

FACULDADE LABORO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO

**ALEXSANDRO FERREIRA LIMA**

**COLETA DE VIBRAÇÃO NO SISTEMA DO CARRO EMPURRADOR DE VAGÕES  
NO TERMINAL MARITIMO DE PONTA DA MADEIRA:  
uma análise da forma mais segura para realizar a atividade sem comprometer a  
NR-12**

São Luís

2019

**ALEXSANDRO FERREIRA LIMA**

**COLETA DE VIBRAÇÃO NO SISTEMA DO CARRO EMPURRADOR DE VAGÕES  
NO TERMINAL MARITIMO DE PONTA DA MADEIRA:**

uma análise da forma mais segura para realizar a atividade sem comprometer a  
NR-12

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade Laboro, como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. **Orientador:** Profa. Ma. Melcka Yulle Conceição Ramos

São Luís

2019

Lima, Alessandro Ferreira

Coleta de vibração no sistema do carro empurrador de vagões no terminal marítimo de ponta da madeira: uma análise da forma mais segura para realizar a atividade sem comprometer a NR-12 / Alessandro Ferreira Lima -. São Luís, 2019.

Impresso por computador (fotocópia)

16 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) Faculdade LABORO. -. 2018.

Orientadora: Profa. Ma. Melcka Yulle Conceição Ramos

1. Coleta de Vibração. 2. Empurrador de vagões. 3. Integridade física dos colaboradores. I. Título.

CDU: 331.45

**ALEXSANDRO FERREIRA LIMA**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade Laboro, como requisito para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Ma. Melcka Ramos Yulle Conceição Ramos**

---

**1º Examinador(a)**

---

**2º Examinador(a)**

## RESUMO

Este trabalho aborda sobre as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir uma coleta de vibração no sistema de acionamento do carro empurrador da área de viradores de vagões no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, de forma segura sem interferir na saúde e integridade física dos colaboradores da equipe de manutenção preditiva atendendo as orientações da NR-12. Buscou-se responder qual a forma mais segura de coletar vibração no sistema do carro empurrador do virador de vagões? A pesquisa teve como objetivo garantir a forma mais eficaz e principalmente segura para garantir a rotina de manutenção preditiva no TPM. Esta rotina deverá ter como produto o diagnóstico prévio de futuras quebras dos componentes dos viradores de vagões, de forma que seja possível um planejamento prévio para aquisição de recursos e materiais sobressalentes. Os objetivos específicos desse trabalho visam garantir uma exposição menor do técnico responsável pela coleta, maior disponibilidade dos equipamentos, aumentar a produtividade da equipe e uma maior produção. Detalhando ainda mais o trabalho podemos elencar os seguintes pontos: inspecionar componentes do carro empurrador sem realizar o bloqueio do equipamento, verificar a possibilidade de uso de bastão para coleta de vibração e aumentar a previsibilidade de troca de componentes mecânicos. Foi necessário levantar algumas possibilidades para realização da inspeção preditiva no carro empurrador de forma segura. A análise de vibração nos componentes da área de viradores de vagões e carro empurrador é extremamente necessária para previsão de troca dos componentes, evitando assim a quebra prematura desse ativo, pois em situações emergenciais pode ocasionar grandes perdas de produção no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira.

**Palavras-chave:** Coleta de Vibração; Empurrador de vagões; Integridade física dos colaboradores.

## ABSTRACT

The objective of this work is to define technical references, fundamental principles and protective measures to ensure a vibration collection in the drive system of the pushing car of the area of the wagons in the Maritime Terminal of Ponta da Madeira, safely without interfering in health and physical integrity of the staff of the predictive maintenance team, according to NR-12 guidelines. The drive system of the car wagon pusher is composed of electric motor of 800cv, planetary reducer of the SEW winch and drum winder of cables. In order to collect vibration in this system it is necessary that it is in operation and with load, that is, with wagons of iron ore. In the face of this situation we have two choices: we collect the vibration without the measures of protections recommended in the NR-12 or we attend the NR-12 and we do not collect the vibration. Faced with this fact, it is necessary to raise some possibilities to perform the predictive inspection on the push car safely. It is important to mention that the vibration analysis in the component parts of the car washers and push carriages is extremely necessary to predict the exchange of components, thus avoiding the premature breaking of this asset. The fall in emergency situations can cause great losses of production in the Maritime Terminal of Ponta da Madeira.

