



APARELHOS WAYSIDES EM FERROVIAS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS RESULTADOS DAS OCORRÊNCIAS FERROVIÁRIAS

GADGETS WAYSIDES IN RAILROAD: A CASE STUDY ABOUT THE RESULTS OF THE OCCURRENCES RAILWAYS

Luciano José Vieira Franco, FUPAC, Brasil, lucianov_franco@hotmail.com

Jussara Fernandes Leite, FUPAC, Brasil, leite.jussara@yahoo.com.br

Fagner Pereira, FUPAC, Brasil, fagnerpereira@unipaclafaiete.edu.br

Wesley Luciano Barros, FUPAC, Brasil, wesleymestrado@yahoo.com.br

Cleide Néa Moreira Ribeiro, FUPAC, Brasil, cleidebarrionuevo@yahoo.com.br

Resumo

Os investimentos na área de transporte ferroviário têm sido intensificados para reduzir o número de acidentes. No entanto, isto acarreta em custos para as empresas que utilizam esse tipo de transporte para escoar seus produtos. Assim, as empresas fazem a aplicação de recursos financeiros para obter aparelhos tecnológicos, denominados *Waysides*, e conseguem resultados mais precisos e satisfatórios. Por outro lado, as organizações não têm o real conhecimento das vantagens e desvantagens de utilização desses aparelhos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar os aparelhos *Waysides* e as vantagens e desvantagens de sua utilização na percepção dos empregados da empresa. Esta pesquisa é um estudo de caso, que foi realizado numa mineração da Região do Médio Piracicaba em Minas Gerais, Brasil, no período de agosto a novembro de 2017. A pesquisa possui natureza documental, descritiva, explicativa e exploratória. Os dados foram obtidos por meio de documentos da empresa, entrevista e observação. A partir dos estudos foi identificado que os aparelhos proporcionaram um aumento do número de manutenção preventiva e corretiva. Em relação às vantagens e às desvantagens na utilização dos aparelhos *Waysides*, os empregados abordaram como vantagens melhoria na segurança, monitoramento dinâmico, geração de ações preventivas, entre outras. Como desvantagens, foram citadas por exemplo: as dificuldades na implantação e elevado custo.

Palavras-chave: Manutenção Preditiva; Aparelhos; *Waydise*; Ferrovia; Ocorrência.

Abstract

Investments in the area of rail transport have been stepped up to reduce the number of accidents. However, this entails costs for companies that use this type of transport to dispose of their products. Thus, companies make the application of financial resources to obtain technological devices, called *Waysides*, and achieve more accurate and satisfactory results. On the other hand, organizations are not really aware of the advantages and disadvantages of using these devices. In this context, the objective of this paper is to present the *Waysides* devices and the advantages and disadvantages of their use in the perception of the employees of the company. This research is a case study, which was carried out in a mining from the Middle Piracicaba Region of Minas Gerais, from April 2016 to November 2016. The research is documental, descriptive, explanatory and exploratory. The data were obtained through company documents, interview and observation. From the studies it was identified that the devices provided an increase in the number of preventive and corrective maintenance. Regarding the advantages and disadvantages of using the *Waysides* handsets, employees addressed improvements in security, dynamic monitoring, generation of preventive actions, among others. As disadvantages, there were cited, for example: difficulties in implantation and high cost.



Keywords: *Predictive Maintenance; Gadgets; WAYSIDES; Railroad; Occurrence.*

1. INTRODUÇÃO

Na área de logística, o foco das empresas mineradoras de minério de ferro é o transporte, pois ele é utilizado em todos os seus processos. Nesse contexto, Ballou (2003) ressalta que o custo do transporte pode absorver de um a dois terços do custo total logístico. Devido ao alto custo, as organizações de minérios de ferro buscam implementar melhorias contínuas no processo de transporte para reduzir os gastos.

As vias férreas são utilizadas pelas grandes empresas para o escoamento dos seus produtos. No entanto, essas organizações deparam com várias dificuldades na circulação normal dos trens de minério, devido à interdição das vias, que pode ocorrer por restrições operacionais ao longo da malha ferroviária ou por ocorrências ferroviárias. As falhas podem comprometer toda uma cadeia de distribuição logística, se não for devidamente tratadas e eliminadas.

