



ENCONTRO **ANTF** DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS **P/**
NOVOS DESAFIOS

**CWDB – ALARME DE
DEFICIÊNCIA DE
FRENAGEM EM
VAGÃO**



Logística S.A.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa a utilização dos equipamentos de monitoramento de temperatura de rodas (*Hot Wheel*) na identificação de problemas no sistema de freio dos veículos ferroviários. Isso se torna possível pois, durante trechos de aplicações de freio contínuas e prolongadas, a dissipação de energia cinética em forma de calor devido o atrito entre roda e sapata permite concluir que:

- Temperaturas de roda **ALTAS** indicam **taxas excessivas de frenagem**;
- Temperaturas de roda **BAIXAS** indicam **falhas na aplicação de freio**.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



EQUIPAMENTOS DE HOT WHEEL

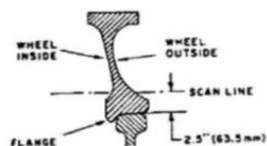
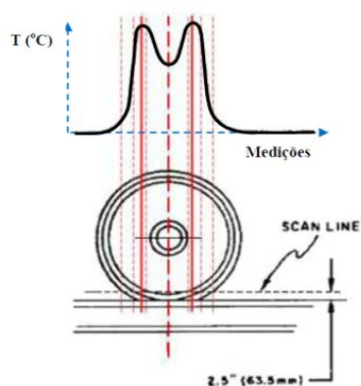
Sua aquisição teve como principal motivação o monitoramento das rodas que apresentavam superaquecimento, porém, com o passar do tempo, atentou-se também para aqueles veículos que apresentavam temperaturas inferiores às dos demais vagões da composição.

Como Funciona

Sensores instalados ao longo da via, com 2 pirômetros, que ficam dentro do scanner, capazes de medir a radiação infravermelha emitida pelas rodas e codificá-la em temperatura.

Objetivo

Servir como ferramenta de detecção de falhas no sistema de freio dos veículos ferroviários por meio do monitoramento das temperaturas de roda, garantindo uma maior segurança operacional e aumentando a confiabilidade dos ativos.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO ALARME

A partir da relação entre temperatura de roda e taxa de frenagem do vagões, buscou-se detectar deficiências de frenagem através da comparação estatística entre a **temperatura média do vagão** e a **temperatura média do trem**, ou seja:

$$T_{Mv} = \frac{\sum T_{Rv}}{8}$$

temperatura média das rodas do vagão

somatório das temperaturas das rodas do vagão

$$T_{Mt} = \frac{\sum T_{Rt}}{8 \times V}$$

temperatura média das rodas do trem

somatório das temperaturas das rodas do trem

número de vagões no trem.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

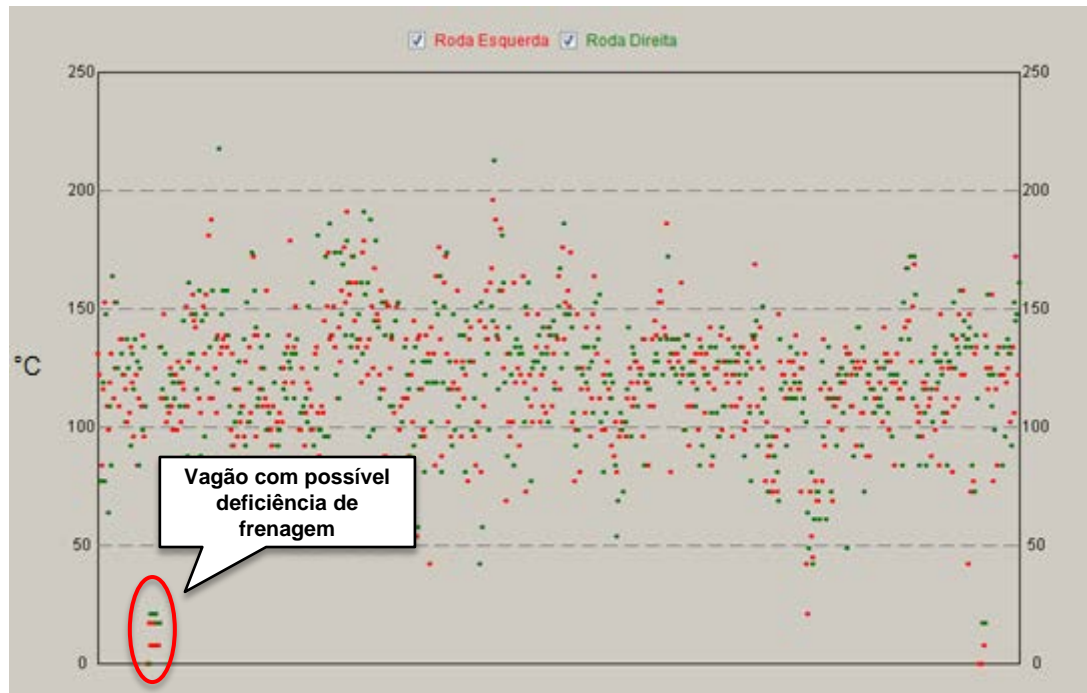
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO ALARME

