ARTIGO

Monitoramento de Rolamento Através de Waysides

1º Nilton de Freitas^{1*}

¹ Gerencia de Engenharia de Material Rodante, Avenida 8 A, 5, 13506-760, Rio Claro - SP

e-mail: 1º nilton.freitas@rumolog.com

Resumo: Em busca de maior eficiência no transporte de carga, na malha ferroviária, cada vez se torna mais importante o monitoramento dinâmico dos componentes críticos a operação, um deste componentes é o rolamento, os equipamentos que fazem este monitoramento são conhecidos com Waysides, estes equipamentos permitem implementar um novo modelo de manutenção, baseado na condição dos componentes. O monitoramento através de Waysides visa, reduzir acidentes ferroviários, minimizar custos de manutenção e aumentar a confiabilidade dos ativos. Todos estes benefícios podem ser alcançados, mas com a aquisição cada vez maior destes equipamentos, faz-se necessário o entendimento de cada equipamento bem como o parâmetro ideal de se sinalizar um componente, pois ao adicionar um equipamento de monitoramento na malha ferroviária é necessário intender que começa a ser sinalizado, sintomas ou assinatura de defeito até então desconhecidas "não monitorado até o momento". Este trabalho visa descrever a criticidade de cada sinalização de rolamento através de equipamento de Hot Box e Acústico, que são os Waysides para monitoramento de rolamento na RUMO. Com o entendimento de cada equipamento e um monitoramento continuo do histórico do rolamento através dos waysides, a partir de outubro de 2019 foi criado novos critérios e parâmetros para o processo que reduziu as marcações de rolamento em 95% de 2017 a 2021.

Palavras-Chaves: 1ª Vagões; 2ª Rolamentos, 3ª Monitoramento, 4ª Acústico e 5° Hot Box

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento expressivo no transporte de carga e acidentes envolvendo falhas de rolamento, na malha ferroviária da RUMO, identificou-se a necessidade de instalar Hot Box para reduzir o risco de um acidente devido a falha de rolamento (degola de manga de eixo), de 2015 a 2020 foram instalados 28 Hot Box na malha norte que vai de Rondonópolis -MT a Santos - SP, assim conseguiu-se um controle nas falhas de rolamento, mas quanto mais equipamentos foram instalados, mais interrupções eram causadas por alarmes de Hot Box, visando reduzir o número de falhas de rolamentos e parada em Hot Box foi adquirido um detector acústico (TADS -Trackside Acoustic Detection System), porém o número de interrupções não diminui, havendo a necessidade de interpretações das sinalizações feitas pelos equipamentos e criando alarmes PREDITIVOS, e assim garantindo uma maior segurança aliada a confiabilidade e disponibilidade dos ativos. Para avalição de um critério de alarme foi desenvolvido internamente um simulador para verificar a eficiência de um alarme, assim possibilitou a ajustes de alarmes na malha como um todo.

2. DESENVOLVIMENTO

Localização dos 28 equipamentos de Hot Box e acústico distribuídos ao longo da malha ferroviária da RUMO pode ser observada na Fig. 1.

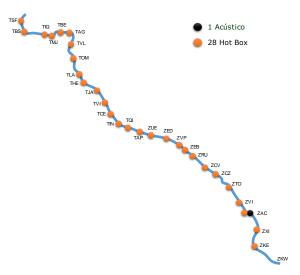


Fig. 1 Distribuição dos 28 Hot Box e Acústico na RUMO

2.1 Hot Box

O Hot Box tem a função de monitorar a temperatura dos rolamentos, que ao atingirem valores elevados, ocasionam a degola de eixo, que é um dos principais motivos de acidentes nas ferrovias, causando descarrilamentos e, consequentemente, grandes preiuízos empresa transportadora. O sistema é baseado em sensores instalados na via, que medem a emitida radiação infravermelha rolamentos, na passagem do trem, é gerada uma janela de leitura do infravermelho emitido pelo rolamento e o sistema transforma esta medida em temperatura para cada rolamento composição. Caso exista aquecimento anormal, é gerado um alarme, que é enviado via rádio para o maquinista, para que a composição seja parada e as ações cabíveis sejam tomadas.