Uma das melhorias que são implementadas nas vias férreas são as instalações de aparelhos denominados *Waysides* para monitorar os materiais rodantes (vagões e locomotivas) os quais transportam minério de ferro. Com isso, é realizada a identificação de ocorrência nos materiais rodantes e realizar as manutenções para evitar acidentes ferroviários, assim como a prevenção dos fatos.

Assim, para resolver os problemas de ocorrências ferroviárias, as empresas investem alto valor de recursos financeiros em aparelhos de alta tecnologia sem ter o verdadeiro conhecimento das vantagens e desvantagens que obterão em seu processo. Nesse sentido, este estudo de caso tem como objetivo apresentar os aparelhos *Waysides* e as vantagens e desvantagens de sua utilização de acordo com a percepção dos empregados da empresa.

2. OCORRÊNCIAS FERROVIÁRIAS

Várias são as causas das ocorrências ferroviárias, e de acordo com Máximo e Lorencette (2006), os acidentes ferroviários podem ser cometidos por: falha humana, via permanente, material rodante, sistemas de telecomunicação, sinalização e energia, atos de vandalismo, casos fortuitos ou de força maior. Já referente a sua natureza são: atropelamento, colisão, abalroamento, explosão, incêndio, descarrilamento (sem tombamento ou com tombamento total ou parcial), choque, encontro, esbarro.

Beraldo (2008) afirma que todos os eventos classificados como acidentes ferroviários devem ser informados mensalmente à ANTT por meio do Sistema de Acompanhamento do Desempenho (SIAD) das Concessionárias de Serviços Públicos de Transportes Ferroviários, a fim de apurar o cumprimento da meta contratual de redução do indicador de segurança. Esse órgão do governo é responsável por supervisionar e fiscalizar às atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes.

As ocorrências ferroviárias, que são os acidentes, para Fonseca *et al.* (2014), provocam danos ao material rodante (locomotivas e vagões), pessoas, outros veículos, instalações, obras de arte, via permanente, meio ambiente, entre outros. Desta forma, é fato que as ocorrências ferroviárias geram transtornos e aumento dos custos para as empresas que utilizam o



transporte ferroviário. Logo, o foco da logística das empresas que utilizam o transporte ferroviário passa ser a melhorias nas manutenções para reduzir o número de acidentes.

3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

As manutenções podem ser corretivas, preventivas, preditivas e outras. Sobre essa abordagem, vale ressaltar que a empresas da área de transporte ferroviário investem em aparelhos de alta tecnologia para realizar a manutenção preditiva.

Lafraia (2008) descreve a manutenção preditiva como a execução antes da sua falha. Suas condições são indicadas por meio de um monitoramento contínuo e demonstram que a sua falha é iminente.

Na visão de Kardec e Nascif (2009), a manutenção preditiva pode ser definida como a atuação realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. Esses autores acrescentam que por meio das técnicas preditivas, é feito um monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, que é realizada através de uma manutenção chamada corretiva.

Conforme Santos (2010), a manutenção preditiva é a mais correta e completa das manutenções após a manutenção preventiva, sendo possível determinar ciclos de manutenção, em que seja reparada, mediante históricos que são criados e analisados referentes ao equipamento, possibilitando prever quando ocorrerão determinadas falhas.

4. METODOLOGIA

A pesquisa é um estudo de caso de natureza documental, descritiva, explicativa e exploratória. Tem como objetivo apresentar os aparelhos *Waysides* e as vantagens e desvantagens de sua utilização na percepção dos empregados da empresa

A pesquisa é exploratória, pois é necessário adentrar em assuntos internos de uma empresa, como também coletar dados de seu banco de dados e retratar o conhecimento e experiências de empregados sobre o tema abordado.

A obra é descritiva de caráter explicativo, pois descreve os aparelhos denominados *Waysides*, que auxiliam na manutenção preditiva dos vagões.

O estudo de caso foi realizado numa mineração da Região do Médio Piracicaba em Minas Gerais, Brasil, no período de agosto a novembro de 2017.

Uma entrevista foi realizada com 3 empregados da área da manutenção de vagões para identificar as vantagens e desvantagens na percepção desses empregados que trabalham no setor da ferrovia e utilizam os aparelhos *Waysides* para realizar suas atividades. O critério de escolha dos três empregados deu-se pelo método de acessibilidade.