**Keywords:** Vibration Collection; Wagon pusher; Physical integrity of employees.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 O TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA .....</b>	<b>9</b>
2.1 CONHECENDO O TERMINAL .....	9
2.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA E ANÁLISE DE VIBRAÇÃO .....	10
2.3 NORMA REGULAMENTADORA NR- 12 .....	11
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
3.1 AVALIAÇÃO EM CAMPO DA MELHOR FORMA PARA COLETA DE VIBRAÇÃO.....	13
3.2 PARTICIPANTES.....	13
3.3 LOCAL .....	13
3.4 INSTRUMENTOS USADOS NA COLETA .....	14
3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	14
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segurança no trabalho é definida como a forma de prevenirmos acidentes ou eventos de segurança, garantindo assim a integridade física dos colaboradores, bem como a continuidade e sustentabilidade do negócio. Segurança é prioridade para Vale e base de tudo, é mais importante que a produção (VALE S/A 2019).

Na rotina de manutenção do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira é necessário para sustentabilidade dos indicadores de manutenção e atingimento da produção, o cumprimento de toda a rotina de programação. Porém, diante dos valores da empresa Vale e o respeito a vida dos funcionários, não é possível coletar vibração nos componentes que ofereçam riscos a integridade física das pessoas. Diante desse fato, surge a seguinte questão: Qual a forma mais segura de coletar vibração no sistema do carro empurrador do virador de vagões?

Para responder tal questão, objetivou-se garantir a forma mais eficaz e principalmente segura para garantir a rotina de manutenção preditiva no TMPM. Esta rotina deverá ter como produto o diagnóstico prévio de futuras quebras dos componentes dos viradores de vagões, de forma que seja possível um planejamento prévio para aquisição de recursos e materiais sobressalentes.

Os objetivos específicos desse trabalho visam garantir uma exposição menor do técnico responsável pela coleta, maior disponibilidade dos equipamentos, aumentar a produtividade da equipe e uma maior produção. Detalhando ainda mais o trabalho podemos elencar os seguintes pontos: inspecionar componentes do carro empurrador sem realizar o bloqueio do equipamento, verificar a possibilidade de uso de bastão para coleta de vibração e aumentar a previsibilidade de troca de componentes mecânicos.

Ao observarmos a rotina de inspeção preditiva no porto da Vale, notamos quão expostos a riscos estão os técnicos dessa área. A realização da atividade só é possível se o equipamento tiver energizado e funcionando, situação essa que oferece grandes riscos a integridade física do funcionário que adentra a área do carro empurrador para coletar vibração. Dessa forma é mais do que necessário a análise de ferramentas e métodos seguros para realização de tal atividade. A análise



tem por foco atuar na otimização da atividade, conferindo segurança ao inspetor da preditiva.

Este trabalho foi desenvolvido em uma grande mineradora, abordando o tema de saúde e segurança nas atividades de manutenção preditiva. A metodologia aplicada a esse estudo será a de pesquisa e levantamento de dados face as inspeções que já acontecem.

- a – Pesquisa documental através de recomendações pautadas na NR-12;
- b – Entrevistas e análises técnicas com colaboradores da Preditiva Vale, através de formulários, questionários e melhores práticas;
- c – Elaboração de procedimentos para executar a atividade;

## 2 O TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA

### 2.1 CONHECENDO O TERMINAL

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira é um porto privado pertencente à Companhia Vale, adjacente ao porto de Itaqui, e próximo à cidade de São Luís e defronte à Baía de São Marcos, no Maranhão, norte do Brasil. Destina-se à exportação de minério de ferro produzido na Serra dos Carajás e projeto S11D, no Pará. O local foi escolhido no lugar do porto de Belém, mais próximo, devido à profundidade natural da baía de São Marcos, de mais de 26m durante a maré baixa, que permitiria minimizar os custos com dragagem para a atracação de navios graneleiros de grande porte, a exemplo podemos citar os modernos navios Valemax. O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira está inserido no sistema chamado Corredor Norte da Vale, constituído de Minas, Ferrovias e Porto.

