

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



Desenvolvimento de Sistema para Identificação e Alertas de Restrições de Segurança na Via Permanente

Marcos Paulo Torre

Luciano Tavares dos Santos

Luiz Fernando Lage de Carvalho

Valério Breno Nunes de Oliveira

Jefeson Galvão Reis

Josemar Monteiro de Souza

Gabriela do Prado Castro

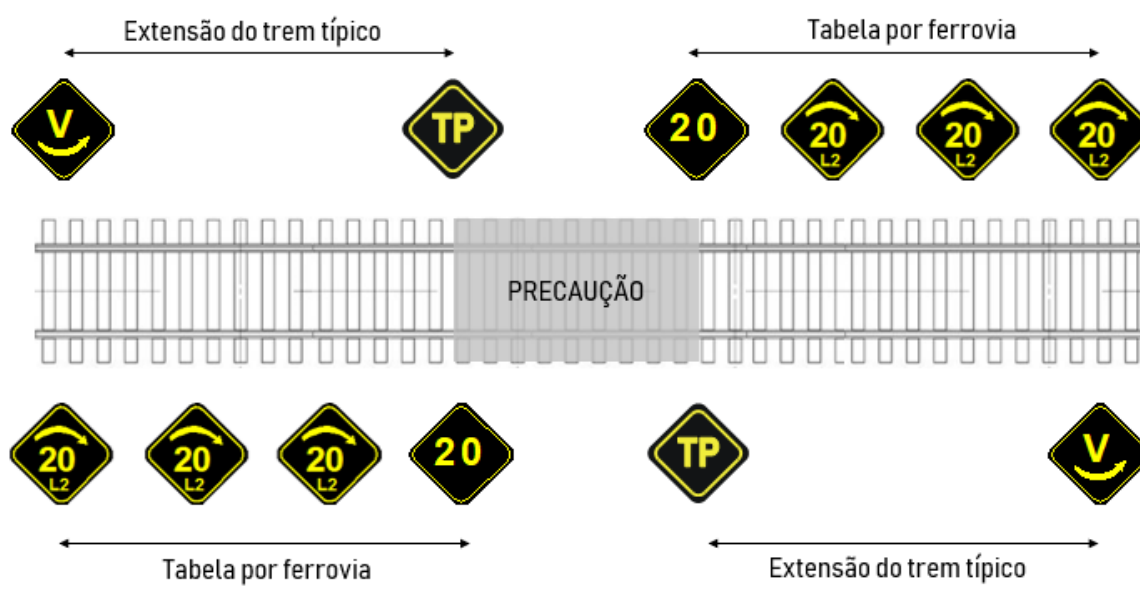
INTRODUÇÃO

As placas regulamentadoras de advertência são responsáveis por informar os operadores de trem sobre situações que exigem cautela na condução da composição.



