciclo de Melhoria – Business Intelligence.

Fonte: Primak, 2008.

As interações entre as ferramentas de *BI* e do ciclo PDCA mostraram-se uma combinação poderosa de apoio e qualidade de gestão. A seguir serão citadas algumas aplicações do *BI* nas respectivas etapas do ciclo PDCA, levando em consideração os conceitos e aplicações já descritos anteriormente pelos autores citados.

- Inicialmente, no processo de planejamento (Plan), os sistemas de *BI* são capazes de fornecer grande auxílio na coleta de informações, as vezes de difícil acesso, devido ao alto volume de dados que, por sua vez, também não possuem padronização. É através dessas informações que essa etapa do ciclo busca identificar eventuais gargalos/causas que limitam o melhor desempenho, permitindo assim, traçar ações e definir objetivos que contribuam na busca da melhoria contínua a ser executada.
- Na fase de execução (Do), onde é desenvolvido soluções para os problemas identificados anteriormente e tomada as providências seguindo as ações traçadas, a coleta e o armazenamento de dados proporcionados pelo *BI* permanecem importantes, visto que a sistematização deste conteúdo e a transformação do mesmo em informação, é fundamental na geração de insumos para as demais decisões a serem tomadas.
- Após o planejamento e execução, na etapa de verificação (check) é realizada uma análise crítica com o intuito de determinar se a solução proposta e executada atingiu as metas estabelecidas no passo anterior, ou seja, o resultado acaba por ser comparado com os objetivos traçados. Novamente, o sistema de *BI* permitirá tal análise dos resultados obtidos, que muitas vezes carregam uma infinidade de dados, transformando-os em informações relevantes e oferecendo uma visão privilegiada de tais, contribuindo novamente para o processo decisório.
- Finalizando o ciclo PDCA, a etapa de ações (Act) é onde serão realizadas as melhorias práticas identificadas, voltando à primeira fase e aperfeiçoando as metodologias e metas utilizadas, em busca da melhoria contínua da qualidade. Novamente os sistemas *BI* se mostram essenciais, visto que são capazes de fornecer as bases para ações mais eficientes, permitindo a otimização das soluções e a obtenção de resultados consistentes.

Em suma, o ciclo PDCA aliado aos sistemas de *BI* geram uma capacidade de elevados ganhos para os processos de qualquer empresa, inclusive do setor ferroviário, no qual se trata o estudo, no que se refere ao apoio à tomada de decisões e a gestão de informações, se tornando indispensável para a gestão das mesmas.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 A EMPRESA

O trabalho foi realizado em uma empresa do setor ferroviário, que gerencia uma malha ferroviária de cerca de 1600 km, englobando os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A produção é diversificada, sendo as principais cargas transportadas: minério de ferro, carvão, contêineres, cimento, siderúrgicos, bauxita, agrícolas e coque.

As operações da empresa se dividem basicamente em dois tipos de cargas, o *Heavy Haul* e a Carga Geral. O *Heavy Haul* concentra o maior volume transportado pela operadora, e, pela característica de produção de alto volume e baixa variedade, as composições são formadas por vagões de um único cliente, contendo sempre um único tipo de carga, e seguem das mineradoras (após o carregamento) com destino, principalmente, aos terminais de descarga (portos).

Os principais produtos desSe segmento são o minério de ferro e o carvão.

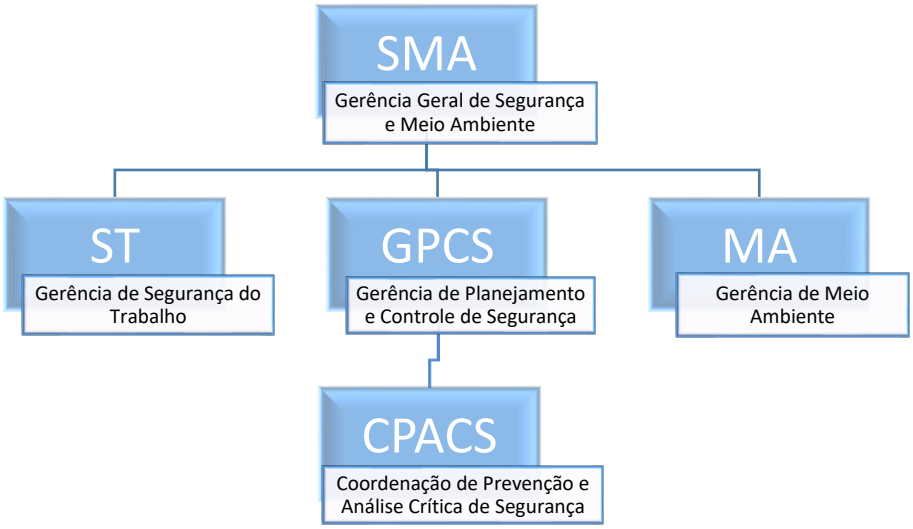
Diferentemente do *Heavy Haul*, a Carga Geral é caracterizada pela produção de baixo volume a alta variedade, sendo o transporte realizado pelos chamados “trens mistos”, formados por vagões de diferentes clientes e tipos de cargas. Neste segmento, os trens possuem rotas, dias e horários pré-definidos para circulação, além de, ao longo do percurso, realizarem atividades programadas de inclusão e retirada de vagões nos pátios.

Alguns dos principais produtos da chamada Carga Geral são os agrícolas como açúcar, soja, entre outros grãos, contêineres, produtos siderúrgicos, cimento, etc.

A gestão dos acidentes e incidentes, sejam eles pessoais, ferroviários ou ambientais, é realizada pela Gerência Geral de Segurança e Meio Ambiente (SMA). Tal gestão contempla etapas de comunicação, investigação e controle de planos de ação das ocorrências.

O SMA é divido em três áreas de atuação, sendo elas: Segurança do Trabalho – ST, Segurança Ferroviária e Meio Ambiente – MA. Tais áreas são representadas pelas gerências de ST, Planejamento e Controle de Segurança - GPCS e MA, respectivamente, conforme ilustrado pela Figura 5.

Figura 5: Organograma do setor de segurança.



Fonte: Autor.

No contexto do estudo, vale destacar a Coordenação de Prevenção e Análise Crítica de Segurança - CPACS, pertencente à GPCS, e que possui, dentre outras atribuições, a responsabilidade de analisar resultados, controlar bases de dados, organizar reuniões semanais e mensais de segurança, além de gerir os programas de segurança da companhia.

Dentre os programas de segurança, existem algumas ferramentas de prevenção que objetivam, como sugerido pelo nome, prevenir a ocorrência de acidentes/incidentes pessoais e operacionais. O objeto de análise deste estudo se enquadra como uma ferramenta de prevenção e será abordado logo após.

3.2 PROGRAMA DE SEGURANÇA NA MALHA

O Programa de Segurança na Malha - PSM, realizado pelas gerências de via permanente, tem como objetivo auxiliar na identificação, planejamento e correção das anomalias de via permanente encontradas nos pátios classificados como críticos, visando assegurar as condições adequadas de operação e segurança, de modo a contribuir para a redução de acidentes e melhoria na *performance* da operação ferroviária.

Todo processo de gestão da ferramenta é descrito nesse tópico, subdivido entre as etapas de planejamento, processamento dos dados e geração dos resultados.