2.1.1 Alarme Hot Box

É um alarme enviado via Rádio para o Maquinista garantindo a parada de um TREM. Os defeitos sinalizados pelo hot box são sintomático (temperatura), com isso pode haver casos que são detectados pelo equipamento e ao ser analisado não se encontra defeitos no rolamento, porém o aumento acentuado da temperatura pode levar a graxa ao seu ponto de gota, desta forma o rolamento perde a película de lubrificante gerada pela graxa, entre os componentes do rolamento. deixando contato direto 0 metal-metal que eleva rapidamente temperatura do rolamento podendo chegar ao seu colapso (degola de manga de eixo).

Os alarmes de hot box geralmente ocasionados devido a fadiga do componente (Capa, cone ou Rolete) como será relatado no

item 2.2, mas além destes defeitos ele pode ser gerado por retentor avariado, contaminação na graxa (sujeira ou água), torque excessivo ou falta de torque, excesso de graxa, entre outros.

A RUMO tem 2 tipos de alarme de Hot Box:

Alarme Absoluto

Qualquer rolamento que ultrapassar a temperatura do alarme, o equipamento envia uma mensagem via rádio ao maquinista. Na Fig. 2 ilustra a temperatura dos 8 rolamentos de um vagão, se o alarme absoluto em um determinado equipamento estivesse ativado para >60°C, um rolamento com 61°C seria alarmado.

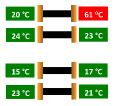


Fig. 2 Esquema de um vagão com alarme absoluto

• Alarme Diferencial

Quando há diferença de temperatura entre os rolamentos de um mesmo eixo, este alarme tem 2 parâmetros, a diferença de temperatura dos rolamentos do mesmo eixo e a low limit (temperatura mínima para ser enviado o alarme). Na Fig. 3 ilustra a temperatura dos 8 rolamentos de 2 vagões, supondo que os parâmetros do alarme diferencial seja: Diferença entre os rolamentos do mesmo eixo >30°C e uma low limit >45°C, o vagão "A" alarmaria em diferencial visto que atende aos 2 parâmetros (diferença de 36°C > 30°C no eixo 1 e temperatura de 46°C > 45°C), já o vagão "B" não alarmaria pois atende apenas um dos parâmetros (diferença de 33°C > 30°C no eixo 1, mas não atingiu a low limit de 45°C), este tipo de alarme visa reduzir os alarmes que são devido a transferência de calor por radiação quando o freio de um vagão está aplicado, visto que aquece mais de um rolamento por vagão.

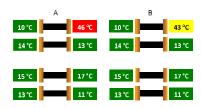


Fig. 3 – Esquema de um 2 vagões um que alarmaria em diferencial e outro que não alarmaria

2.1.2 Tendência Crítica

Alarme enviado via e-mail para uma equipe de monitoramento, que analisa a necessidade de uma parada do trem, caso haja necessidade de uma parada, a equipe de Monitoramento aciona 0 CCO (Centro de Controle Telefone Operacional) via indicando equipamento e os dados do alarme para o CCO comunicar VIA MACRO 61 a necessidade de parada do TREM ao Maquinista.

2.1.3 Alarmes de Tendência HBD

Alerta com múltiplos parâmetros baseados no histórico de ocorrências de Hot Box de forma a selecionar os rolamentos que estão com potencial de Hot Box, é a tentativa de copiar a assinatura de um alarme de Hot Box em suas viagens anteriores a ocorrência, com o objetivo de evitar uma parada de TREM (Início em 08/12/2019).

2.2 Acústico - TADS (Trackside Acoustic Detection System)

O acústico tem a função de detectar e classificar os defeitos de rolamentos, gerar relatórios e alertar sobre o potencial de falhas, ele está instalado em Americana - SP. A Fig. 4 mostra fotos do equipamento instalado em Americana (ZAC).



Fig. 4 – Foto acústico instalado ao longo da via

2.2.1 Defeitos Detectáveis - Acústico

A Fig. 5 mostra os defeitos detectáveis pelo Acústico, sendo que se houver ruídos ocasionados pelas rodas (Calos, Shelling ou Ovalização) no mesmo rodeiro, mesmo truque ou truque adjunto, o mesmo pode não detectar a falha nos rolamentos devido ao ruído ocasionado pelas rodas ser de maior magnitude que os gerados pelos defeitos de rolamento.

