

MANUTENÇÃO EM RODEIROS DE VAGÕES FERROVIÁRIOS: Um estudo de casos nos rolamentos de rodeiros ferroviários.

Vasconcelos, Lucas Matias Rodrigues (FUPAC) lucas.matiasrodrigues@hotmail.com

Arruda, José Dimas (FUPAC) jdimasarrudaem@yahoo.com.br

Franco, Luciano José Vieira (FUPAC) lucianov_franco@hotmail.com

Leite, Jussara Fernandes (FUPAC) jussara.leite@unipaclafaiete.edu.br

1 Introdução

Para que as empresas sobrevivam em meio ao cenário competitivo, necessitam reduzir ao máximo os custos do processo e os gastos relacionados às manutenções não programadas. Com esse propósito, as empresas devem rever seus processos constantemente em busca de melhorias.

Segundo a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF (2021), o setor de transporte ferroviário tem em seus equipamentos uma enorme necessidade de seguir um alto padrão de segurança e confiabilidade. Nas últimas décadas, empresas desse setor têm passado por grandes avanços, com o intuito de aumentar a produtividade mantendo um alto nível de segurança. Um grande desafio para todas as ferrovias é a gestão eficaz do nível de interferência mútua entre os trens e as comunidades, além da segurança das pessoas que vivem nas proximidades da linha férrea.

Com o objetivo de diminuição dos custos de manutenção e das ocorrências de falhas, as empresas ferroviárias procuram cada vez mais melhorias nos processos. Desta forma, empregam práticas de monitoramento de eixos e rolamentos dos rodeiros buscando minimizar ao máximo as falhas dos componentes. Neste contexto, este estudo apresenta os resultados de uma possível análise de falha por Hot Box, que é uma falha encontrada através das condições de temperatura no rolamento. Esse processo tem o objetivo de acionar um alarme que avisa tanto o maquinista, quanto o Centro de Controle Operacional (CCO), evitando assim algum possível acidente ferroviário. Além disso, buscou-se a redução do número de rolamentos alarmados e diminuição no custo com manutenção corretiva.

2 Ferrovia

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT,2009), a malha ferroviária brasileira foi implantada com o objetivo de interligar vários estados do País, principalmente regiões próximas aos portos de Parati, Angra dos Reis e de Santos. Comparando as condições atuais da malha ferroviária com o período anterior à desestatização, os índices apontam um crescimento na recuperação da atividade ferroviária no País, com possibilidades de aumento de sua participação na matriz de transporte, sobretudo a médio e longo prazo, em função dos investimentos feitos pelas empresas concessionárias.

Uma pesquisa realizada pelo DNIT (2009) mostra que, desde 1996, a quantidade de carga movimentada nas ferrovias brasileiras aumentou 26%. Os investimentos permitiram um incremento da produção de transportes em 68% entre 1996 e 2001 essas melhorias têm contribuído para reduzir acidentes nas malhas em funcionamento. Segundo ANTF (2021), em 2020 foram investidos R\$ 4,8 bilhões, possibilitando um expressivo crescimento na frota de material rodante. Em 1997, as ferrovias contavam com 1.154 locomotivas; em 2020 somavam 3.298 unidades, representando um aumento de 186%. No mesmo período, o número de vagões passou de 43.816 para 116.435, uma alta de 166%.

Ribeiro (2002) informa que o custo do frete cobrado pelas operadoras das ferrovias, é 50% mais barato em relação ao transporte rodoviário. Acrescenta ainda que as ferrovias oferecem rapidez e resistência a grandes cargas. A alternativa ferroviária, de fato, é importante para operadores que lidam com matérias-primas como empresas petroquímicas, que além de perigosas são transportadas em grandes volumes. Atualmente o sistema ferroviário brasileiro apresenta um cenário evolutivo favorável. Os constantes e progressivos investimentos nesse setor tendem a elevar o potencial de atração de novos clientes e de ampliação de sua importância nos transportes brasileiros.

2.1 Material Rodante

Evaristo (2018) explica em seus estudos que material rodante é conceituado como conjunto de todos os equipamentos que trafega sobre uma via permanente. Dentre eles estão inclusos veículos de manutenção, vagões, locomotivas e automotriz.