O TMPM possui três grandes áreas responsáveis por receber, estocar e embarcar o minério de Ferro. A primeira grande área é o descarregamento de minério de ferro, onde é realizada a operação de virada dos vagões com minério. A partir daí o minério é transportado para uma segunda área chamada de Pátio de Estocagem. Ali o minério será estocado de acordo com seu tipo e percentual de Ferro. A terceira e última etapa é o embarque de minério de ferro nos grandes graneleiros com destino aos mercados europeus e principalmente asiáticos. Nesse momento a área responsável pelo embarque de minério de ferro está à frente nas operações dos carregadores de navios.



Figura 01: Píer 4 Sul da Vale

## 2.2 MANUTENÇÃO PREDITIVA E ANÁLISE DE VIBRAÇÃO

Muitos classificam a manutenção preditiva como uma manutenção corretiva planejada. TAVARES define a manutenção preditiva da seguinte forma: “entende-se por controle preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis. A determinação desse ponto traz como resultado índices ideais de prevenção de falhas, tanto sob o aspecto técnico como pelo aspecto econômico, uma vez que a intervenção no equipamento não é feita durante o período que ainda está em condições de prestar o serviço, nem no período em que suas características operativas estão comprometidas” (TAVARES; 1996).

Todos os equipamentos que contêm partes móveis vibram em uma frequência determinada. Essas frequências são reguladas pelo tipo de fonte da vibração e variam através de uma faixa extensa ou espectros. Exemplos práticos dessas frequências são os contatos das esferas dos rolamentos e as frequências dos dentes de engrenamentos dos redutores. Se qualquer um desses elementos começar a falhar, as suas características mudam e a análise de vibração deve detectar essas alterações. Baseado nesse fato, a equipe de manutenção preditiva do Porto de Ponta da Madeira consegue emitir laudos preditivos para troca dos componentes.

A equipe de manutenção preditiva mecânica é composta por dez pessoas divididas pelas três áreas do TMPM. A divisão é de quatro pessoas na área do Virador de Vagões, três pessoas no Pátio de Estocagem e três pessoas no Embarque de Minério. É importante ressaltar que para fazer a rotina de inspeção é necessário que os equipamentos estejam todos em operação e com suas proteções de máquinas devidamente instaladas. Na área dos viradores de vagões, existe um equipamento chamado carro empurrador, que possui a função de posicionar os vagões carregados de minério de ferro no giro do virador. Este equipamento é constituído por um acionamento com motor, redutor de velocidade e um tambor bi apoiado para enrolar o cabo de aço. A função do técnico de preditiva é acessar a área e coletar a

vibração dos componentes, porém o acesso só é permitido com o bloqueio do equipamento, inviabilizando a inspeção.



Figura 02: Inspetor da preditiva coletando vibração com bastão de coleta, sem retirar proteção de máquina.

### **2.3 NORMA REGULAMENTADORA NR- 12**

A NR 12 determina referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, além de estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nos demais NRs. Essa norma regulamentadora abrange todos os processos no que diz respeito a máquinas e seus equipamentos, do início ao fim, tanto novos quanto usados. Segundo a norma, o empregador tem como função adotar medidas de proteção para todos os funcionários.

Todas as medidas de proteção seguem uma ordem de prioridade que é a adoção de equipamentos de proteção coletiva, em primeiro lugar é implantada a proteção no local de trabalho para que não sobrecarregue o fator humano, caso não

seja suficiente deve-se adotar medidas administrativas intervendo em mudanças de layout, mudança de função, intercalar, entre outras e por fim e em última instância a implantação do uso de equipamentos de proteção individual. Quando se tem um ambiente em que há instalado diversas máquinas e equipamentos, é necessário possuir um arranjo físico e instalações apropriadas para suportar toda a aparelhagem e garantir um local salubre.