A partir disso, ao comparar a T_{Mv} com a T_{Mt} num trecho em que a composição trafega com uma aplicação de freio contínua e prolongada, observa-se que temperaturas de roda muito baixas evidenciam possíveis falhas no sistema de freio dos vagões. Veja:



DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO ALARME

Sendo assim, para criar um critério do CWDB deve-se levar em consideração a razão entre a temperatura média do vagão e a temperatura média do trem. Ou seja:

Valor de X a ser considerado como alarmante (%) - Razão X apresenta deficiência de frenagem

$$\longrightarrow X = \frac{T_{Mv}}{T_{Mt}}$$

Para garantir que o vagão apresenta **deficiência de frenagem** é preciso determinar algumas condições:

- Local onde será implementado o alarme;
- Valor de X a ser considerado como alarmante;
- Número de passadas consecutivas pelo site com o percentual X escolhido de tal forma que o vagão seja caracterizado como deficiente de frenagem.

ESCOLHA DO LOCAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DO CWDB

O equipamento de *Hot Wheel* localizado no site de **Mario Belo** (Linha 1) se mostrou o mais adequado para parametrização e implementação do novo alarme por apresentar as seguintes características:

- Rampa com **inclinação média de 1,7%** e até **2,5%**;
- Necessárias **aplicações de freio contínuas e prolongadas**;
- Trens de minério da MRS (**2 locomotivas e 134 vagões carregados**);

Escolhido o local, o próximo passo é definir quais parâmetros a serão adotados, ou seja, o valor de X e o número de passagens consecutivas para que ocorra o alarme.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

Para determinar quais parâmetros seriam escolhidos analisou-se um trem que, segundo relatado pelo maquinista, apresentou dificuldades de aplicação de freio em vários momentos.

A partir daí, fez-se um estudo das temperaturas coletadas pelo *Hot Wheel* de Mario Belo (Linha 1) durante várias passagens pelo site e foram detectados os vagões mais críticos da composição.

