

# SISTEMP – Sistema de Monitoramento da Temperatura da Via Permanente

1º Jean Carlos dos Santos<sup>1\*</sup>, 2º Decio Vincenzi<sup>1</sup>, 3º Pedro Marcelo Becel<sup>2</sup>, 4º Camila Amaral Bolzan Ribeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Rumo Logística, Av. Maria Antônia Camargo de Oliveira 80, 14800-370, Araraquara, SP

<sup>2</sup> Rumo Logística, Rua Emílio Bertolini, 100, 82920-030, Curitiba, PR

e-mail: 1º [jeancs@rumolog.com](mailto:jeancs@rumolog.com), 2º [decio.vincenzi@rumolog.com](mailto:decio.vincenzi@rumolog.com), 3º [pedro.becel@rumolog.com](mailto:pedro.becel@rumolog.com),  
4º [camila.ribeiro@rumolog.com](mailto:camila.ribeiro@rumolog.com)

**Resumo** O SISTEMP é um sistema de monitoramento da temperatura dos trilhos, com a finalidade de controlar e enviar alertas, restrições de velocidade e interdições em situações extremas para os trens. O sistema acompanha 24h por dia de minuto a minuto a temperatura real dos trilhos e envia de forma on-line ao sistema supervisor. Neste sistema temos as regras dos alertas para cada região e quando a regra é violada o sistema envia a todos os trens que circulam em um determinado trecho, uma restrição de velocidade ou uma interdição de tráfego, este é um item a mais para ajudar na segurança operacional. O sistema atua de forma automática, incluindo e retirando restrições de velocidade, já a inclusão de interdições e rondas de inspeção possuem travas de segurança e exigem retiradas manuais após constatar que a via pode retornar a operar de forma segura. Nesse processo são utilizadas modernas tecnologias baseadas em nuvem, para tráfego de mensagens e para armazenamento usa-se big-data proporcionando grande acúmulo de dados para futuras análises de inteligência e ganhos operacionais.

**Palavras-Chaves:** Temperatura, Termômetro, Segurança, Via Permanente.

## 1. INTRODUÇÃO

Por que devemos estudar as temperaturas dos trilhos?

Quando a temperatura de um trilho aumenta, os trilhos estendem seu comprimento e quando a temperatura diminui, os trilhos reduzem seu comprimento. Assim as mudanças de temperatura, resultam em forças de compressão quando a temperatura sobe e entra em tração quando a temperatura baixa. (Shrubsall, 2019)

Essas forças de compressão e tração resultantes devem ser equalizadas corretamente na manutenção dos trilhos. Figura 1 forças de tração e compressão.



Fig. 1 Forças de compressão e tração.

Para temperaturas altas, temos o risco de desalinhamentos severos dos trilhos, conhecido como flambagem de linha.

Steffler (2013) descreve que,

Na prática, a flambagem da via nada mais é do que um grande desalinhamento, causado, porém, não pela deformação natural da passagem das rodas, mas pelas altas temperaturas que levam à dilatação térmica dos trilhos.

Na figura 2, podemos verificar um exemplo de flambagem.



Fig. 2 Flambagem de linha

Já para temperaturas baixas, temos o risco de fraturas de: trilho, soldas e juntas, conforme a figura 3.

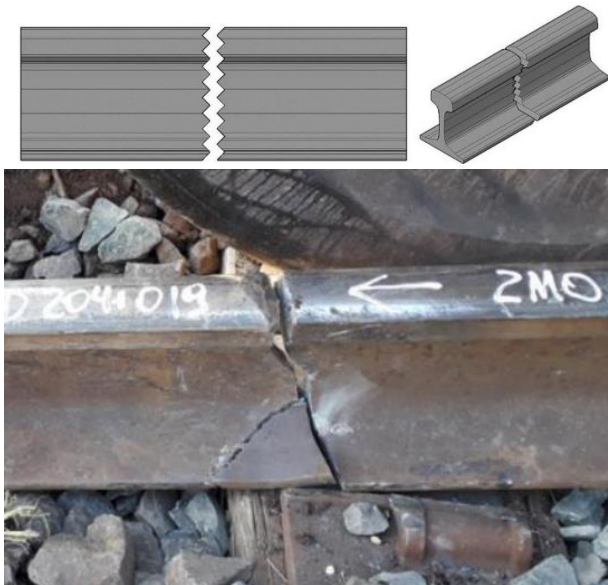


Fig. 3 Fratura de trilho

As temperaturas críticas serão aquelas que quando ultrapassadas, indicam o aumento significativo da probabilidade de ocorrências de fenômenos relacionados a temperaturas nos trilhos.