Na passagem de um TREM o equipamento, através de microfones instalado ao lado da via extrai o ruído emitido por um rolamento defeituoso e codifica de forma a permitir a classificação do defeito e seu nível de severidade.

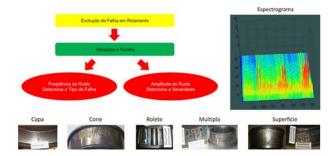


Fig. 5 Defeitos Detectáveis pelo acústico

Os defeitos sinalizados pelo acústico são geralmente ocasionados devido a fadiga do componente (Capa, cone ou Rolete), esta fadiga pode ser ocasionada devido a graxa vencida, graxa inadequada, tempo de uso sem manutenção, assentamento irregular do adaptador, torque inadequado dos parafusos, excesso de peso, amortecimento inadequado do truque (molas de suspenção, Ausência de PAD ou avariado), e irregularidade na via como talas e rugosidade.

Há um defeito denominado brinelamento (Fig. 6) que não trata-se de fadiga do componente, mas sim de um impacto gerado do roletes sobre a capa do rolamento, este impacto pode ser originado de calo de rodas, talas na via ou rugosidade da via.

O brinelamento quando não tratado pode gerar descascamento na capa e até rompimento da mesma.



Fig. 6 - Brinelamento em rolamentos

O sistema TADS extrai as leituras dos defeitos nos rolamentos através do som, as quais são codificadas de forma a permitir a localização do defeito, no rolamento, e o nível de gravidade.

Basicamente o defeito é classificado conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Componentes e gravidades de defeitos detectados pelo TADS

Local do Defeito	*Gravidade	Descrição				
Capa Cone Rolete Imperfeições à Superfície	1; 2 ou 3	Quando um vagão passa pelo TADS, pode ser indicado qualquer tipo de defeito ou gravidade, sendo a Gravidade 1 de maior nível e a Gravidade 3 de menor nível				

*Gravidade: classifica o nível 1 (Alto), 2 (Médio) e 3 (Leve)

3. DESENVOLVIMENTO

Em 2019 houve 100 eventos de parada de trens devido a alarmes de hot box que foram analisadas dividindo em *não evitável* e *evitável* conforme pode ser observado na Fig. 7.

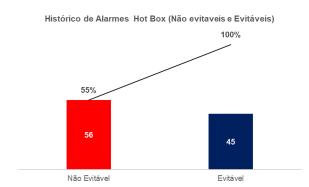


Fig. 7 – Histórico de Paradas de TREM devido a alarmes e tendência crítica hot box.

Verifica-se que 45% das paradas de TREM são consideradas evitáveis, pois existe algumas ferramentas para evitar as paradas de trem e tornar o monitoramento mais preditivo do que corretivo.

Na Fig. 8 mostra os casos que foram considerado evitáveis através de algumas ferramentas que podem ser executadas utilizando o histórico das ocorrência visando prever uma parada de trem devido a rolamento aquecido.



Fig. 8 – Alarmes evitáveis através de alguma ferramenta no processo de monitoramento.

O maior número de casos que são considerados evitáveis (21 casos), foram através do chamado Tendência HBD, que é múltiplos Alarme com parâmetros baseados no histórico de alarmes e tendência critica Hot Box de forma a selecionar os rolamentos que estão com potencial de Hot Box, é a tentativa de copiar a assinatura de um alarme de Hot Box em suas viagens anteriores a ocorrência, com o objetivo de evitar uma parada TREM, е possibilitar recomendação do vagão para troca do rodeiro em oficina ou posto de manutenção. A Fig. 9 mostra um exemplo de vagão que apresentou

uma "Tendência HBD", na viagem anterior a ocorrência de hot box que gerou a parada do trem, este vagão é um dos que possibilitou a criação de um alarme de "Tendência HBD", atualmente gera uma recomendação para troca do rodeiro alarmante, isto é feito pela equipe de monitoramento, assim evitando uma para do trem no trecho e a troca de rodeiros em vagões carregados que é uma das atividades mais críticas executada pelo SOS.



Fig. 9 – Alarme evitável através de tendência HBD pelo atual processo de monitoramento.