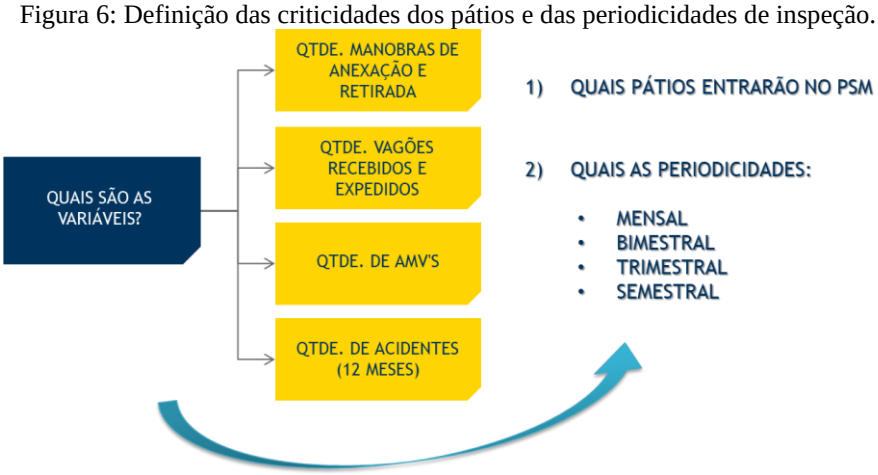
3.2.1 PLANEJAMENTO

A etapa de planejamento consiste basicamente na seleção dos pátios críticos e posterior definição dos cronogramas semestrais de inspeção, conforme descrito a seguir.

- SELEÇÃO DOS PÁTIOS CRÍTICOS

A seleção dos pátios críticos é de responsabilidade da CPACS e tal definição considera as variáveis mostradas na Figura 6, todas referentes às características e histórico dos pátios.

Figura 6: Definição das criticidades dos pátios e das periodicidades de inspeção.



Fonte: Autor.

Os dados referentes as variáveis "Qtde. manobras de anexação e retirada" e "Qtde. vagões recebidos e expedidos" são fornecidos pela gerência de planejamento e controle da operação – PCO, enquanto a "Qtde. de AMV's" é fornecida pelas coordenações de via responsáveis por cada pátio e a "Qtde. de acidentes" é controlada pela própria CPACS.

- DEFINIÇÃO DO CRONOGRAMA DE INSPEÇÃO

De acordo com a Figura 6, a partir da ponderação das variáveis, é definida uma periodicidade de inspeção para cada linha de pátio, podendo essa ser mensal, bimestral, trimestral ou semestral. Quanto maior a criticidade do pátio menor será o intervalo entre as inspeções. Após definidas as periodicidades de inspeção, a proposta de cronograma por linha de pátio é enviada pelo SMA para a avaliação das coordenações de Via Permanente, e, caso seja aprovada, é divulgada oficialmente e disponibilizada, sendo geradas ordens de serviços (OS) pela gerência planejamento e controle da manutenção – PCM, para cada inspeção regular. Tal cronograma possui validade de seis meses e, ao final de cada semestre, é feita a revisão através da atualização dos indicadores para obtenção da criticidade e periodicidade atualizada de cada pátio. Além do cronograma por linha de inspeções regulares, também é elaborado o cronograma de utilização do *Trolley*[2] por coordenação de via, considerando que o mesmo deverá passar ao menos uma vez por ano em cada pátio crítico.

[2] Equipamento de propulsão humana para inspeção de parâmetros de geometria da via

3.2.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Definidas as periodicidades de inspeção dos pátios classificados como críticos, é dado prosseguimento ao processo proposto pela ferramenta, onde as inspeções são realizadas e as anomalias encontradas são controladas, sendo gerado *reports* semanais e mensais, conforme detalhado a seguir.

- REALIZAÇÃO DAS INSPEÇÕES

As coordenações seguem o cronograma definido, realizando as inspeções utilizando o formulário padrão disponibilizado pelo setor de Engenharia da Malha. A responsabilidade pelas inspeções de pátio válidas para o PSM é do técnico de via, que deve abrir uma solicitação de serviço (SS) independentemente da existência de outra similar oriunda de outro tipo de inspeção. Uma vez realizada, a inspeção deve ser enviada para o SMA.

Apenas as inspeções cujos formulários estejam devidamente preenchidos e enviados até o 3° dia útil do mês (M+1) do fechamento são contabilizadas. Para que esta seja considerada realizada, todas as ordens de serviço (OS), de inspeções referentes ao pátio no respectivo mês, devem estar concluídas em sistema.

- CONTROLE DAS ANOMALIAS

Todas as anomalias encontradas nas inspeções devem ter um número de SS associado e o controle das anomalias será realizado por essa solicitação, ou seja, a anomalia será considerada como tratada apenas quando a solicitação tiver o status “Concluído” em sistema. O prazo de tratamento das anomalias é definido de acordo com a sua criticidade, conforme descrito em procedimento. Em suma, as anomalias são classificadas em criticidade baixa, média e alta.

A Tabela 2 mostra os prazos de retirada dos defeitos por prioridade (criticidade do defeito), sendo que as anomalias classificadas como prioridade baixa não possuem prazo para tratamento.

Tabela 2: Prazos de tratamento das anomalias x criticidade

Prioridade	Prazo
Alta	10
Média	45
Baixa	Sem prazo

Fonte: Autor

As anomalias terão os prazos de tratamento alterados apenas com o aval do respectivo gerente da via permanente, no caso de criticidade média, e no caso de criticidade alta apenas com o aval do gerente de via e residente de via.

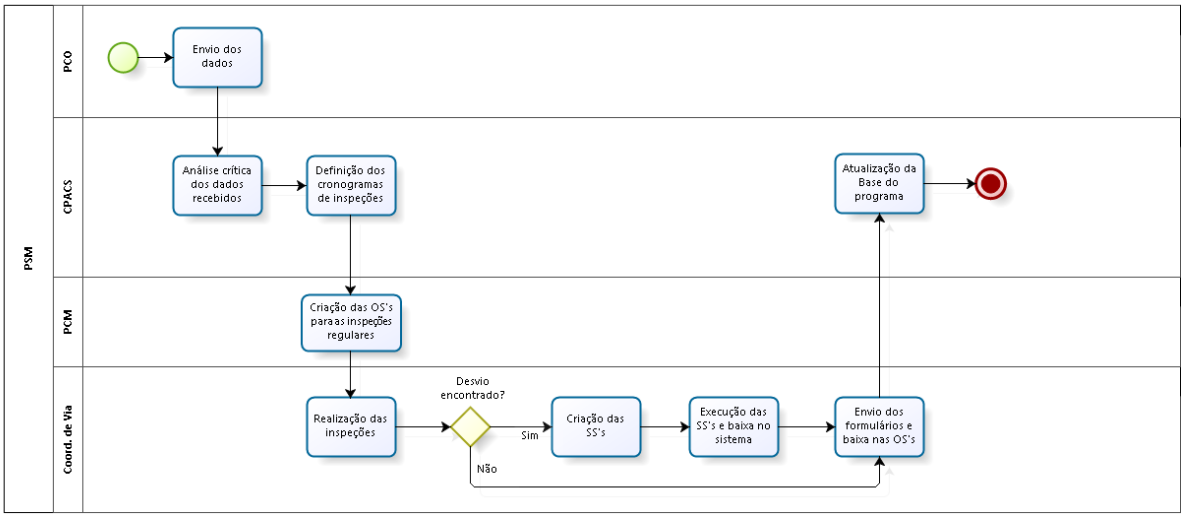
- ATUALIZAÇÕES

O PSM é atualizado semanalmente às quintas-feiras (ou dia útil anterior), levando-se em consideração as inspeções enviadas e anomalias concluídas até o meio-dia do dia anterior, exceto na primeira semana do mês, quando será realizado o fechamento mensal e disponibilização do farol de desempenho do PSM.