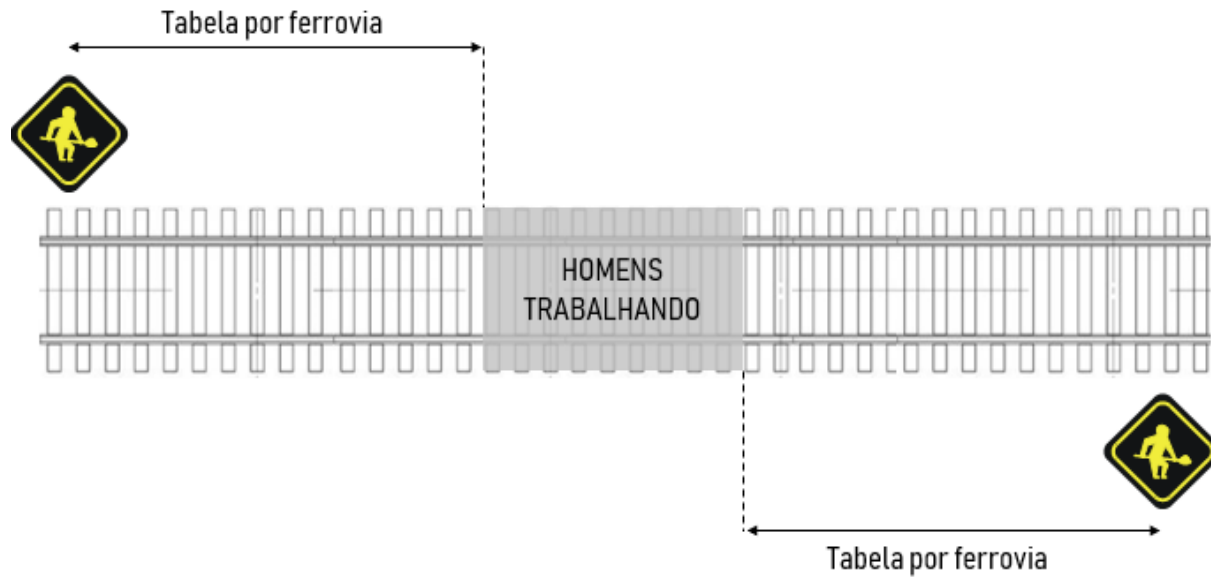
INTRODUÇÃO

No caso de uma restrição de velocidade, são posicionadas, obrigatoriamente, três placas com um espaçamento específico que varia de acordo com o padrão de cada ferrovia em ambos os lados da via.



INTRODUÇÃO

A restrição de “Homens Trabalhando” é sinalizada apenas com uma placa de cada lado da via.



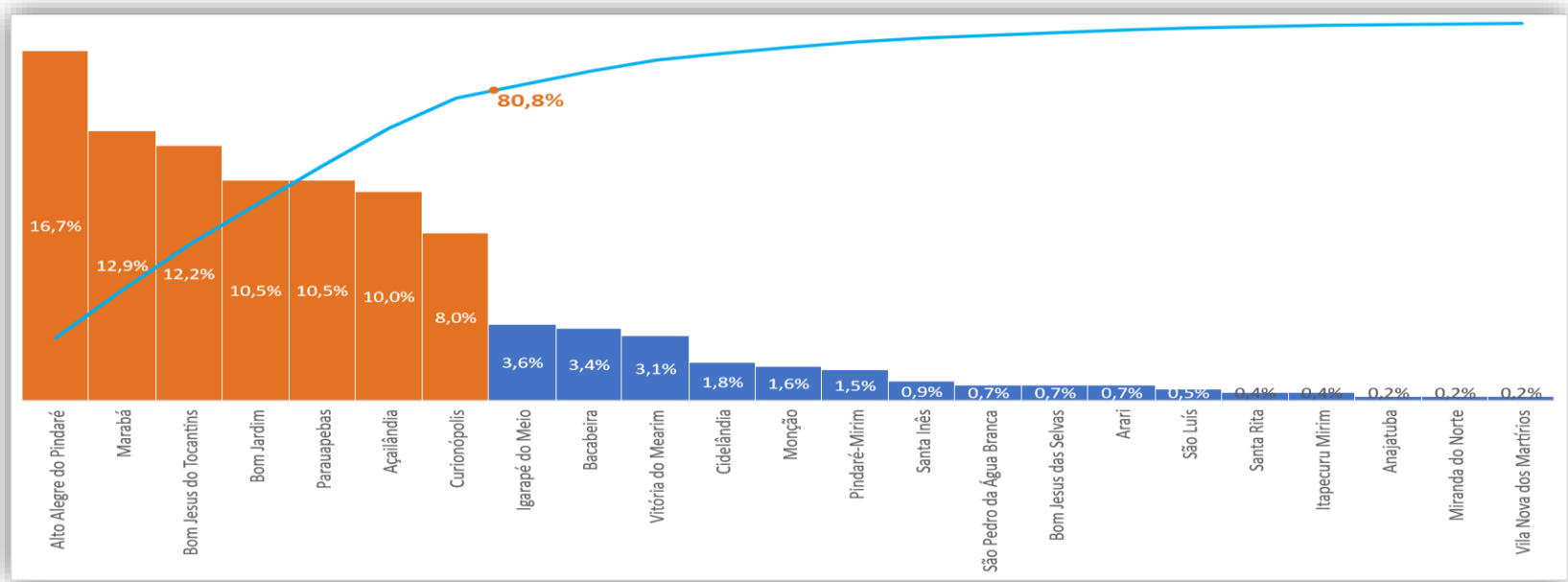
INTRODUÇÃO

O alto índice de vandalismo, descaracterização, ausência ou dificuldade de identificação das bandeiras ocasionam o não atendimento da precaução por parte do operador de trem.



DIAGNÓSTICO

Apenas em 2019, a comissão de prevenção e investigação de acidentes da Vale S.A. já registrou 551 ocorrências de vandalismo em placas de sinalização gráfica auxiliar na Estrada de Ferro Carajás.