Os dados foram obtidos de documentos, entrevistas e observações de um dos autores da pesquisa realizada nos locais onde os *Waysides* foram instalados. Assim, as informações das observações e entrevistas possuem natureza qualitativa e foram utilizados para realizar a descrição e explicação dos aparelhos e identificar, na percepção dos empregados, quais as vantagens e desvantagens da utilização dos aparelhos. Vale ressaltar que fotos foram



registradas para melhor compreensão dos *Waysides*. Dados de número de ocorrências ferroviárias foram retirados de documentos, embasando natureza quantitativa.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa a fim de responder o objetivo proposto no estudo de caso.

5.1 Descrição dos aparelhos denominados *Waysides*

O setor de manutenção ferroviária da empresa de transporte que fora estudada neste artigo, presta serviços em sua oficina em aproximadamente 3.000 vagões mensais. Ressalta-se que a empresa conta com uma frota de 20.000 unidades de materiais rodando em sua ferrovia. Esse elevado número de material rodante requer uma atenção especial da área de manutenção. Assim, a empresa investiu na compra de aparelhos de monitoramento de material rodante de via férrea para auxiliar na detecção problemas, chamados de *Waysides*.

Visando a antecipação de prováveis problemas que possam surgir em um vagão ao longo de uma viagem, foi montada uma estrutura para analisar os possíveis problemas dos vagões. Com auxílio de um conjunto de aparelhos de monitoramento – sistema *Waysides* – é possível identificar os defeitos, rastrear e acompanhar os vagões ao longo de todo trajeto.

O sistema *Waysides* reúne alguns aparelhos de monitoramento, tais como o *Hot Wheel* (detector de roda quente), *Hot Box* (detector de rolamento quente), Perfilômetro (medidor de friso e bandagem das rodas), detector acústico (identifica ruídos não padronizados dos rolamentos), detector de impacto (identifica ruídos não padronizados das rodas), TPD (detecta movimentos não esperados dos truques) e *Video Image* (mede e avalia os desgastes excessivos, a falta e a quebra nas sapatas de freios e também outros danos do sistema de freio).

O grande desafio do processo é sistematizar cada informação proveniente dos *Waysides*, com relação aos 20.000 vagões da frota. O projeto consiste em unir todas as informações, gerar um único relatório, em que são evidenciados os vagões e seus defeitos, que possa assim ser acessado pelas equipes de inspeção pós-descarga do minério de ferro. Auxilia também na programação de manutenção com abertura automática de ordem de manutenção (OM) no sistema de gerenciamento de manutenção de vagões.

Dessa forma, o gerenciamento sobre os principais desvios de desempenho de todos os componentes dos vagões gera maior confiabilidade e precisão, o que permite a antecipação das ações sobre os defeitos encontrados no vagão, quando o mesmo ainda se encontrar em trem, melhorando assim o planejamento da manutenção.

5.1.1 Aparelhos *Waysides*

Por meio do acompanhamento da performance dos componentes críticos de cada vagão que circula pela ferrovia, é possível gerenciar os desvios causados pelo mau funcionamento e os desgastes excessivos do sistema de frenagem e do material rodante de cada composição. Ao longo da ferrovia, foram instalados equipamentos que permitem avaliar o desempenho dos principais itens de cada composição, responsáveis pelas paradas indesejáveis dos trens. Esses



equipamentos são o *Hot Wheel* ou detector de roda quente, *Hot Box* ou detector de rolamento quente, detector acústico, detector de impacto, perfilômetro, TPD ou *Truck Performance Dynamic* e o Video Image.

5.1.1.1 *Hot Wheel* ou detector de roda quente

O *Hot Wheel*, proveniente do inglês, significa roda quente, tem a função de detectar temperaturas elevadas nas rodas dos vagões durante a sua circulação na ferrovia em pontos estratégicos, e é apresentado de acordo com a Figura 1.



Figura 1 – Hot Wheel ou detector de roda quente. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

A Figura 1 mostra o *Hot Wheel*, ele fica localizado ao lado do trilho por onde a composição de vagões passa, onde detecta o problema com eficiência. Pode-se dizer que este aparelho é um dos mais importantes na detecção de falhas nos vagões.