No 5° dia útil de cada mês, é realizado o fechamento mensal, levando em consideração todas as inspeções enviadas até o 3° dia útil e anomalias tratadas até às 12 horas do 4° dia útil.

O macrofluxo do PSM é ilustrado pela Figura 7.

Figura 7: Macrofluxo do PSM.



Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

Os resultados gerados após as atualizações seguem a metodologia apresentada no próximo tópico.

3.2.3 GERAÇÃO DOS RESULTADOS

Em prol de garantir o acompanhamento de todo processo de manutenção dos pátios, buscando reduzir os acidentes em pátios e desvios com causa de falha na manutenção, o PSM possui 3 objetivos principais:

- Assegurar que os pátios críticos estão sendo inspecionados com frequência
- Acompanhar e tratar todas as anomalias identificadas nos pátios
- Assegurar que as ações corporativas sobre o tema estão sendo acompanhadas

Tais objetivos são monitorados e acompanhados mensalmente através de um farol de indicadores, representado pela Figura 8 e que será detalhado a seguir.

Figura 8: Farol de indicadores do PSM.

FAROL PSM – COORD. MANUT. VIA (xxxxx)

Indicadores de Desempenho	Tipo	Meta Infer.	Meta Super.	Mês/ano	Farol
Aderência ao cronograma de inspeções regulares	↑	80%	100%	**100%**	
Nº de SS em atraso que foram abertas nas inspeções do PSM	↓	1	0	**4**	
Nº de SS em atraso nas demais inspeções realizadas nos pátios	↓	35	0	**120**	
Nº de ações em atraso traçadas nas investigações dos acidentes em pátios	↓	0	0	**2**	
Aderência ao cronograma de inspeções com Trolley	↑	80%	100%	**90%**	
Desempenho	↑	75%	100%	**32%**	

Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

- **Aderência ao cronograma de inspeções regulares:** Após a definição do cronograma de inspeções regulares nos pátios, é medido mensalmente a aderência à realização das mesmas por parte das respectivas coordenações de via responsáveis. Como evidência, as coordenações enviam um formulário próprio de inspeção ao SMA com as SS's abertas para tratativa das anomalias identificadas por eles na inspeção. Além disso, as respectivas OS's criadas devem ser concluídas em sistema, respeitando os prazos impostos pela ferramenta, conforme citado anteriormente.
- **Nº de SS em atraso que foram abertas nas inspeções do PSM:** São acompanhadas no indicador apenas as SS's apontadas com prioridade Média e Alta, que correspondem às anomalias com criticidades média e alta de acordo com os parâmetros definidos pela área de engenharia da malha. Os prazos considerados para que as SS's entrem em atraso são os da Tabela 2.
- **Nº de SS em atraso nas demais inspeções realizadas nos pátios:** Assim como no indicador "Nº de SS em atraso que foram abertas nas inspeções do PSM", também são acompanhadas apenas as SS's apontadas com prioridade Média e Alta. São consideradas as anomalias identificadas em todos os tipos de inspeções nos pátios definidos como críticos no programa, desconsiderando as SS's identificadas nas inspeções do PSM, contabilizadas no indicador anterior. Os prazos considerados para que as SS's entrem em atraso são os da Tabela 2.
- **Nº de ações em atraso traçadas nas investigações dos acidentes em pátios:** Em caso de acidentes nos pátios integrantes da ferramenta, são acompanhadas

no indicador todas as eventuais ações traçadas nas investigações dos mesmos. Os prazos variam de acordo com as ações, e são controlados em um outro programa de acompanhamento oficial de ações de segurança da companhia.

- **Aderência ao cronograma de inspeções com *trolley*:** Assim como no indicador de "Aderência ao cronograma de inspeções regulares", após a definição do cronograma de inspeções com *trolley* nos pátios, é medido mensalmente a aderência à realização das mesmas por parte das respectivas coordenações de via responsáveis. Como evidência, as coordenações enviam um formulário próprio de inspeção ao SMA com as SS's abertas para tratativa das anomalias identificadas por eles na inspeção.

As setas na coluna "Tipo" representam quanto maior melhor (seta para cima) e quanto menor melhor (seta para baixo) o resultado dos indicadores respectivos. Todos os 5 indicadores possuem pesos iguais e, para cálculo do desempenho final da coordenação, são utilizadas as faixas de pontuação representadas na Figura 8 (Meta Inferior e Meta Superior), respeitando a seguinte regra:

Para indicadores que estejam na faixa maior ou igual a "Meta Superior", atribui-se pontuação total do indicador, sendo representados com o farol da cor verde. Para indicadores que estejam entre os valores da "Meta Superior" e da "Meta Inferior", atribui-se 0,6 da pontuação do indicador, sendo representados com o farol na cor amarela. E para os indicadores que apresentarem resultados menores do que a "Meta Inferior", a pontuação do mesmo é zerada, sendo representados com o farol na cor vermelha.

No exemplo representado na Figura 8, o "Desempenho" da Coordenação de Manutenção de Via ilustrada foi calculado da seguinte maneira:

Indicador 1: Faixa Superior – pontuação igual a 1;

Indicador 2: Faixa Inferior – pontuação zerada;

Indicador 3: Faixa Inferior – pontuação zerada;

Indicador 3: Faixa Inferior – pontuação zerada;

Indicador 5: Faixa Intermediária – pontuação igual a 0,6;

Logo, como os indicadores possuem pesos iguais, o resultado foi [(1+0+0+0+0,6)/5]=0,32, ou seja, um desempenho de 32% no mês referência.

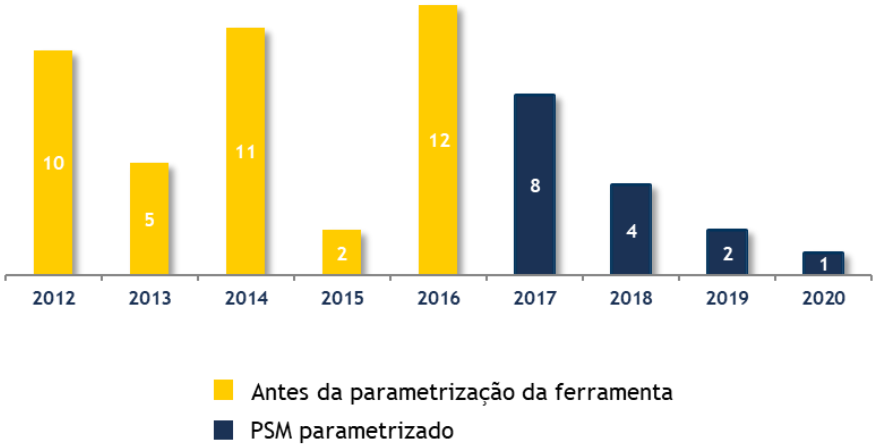
3.3 OPORTUNIDADES DE MELHORIAS IDENTIFICADAS

Desde o ano de 2019 adotou-se a prática da melhoria contínua nas diversas ferramentas de prevenção utilizadas pela companhia e controladas pela CPACS. A partir desse ponto, iniciou-se o trabalho de revisão dos processos e metodologias envolvidos em tais ferramentas, de forma a gerar insumos que proporcionem análises críticas mais assertivas e, consequentemente, planos de ação mais efetivos aos eventuais riscos mapeados.