Nessa mesma abordagem, Porto (2004) define alguns dos principais componentes ferroviários como: as rodas, que possuem configuração cônica e têm as funções de centralizar o veículo nos trilhos atenuando o efeito de escorregamento em trajetórias curvilíneas; o eixo, que são montados paralelamente em uma estrutura denominada truque, e as cargas que são dispostas sobre as pontas dos mesmos; o rodeiro, que é o eixo com o par de rodas, muito importante para a manutenção em relação à bitola do rodeiro. DNIT (2015) conceitua a bitola do rodeiro como a distância entre pontos das rodas de mesmo rodeiro mais próximo aos trilhos. O truque são estruturas rígidas nos quais os rodeiros são montados, a maior parte dos vagões possui dois rodeiros por truque.

Vagão é o um veículo destinado ao transporte de cargas e não possui capacidade motriz. Sua composição é formada pelo truque e a caixa. A área de vagões ferroviários passou por diversas transformações desde a sua implementação no Brasil, principalmente, pelo aumento dos modelos disponíveis. Hoje em dia, existem diversos tipos de vagões de trem, sendo que cada um é voltado para uma determinada demanda de transporte. A Tabela 1 apresenta alguns tipos de vagões e suas cargas transportadas.

Tabela 1 - Tipos de vagões em relação a cargas transportadas.

Tipo	Produtos Transportados
Fechado	Carga em geral, mercadorias, celulose e outros.
Gôndola	Grãos, granéis expostos, minérios e outros.
Hopper	Grãos, fertilizantes, carvão e outros sólidos.
Plataforma	Materiais metálicos, toras de madeira e outros.
Tanque	Derivados de petróleo, etanol, GLP, óleos, gases e outros.

Fonte: Guiadotrc (2000).

Todo vagão da frota brasileira recebe um código identificador que relaciona sua classificação quanto à carga máxima admissível, bitola, tipo de descarregamento e a operadora a qual pertence.

Segundo a Timken (2019), rolamentos ferroviários são projetados para maiores cargas e velocidades. O rolamento atende às crescentes exigências do transporte ferroviário promovendo vida útil mais longa para as rodas. Seu design compacto incorpora menos componentes, reduz o peso do rolamento e oferece maior segurança e confiabilidade. Têm-se dois principais conjuntos de rolamentos, o rolamento AP (Figura 1a), de rolos pré-montado e pré-lubrificado. Fabricados com aço de alta qualidade, são projetados especificamente para oferecer a confiabilidade que o setor ferroviário exige. Os rolamentos AP-2 (Figura 1b) foram desenvolvidos para satisfazer os desafios crescentes de maiores cargas e velocidades para

vagões de carga. Esse rolamento foi projetado para minimizar a flexão do eixo do mancal e o desgaste por atrito.

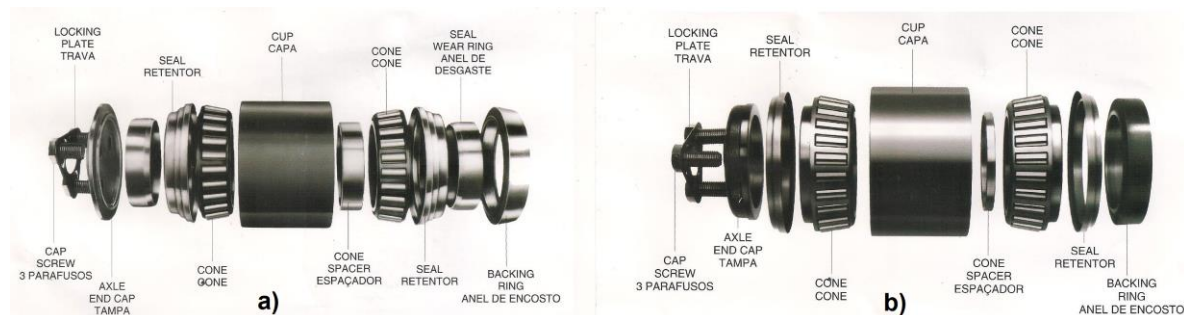


Figura 1 - a) Componentes do rolamento AP; b) Componentes do Rolamento AP-2. Fonte: Timken (2012).

Kardec e Nascif (2009) esclarecem que “a manutenção existe para que não haja manutenção; no caso a manutenção corretiva não planejada. Isto parece paradoxal à primeira vista, mas, numa visão mais aprofundada, tem-se que o trabalho da manutenção está sendo enobrecido, e que, cada vez mais, o pessoal da área precisa estar qualificado e equipado para evitar falhas e não para corrigi-las”.