5.1.1.2 *Hot Box* ou detector de rolamento quente

O *Hot Box*, que significa rolamento quente, tem a função de detectar temperaturas elevadas nos rolamentos das rodas dos vagões durante a sua circulação na ferrovia em pontos estratégicos, e é mostrado na Figura 2.



Figura 2 – Hot Box ou detector de roda quente. Fonte: Dados da pesquisa (2017)



Observa-se na Figura 2, que o *Hot Box* também fica localizado ao lado do trilho de circulação dos vagões, sendo responsável por grande parte das detecções de falhas, assim como o *Hot Wheel*.

5.1.1.3 Detector acústico

O detector acústico mede os níveis de ruídos não padronizados dos rolamentos dos vagões durante a sua circulação na ferrovia em pontos estratégicos. A Figura 3 apresenta esse aparelho.

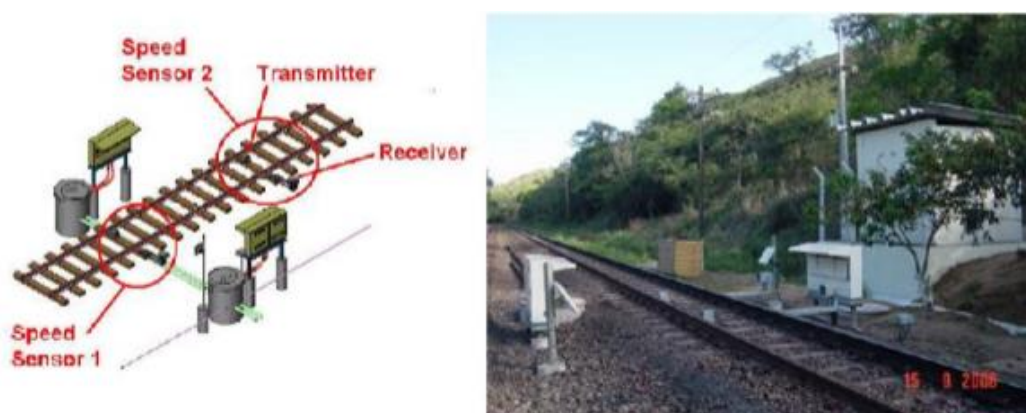


Figura 3 – Detector acústico. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com a Figura 3, é notável que o detector acústico é um conjunto composto de vários equipamentos, sendo eles sensores de velocidade (*Speed Sensor*), transmissores (*Transmitter*) e receptores (*Receiver*).

5.1.1.4 Detector de impacto

O detector de impacto tem a função de medir níveis de ruídos não conformes das rodas dos vagões durante a sua circulação na ferrovia. Verifica-se o equipamento na Figura 4.



Figura 4 – Detector de impacto. Fonte: Dados da pesquisa (2017)



Conforme a Figura 4, nota-se que os equipamentos ficam dispostos entre os trilhos por onde os vagões circulam. Assim, são instalados de forma com que as rodas os toquem e gerem um impacto, que é detectado e analisado.

5.1.1.5 Perfilômetro

O perfilômetro tem por função medir os perfis dos frisos e bandagens das rodas ferroviárias durante a sua circulação. Esse equipamento é apresentado na Figura 5.



Figura 5 – Perfilômetro. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

O perfilômetro, como mostra a Figura 5, é composto por 4 *Lasers* que são dispostos em pares, nas partes inferiores e exteriores dos trilhos, com finalidade de medir os perfis e bandagens da parte interna e externa da roda do vagão. Um ponto negativo do sistema é a necessidade de uma constante limpeza das lentes dos *Lasers*, que é realizada semanalmente.

5.1.1.6 TPD ou *Truck Performance Dynamic*

O TPD, que significa performance dinâmica do truque, tem a função de medir e avaliar os desvios dos movimentos não esperados dos truques em cada trem durante a sua circulação. A Figura 6 apresenta esse equipamento.



Figura 6 – TPD ou *Truck Performance Dynamic*. Fonte: Dados da pesquisa (2017)



Na Figura 6, nota-se a disposição dos componentes do TPD nas partes interna e externa do trilho, que detectam qualquer movimento anormal que o truque apresente na sua circulação.

5.1.1.7 Video Image

Video Image significa vídeo e imagem, tem como função medir e avaliar os desgastes excessivos, a falta e a quebra nas sapatas de freios. Esse equipamento também informa outros danos do sistema de freio que contribuem para falhas durante a circulação dos vagões na ferrovia em pontos estratégicos, vide Figura 7.