Dentro desse pacote de ferramentas está o PSM, objeto do estudo. Para o mesmo, foi realizado um diagnóstico inicial para levantamento de possíveis pontos de melhoria existentes no programa, que serão listados neste tópico.

Primeiramente, a fim de atestar se a ferramenta estava de fato cumprindo com seu objetivo, foi levantado o número de acidentes com causa falha na manutenção de pátios desde antes a parametrização do PSM, conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1: Acidentes ferroviários com causa primária falha na manutenção de pátios.



Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

Como visto no gráfico, houve uma redução significativa no número de acidentes com causa primária falha na manutenção de pátios após a parametrização da ferramenta em 2017.

Além disso, para auxiliar no diagnóstico inicial da ferramenta, foi desenvolvida uma matriz SWOT a fim de ilustrar o cenário atual do PSM e listar as possíveis oportunidades de atuação para a melhoria da ferramenta. A matriz desenvolvida é mostrada na Figura 9.

Figura 9: Matriz SWOT PSM – Cenário 2020.

	FORÇAS	FRAQUEZAS
FATORES INTERNOS	• Redução no número de acidentes; • Participação ativa da alta gestão; • Baixa complexidade da ferramenta; • Elevado envolvimento das equipes.	• Processo de controle moroso; • Restrições nas inspeções por trolley; • Ausência de treinamentos relacionados ao PSM; • Indicadores descalibrados.
	OPORTUNIDADES	**AMEAÇAS**
FATORES EXTERNOS	• Novas tecnologias (Google Forms, Qlik Sense); • Capacitação periódica da equipe de Via Permanente; • Renovação da concessão.	• Fenômenos da natureza; • Crises externas.

Fonte: Autor.

A partir da matriz desenvolvida, foram levantadas possíveis oportunidades de melhoria existentes para cada fraqueza listada, utilizando as forças e oportunidades apresentadas pela ferramenta. Cada um dos pontos mapeados será descrito abaixo:

- Processo de controle moroso:

Grande parte da gestão de controle da ferramenta é realizada através de formulários excel, onde as coordenações de via, após a realização das inspeções, enviam para a CPACS o formulário preenchido, com as eventuais anomalias identificadas. Após o recebimento, os dados são todos tabulados, formulário por formulário, em uma base única para cálculo do desempenho mensal de cada equipe, conforme explicado no tópico anterior.

Além disso, para cada inspeção regular programada, existe o cadastro de uma ordem de serviço (OS) associada, o que implica em uma duplicação do trabalho por parte das equipes de via e da própria CPACS. As coordenações de via precisam, além de dar baixa em sistema em tais OS's, preencher e enviar os formulários, e a equipe da CPACS, além de tabular os formulários preenchidos, precisam fazer a conferência do relatório dos *status* das OS's, para posterior "*ok*" no cronograma previsto. Quanto as inspeções por *trolley* programadas, não são criadas OS's associadas as mesmas, necessitando apenas do preenchimento e envio dos formulários de inspeção para "*ok*" no cronograma previsto.

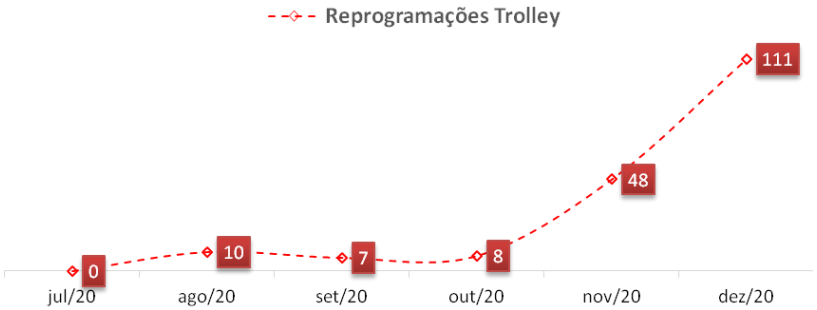
Todo esse processo exige elevado tempo para ser realizado, dado o alto número de linhas de pátio inspecionadas mensalmente. Além disso, não existe padrão entre as inspeções regulares e por *trolley*, uma vez que apenas a primeira possui OS's associada.

OPORTUNIDADE/AÇÃO: Por tudo dito, e pensando em um possível ganho de *performance* e qualidade, tal ponto foi mapeado como oportunidade de melhoria para ferramenta, visto o impacto negativo trazido por essa parte do processo. A baixa complexidade da ferramenta, listada como uma força, aliado a oportunidade de utilização de novas tecnologias, são fatores a serem explorados na atuação deste ponto.

- Restrições nas inspeções por *trolley*

Um dos principais fatores negativos em relação às inspeções por *trolley* planejadas no cronograma é o alto número de reprogramações solicitadas por mês. Para ilustrar a situação, o Gráfico 2 traz o número de inspeções por *trolley* reprogramadas no 2° semestre de 2020.

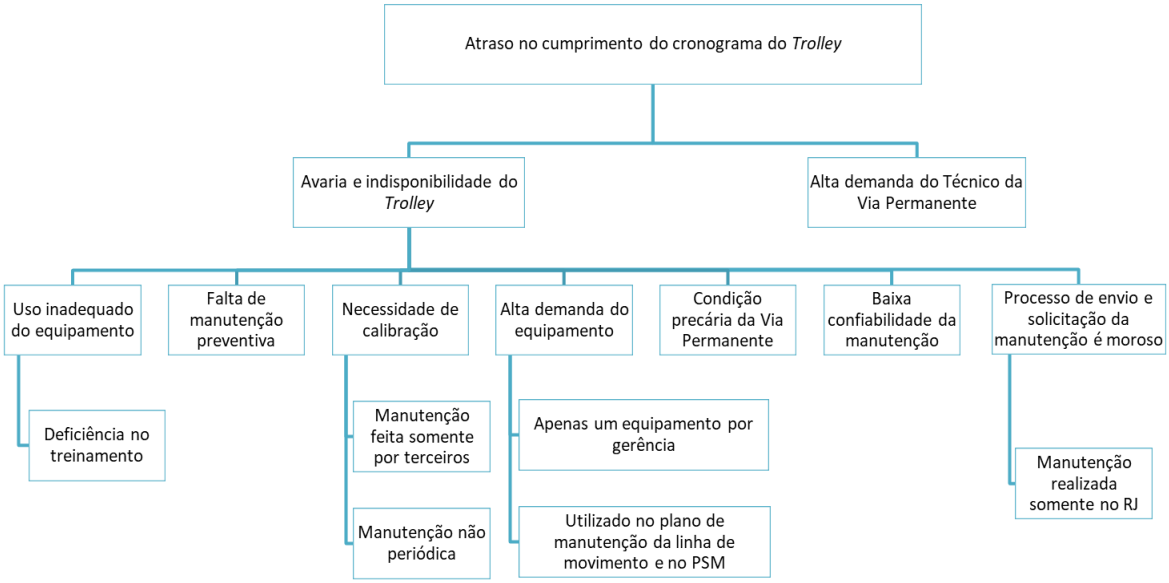
Gráfico 2: Inspeções *trolley* reprogramadas | 2º semestre de 2020.



Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

Devido a esse elevado número de reprogramações neste tipo de inspeção, foi elaborada uma árvore de causas por alguns dos *trainees* da empresa, colaborando na identificação das eventuais oportunidades de atuação para melhoria desta situação. A árvore de causas elaborada é apresentada na Figura 10.

Figura 10: Árvore de causas "Atraso no cumprimento do cronograma do *Trolley*" – Cenário 2020.



Fonte: *Trainees* de uma empresa ferroviária.

OPORTUNIDADE/AÇÃO: Neste ponto, as forças listadas referente ao bom desempenho do PSM (redução no número de acidentes), aliado ao envolvimento das equipes e participação ativa da alta gestão, são fatores importantes para uma atuação efetiva.

- Falta de treinamentos do PSM

Em contato com os usuários que possuem interface com a ferramenta, constatou-se a inexistência de materiais de apoio e/ou treinamentos para as equipes em relação ao PSM, com exceção do procedimento operacional da ferramenta.

OPORTUNIDADE/AÇÃO: Tal fato foi considerado uma fraqueza e, consequentemente uma oportunidade de melhoria, pelo fato de se tratar de um meio extremamente necessário e eficiente para se manter todos os envolvidos atualizados sobre o funcionamento e a importância do tema. Além disso, a capacitação periódica das equipes de via permanente foi listada como uma oportunidade, corroborando com o supracitado.

- Indicadores descalibrados

A última parametrização da ferramenta havia sido feita no ano de 2017, ou seja, durante quatro anos o PSM não sofreu nenhuma atualização na sua metodologia de geração de resultados de desempenho das coordenações de via. Além disso, em contato com áreas integrantes do processo e a partir de análises dos números da ferramenta, verificou-se a defasagem em algumas faixas de pontuação utilizadas, além da necessidade em se atualizar alguns dos indicadores já existentes, a fim de serem mais assertivos em relação a realidade.

Tudo isso acaba tratando-se de uma oportunidade de melhoria pela própria necessidade intrínseca de atualização de parâmetros e processos ao passar do tempo, tornando a ferramenta cada vez mais assertiva com o seu propósito.

OPORTUNIDADE/AÇÃO: A oportunidade listada referente à utilização de novas tecnologias também se aplica ao ponto em questão, podendo vir a proporcionar maior simplicidade e melhor visualização nas informações geradas.

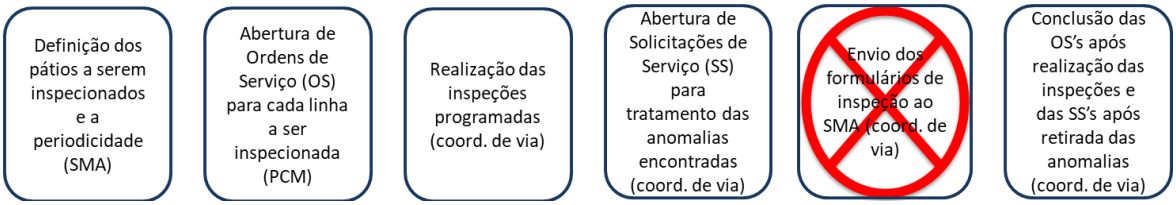
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 IMPLEMENTAÇÕES

Após o diagnóstico realizado em relação ao PSM e o mapeamento das oportunidades de atuação, foram realizadas algumas implementações para melhoria da ferramenta, que foram validadas com as áreas afins e passaram a vigorar em janeiro de 2021.

A primeira mudança realizada foi a sistematização de todas as OS's de ambos os cronogramas de inspeção, eliminando a necessidade de preenchimento e envio de formulário em excel das equipes de via para a CPACS e, consequentemente, a tabulação de todos esses formulários. A Figura 11 ilustra a mudança feita no fluxo do PSM, padronizando o processo em relação à execução dos cronogramas de inspeção regular e por *trolley*.

Figura 11: Alteração no processo do PSM.



Fonte: Autor.

A partir de janeiro de 2021, foram abertas OS's para as inspeções regulares por linha de pátio com o prefixo "PSM" e para as inspeções *trolley* por linha de pátio com o prefixo "*TROLLEY*", sendo necessário, por parte da CPACS, apenas extrair o relatório de um sistema interno para conferência do cumprimento ou não dos cronogramas previstos. Por parte das equipes de via, após a realização das inspeções, é necessário apenas a baixa da OS referente e cadastro das eventuais anomalias encontradas, eliminando a exigência de preenchimento e envio dos formulários.

A gerência de Planejamento e Controle da Manutenção – PCM é a responsável pela criação das OS's no sistema, após a solicitação e envio por parte da CPACS dos cronogramas estabelecidos, semestralmente.

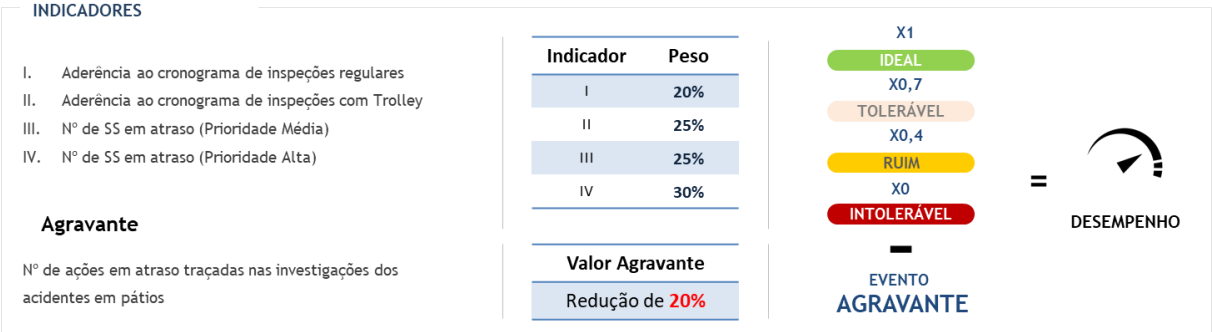
Outra atuação relevante para melhoria do PSM foi a defesa de investimento realizada junto à diretoria da empresa pelas equipes de via, com o apoio do SMA, para aquisição de dois novos equipamentos *trolley*. Tais equipamentos foram adquiridos no final de 2020, aumentando assim a disponibilidade de *trolley* para realização das inspeções.

Mais uma vez, em conjunto com os usuários do PSM e claro, parte da alta gestão, foi acordado a inclusão de um treinamento anual na matriz de treinamentos da gerência geral de

via permanente. O material será elaborado e ministrado pela equipe da CPACS, e abordará, em suma, as regras gerais, metodologias utilizadas na geração do desempenho das equipes, objetivos e importância da ferramenta para companhia como um todo.