O segundo maior número de casos evitáveis (11 casos) é a tendência critica em vagões vazios, como vagões vazios tem um menor risco devido ao seu peso ser geralmente ¼ do peso do carregado o mesmo não deve ser considerado critico, assim entende-se que tudo que for realmente crítico deve gerar um alarme em campo diretamente para o maquinista através do equipamento de hot box.

Na Fig. 10 mostra os 4 alarmes que após a retirada do tendência critica em vagões vazios o mesmo não parou o trem e seguiu viagem normalmente sendo monitorado pela equipe de monitoramento, um do casos (HPT0311251), gerou uma recomendação para troca de rodeiro, pois atingiu o alarme de "Tendência HBD".



Fig. 10 – Alarmes evitáveis através de alterações no processo de monitoramento de tendência crítica.

O terceiro número de casos que são considerados evitáveis (10 casos), foram através detecções acústico, por 11/10/2019 não havia recomendações puramente por detecção de acústico, mas estudos apontavam que muitas ocorrências principalmente as de alarme absoluto de hot box tinham um alto índice de marcações em acústico, assim criou-se alguns critérios para recomendar vagões por acústico. Na Fig. 11 um alarme no HFT0536440 em 09/11/2019 as 01:17 no X82 com Alarme absoluto 64°C, que tinha um alto índice de detecções por acústico, mostra que o rolamento já estava se degradando e poderia falhar a qualquer momento, assim o atual processo tem regras de recomendação para evitar que rolamentos similares permaneçam por muito tempo em circulação.

Data: 09/11/2 HFT 053644-0	019 01:17	Trem: X8				OS: 16 Alarmi	78237 e absoluto 64	ı°C			
Passadas	Data	Hora	Sentido	Trem	Número	Serie	Eixo Trem	Rodeiro 1	Lado	Tipo de Defeito	Gravidade
21	05/11/2019	02:31:43	NORTE	X07	0536440	HFT	200	3	DIREITO	Cone	2
20	27/10/2019	05:15:40	NORTE	X49	0536440	HFT	169	2	ESQUERDO	Cone	2
19	18/10/2019	22:34:29	NORTE	X45	0536440	HFT	288	3	DIREITO	Cone	2
18	21/09/2019	10:45:33	NORTE	X45	0536440	HFT	287	2	ESQUERDO	Cone	2
17	01/09/2019	03:12:20	NORTE	X27	0536440	HFT	89	2	ESQUERDO	Cone	2
16	23/08/2019	16:51:31	NORTE	X69	0536440	HFT	134	3	DIREITO	Cone	2
15	08/08/2019	00:20:37	SUL	X64	0536440	HFT	131	2	ESQUERDO	Cone	2
14	02/08/2019	13:08:04	NORTE	X99	0536440	HFT	47	2	ESQUERDO	Cone	2
13	24/07/2019	07:22:58	NORTE	X31	0536440	HFT	331	3	DIREITO	Cone	2
12	21/07/2019	09:04:22	SUL	X24	0536440	HFT	218	2	DIREITO	Cone	2
11	15/07/2019	13:40:20	NORTE	X85	0536440	HFT	226	3	DIREITO	Cone	2
10	12/07/2019	17:38:53	SUL	X46	0536440	HFT	215	2	DIREITO	Cone	2
9	19/06/2019	05:01:19	NORTE	X51	0536440	HFT	137	2	ESQUERDO	Cone	2
8	16/06/2019	08:58:09	SUL	X26	0536440	HFT	72	3	DIREITO	Cone	2
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	28/03/2019	23:51:22	SUL	X28	0536440	HFT	19	2	DIREITO	Cone	2
5	23/03/2019	08:48:52	NORTE	X89	0536440	HFT	235	2	ESQUERDO	Cone	2
4	19/03/2019	13:36:33	SUL	X74	0536440	HFT	269	2	DIREITO	Cone	2
3	13/03/2019	21:47:24	NORTE	X99	0536440	HFT	163	2	ESQUERDO	Cone	2
2	20/02/2019	02:46:23	NORTE	X19	0536440	HFT	102	3	ESQUERDO	Roletes	1
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig. 11 – Alarme evitável através de recomendação por acústico pelo atual processo de monitoramento.