Data	Trem	Média E	Média D	Maior E	Maior D	Média Trem	6132057			6130305		
							Média Vagão	% defasagem	Referência	Média Vagão	% defasagem	Referência
07/12/2013 18:07	NEG8312	119,86	120,36	224	251	120,11	134,625	112%	8%	4,75	4%	8%
10/12/2013 23:22	NAS8118	121,21	123,04	216	218	122,125	129,375	106%	8%	12,875	11%	8%
15/12/2013 15:19	NAG1128	108,5	118,65	218	270	113,575	113,75	100%	8%	13,375	12%	8%
20/12/2013 13:04	NAG1238	108,1	110,9	193	220	109,5	146,875	134%	8%	4,25	4%	8%
24/12/2013 06:22	NFQ0244	99,9	103,51	172	181	101,705	141,625	139%	8%	8,75	9%	8%
27/12/2013 06:21	NFS1252	115,64	119,79	211	218	117,715	153,25	130%	8%	9,125	8%	8%
29/12/2013 23:46	NEG8158	112,67	112,93	216	216	112,8	127	113%	8%	5,25	5%	8%
02/01/2014 06:40	NFS1102	118,63	122,17	241	218	120,4	150	125%	8%	6,125	5%	8%
04/01/2014 13:48	NEG6106	125,56	130,83	226	231	128,195	151,875	118%	8%	18,375	14%	8%
07/01/2014 12:47	NAG1112	116,81	121,61	238	238	119,21	144,75	121%	8%	7,75	7%	8%
10/01/2014 08:27	NFS1318	120,4	124,72	244	231	122,56	4,25	3%	8%	5,25	4%	8%
13/01/2014 10:24	NEG8124	130,1	129,55	294	251	129,825	6,25	5%	8%	24,125	19%	8%
17/01/2014 14:03	NEG8132	115,74	117,82	222	220	116,78	3,125	3%	8%	4,75	4%	8%
19/01/2014 17:42	NEG0136	121,16	123,1	237	228	122,13	6,25	5%	8%	14,75	12%	8%
22/01/2014 16:37	NFG0242	118,82	122,52	224	204	120,67	6,25	5,2%	8%	11,375	9,4%	8%
25/01/2014 06:16	NFS1148	120,25	123,85	288	244	122,05	6,25	5,1%	8%	5,25	4,3%	8%
28/01/2014 12:36	NFS1354	101,1	105,77	224	184	103,435	3,125	3,0%	8%	4,25	4,1%	8%
31/01/2014 05:12	NFG0160	109,9	113,89	261	213	111,895	6,25	5,6%	8%	6,625	5,9%	8%
03/02/2014 04:50	NFS1204	129,34	121,58	253	224	125,46	5,25	4,2%	8%	4,25	3,4%	8%
05/02/2014 19:05	NFS1108	124,6	120,12	294	238	122,36	9,5	7,8%	8%	5,25	4,3%	8%

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

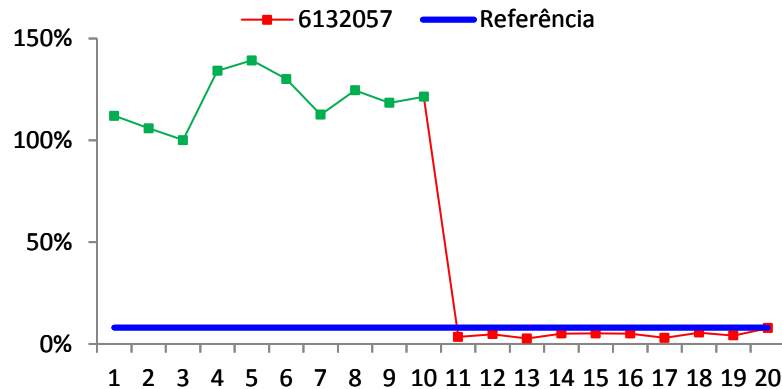
Para determinar quais parâmetros seriam escolhidos analisou-se um trem que, segundo relatado pelo maquinista, apresentou dificuldades de aplicação de freio em vários momentos.

A partir daí, fez-se um estudo das temperaturas coletadas pelo *Hot Wheel* de Mario Belo (Linha 1) durante várias passagens pelo site e foram detectados os vagões mais críticos da composição.