Timken (2019) explica que os rolamentos ferroviários são itens que constantemente devem ser avaliados e inspecionados devido à criticidade desses componentes e ao alto risco de acidentes que podem ser ocasionados em caso de possíveis falhas em algum rolamento do rodéiro. O reparo, quando necessário, substitui peças desgastadas e danificadas, dando vida nova ao conjunto. Alguns atributos do serviço de reparo são inspeção e limpeza dos rolamentos, além da troca de peças se caso for necessário. Os especialistas em remanufatura requalificam e montam novamente os rolamentos restaurados. Todos os rolamentos são completamente inspecionados para satisfazer as especificações de remanufatura adequada.

2.2 Tipos de equipamentos de inspeção

Os equipamentos de inspeção e a análise preditiva contribuem para a prevenção de acidentes ferroviários. São sistemas de controle de temperatura de rolamentos e de rodas, e de controle acústico de rolamentos. Três dos principais equipamentos para este tipo de inspeção são: Hot Box, Railbam e Hot Wheel. De acordo com a MRS Logística (2020), o Hot Box tem a função de monitorar a temperatura dos rolamentos, pois quando chegam a valores muito elevados, ocasionam a degola de eixo (avaria do rolamento). Desta forma, caso a temperatura esteja anormal, um alarme é disparado avisando o maquinista e o Centro de Controle Operacional (CCO), e necessariamente o equipamento é parado para manutenção corretiva. A Figura 2a mostra o equipamento Hot Box às margens da linha férrea.

O Hot Box é complementado pelo RailBAM (Rail Bearing Acoustic Monitor - Monitoramento Acústico de Rolamentos), sistema preditivo de monitoramento acústico que identifica falhas e desgastes de rolamentos através dos ruídos gerados e captados durante a passagem dos trens nas ferrovias. O sistema é composto por dois conjuntos de microfones (oito em cada conjunto) que ficam nas margens da linha férrea captando o áudio que é emitido pelos rolamentos. O equipamento compara a frequência medida com a de um rolamento ideal e define a criticidade de uma possível falha. A Figura 2b apresenta o equipamento RailBAM às margens da linha férrea (MRS LOGISTICA, 2020). Segundo Paiva (2008), “o RailBAM pode identificar falhas ainda pequenas que poderiam gerar, futuramente, um aquecimento do rolamento e até um acidente, no caso de degola de manga do eixo”.

O Hot Wheel é um sistema baseado em dispositivos, colocados ao longo da linha, que medem a radiação infravermelha emitida pelas rodas. Quando o trem passa, é feita uma análise das condições de temperatura. Caso exista algum problema, é acionado um alarme que avisa tanto o maquinista quanto o CCO e, dependendo do caso, a composição é parada imediatamente, para que as correções sejam feitas. O Hot Wheel ajuda na avaliação e na manutenção das rodas em operação. Se a temperatura está abaixo do normal, o vagão pode não estar freando corretamente. No caso de superaquecimento o equipamento aponta excesso de freio. Portanto, além do controle para garantir que o material da roda não sofra alterações devido a altas temperaturas, é possível fazer um diagnóstico geral do sistema de freio dos vagões, beneficiando o bom andamento da composição. A Figura 2c apresenta o equipamento Hot Wheel às margens da linha férrea (MRS LOGISTICA, 2020).



Figura 2 – a) Equipamento Hot Box; b) Equipamento RailBAM; c) Equipamento Hot Wheel.

Fonte: MRS (2020); ANTF (2012); MRS (2020).

3 Estudo de Caso

Este é um estudo de caso inserido na área de manutenção ferroviária, com objetivo de apresentar os resultados de uma análise de falha no rolamento de um rodeiro ferroviário. É um trabalho de caráter intervencionista, pois trata uma situação de constantes falhas em relação ao tema proposto, utilizando do uso deliberado de observações, ações em uma situação de campo, experimental e não controlada, observação de processos, resultados e análise da literatura (JÖNSSON; LUKKA, 2007).

A coleta dos dados qualitativos foi realizada através de um equipamento de inspeção da temperatura de rolamentos, sendo retirados os rolamentos alarmados de circulação. Esse sistema é composto por sensores que ficam nas margens da linha férrea captando a temperatura que é emitida pelos rolamentos. Conforme Luz (2016), “o equipamento processa os dados de modo instantâneo e avalia se algum parâmetro técnico apresenta anomalia ou deformidade”.