Além disso, deve atender as normas técnicas oficiais e ter sua circulação suficiente, sinalizada e adequada às máquinas sem obstrução de passagem. Os equipamentos e as máquinas devem ter sistemas de segurança que contenham proteções fixas, móveis e dispositivos de segurança que contenham proteções fixas, móveis e dispositivos de segurança interligados, garantindo assim, proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Nesse artigo, iremos voltar nossas atenções para o item 12.41 da NR-12 que considera proteção de máquina o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser proteção fixa, mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam a remoção ou abertura com uso de ferramentas ou proteções móveis intertravadas na lógica de operação.

Baseado no item 12.41, a coleta de vibração é inviabilizada, pois é necessário a proteção fixa e ao mesmo tempo o acesso para análise da vibração.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 AVALIAÇÃO EM CAMPO DA MELHOR FORMA PARA COLETA DE VIBRAÇÃO

A avaliação em campo, nos mostra que para atendimento a norma NR-12 não é possível coletar vibração no acionamento do carro empurrador. Para este atendimento é necessária uma avaliação da forma segura para realização dessa atividade sem a remoção das proteções físicas e lógicas.

#### 3.2 PARTICIPANTES

Participaram dessa pesquisa técnicos de manutenção em Preditiva, Sensitivas e da operação portuária. Houve a participação e validação da equipe do SESMT da Vale.

#### 3.3 LOCAL

A pesquisa foi realizada em campo no equipamento virador de vagões número 08 do TPM, em São Luis estado do Maranhão. O sistema foi o carro empurrador de vagões. Este equipamento possui a função de empurrar pares de vagões para o giro do virador.



Figura 03: Sistema do carro empurrador da área de viradores de vagões

### **3.4 INSTRUMENTOS USADOS NA COLETA**

Os instrumentos usados para coleta de dados foram a observação do funcionamento do sistema, realização de testes de equipamentos de apoio, questionários aos mantenedores instigando a proporem novas formas de atuação das equipes e entrevistas com colaboradores da operação.

### **3.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

O resultado da pesquisa gerado a partir da observação, nos mostra que o sistema tem que operar com proteções fixas de forma a seguir as orientações da norma NR-12, não sendo possível a retirada de tais dispositivos. Foram realizados testes sem os equipamentos de proteção e percebemos claramente o grande risco a pessoas, com projeção de peças e equipamentos. Com relação aos questionários e entrevistas, podemos chegar a conclusão, baseado na experiências dos inspetores, que a melhor forma de garantirmos o cumprimento da NR-12 e realizara a inspeção preditiva é a implantação de um dispositivo, um bastão telescópico, para fazer a atividade de forma segura com a confiabilidade necessária para geração de laudos.

## 4 CONCLUSÃO

Após a pesquisa entre as várias equipes que atuam no sistema do carro empurrador e a análise realizada em campo com a equipe da engenharia, constatou-se que a atividade poderia ser realizada com segurança, desde que obedecidos as recomendações de acesso ao carro empurrador e utilizado o prolongador ou bastão de forma que o inspetor fique fora da área de translação e acionamento do carro empurrador do virador de vagões.

Dessa forma o modelo proposto segue a seguinte sequência:

- Elaboração da documentação de segurança com a identificação dos riscos e as medidas de segurança para atividade da manutenção preditiva.
- Acesso a área do acionamento do carro empurrador sem retirar as proteções e sem parar o equipamento, dessa forma garante-se o cumprimento da NR-12.
- Realização de coleta de vibração com bastão telescópico, alcançando os pontos pré-determinados para coleta de vibração, cumprindo assim a rotina de manutenção e aumentando a confiabilidade do equipamento.



## REFERÊNCIAS

MOUBRAY, John. **Manutenção Centrada em Confiabilidade**. John Moubray; traduzido por Kleber Siqueira; composto por Robert Lockhart. Edição Brasileira. Aladon Ltda, 2000.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **Manutenção Preditiva – Fator de sucesso na gestão empresarial**. Quality Mark

JUNIOR, Adalberto M. Szabó. **Manual de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho**. Edição 10.