Data	Trem	Média E	Média D	Maior E	Maior D	Média Trem	6132057			6130305		
							Média Vagão	% defasagem	Referência	Média Vagão	% defasagem	Referência
07/12/2013 18:07	NEG8312	119,86	120,36	224	251	120,11	134,625	112%	8%	4,75	4%	8%
10/12/2013 23:22	NAS8118	121,21	123,04	216	218	122,125	129,375	106%	8%	12,875	11%	8%
15/12/2013 15:19	NAG1128	108,5	118,65	218	270	113,575	113,75	100%	8%	13,375	12%	8%
20/12/2013 13:04	NAG1238	108,1	110,9	193	220	109,5	146,875	134%	8%	4,25	4%	8%
24/12/2013 06:22	NFQ0244	99,9	103,51	172	181	101,705	141,625	139%	8%	8,75	9%	8%
27/12/2013 06:21	NFS1252	115,64	119,79	211	218	117,715	153,25	130%	8%	9,125	8%	8%
29/12/2013 23:46	NEG8158	112,67	112,93	216	216	112,8	127	113%	8%	5,25	5%	8%
02/01/2014 06:40	NFS1102	118,63	122,17	241	218	120,4	150	125%	8%	6,125	5%	8%
04/01/2014 13:48	NEG6106	125,56	130,83	226	231	128,195	151,875	118%	8%	18,375	14%	8%
07/01/2014 12:47	NAG1112	116,81	121,61	238	238	119,21	144,75	121%	8%	7,75	7%	8%
10/01/2014 08:27	NFS1318	120,4	124,72	244	231	122,56	4,25	3%	8%	5,25	4%	8%
13/01/2014 10:24	NEG8124	130,1	129,55	294	251	129,825	6,25	5%	8%	24,125	19%	8%
17/01/2014 14:03	NEG8132	115,74	117,82	222	220	116,78	3,125	3%	8%	4,75	4%	8%
19/01/2014 17:42	NEG0136	121,16	123,1	237	228	122,13	6,25	5%	8%	14,75	12%	8%
22/01/2014 16:37	NFG0242	118,82	122,52	224	204	120,67	6,25	5,2%	8%	11,375	9,4%	8%
25/01/2014 06:16	NFS1148	120,25	123,85	288	244	122,05	6,25	5,1%	8%	5,25	4,3%	8%
28/01/2014 12:36	NFS1354	101,1	105,77	224	184	103,435	3,125	3,0%	8%	4,25	4,1%	8%
31/01/2014 05:12	NFG0160	109,9	113,89	261	213	111,895	6,25	5,6%	8%	6,625	5,9%	8%
03/02/2014 04:50	NFS1204	129,34	121,58	253	224	125,46	5,25	4,2%	8%	4,25	3,4%	8%
05/02/2014 19:05	NFS1108	124,6	120,12	294	238	122,36	9,5	7,8%	8%	5,25	4,3%	8%

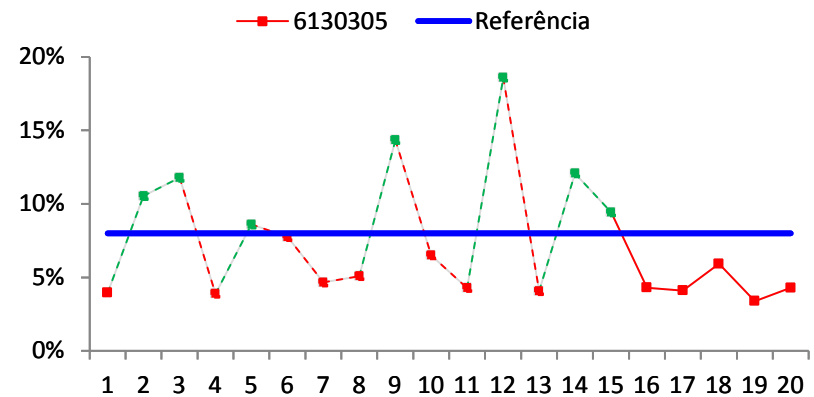
DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

Graficamente, o comportamento dos vagões é o seguinte:



O vagão GDT-613205-7 apresentou as primeiras 10 (dez) passagens com X acima de 8% e as últimas 10 (dez) passagens **consecutivas** com X abaixo desse percentual.

Já o GDT-613030-5, durante o mesmo período de tempo, apresentou inúmeras passagens com X abaixo do percentual de referência e, porém, de forma **intermitente**.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



Logística S.A.

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS

A partir das informações coletadas, chegou-se aos seguintes critérios:

1. Razão X inferior ao valor de referência (ou seja, T_{Mv} inferior a 8% da T_{Mt});
2. Vagão apresentar, em 7 (sete) passagens consecutivas, no mínimo 5 (cinco) ocorrências com temperatura suficientemente baixa para não atingir o valor de referência.