3.1 Inspeção dos Rolamentos

Em uma inspeção, foi constatada a diferença de temperatura de 69°C entre os rolamentos, o rodeiro foi retirado de circulação para uma inspeção detalhada de seus componentes. O rolamento do lado direito, de numeração 510993, e o rolamento do lado esquerdo, de numeração 508289, foram desmontados e inspecionados a fim de encontrar a possível causa do alarme. Os rolamentos foram inspecionados ainda com os seus respectivos adaptadores (Figura 3a e 3b), a fim de verificar algum ruído ou travamento anormal no conjunto. Os adaptadores são os componentes acoplados ao truque do vagão, por isso, foi necessário um estudo destes, para garantir um bom resultado sobre a possível causa da falha.

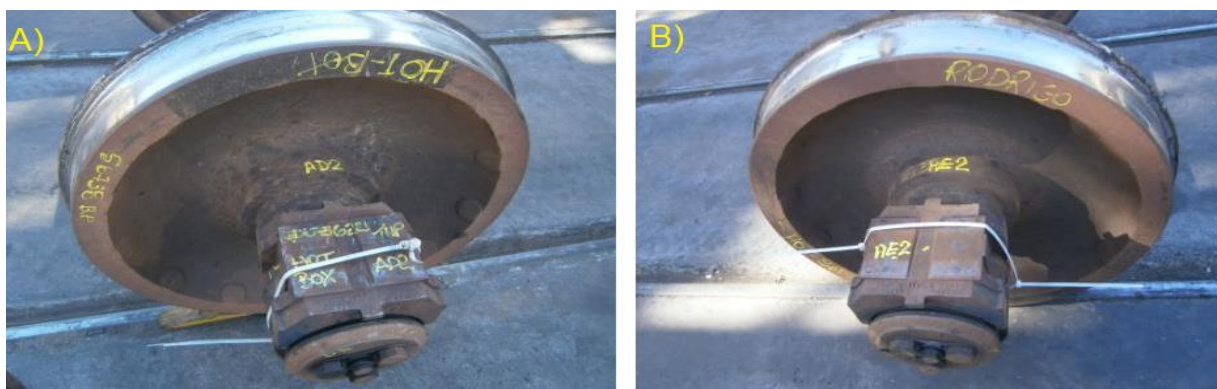


Figura 3 - Adaptadores montados: a) Rolamento lado direito; b) Rolamento lado esquerdo.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Durante a inspeção foi verificado a folga axial dos rolamentos, que é um item essencial na liberação dos rodeiros nas oficinas de torneamento de rodas, sendo que todos os rodeiros passam pelo processo de medição antes da liberação final. A medição é realizada antes da abertura da tampa, utilizando um relógio comparador acoplado a uma base magnética, de forma que a mesma é fixada na capa do rolamento. Os valores de referência da verificação da folga axial é de 0,025mm (0,001'') a 0,381mm (0,015'') e é utilizada como parâmetro para todos os tipos de rolamentos e rodeiros. Durante o processo de medição da folga axial não foi constatado nenhum desvio em ambos os rolamentos. O rolamento 510993, do lado direito, teve uma folga encontrada de 0,152mm (0,006'') e apresentava giro livre sem nenhum travamento. O rolamento 508289, do lado esquerdo, teve uma folga encontrada de 0,127mm (0,005'') e apresentava giro livre sem nenhum travamento. Ambos os rolamentos apresentaram resultados dentro dos valores de referência.

Em sequência, foi feito a verificação do giro dos rolamentos montado na manga, sendo que este é um procedimento utilizado nas oficinas de torneamento de rodas que visa verificar as condições da capa dos retentores e se o rolamento apresenta giro livre sem nenhum travamento, evitando a liberação de rodeiros com rolamentos contendo qualquer tipo de avaria. A verificação foi realizada com o objetivo de identificar ruído, vibrações, giro pesado, trincas ou quebras na capa, pontos de amassado e vazamentos de graxa; e nenhuma anomalia foi encontrada.

Posteriormente foi realizada a verificação dos torques dos parafusos, aplicado com um torquímetro de estalo durante o processo de fechamento das tampas dos rodeiros para garantir um aperto preciso. Cada tipo de rodeiro necessita de um torque diferente. No caso deste estudo, o valor de torque para os rolamentos 7x12 polegadas é de 490 lbf.ft. A verificação do torque nos parafusos (Figura 4a e 4b) foi realizada para garantir que todos os parafusos estivessem torqueados no valor correto.