Em relação ao farol dos indicadores, foi feita uma revisão abrangendo a alteração de alguns dos indicadores, os pesos e faixas de pontuação dos mesmos, entre outros. A Figura 12 representa a nova metodologia para cálculo do desempenho das equipes de via, e será apresentada mais detalhadamente a seguir.

Figura 12: Nova metodologia de cálculo do PSM.



Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

Em discussão com usuários chaves das áreas afins da ferramenta, chegou-se à definição dos indicadores que passaram a compor o novo farol de desempenho do PSM.

Primeiramente, os dois primeiros indicadores relacionados ao cumprimento dos cronogramas de inspeções propostos pela ferramenta foram mantidos, pelo fato de representarem a essência do PSM. A alteração que impacta em ambos é referente aos pesos, onde se entendeu que, por conta das inspeções com trolley serem mais minuciosas e, portanto, mais assertivas, seria correto o indicador de "Aderência ao cronograma de inspeções com *Trolley*" possuir um peso maior em comparação ao indicador de "Aderência ao cronograma de inspeções regulares", conforme representado na Figura 12 pelos indicadores I e II.

Já quanto os indicadores que tratavam das SS's com *status* "em atraso", as alterações foram relacionadas a prioridade e inspeção de origem das mesmas.

Até 2020 eram consideradas as SS's em atraso de prioridade média e alta, dividindo-se em dois indicadores, onde um representava as que tiveram como origem de abertura as inspeções oriundas dos cronogramas do próprio PSM, e o outro as que eram oriundas das demais inspeções de pátio existentes na companhia.

A partir de 2021 não há mais a diferenciação das inspeções que originaram as SS's, a distinção será feita pela prioridade das SS's. Ou seja, um dos indicadores será o "Número de SS's em atraso (Prioridade Média)" e o outro o "Número de SS's em atraso (Prioridade Alta)",

este com um peso maior em comparação ao primeiro, por se tratar de anomalias de maior criticidade.

Finalmente, em relação aos indicadores, o “Número de ações em atraso traçadas nas investigações dos acidentes em pátios” deixou de compor o cálculo mensal do desempenho das equipes e passou a ser tratado como um fator redutor no mesmo. Ou seja, caso haja alguma ação oriunda de um acidente em pátio que por ventura esteja atrasada, o valor do desempenho da equipe sofrerá um decréscimo de 20%, caso contrário, em nada influenciará o cálculo.

No tocante as faixas de pontuação de cada indicador e do desempenho como um todo, o PSM passa a adotar as faixas denominadas “IDEAL”, “TOLERÁVEL”, “RUIM” e “INTOLERÁVEL”, em conformidade com as demais ferramentas de prevenção da CPACS já revisadas. Como ilustrado pela Figura 12, tais faixas possuem os valores de multiplicação 100%, 70%, 40% e 0%, respectivamente. Em suma, possuem os seguintes conceitos:

- IDEAL: Desempenho máximo na ferramenta;
- TOLERÁVEL: Desempenho tolerável pela companhia;
- RUIM: Desempenho abaixo do esperado pela companhia;
- INTOLERÁVEL: Desempenho não tolerável pela companhia.

As faixas para cada indicador foram definidas conforme a Figura 13, onde é representado os valores referentes à gerência geral de via permanente, isto é, todas as equipes de via juntas.

Figura 13: Valores por faixa de pontuação | Gerência Geral de Via.

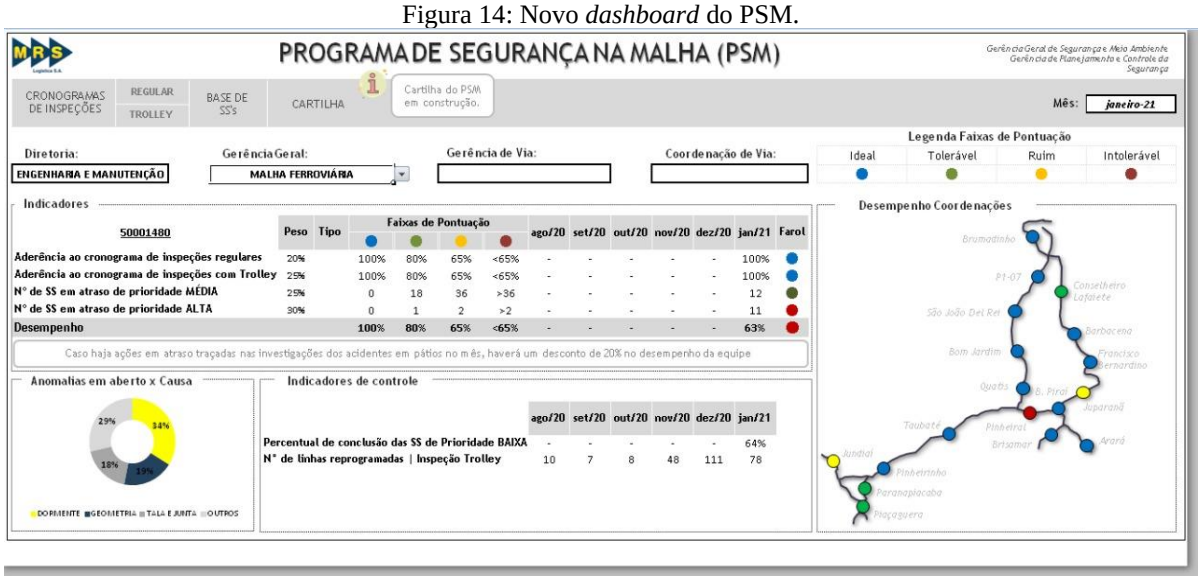
	Nº de SS em atraso (Prioridade Média)	Nº de SS em atraso (Prioridade Alta)	Aderência ao cronograma de Inspeções Regulares	Aderência ao cronograma de Inspeções com Trolley
IDEAL	0	0	100%	100%
TOLERÁVEL	18	1	80%	80%
RUIM	36	2	65%	65%
INTOLERÁVEL				

Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

O cálculo é realizado a partir da multiplicação do peso do indicador pelo valor da faixa de pontuação (direita da Figura 12) que o mesmo se enquadrou no fechamento do mês, subtraindo 20% do total em caso de ocorrência do evento agravante.

Foi construído um *dashboard* gerencial para apresentação de todas essas informações na própria base compilada do *excel*, facilitando a consulta dos usuários e eventuais análises que se fizerem necessárias. O novo *dashboard* do PSM é representado pela Figura 14.

Figura 14: Novo *dashboard* do PSM.



Fonte: Autor a partir de dados da empresa.

Além do procedimento operacional - POP já existente, foi criado também um procedimento gerencial - PG a fim de ser mais uma ferramenta de consulta para os gestores e usuários em geral, quanto as regras e informações gerais do PSM.