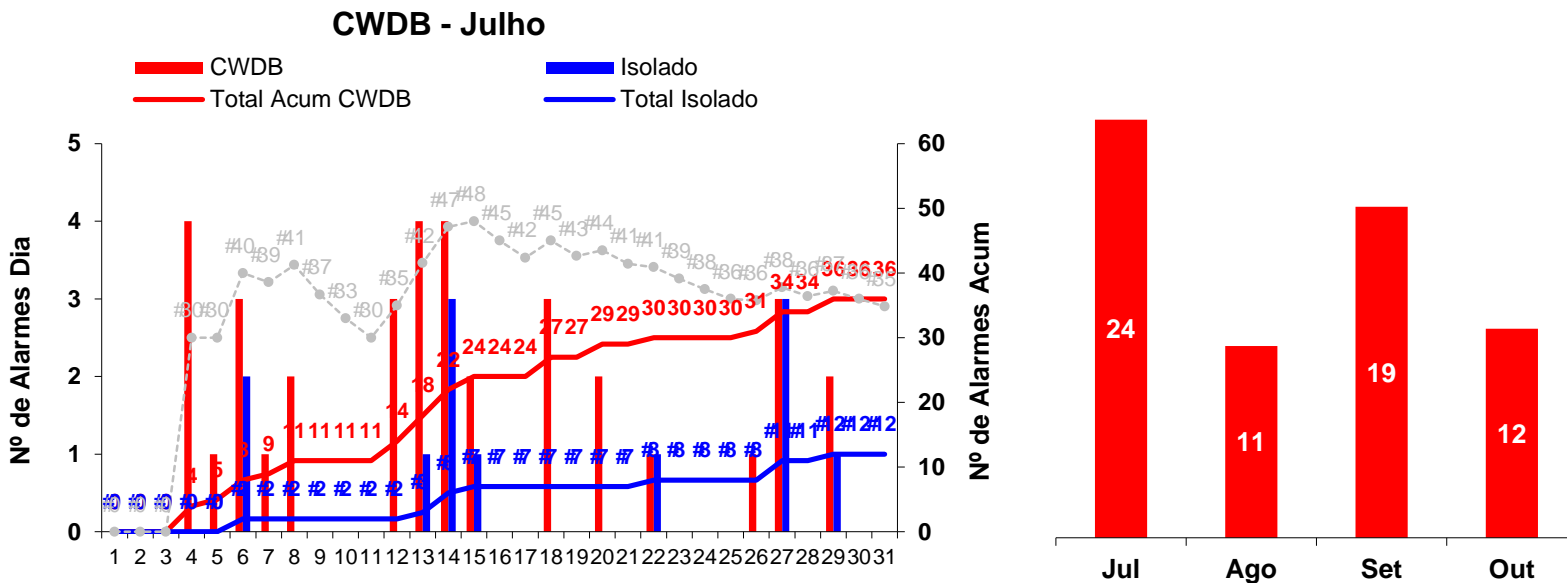
Ou seja:

Nº Ocorrências	Nº Passagens	Critério
5	7	$0,08 \geq \frac{T_{Mv}}{T_{Mt}}$



ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DO ALARME

Após a implementação do CWDB foi possível enxergar além dos veículos que já estão sinalizados no sistema como “isolados”, ou seja, saber de fato qual é o percentual de rodas frias nas composições:



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

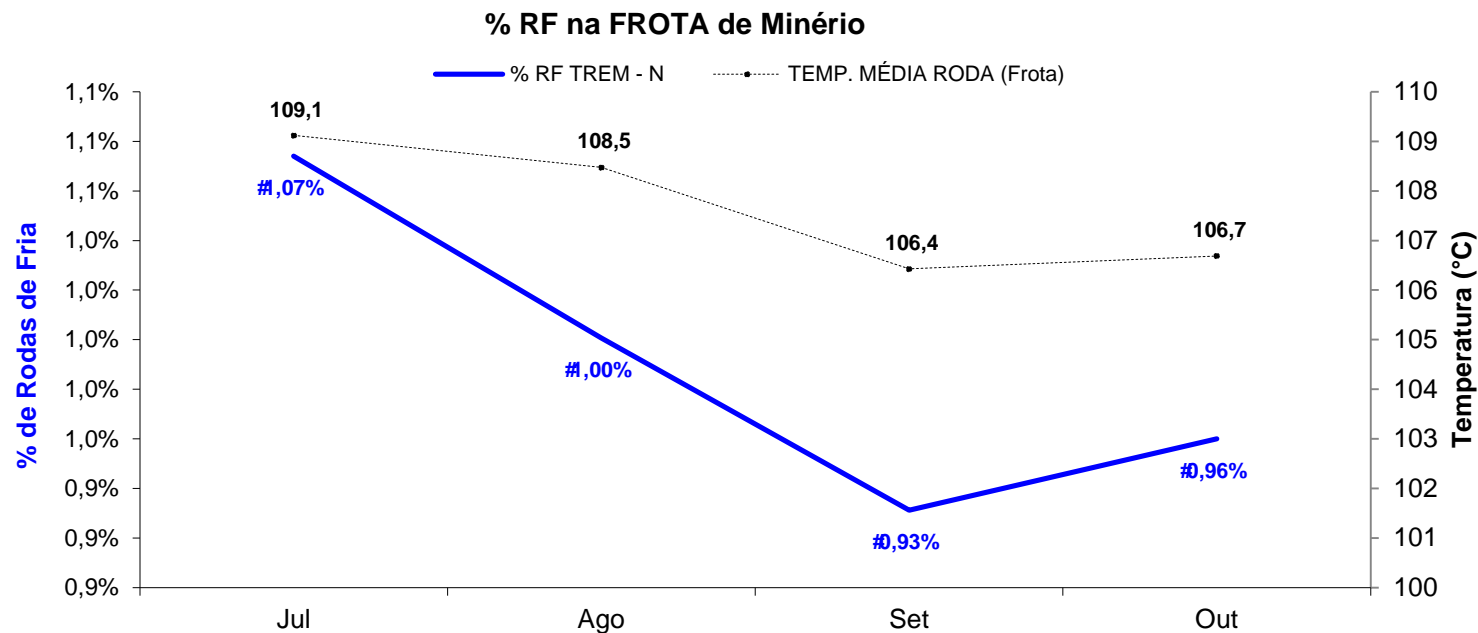
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



TEMPERATURA MÉDIA E O PERCENTUAL DE RODA FRIA

Após os primeiros meses de implementação do alarme e o tratamento daqueles vagões deficientes em frenagem, foi possível identificar reduções não só nos percentuais de roda fria como também uma diminuição da temperatura média das rodas dos trens;



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

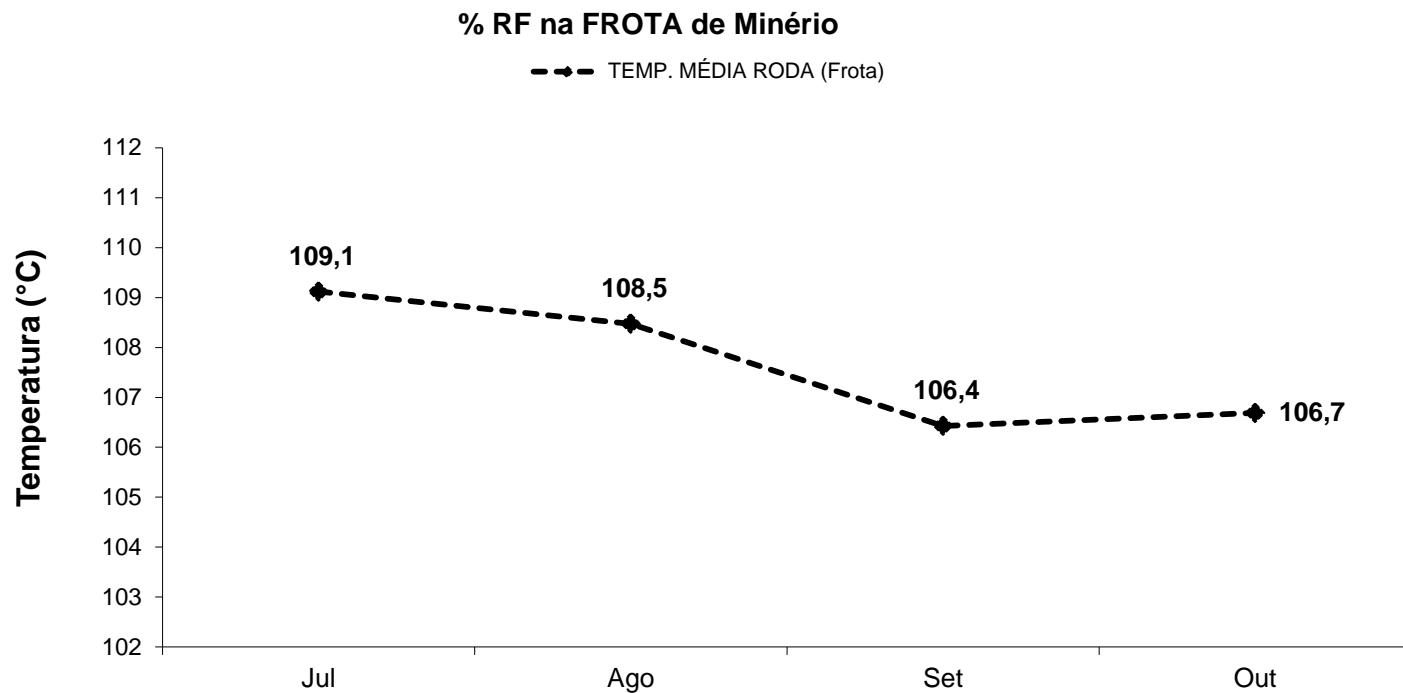
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