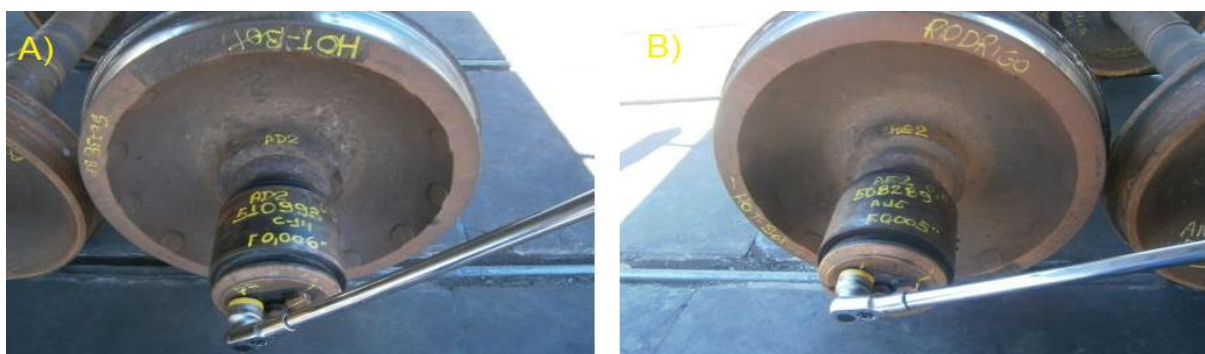


Figura 4 - Momento de verificação de torque dos parafusos: a) Rolamento 510993; b) Rolamento 508289.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Após a verificação foi constatado que todos os parafusos estavam torqueados com o valor correto e não foi encontrado nenhum desvio. As travas dos parafusos estavam fechadas prendendo o parafuso da maneira correta, conforme descrito no procedimento da empresa.

Foi realizada a inspeção e dimensional das mangas de eixo (Figura 5a e 5b) com objetivo de inspecioná-las e verificar se houve presença de oxidação, marcas de pancadas e determinar o dimensional da manga de eixo.

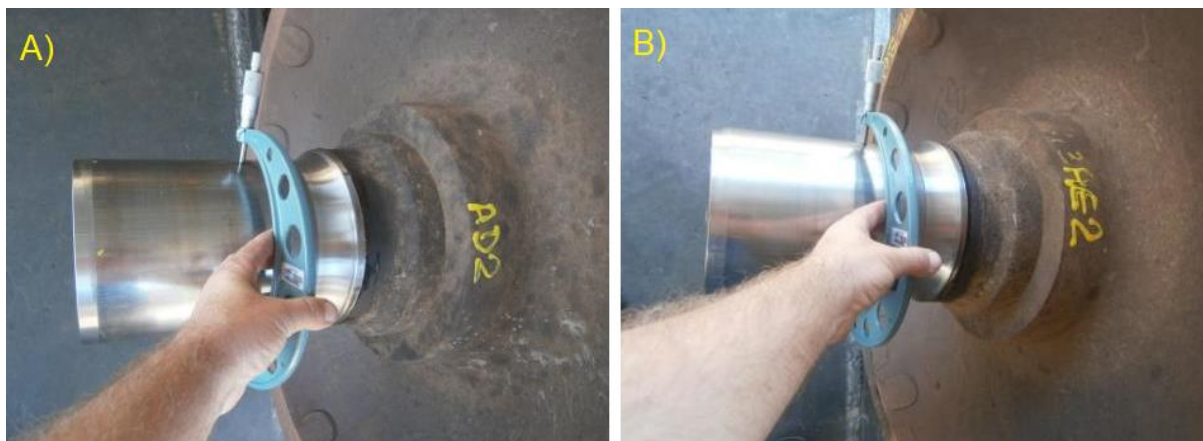


Figura 5 - Verificação do dimensional da manga: a) Lado direito; b) Lado esquerdo.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os valores de referência da dimensão da manga do rodeiro de 7x12 polegadas foram: 177,88mm a 177,90mm, e foi verificado que os valores estavam dentro da referência para cada tipo de rodeiro. Utilizando um micrômetro, as mangas foram inspecionadas em nove pontos, sendo divididos em três posições a 120°.

Sendo assim, os rolamentos 510993 e 508289 foram desmontados para inspeção e uma avaliação da condição da lubrificação interna, as Figuras 6a e 6b mostram os rolamentos desmontados.