Figura 7 – Video Image. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com a Figura 7, o *Video Image* fica disposto na parte externa de cada lado do trilho para capturar as imagens dos componentes do sistema de freio pelo lado externo.

5.1.2 Relatórios do Wayside

Os aparelhos *Waysides* elaboram relatórios que são gerenciados pelo *Help Desk* de Vagões, que é composto por empregados responsáveis pelo tratamento das informações relativas às falhas concretizadas ou previstas pelo sistema de controle e vigilância da ferrovia. Após a identificação das situações críticas e dignas de análise apurada, o *Help Desk* de Vagões solicita junto à operação ferroviária e também à equipe de inspeção pós descarga, que separem os vagões e os enviem para o setor de manutenção. E quando é identificado algum vagão em situação crítica é solicitada a sua inspeção em imediato ou em locais estratégicos da ferrovia para não comprometer a circulação de trens no local.

5.1.3 Procedimentos operacionais

Com a implantação dos aparelhos *Waysides*, a empresa passou a definir novos fluxogramas operacionais para acompanhar e monitorar os estados dos materiais rodantes da via férrea a serem seguidos pelos empregados, que são:

- Os *Waysides* emitem os relatórios;



- A equipe do *Help Desk* Vagões prioriza os vagões que estão em situação mais crítica;
- O Gerenciador de vagões, automaticamente, emite sinal de alerta para a equipe de Operação Ferroviária por meio da inserção de descrição do defeito associado ao número do vagão para que este seja imediatamente manobrado e destinado para oficina de manutenção de vagões.

5.2 Apresentação dos resultados da entrevista

A seguir são apresentados os dados dos resultados das entrevistas realizadas com três empregados da empresa, que trabalham com os aparelhos *Waysides*. Esses três colaboradores pertencem a localidades diferentes de trabalho, o que pode aumentar a possibilidade de opiniões diferentes.

A primeira pergunta buscou identificar as vantagens da utilização dos aparelhos *Waysides*. As respostas dadas a questão número 1 podem ser verificadas a seguir.

Os aparelhos *Waysides* são imprescindíveis para a segurança ferroviária. São capazes de monitorar os comportamentos dinâmicos dos equipamentos ferroviários, sejam vagões, equipamentos de via permanente, ou locomotivas. A inspeção somente em equipamentos ferroviários estacionados não alimenta base de dados com parâmetros para tomada de decisões sobre a dinâmica do contato roda trilho. (Empregado A)

Aumentou a média do quilômetro médio entre falhas (MKBF) da ferrovia, devido a suas possibilidades de monitoramento entre os componentes vitais do vagão ao longo da ferrovia. (Empregado B).

Oferece maior segurança no tráfego da ferrovia ao realizar leituras de roda e rolamento quente, o que proporciona monitoramento e ações preventivas. (Empregado C)

Com a segunda questão, a pesquisa buscou identificar na visão dos empregados quais as desvantagens na utilização dos aparelhos *Waysides*. As informações dadas à pergunta número dois podem ser verificadas a seguir.

Analisando sob a ótica da manutenção, não se visualiza desvantagem na utilização dos aparelhos *Waysides*, mesmo porque os números falam por si, quando se analisa quantitativo de ocorrências ferroviárias ao longo dos anos. Entretanto, inicialmente na implantação dos *Waysides*, sob a ótica da operação de trens, pode-se assim dizer que os aparelhos causaram “quebra-molas” na circulação, isto é, o maquinista reduzia a velocidade do trem ao passar pelos aparelhos. Porém hoje todos que trabalham na ferrovia enxergam que os aparelhos são muito importantes para o processo. Vale informar também que os *Waysides* hoje é um dos pilares dos valores da Comissão Permanente de



Investigação e Análise de Ocorrências Ferroviárias (CPIA). (Empregado A)

Custo alto e a necessidade de manutenção recorrente dos aparelhos. (Empregado B)

Falhas e erros de leituras devidas sujeiras e intempéries, o que faz com que a retenção do ativo seja de forma desnecessária. (Empregado C)

Na terceira questão, a pesquisa buscou identificar na visão dos empregados se antes da instalação dos aparelhos *Waysides* os números de ocorrências ferroviárias eram maiores ou menores. Os resultados desse estudo podem ser verificados a seguir.