TEMPERATURA MÉDIA E O PERCENTUAL DE RODA FRIA

O gráfico abaixo mostra como temperatura média e percentual de roda fria estão diretamente relacionados:



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

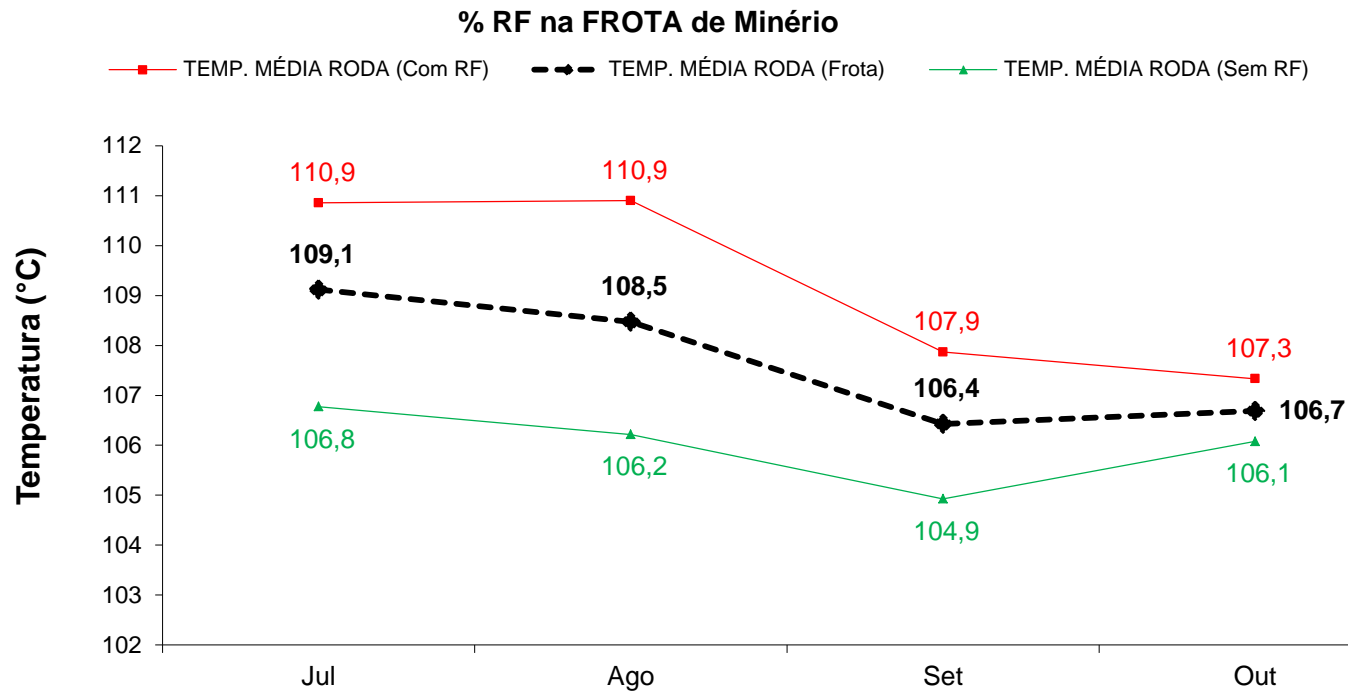
NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