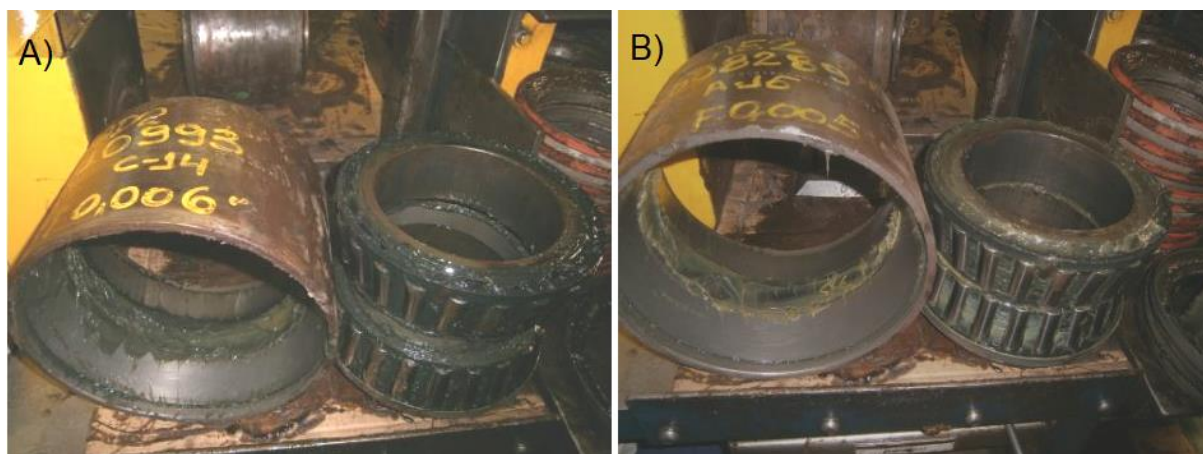


Figura 6 – Desmontagem e Inspeção: a) Rolamento 510993; b) Rolamento 508289.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na desmontagem foi constatado visualmente que os cones estavam lubrificados, a graxa apresentava aspecto bem preservado e com consistência homogênea e não foi visualizada contaminação e nem sinais de aquecimento.

Com a desmontagem, os componentes dos rolamentos (capa, cone, pista, roletes e dimensional) foram inspecionados separadamente, com o objetivo de verificar as condições desses. Cada um dos componentes é considerado crítico, podendo afetar a funcionalidade do rolamento. Na inspeção não foi encontrado nenhum desvio ou sinal de aquecimento ou

mudança de coloração em nenhum dos componentes. Além disso, os retentores, que têm a função de reter a graxa no interior do rolamento e impedir que impurezas entrem em contato com a graxa e os componentes internos do rolamento, foram inspecionados e os mesmos apresentaram estar preservados, não apresentando nenhum desvio, falha ou defeito que possa comprometer sua funcionalidade e eficiência. A Figura 7 mostra os retentores dos rolamentos 510993 e 508289 após a inspeção.



Figura 7 - Retentores após a inspeção: a) Rolamento 510993; b) Rolamento 508289.
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Por fim, foi realizada uma inspeção nos diâmetros dos adaptadores dos rolamentos utilizando relógio comparador. Foram verificados os diâmetros das pistas e o desgaste no ombro de impulso. O método de verificação utilizado foi o recomendado pelo padrão AAR (Manual de Normas e Práticas Recomendadas).

A inspeção consiste em verificar os diâmetros das pistas internas do adaptador. Essas pistas são as partes internas dos adaptadores que mantêm contato com a capa do rolamento durante a operação. Segundo o padrão AAR (2014), os valores de referência são de 0 a 0,0025 polegadas. As Figuras 8a, 8b, 8c e 8d mostram o local verificado e o valor de desgaste encontrado no diâmetro interno nas pistas 1 e 2 dos adaptadores do lado direito e esquerdo. Não foi encontrado nenhum desvio nos adaptadores, os valores dos diâmetros das pistas estavam dentro das tolerâncias recomendadas.