Sim, o número de ocorrência era maior. Mesmo após a implantação dos *Waysides*, as ocorrências não diminuíram muito, pois, os aparelhos eram usados como manutenções corretivas. Após a implantação da equipe de *Help Desk* é que os aparelhos começaram a ser usados preventivamente e então, as falhas começaram a ser monitoradas e tratadas. (Empregado A)

O número de ocorrência ferroviária era maior antes. Isso é comprovado por meio do aumento do indicador quilômetro médio entre falhas (MKBF) da empresa. (Empregado B)

O número de ocorrência ferroviário era muito maior. Antes não havia leituras e controle sobre temperaturas de roda, rolamento e entre outros. (Empregado C)

As melhorias após a instalação dos aparelhos *Waysides* foram questionadas na pergunta número quatro. As respostas dadas pelos empregados podem ser verificadas a seguir.

Fez com que a confiabilidade de vagões, medida por meio de quilômetro médio entre falhas (MKBF) alcançasse valores expressivos para a qualidade da manutenção. (Empregado A)

Maior assertividade nas aquisições e manutenções de itens de consumo, como: rodas e rolamentos. (Empregado B)

Houve muitas melhorias, após a instalação houve melhor fluxo ferroviário, evitou ocorrências ferroviárias, isto é, fechamento da via férrea. (Empregado C)

De acordo com os resultados da pesquisa realizadas com os empregados, no Quadro 1, são apresentadas as vantagens e desvantagens da utilização dos aparelhos *Waysides*.



VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria na segurança da ferrovia; • Capacidade de monitoramento dinâmico; • Capacidade de inspeção dos vagões em circulação; • Aumento do MKBF; • Geração de ações preventivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades (“quebra-molas”) no início de sua utilização; • Elevado custo; • Necessidade de manutenção recorrente; • Erros de leitura devido intempéries.

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens da implantação dos aparelhos *Waysides*. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Conforme pode ser observado no Quadro 1, pode-se afirmar que segundo os empregados há mais vantagens do que desvantagens diante da implantação dos aparelhos, sendo eles importantes para o processo de circulação dos trens na via.

5.3 Pesquisa de ocorrências

Neste tópico, é apresentada a pesquisa documental, onde foram retiradas informações de ocorrências antes e depois da instalação completa dos aparelhos *Waysides*, assim como o antes e o depois da criação da equipe de monitoramento *Help Desk Vagões*.

Foram obtidos valores quantitativos para ocorrências ferroviárias dos 5 últimos anos de 2008 a 2012, conforme mostrado na Tabela 1.

ANO	NATUREZA DA OCORRÊNCIA	TOTAL
2008 a 2012	Abalroamento	11
	Atropelamento pessoas	14
	Choque	1
	Descarrilamento	25
	Esbarro	2
	Tombamento	4
	Total	57

Tabela 1 – Antes da implantação dos aparelhos *Waysides*. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

De acordo com a Tabela 1, é possível notar que o número de ocorrências entre o ano de 2008 e o ano de 2012 é baixo, pois antes não existiam equipes treinadas e capacitadas para detectar e registrar todas as ocorrências.

Também foram obtidos valores quantitativos para ocorrências ferroviárias, por média dos 3 últimos anos 2013 a 2016. Os dados foram obtidos dos relatórios internos da empresa, conforme mostrado na Tabela 2.



ANO	NATUREZA DA OCORRÊNCIA	TOTAL
2013 à 2016	Acidente ferroviário	29
	Alarme de roda aquecida (<i>Hot-Wheel</i>)	242
	Alarme de rolamento aquecido (<i>Hot-box</i>)	108
	Detector de Descarrilamento de Vagão (DDV) quebrado	159
	Freio manual apertado	9
	Fumaça na composição	89
	Mangote avariado	74
	Pré- alarme roda aquecida	1789
	Pré- alarme rolamento aquecido	529
	Quebra trem	63
	Vagão balançando	30
	Vazamento de carga	87
	Outros	1252
Total	4460	

Tabela 2 - Depois da implantação dos aparelhos *Waysides*. Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Já na Tabela 2, é notável a diferença dos números totais de registros de ocorrências anuais, onde já existia a equipe de *Help Desk* de Vagões, que por meio da utilização dos aparelhos *Waysides* a equipe consegue detectar as falhas nos vagões, e assim corrigir os defeitos nos vagões e locomotivas.

CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo apresentar os aparelhos *Waysides* e as vantagens e desvantagens de sua utilização na percepção dos empregados da empresa.

Assim, conforme apresentado no desenvolvimento do trabalho, o sistema *Waysides* reúne alguns aparelhos de monitoramento, tais como o *Hot Wheel* (detector de roda quente), *Hot Box* (detector de rolamento quente), Perfilômetro (medidor de friso e bandagem das rodas), detector acústico (identifica ruídos não padronizados dos rolamentos), detector de impacto (identifica ruídos não padronizados das rodas), TPD (detecta movimentos não esperados dos truques) e *Video Image* (mede e avalia os desgastes excessivos, a falta e a quebra nas sapatas de freios e também outros danos do sistema de freio).

Pode-se perceber uma discrepância quantitativa de registros de ocorrências na relação entre os períodos estudados devido à especificidade dos aparelhos e o não registro anterior desses mesmos tipos de problemas pela equipe responsável, motivado por ser inviável uma mensuração prévia em tempo-real nos rodantes. Outros tipos de natureza de acidentes podem ser verificados preditivamente com os *Waysides*, o que não é possível com o método comum na manutenção.



De acordo com o estudo no período de 2008 a 2012, que tratam das ocorrências ou incidentes ocorridos na ferrovia, foi identificado um número 57, o que se dá ao fato de não se ter um controle específico por parte de uma equipe especializada e treinada. Problemas como o abalroamento, atropelamento de pessoas, choque, descarrilamento, esbarro, tombamento, encontro, incêndio, semi tombamento ou adernamento, e colisão foram registrados por meio do Controle de Comando de Operação da ferrovia.

Após a instalação dos *Waysides*, período de 2013 a 2016, foi implantada a equipe de *Help Desk* de Vagões, os dados foram de eventos relacionados à manutenção preditiva, detectando-se os problemas antes da geração da quebra ou falha. Vale ressaltar que os acidentes ferroviários atingiram o número de 29 em quatro anos.

Em outra abordagem, pode-se afirmar que os aparelhos *Waysides* proporcionaram um aumento do número de manutenção preventiva e corretiva, que caso não fossem identificadas as ocorrências o número de acidentes no período de 2013 e 2016 poderia ter sido maior.

Com relação às vantagens e às desvantagens na utilização dos *Waysides*, os empregados abordaram como vantagens melhoria na segurança da ferrovia, capacidade de monitoramento dinâmico, capacidade de inspeção dos vagões em circulação, aumento do MKBF e geração de ações preventivas. Como desvantagens foram citadas dificuldades (“quebra-molas”) no início de sua utilização, elevado custo, necessidade de manutenção recorrente e erros de leitura devido intempéries.

REFERÊNCIAS

- BALLOU, R. H. *Logística empresarial: transporte administração de materiais distribuição física*. São Paulo: Atlas, 2003.
- BERALDO, Rodrigo B. *Uma abordagem quantitativa para a definição da criticidade de ocorrências ferroviárias na Vale*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON049.pdf>>. Acesso em: 20/08/2017
- FONSECA, Alessandro et al. *SUGOF – Superintendência de Operação Ferroviária (VALEC)*. 2014. Disponível em: <http://www.valec.gov.br/download/comunicados/Comunicado_de_Oferta_Publica_n%C2%BA_02-Anexo_III-ROF.pdf>. Acesso em: 14/09/2017
- KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. *Manutenção: Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2009.
- LAFRAIA, João R. B. *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2008.
- MÁXIMO, Danielle G.; LORENCETTE, Rogéria M. *Análise de acidentes ferroviários no trecho Cariacica (ES) – Conselheiro Pena (MG) da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM)*. Vitória, 2016. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/13487150-Analise-de-acidentes-ferroviarios-no-trecho-cariacica-es-conselheiro-pena-mg-da-estrada-de-ferro-vitoria-a-minas-efvm.html>>. Acesso em: 08/10/2017
- SANTOS, Valdir A. *Manual Prático da Manutenção Industrial*. 3ª ed. São Paulo, Editora Ícone, 2010.