Por fim, vale destacar a revisão dos parâmetros de via permanente e dos prazos de retirada das anomalias encontradas nos pátios. Ambas foram conduzidas diretamente pelo setor de Engenharia da Malha Ferroviária, sem envolvimento direto do autor, mas são fatores relevantes e que contribuem diretamente no aperfeiçoamento do PSM. Os novos prazos estabelecidos para retirada dos defeitos por prioridade são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Novos prazos de tratamento das anomalias x criticidade

Prioridade	Prazo (dias)	
	Regular	Trolley
Média	45	30
Alta	30	30

Fonte: Autor

Para mais, foi realizada uma análise em relação a automatização da ferramenta utilizando-se de um sistema de *BI*, que será tratado no próximo item da pesquisa.

4.2 PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO NO *QLIK SENSE*

No cenário de necessidade de geração de informações cada vez mais atualizadas e mais assertivas, a utilização de uma ferramenta *BI* pode possibilitar o atendimento a tal, de forma automática, ágil e visual, além de proporcionar maior nível de confiabilidade.

Todo o processo de gestão do controle do PSM, já descrito anteriormente, envolve um grande volume de dados advindos de diferentes fontes, como relatórios no *Discoverer*[3], bases em *excel*, entre outras. Ou seja, para geração dos resultados e informações relevantes é necessário a compilação desses dados para tratamento de acordo com as análises desejadas.

Essa forma de gerar as informações acaba despendendo considerável tempo do colaborador responsável pela atualização que, conforme supracitado, é realizada semanalmente, visto que os resultados e análises dependem de tal atividade operacional.

Sendo assim, visando o aumento da produtividade das equipes, aliado ao aumento da confiabilidade das informações geradas, foi proposto a implantação de um sistema *BI* para o processo de gestão de controle do PSM.

A primeira etapa foi o levantamento e análise de ferramentas já disponíveis dentro da companhia, avaliando, obviamente, critérios como facilidade de utilização, *performance*, treinamentos disponíveis e número de licenças.

Após isso, optou-se pela adoção da ferramenta *QlikSense*, do grupo Qlik. A mesma se trata de uma das principais ferramentas de *BI* disponíveis no mercado, conforme ilustra o quadrante mágico para plataformas analíticas de *BI* (Figura 15), onde o grupo Qlik se encontra no quadrante dos líderes.

Tal quadrante está presente no relatório anual sobre *Analytics* e Plataformas de *Business Intelligence* publicado no início de fevereiro de 2020. O relatório é referência na área quando se trata de avaliação das opções de mercado para ferramentas que apoiam os processos corporativos de *BI*.

---

[3] Ambiente de banco de dados da empresa Oracle.

Figura 15: Quadrante Mágico para Plataformas Analíticas e de *Business Intelligence*

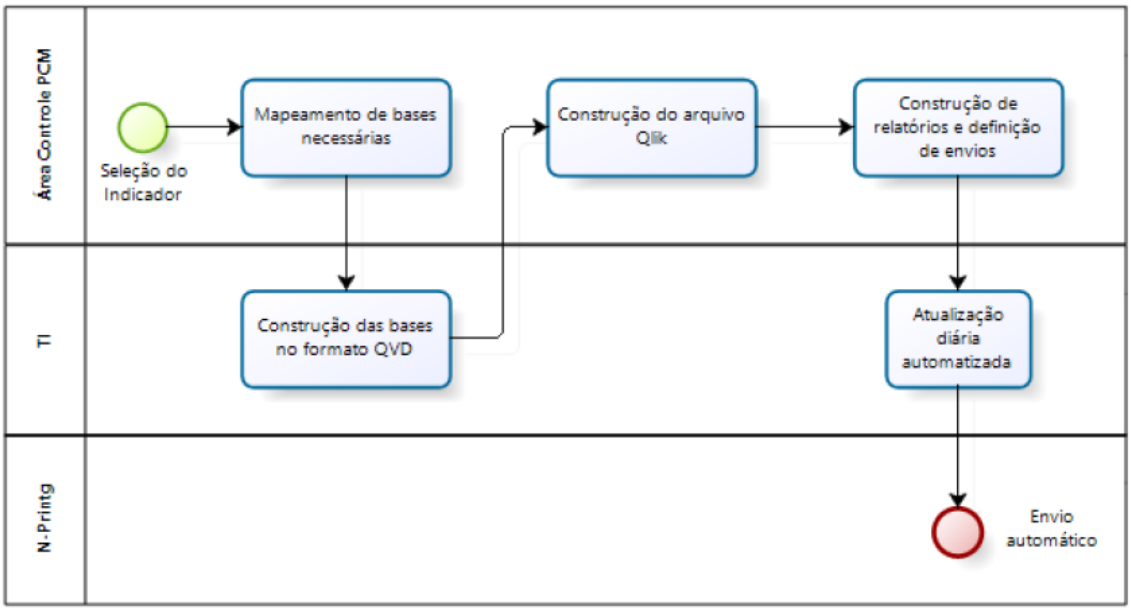
Fonte: Gartner (2020).

O *Qlik Sense* permite a integração dos dados de diversas fontes, compilando tudo em um único aplicativo. Também permite ao usuário a construção de relatórios personalizados e *dashboards* gerenciais, explorando grandes volumes de dados de forma independente do setor de Tecnologia da Informação (TI).

Posteriormente à escolha do *QlikSense* para a automatização do PSM, toda equipe da CPACS recebeu treinamento da ferramenta, capacitando dessa forma todos para essa e futuras automatizações mapeadas. Além disso, tal projeto se tornou uma entrega que compõe uma das metas da coordenação para o ano de 2021.

O processo de construção do projeto se inicia com o mapeamento das bases de dados necessárias e a transformação das mesmas em arquivos QVD (formato nativo do Qlik) pela equipe de TI da empresa, sendo esses atualizados automaticamente com a periodicidade determinada. Com os arquivos no formato QVD prontos, é criado o aplicativo no *QlikSense*, gerando as informações e análises de acordo com a necessidade. Por fim, os arquivos poderão ser disponibilizados seja na nuvem ou através de envios automáticos aos interessados. A Figura 16 representa o processo resumido acima.

Figura 16: Construção de envios automáticos



Fonte: Stanciole (2019).

Como supracitado, a implantação do *QlikSense* para o PSM se tornou uma entrega de uma das metas da CPACS, com prazo para o final do 1° semestre de 2021. Como a equipe já foi treinada na ferramenta, todo processo de construção mostrado pela Figura 16 é de responsabilidade da própria equipe da coordenação, com exceção da transformação dos relatórios para o formato QVD, sendo esse realizado pela equipe de TI da companhia, após abertura de chamado.

Com a implantação da proposta de automatização do PSM no *QlikSense* concretizada, espera-se que as rotinas de atualização apresentem ganhos significativos, principalmente em relação a quantidade de horas demandadas do colaborador responsável. Dessa forma, haverá maior disponibilidade para a execução de atividades que agreguem valor para o processo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as implementações realizadas a partir dos pontos de atuação propostos, pode-se concluir que os objetivos do estudo foram alcançados, tendo em vista que a revisão do PSM proporcionou, entre outras coisas: o aumento da confiabilidade das informações geradas, a redução da morosidade do processo e a apresentação dos resultados gerados de forma mais eficiente.

A aquisição de dois novos equipamentos *trolley*, a inclusão do treinamento anual para os usuários, a criação do Procedimento Gerencial, a revisão dos parâmetros de via permanente e dos prazos de retiradas das anomalias identificadas e a revisão dos indicadores que geram o farol de desempenho das coordenações de via, aperfeiçoou e trouxe maior criteriosidade ao PSM, tornando dessa forma as informações geradas mais confiáveis.