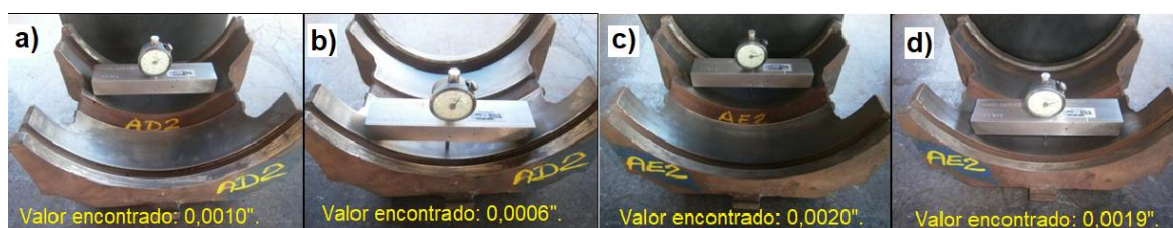


Figura 8 - Inspeção do adaptador lado direito: a) Pista 1; b) Pista 2; Inspeção do adaptador lado esquerdo: c) Pista 1; d) Pista 2. Fonte: Dados da pesquisa (2021).

3.2 Discussão e Resultados

Após todas as verificações, foram montadas planilhas com os resultados encontrados das medições no eixo, rodas e rolamentos. A análise dos resultados foi fundamental para garantir que os componentes estivessem qualificados e dentro do padrão recomendado. A Tabela 2 apresenta dados referentes ao eixo inspecionado, contendo o número do serial do rodeiro, a data de fabricação e o tipo de manga.

Tabela 2 - Dados referentes à inspeção de eixo.

Inspeção de Eixo						
Nº de Série	152822- 7166		Tipo de Manga	G	Data Fabricação.	jun/14
Diâmetro Manga A (mm)	1º	177,890	Diâmetro Manga B (mm)	1º	177,880	3 medidas dispostas a 120° ao longo do diâmetro
	2º	177,890		2º	177,880	
	3º	177,890		3º	177,880	
Tolerância (mm) : R: 131,82-131,84 / S: 144,54-144,56 / T e Z : 157,24-157,26 AAR(157,2641) / G: 177,88 a 177,90						
Modos de Falha Manga A	Nada constatado					
Modos de Falha Manga B	Nada constatado					

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A manga foi considerada como uma das possíveis causas da falha, assim, as medições dos nove pontos do seu eixo garantiram que o item estava com as medidas dentro da tolerância, estando em perfeitas condições de utilização. A não conformidade da dimensão da manga poderia resultar em um travamento do rolamento, causando aquecimento do mesmo.

A Tabela 3 apresenta dados referentes às rodas, número de série, classe, data de fabricação e vida útil.

Tabela 3 – Dados referentes à inspeção de rodas.

Inspeção de Rodas								
Roda A	Nº de Série	D 4391	Vida	1ª	Classe	CD 38	Fabricação	jun/14
Modos de Falha Roda A	Nada constatado							
Roda B	Nº de Série	D 5381	Vida	1ª	Classe	CD 38	Fabricação	jul/14
Modos de Falha Roda B	Nada constatado							

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A inspeção de rodas ocorreu para garantir que o componente não tenha sido afetado durante a possível falha. Posteriormente, a análise do rodeiro foi encaminhada para o centro de torneamento de rodeiros, para um reperfilamento da roda.

A Tabela 4 apresenta valores encontrados durante a inspeção dos rolamentos, junto à data de fabricação e o fabricante de cada um.

Tabela 4 - Dados referentes à inspeção preliminar dos rolamentos.

Inspeção Preliminar dos Rolamentos						
Rolamento A	Nº de Série	510993	Tipo Ret.	STD	Data Fabricação	mar/14
Folga lateral (In.)	0,006"	Tolerância : 0.001" a 0.015" ou 0,025mm a 0,38mm				
Modo de Falhas Rolamento A	Nada constatado					
Tipo de Mancal	Cartucho		Fabricante		BRESCO	
Rolamento B	Nº de Série	508289	Tipo Ret.	STD	Data Fabricação	jan/15
Folga lateral (In.)	0,005"	Tolerância : 0.001" a 0.015" ou 0,025mm a 0,38mm				
Modo de Falhas Rolamento B	Nada constatado					
Tipo de Mancal	Cartucho		Fabricante		BRESCO	

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A medição da folga axial visou garantir que o rolamento apresentasse valores dentro dos parâmetros padronizados. Uma não conformidade nesta etapa poderia indicar que o rolamento

não foi aplicado na manga do eixo com o valor de pressão ideal para cada tipo de rolamento, podendo causar um travamento do conjunto, o que geraria um alto risco de acidente ferroviário. No caso estudado, os valores encontrados estavam dentro da tolerância, garantindo que não foi a causa da falha no componente.