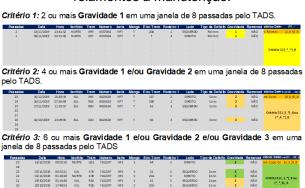
O quarto número de número de casos que são considerados evitáveis (3 casos) são as paradas indevidas, que ocorreram mesmo não atingindo um determinado critério estabelecido, isto ocorre por que a decisão de parada de um trem tem a interferência do fator humano, assim dependendo da interpretação e entendimento dos critérios.

3.1. Fluxo de rolamento para recomendar defeitos detectáveis em acústico

A primeira ação para o monitoramento de rolamentos foi criar um fluxo de recomendação de rolamento que estava com alto número de sinalizações pelo detector acústico e potencial hot box e parada de um trem.

Conforme informado na Tabela 1 o detector acústico tem 3 nível de gravidade sendo um de gravidade 1 a maior gravidade e 3 de menor gravidade e para sinalizar no sistema de manutenção da RUMO foi criado 3 critérios:

Tabela 2 - Critérios adotados para sinalizar a rolamentos a manutenção.



Caso um rolamento atinja um dos critérios da Tabela 2 o mesmo é sinalizado para a manutenção e se o vagão entrar em oficina o rolamento deve ser substituído, caso o vagão não entre em oficina e o mesmo reincida em qualquer um dos critérios da Tabela 2 o mesmo é obrigatoriamente recomendado para remoção do rodeiro em oficina.

Na Fig. 12 está representado em forma de fluxograma o processo de indicação de rolamento por acústico.

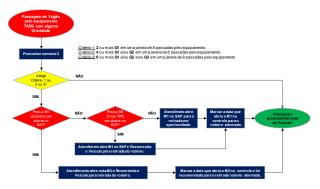


Fig. 12 – Fluxo de monitoramento do acústico.

3.2. Tendência HBD

A segunda ação foi criar um alarme de Tendência HBD isso foi feito em 08/12/2019, analisando vários rolamentos que tinham uma assinatura de tendência ao aquecimento de rolamento em viagens anteriores ao alarme de hot box, como dito no Item 3 é um alarme com múltiplos parâmetros baseados no histórico de alarmes e tendência critica Hot Box e alarmes de hot box, para garanti a criação de alarmes seletivos e eficientes foi desenvolvido internamente na RUMO um simulador que possibilita a avaliação de um determinado critério que jongue-se ser seletivo.

3.2.1. Simulador de Alarmes

Com a criação de novos alarmes e até mesmo dos alarmes existente e aumento na densidade de equipamento de hot box na malha, já se previa um aumento nos alarmes (paradas de TRENS/VAGÕES), assim um simulador poderia avaliar os impactos de alteração/criação, pois uma alteração pode não gerar nenhum ganho ao processo, ou até mesmo gerar perdas consideráveis.

O simulador avalia de forma ágil e eficaz novos alarmes e alarmes já existentes, assim ganhando tempo e não gera falsas expectativas em relação ao processo como um todo, gerando uma melhor visão de CONFIABILIDADE x DISPONIBILIDADE.

O simulador avalia um critério propostos, através dos dados já armazenado no banco de dados da RUMO, assim possibilitando agilizar a implantação de um critério baseados nas ocorrências críticas a operação.

O simulador contém algumas telas de configurações que são descritas a seguir:

A Fig. 13 representa a ilustração da tela de criação/edição de critérios e parâmetros de um alarme.