## 2. EQUIPAMENTO

O sistema é formado por um sensor de temperatura termopar do tipo sonda PT100. Conforme figura 4.



Fig. 4 Termômetro termopar tipo sonda

Na figura 5, podemos verificar o termômetro aplicado ao trilho, onde o mesmo fica acoplado diretamente no trilho na região da alma.



Fig. 5 Termômetro instalado na alma do trilho

Na figura 6, temos o controlador de temperatura, onde são registrados os dados e feito a conexão com os servidores para armazenamento e gerenciamento das informações.



Fig. 6 Controlador de temperatura

A conexão também pode ser feita através do DDS-(Detector de Descarrilamento Supervisionado) que é um dispositivo eletrônico usado para detecção de descarrilamento de vagão. Atua também como controlador de carga inteligente gerenciando a energia fornecida pelo painel solar que, por sua vez, promove a carga da bateria. Possui entrada para sensor de temperatura, o PT100, que monitora a temperatura do trilho. Internamente, o equipamento possui um modem GSM que transmite via GPRS várias informações para o supervisor remoto.

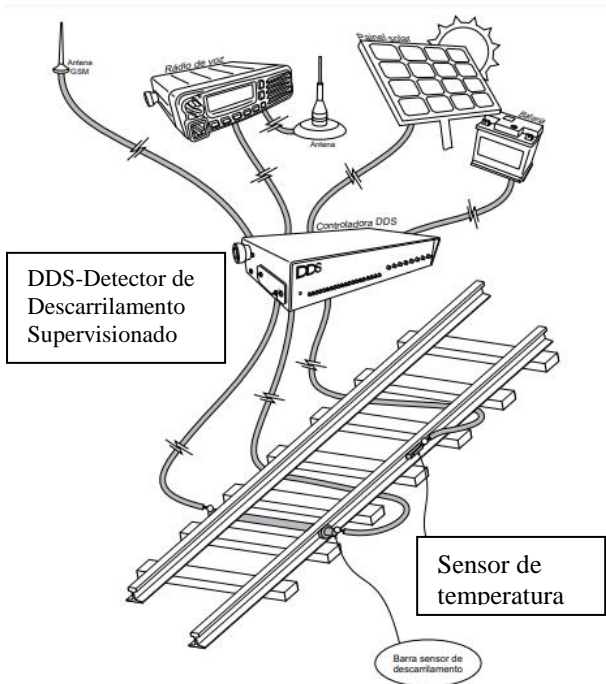


Fig. 7 DDS-Detector de Descarrilamento Supervisionado



Fig. 8 Grade de via

Cada equipamento teve definido a sua quilometragem de abrangência, suas subdivisões, limite inferior e superior de temperaturas para ronda de auto de linha, inclusão de restrição de velocidade e interdição de circulação. Na figura 9, podemos verificar os dados em formato de gráfico, onde a linha azul representa as temperaturas medida no dia e as demais linhas os limites superiores e inferiores para os alarmes.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Os termômetros foram distribuídos ao longo da Malha Ferroviária conforme um estudo realizado pela empresa Climatempo, onde foi possível analisar os dados coletados dos últimos 10 anos de temperatura dos trilhos e definir as macros regiões de clima semelhante. Com as definições dos locais, os equipamentos foram distribuídos ao longo da ferrovia, sendo as distâncias não superiores à sua área de abrangência. Na figura 8, podemos verificar uma grade de via, que foi montada para a instalação do termômetro em pátios de manobra, onde temos a parada de composições, que podem alterar as medições devidos a área de sombra. Para equipamentos instalados ao longo do trecho em linha singelas, não há a necessidade de colocação da grade de via, o sensor pode ser afixado direto ao trilho do trecho.