Como provável causa raiz, nada foi constatado. Considerando a pesquisa realizada, ficou constatada a necessidade do desenvolvimento de estudos relacionados ao equipamento utilizado para a captação de dados dos rolamentos referente à falha por Hot Box, pois todos os valores encontrados no estudo estavam dentro dos padrões de tolerância e os componentes internos não apresentaram falhas e nenhuma não conformidade que indicasse uma possível falha momentânea do equipamento. Após os resultados obtidos na pesquisa, os rolamentos foram remontados e disponibilizados para serviço.

4. Considerações Finais

Este estudo avaliou um rolamento alarmado por Hot Box a 69°C, apresentando uma visão geral dos equipamentos utilizados para a identificação de falhas em rodas e rolamentos ferroviários, o método de análise e os componentes ferroviários.

Foram realizadas análises e inspeções das condições das rodas, dos rolamentos e do eixo para avaliar a possível causa da falha. Na avaliação do eixo não se verificou nenhuma falha no dimensional das mangas.

Na inspeção, os rolamentos foram desmontados e todos os componentes foram analisados e inspecionados. Não foi encontrada nenhuma não conformidade, não foi visualizada nenhuma mudança de coloração nos componentes internos característicos de superaquecimento em serviço.

Em relação as rodas, adaptadores, eixo e rolamentos não foi constatado nenhuma falha ou defeitos. Nenhuma não conformidade encontrada na inspeção do conjunto. Não foi constatada pressão interna hidrodinâmica e nenhuma evidência de pressão interna.

Não sendo encontrada nenhuma não conformidade, foi indicada uma possível falha momentânea do equipamento Hot Box. Após os resultados obtidos na pesquisa, os rolamentos foram remontados e disponibilizados para serviço.

Referências

AAR - ASSOCIATION OF AMERICAN RAILROAD. M-942: Manual of Standards and Recommended Practices Roller Bearing - Section H. Washington, 2014

ANTF – Associação Nacional dos transportadores Ferroviários, “Informações gerais sobre transporte ferroviário”, 2021. Disponível em <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em: 12. Jun. 2021.

ANTF – Associação Nacional dos transportadores Ferroviários, “Tecnologias para Segurança Operacional”, 2012. Disponível em: https://www.antf.org.br/wp-content/uploads/2017/01/mrs-ze_geraldotecnologias_para_segurana_operacional-mrsx.pdf. Acesso em: 11. Nov. 2021.

DNIT – Departamento Nacional de infra-estrutura e transporte, “Histórico das ferrovias brasileiras”, 2009. Disponível em <https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/modal-ferroviario>. Acesso em: 12. Jun. 2021.

DNIT – Departamento Nacional de infra-estrutura e transporte, “Glossário de termos ferroviários”, 2015. Disponível em <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/glossarioterminosferroviarios.pdf>. Acesso em: 14 Jun. 2021.

EVARISTO, Lucas. Material Rodante, 2018. Disponível em <https://www.brasilferroviario.com.br/material-rodante/>. Acesso em: 03. Jul. 2021.

Guiadotrc - Guia do transportador rodoviário de cargas. Principais tipos de vagão de trem. São Paulo, 2000. Disponível em <http://www.guiadotrc.com.br/infra/vagoes.asp>. Acesso em: 12. Jun. 2021.

JÖNSSON, S.; LUKKA, K. There and back again: doing interventionist search in Management Accounting. In: CHAPMAN, C.S.; HOPWOOD, A.G.; SHIELDS, M.D. Handbook of Management Accounting Research. vol. 1, p. 373-397, 2007.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica – 3. ed. - Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 9 p.

LUZ, Wiler. Alta tecnologia a serviço da segurança ferroviária. 2016. Disponível em: <https://www.mrs.com.br/post-blog-mrs/alta-tecnologia-a-servico-da-seguranca-ferroviaria/>. Acesso em 26. Jun. 2021.

MRS Logística 2020. Hot Wheel e Hot Box. Disponível em <https://www.mrs.com.br/post-blog-inovacao/hot-wheel-e-hot-box/>. Acesso em: 26. Jun. 2021.

PORTO, T.G., Apostila PTR 2501 – Ferrovias, USP / Engenharia de Transportes, 2004.

RIBEIRO, P. C. C., Ferreira, K. A., “Logística e Transportes: uma discussão sobre os modais de transporte e o panorama brasileiro”. 2002.

Timken. Aplicações ferroviárias Timken – Inovação nos trilhos. 2012.

TIMKEN 2019. Disponível em <https://www.timken.com/pt-br/markets/ferroviario/>. Acesso em: 04. Set. 2021.