Critérios de Alarme | Edição

Descrição *	Descrição *							
HBD - 3 Site Trem (1x6,4 2x5,3 3x5,0) VG (1x6,0 2x5,0 3x4,5) L(35) E(2x)							~	
Expressão Co	mpleta							
(Critério TRI	EM - 6.4DP) AND (Critério TREM - 5.3DP) AND (Critério TREM - 5.0D	P) AND (Low Lim	nit 35) AND (C	ritério VG - 4	5DP) AND (Critério VG - !	5.0DP)	
Parâmetros o	le Alarme *				⊞Ex	portar +	Inserir	
Nome Parâmetro	Expressão	N° Ocorrências	Nº Passadas	Última passada	Ordem	Operador	Açõe	
Critério TREM - 6.4DP	(TEMP_RImt_E >= (Med_Trem_Rimt_E + DP_Trem_Rimt_E * 6.4)) OR (TEMP_Rimt_D >= (Med_Trem_Rimt_D + DP_Trem_Rimt_D * 6.4))	1	8	false	ψ	AND 🗸	/ 1	
Critério TREM - 5.3DP	(TEMP_RImt_E >= (Med_Trem_Rimt_E + DP_Trem_Rimt_E * 5.3)) OR (TEMP_Rimt_D >= (Med_Trem_Rimt_D + DP_Trem_Rimt_D * 5.3))	2	8	false	^↓	AND 🕶	/ *	
Critério TREM - 5.0DP	(TEMP_RImt_E >= (Med_Trem_Rimt_E + DP_Trem_Rimt_E * 5.0)) OR (TEMP_Rimt_D >= (Med_Trem_Rimt_D + DP_Trem_Rimt_D * 5.0))	3	8	true	^↓	AND 🕶	/ *	
Low Limit 35	(TEMP_RImt_E > 35) OR (TEMP_RImt_D > 35)	1	8	false	^↓	AND 🕶	/ 1	
Critério VG - 4.5DP	(TEMP_RImt_E >= (Med_Vagao_Demais_Rimt_E + DP_Vagao_Demais_Rimt_D >= (Med_Vagao_Demais_Rimt_D + DP_Vagao_Demais_Rimt_D * 4.5))	3	8	true	^↓	AND 🕶	/ 1	
Critério VG - S.ODP	(TEMP_RImt_E >= (Med_Vagao_Demais_RImt_E + DP_Vagao_Demais_RImt_E * 5.0)) OR (TEMP_RImt_D >= (2	8	false	^↓	AND 🕶	/ 1	

Fig. 13 – Criação e edição de critérios.

Parâmetros de Alarme | Alterar

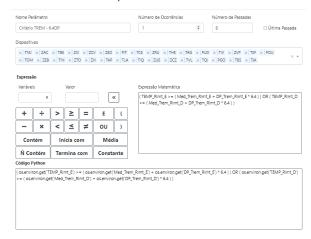


Fig. 14 – Criação e edição de parâmetros.

A Fig. 15 representa a ilustração da tela onde coloca-se as entradas para a simulação, como período e critérios que serão avaliados, nesta mesma tela é gerado os resultado de quantos vagões seriam alarmados no período em análise, para poder verificar se é um parâmetro eficiente e valido para colocar em produção.

Fig. 15 – Tela de Simulação de critérios.

3.3. Tendência Critica em Vagões Vazios

A terceira ação foi não parar vagões vazios alarmavam em tendência verificou-se que havia um alto número de paradas devido a tendência crítica e das paradas 75% eram em vagões carregado e 25% em vagões vazios, sabe-se que um vagão carregado pode ser 4 vezes ou mais do valor do seu peso vazio, assim não deve ser dado o mesmo peso para tomadas de decisão de paradas devido ao aquecimento de rolamento, seu menor peso por eixo aumenta a tolerância para percorrer entre Hot Box em relação a vagões carregados, e a RUMO nos últimos anos aumentou a densidade de hot box instalados em sua malha além de implementar "Alarme de Tendência HBD" recomendação por acústico, isso possibilita recomendar vagões para não gerar paradas de um TREM, que além de impacto na operação tem como consequência a troca de rodeiro no campo que deve ser programada e exige equipamento e mão de obra especializada. Em casos que o rolamento apresente falhas críticas o mesmo irá gerar um alarme em campo diretamente para o maquinista através do equipamento de hot box (alarme absoluto/diferencial).

4. ANÁLISE E RESULTADOS

A Fig. 16 mostra a quantidade de paradas de trem devido a alarmes de hot box, na RUMO operação NORTE.



Fig. 16 - Alarmes de Hot Box 2015 a 08/07/2021.

É possível observar que de 2015 a 2017 foram os anos com maior número de paradas devido a alarmes de hot box, como ao longo dos anos foram adquiridos mais equipamentos foi possível otimizar os parâmetros de alarmes, o que gerou uma redução de 73% de 2017 a 2019.

A Fig. 17 mostra as indicações de rolamento dos anos de 2020 e 2021 até 08/07/2021, que mostra como é as indicações de rolamento em quantidade alarmes de Hot Box (interrupção de trafego), Tendência HBD (retirada do rolamentos após a descarga) e Acústico (retirada em oportunidade ou recomendação quando um critério reincide).