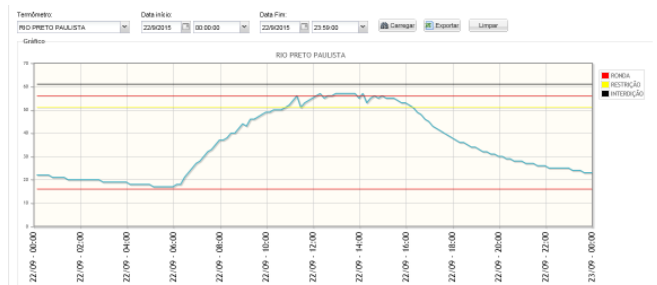


Fig. 9 Gráfico de temperatura diária

Já na figura 10, temos os dados dos termômetros apresentados em um período de 30 dias e os seus limites de alarme.

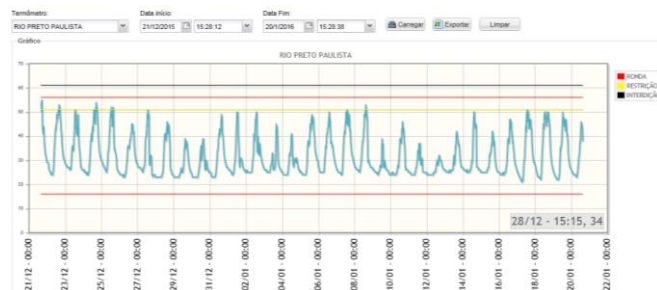


Fig. 10 Gráfico de temperatura por período

### 4. DEFINIÇÕES DE ALARMES

Para a definições dos alarmes de: ronda de auto de linha, restrições e interdições, foram realizados os estudos estatísticos com os

dados históricos das anomalias de fratura de trilhos, fraturas de juntas, flambagens de via e os dados das temperaturas dos trilhos. Na figura 11, podemos verificar a análise da taxa de fraturas de trilho correlacionadas as temperaturas mínimas de uma determinada região.

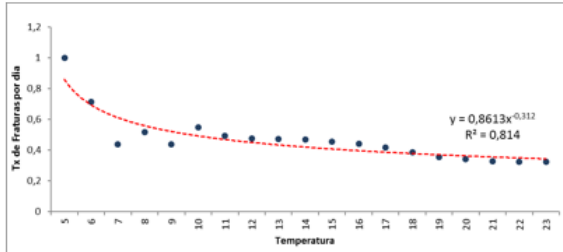


Fig. 11 Taxa de fraturas por temperaturas

Abaixo na figura 12, temos o estudo das temperaturas máximas de uma região e a correlação com as ocorrências de flambagem de linha.

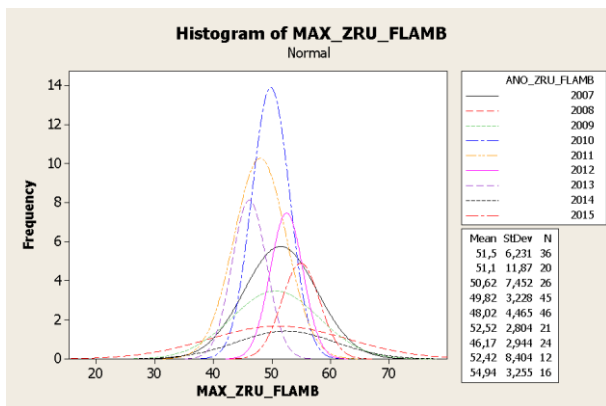


Fig. 12 Gráfico de temperatura histórica

Com essas análises estatísticas foram definidos os alarmes para cada termômetro, sendo personalizado as faixas de acionamento das rondas de inspeção para detecção antecipada das anomalias, faixa para inclusão de restrição de velocidade para os trens, com o objetivo de caso encontre uma anomalia o impacto de uma eventual parada ou descarrilamento seja reduzido e a faixa de interdição, que é o nível mais crítico, onde deve ser parado a operação até que a temperatura retorne a faixa anterior. Além da definição dos alarmes o sistema auxilia a manutenção de via, através da definição das FTN – Faixa de Temperatura Neutra.