A sistematização das OS's e a retirada da obrigatoriedade de preenchimento e envio de formulários, eliminando a duplicidade de etapas e possíveis fontes de erros, além de também proporcionar maior confiabilidade nas informações geradas, reduziu consideravelmente a morosidade do processo, visto que não é mais gasto cerca de 3 horas semanais apenas no *input* de dados dos formulários na base.

A padronização das faixas de pontuação utilizadas com as demais ferramentas prevenção da CPACS e a criação do *dashboard* gerencial, facilitou o entendimento e a consulta dos usuários aos resultados gerados, visto a criação de uma identidade entre as ferramentas e dinamismo na consulta aos resultados gerados.

Por fim, espera-se que com a implantação do sistema *BI* proposto, os três objetivos já alcançados com as implementações citadas atinjam um patamar mais elevado, sendo possível análises mais completas e conclusivas.

Como sugestão para futuras melhorias nas ferramentas e processos da CPACS, pode-se destacar novos giros no ciclo PDCA e o acompanhamento da evolução dos sistemas *BI* que possam proporcionar ainda mais agilidade e confiabilidade na geração das informações, possibilitando análises mais críticas e, consequentemente, tomadas de decisões e planos de ações mais assertivos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR ISO/IEC 25010. ABNT NBR ISO 9000:2015. 2015

ALMEIDA, André de Queiroz Henriques; DIAS, Francisco Saraiva. **A importância do esmerilhamento na manutenção de vias férreas**. 2018. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

ALMEIDA, P. S. **Manutenção Mecânica Industrial - Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada.** São Paulo: Editora Saraiva, 2015. 9788536519791. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519791/. Acesso em: 12 set. 2020

Alvarenga, R.R. D. **Operação Ferroviária - Planejamento, Dimensionamento e Acompanhamento**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. 9788521630784. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521630784/. Acesso em: 17 ago. 2020

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462: confiabilidade e mantenabilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**, 3ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2016. 9788597006438. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597006438/. Acesso em: 11 ago. 2020

COIMBRA, M. V. **Modos de Falha dos Componentes da Via Permanente Ferroviária e seus Efeitos no Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2008. 165 p.: il., graf., tab.

CUNHA, A. P. **Como superar a crise com BI**. Disponível em: < https://computerworld.com.br/2001/12/07/idgnoticia-2006-05-15-4777383614// >. Acesso em: 05 set. 2020.

FONTENELLE, A. **Metodologia científica: Como definir os tipos de pesquisa do seu TCC?** Disponível em: https://andrefontenelle.com.br/tipos-de-pesquisa/. Acesso em: 04 ago. 2020.

GARTNER, G. **Quadrante Mágico para Plataformas de Analytics e Business Intelligence.** 11 fev. 2020. Disponível em: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-3TXXSLV&ct=170221&st=sb&ocid=mkto_eml_EM597235A1LA1>. Acesso em: 15 jan. 2021.

GECOF, Gerência de Controle e Fiscalização de Serviços e Infraestrutura de Transporte Ferroviário. **Fiscalização do Transporte Ferroviário de Cargas.** 1ª ed. Brasília-DF. Março de 2013.

HENRIQUES, C. F. **Manutenção de via permanente com foco na produção**. 2006. 66 p.

KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

Kerbes J., Marques M., Klingbeil C. T., e Rodrigues R. F., **Reconfiguração do processo de manutenção aplicado na indústria naval**, 2019. p. 11.

KIRCHNER, A. **Gestão da qualidade**. São Paulo. Editora Blucher, 2010. 9788521215615. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215615/. Acesso em: 17 ago. 2020

LANGONI, R. A. R. **Metodologia para análise operacional de pátios ferroviários de classificação.** p. 64, 2006. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

Machado, S. S. **Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MELLO, C. H. P. **Gestão da qualidade**. São Paulo, SP: Pearson, 2012. 173 p. ISBN 978-85-7605-699-7.

MOURÃO, Jorge Miguel Pessoa. **Gestão e manutenção da infraestrutura ferroviária, os vários tipos de ações de manutenção.** [s.d.], 2017. 143.

NOGUEIROL, L. R. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Editora Saraiva, 2010. ISBN9788536517797. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517797/. Acesso em: 18 ago. 2020

____. **Gestão de qualidade**. 2 ed. – São Paulo: Editora Saraiva, 2020. 216 p. ISBN 9788536532608. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=S8y8DwAAQBAJ.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, ISSN 1808-0448 / v. 04, n. 02: p. 01-16, 2008.

PARREIRA, G.G. F. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. 9788595025493. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/. Acesso em: 12 set. 2020

PRIMAK, Fábio Vinícius. **Decisões com B.I - Business Intelligence**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

RAMESH, S. **Business Intelligence e Análise de Dados para Gestão do Negócio**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. 9788582605202. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605202/. Acesso em: 16 set. 2020

RENATO, N. L. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Editora Saraiva, 2019. 9788536532615. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/. Acesso em: 13 ago. 2020

RODRIGUES, Daniela. D. **Manutenção e Conservação de Vias Férreas: Análise de Casos Práticos**. 2012, 129 p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Civil] – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra – PT, 2012.

SAITO, E. S.; HORITA, R. Y. **Business Intelligence como uma ferramenta de gestão**. Encontro Científico e Simpósio de Educação Unisalesiano, 5., 2015, Lins. p. 1-14. Disponível em: http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0196.pdf. Acesso em: 07 set. 2020.

SANTOS, S. D. **Transporte Ferroviário: História e Técnicas**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012. 9788522112623. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522112623/. Acesso em: 17 ago. 2020

SILVA, E. T. F. **Análise da evolução dos defeitos de bitola na via permanente da mrs para planejamento de intervenções preditivas de manutenção**. 2006. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006.

Souza, S.M.D. O. **Gestão da qualidade e produtividade**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. 9788595025561. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025561/. Acesso em: 11 ago. 2020

STANCIOLE, T. O. **Estudo da implantação de SS*BI* no planejamento e controle de manutenção em uma empresa de logística**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2019, p. 69. Disponível em: https://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2017/11/talitadeoliveirastanciole.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

STEFANINI, C. J., R. C. Cruz, e M. K. Piratelli, **BUSINESS INTELLIGENCE (BI): Um estudo exploratório sobre o uso do *BI* visando alcançar vantagem competitiva**. Conferência Internacional sobre Sistemas de Informação e Gestão de Tecnologia CONTECSI, São Paulo, Brasil, 2012, p. 4164–4181, doi: 10.5748/9CONTECSI2012/RF-594.

TOLEDO, J. C. **Qualidade - Gestão e Métodos.** Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. 978-85-216-2195-9. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/. Acesso em: 15 set. 2020.

TURBAN, E., SHARDA, R., & DELEN, D.; **Decision Support and Business Inteligence Systems.Prentice** Hall 9 edition, p.720.

VALE. **Manual Técnico da Via Permanente.** Revisão 2009, p.362.

ANEXO E – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 04 de Março de 2021.

Thierry Gonçalves Esteves	201444097
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
Thierry Gonçalves Esteves	130.285.866-14
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.