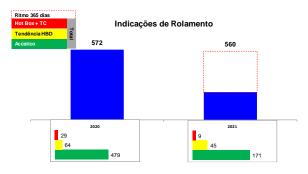


Fig. 17 – Indicações rolamento em alarme Hot Box, Tendêcia HBD e Acústico.

É possível observar na Fig. 17 que a gestão através do monitoramento continuo de

tendência HBD e Acústico reduz muito as parada de trens por alarmes de hot box, visto que em 2017 houve 383 paradas e em 2021 há (ritmo) de 17 paradas, isto é uma redução de 95% nas paradas de trem.

O principal objetivo na instalação de equipamentos de hot box é a redução de acidentes devido a falha de rolamento e na Fig. 18 pode-se observar que o maior número de acidentes foram em 2013 e 2014 o que alavancou a compara de mais equipamento de hot box para aumentar a densidade de equipamentos na malha RUMO.



Fig. 18 – Quantidade de degolas ano a ano.

Como pode ser observado na Fig. 16 de 2015 a 2020 foram instalados vários equipamentos de hot box chegamos a 28 ao longo da malha, porem quanto mais equipamentos maior o número de detecções, assim levado a necessidade de avaliação dos parâmetros de alarme e de novas forma de monitoramento conforme descrito anteriormente, a criação do "tendência HBD" e recomendação devido a acústico, e para uma melhor gestão foi criado um simulador de alarmes, com todas estas ações é perceptível a redução nas paradas de trem, mas além da redução de paradas, o mais importante é garantir que o rolamento não falhe no trecho gerando um acidente, e é possível observar na Fig. 18 que em 2020 foi o primeiro ano sem acidentes devido a degola de rolamento na RUMO NORTE, e 2021 permanece sem acidente, isso demostra que o controle sobre a gestão de alarmes de rolamento está sendo bem sucedido.

5. CONCLUSÕES

Na busca pela eficiência do transporte e redução de custos continuo, o gerenciamento de falhas é uma questão estratégica para as empresas. Os equipamentos de Waysides são recursos para aperfeiçoar o plano de manutenção eles medem a saúde de uma frota, a utilização de um equipamento com técnicas de tolerância a falhas, pode reduzir o

número de paradas de trens, mas os defeito já existem no ativo e deve ser analisado para tomar a melhor decisão estratégica para a empresa, é possível verificar na Fig. 17 que o números de defeitos indicados em 2020 e 2021 é muito parecido, isto mostra que os waysides possibilitam a redução de acidente e interrupção no trecho, mas os equipamento de Waysides não pode ser gerenciado como única forma de recolhimento de um ativo para a manutenção, pois o volume de ativo é muito alto e se não houver uma boa estratégia de manutenção preventiva o número de alarmes wayside pode aumentar de forma descontrolada, o que indica alta degradação da frota devido a falta de manutenção preventiva, assim elevendo o custo da manutenção e o risco operacional dos ativos. Os resultados observados até este momento mostram que a temperatura dos rolamentos é altamente dependente da operação ferroviária e cada ferrovia deve ter seu próprio estudo para tomada de decisão em parâmetros de alarmes e remoção de rolamentos por waysides.

Com o aumento de equipamentos instalados em uma ferrovia gera a necessidade avalição da melhor forma de parar um ativo e como há um banco de dados gigantesco a criação de simuladores agiliza a tomada de decisão bem como na ação a ser tomada, para garantir segurança, confiabilidade e disponibilidade. O aperfeiçoamento dos alarmes de Tendência HBD mantém o ativo por mais tempo em circulação aumentando a disponibilidade e a

O monitoramento continuo demonstrou alta eficiência na redução de parada dos trens visto que houve uma redução de 95% nas paradas e zerou o número de acidentes em 2020 e 2021 devido a rolamento.

6. REFERÊNCIAS

acuracidade dos alarmes.

- [1] G. W. A. Dummer, M. H. Tooley, R. C. Winton, An Elementary Guide to Reliability, Fifth Edition, Oxford Boston Johannesburg (1997).
- [2] G. Lachtermacher, Pesquisa Operacional na Tomada de Decisões, Elservier (2005).
- [3] HARMON, 2000. Micro Hot Box Detector. System Manual.