Steffler (2013) descreve que,

Ao utilizarmos trilhos longos soldados ou trilhos contínuos soldados é necessário que a sua fixação se proceda a uma temperatura (no trilho) cujo desvio em relação aos seus valores mínimos e máximos não gere esforços capazes de provocar a flambagem da linha à temperatura máxima ou ruptura dos trilhos, soldas ou parafusos de junta à temperatura mínima. Tal condição é satisfeita dentro de certo limite com a fixação aplicada à temperatura média anual. Como não é possível que as trocas de trilho aconteçam nesta situação ideal, dimensiona-se uma faixa prática de assentamento, na qual possamos garantir, da mesma forma, o atendimento quanto à segurança durante as condições extremas de temperatura no verão, ou no inverno. Essa faixa é chamada de FTN, ou faixa de temperatura neutra.

Na figura 13, podemos verificar o início do estudo da FTN, onde os dados foram organizados em temperatura mínima e máxima por mês de uma determinada região.

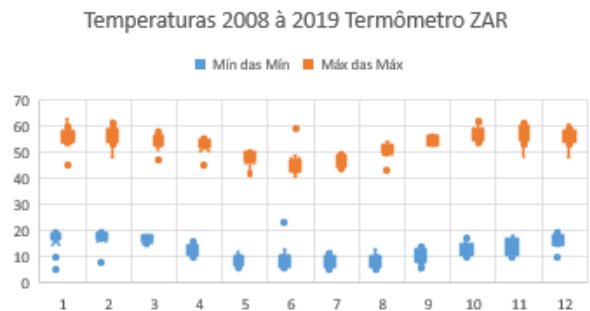


Fig. 13 Análise temperatura para definição da FTN

## 5. CONTROLE DOS ALARMES

O controle dos alarmes é realizado por um sistema chamado supervisor. O supervisor é um conjunto de tecnologias que é responsável por receber, coletar, transformar, analisar e realizar ações em dados de equipamentos distribuídos pela operação da Rumo. O sistema gerencia todos os dados em nuvem da Amazon (AWS) e aciona cada nível de atendimento, fazendo a comunicação com os trens e com a equipe de acionamento das inspeções de ronda e manutenção. Na figura 14, temos a visão do sistema e os termômetros com seus status.

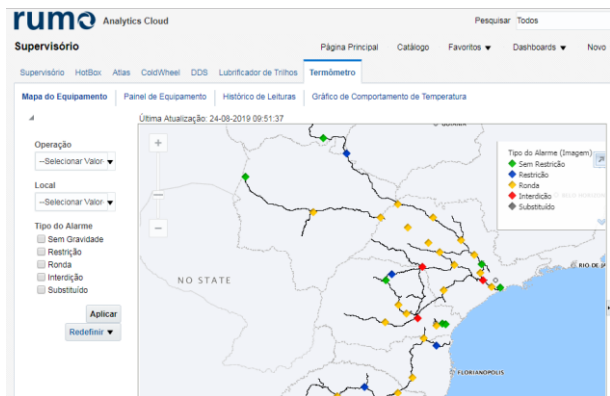


Fig. 14 Sistema supervisório

Na figura 15 temos o infográfico, com a sistematização de todos o sistema de controle das temperaturas.

#### SISTEMP – Sistema de Monitoramento da Temperatura da Via Permanente



Fig. 15 SISTEMP

## 6. CONCLUSÃO

O sistema de controle e gerenciamento das temperaturas dos trilhos se mostra uma verdadeira ferramenta em prol da manutenção da via permanente, capaz de produzir alarmes que bem calibrados são eficazes no combate as anomalias de trilho e flambagem de linha e podem ser utilizados nos estudos de definição de faixa de temperatura neutra, auditoria de serviços, estudos de anomalias e resultando em ganhos operacionais para as ferrovias.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] Steffler, F. - Via permanente aplicada: guia teórico e prático. LTC. Rio de Janeiro, 2013.
- [2] Shrubsall, P. , Management of Neutral Temperature, Vortok International Report 2019.