TEMPERATURA MÉDIA E O PERCENTUAL DE RODA FRIA

O gráfico abaixo mostra como temperatura média e percentual de roda fria estão diretamente relacionados:



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão

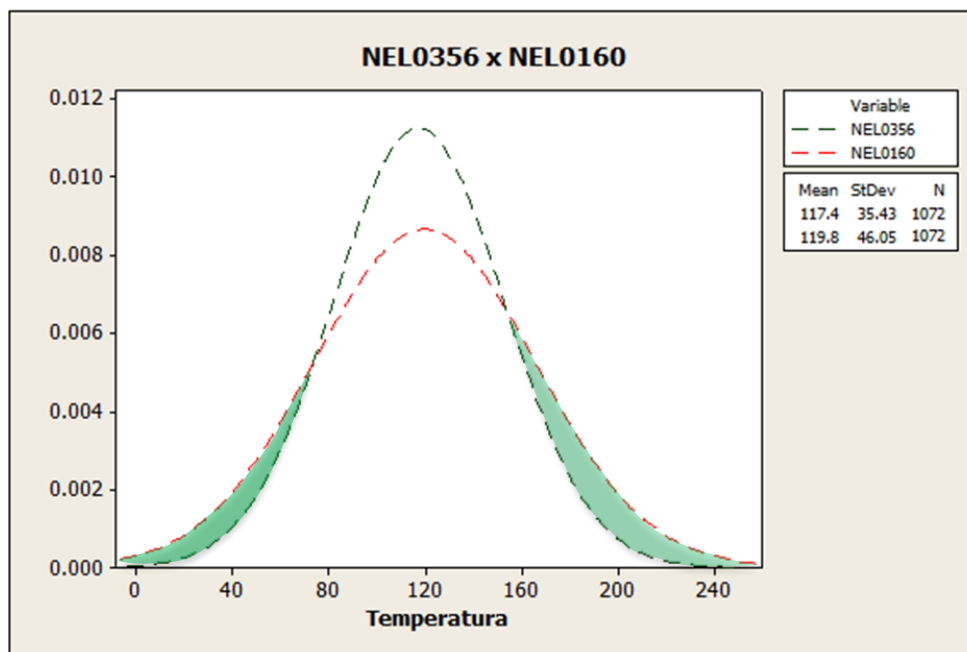


Logística S.A.

TEMPERATURA MÁXIMA E O PERCENTUAL DE RODA FRIA

Já a relação entre temperatura máxima e percentual de roda fria pode ser observada quando compara-se uma mesma composição em dois momentos distintos. Veja:

Tabela	Data	Trem	Média Trem	Máx. Trem	% RF
EXP28	31/01/2015 02:03	NEL0160	120°C	254°C	6,72%
EXP28	01/03/2015 02:08	NEL0356	117°C	234°C	0,00%



RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

- Ganhos em segurança operacional;
- Redução do rejeito de rodas por imperfeições oriundas de exposições de sua superfície de rolamento às altas temperaturas ao longo do tempo, além de um menor desgaste de sapata e/ou caldeamento das mesmas devido sobrecargas nos sistemas de freio.



ENCONTRO ANTF DE
FERROVIAS

NOVAS IDEIAS P/
NOVOS DESAFIOS

CWDB – Alarme de
Deficiência de Frenagem
em Vagão



1º Eduardo Campolina Martins Siano*, 2º Nilton de Freitas

Gerência de Engenharia de Material Rodante, Av. Brasil, 2001, 36060-010, Juiz de Fora,
Minas Gerais

e-mail: 1º eduardo.campolina@mrs.com.br, 2º nilton.freitas@mrs.com.br



WWW.ANTF.ORG.BR