Ocorrência de vandalismo de placas de sinalização na EFC

DIAGNÓSTICO

É extremamente importante que, mesmo em casos em que as placas de advertência não estejam presentes na via ou não possam ser visualizadas por algum motivo, o operador de trem seja capaz de receber as informações sobre o tipo de restrição e realizar os procedimentos de segurança de forma adequada.

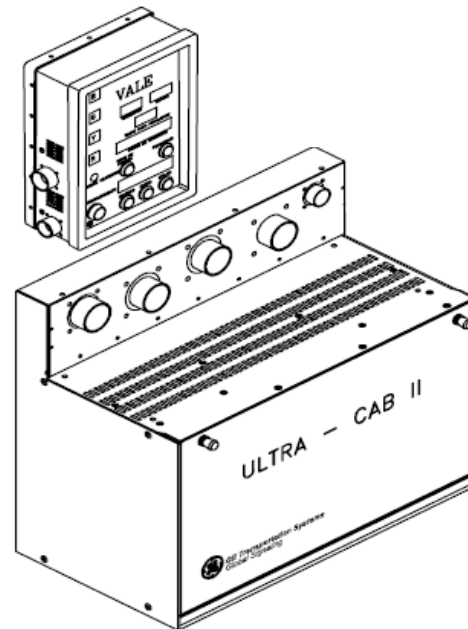
DIAGNÓSTICO

A solução de engenharia para o problema em questão foi o desenvolvimento de um equipamento de bordo capaz de se comunicar com um leitor de transponder presente em todas as locomotivas que transportam minério e passageiros na Estrada de Ferro Carajás. Este equipamento recebeu o nome de APS, cuja sigla significa Alerta de Procedimento de Segurança.



CONTROLE AUTOMÁTICO DO TREM

As locomotivas que compõem os trens de minério e passageiros utilizam um equipamento denominado ATC (Automatic Train Control) nas operações da Estrada de Ferro Carajás.



CONTROLE AUTOMÁTICO DO TREM

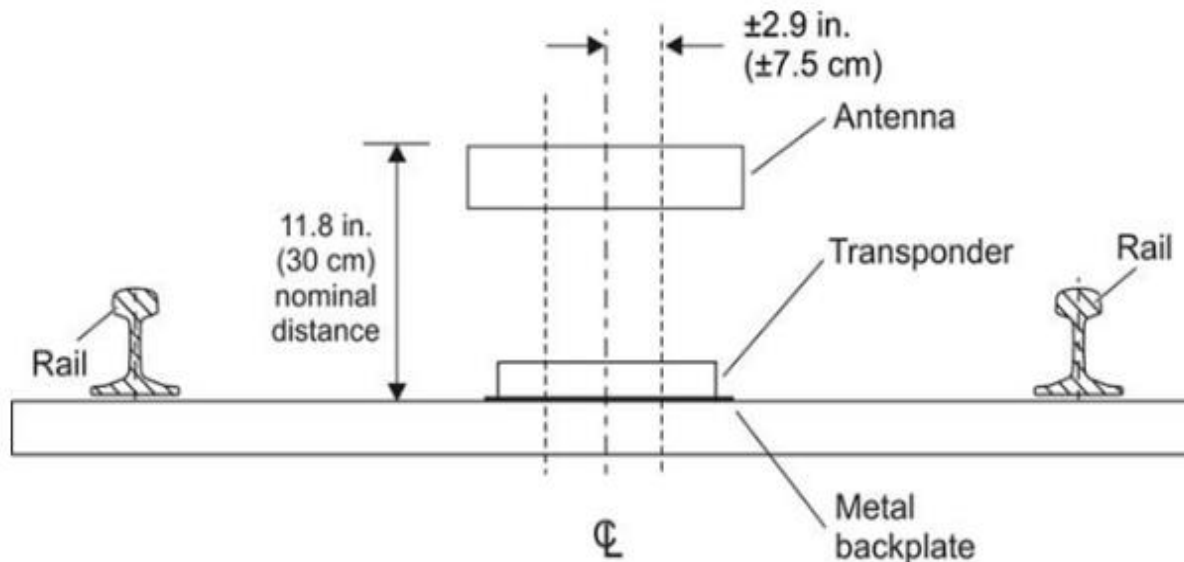
Para decodificar outras informações específicas da via, o ATC recebe dados de dispositivos instalados em pontos estratégicos na via, denominados transponder.



São gravadas no transponders informações como odometria (posicionamento quilométrico), limites das seções de bloqueio nas direções mina ou porto, e inclinação de via para que o ATC determine a curva de frenagem mais adequada.

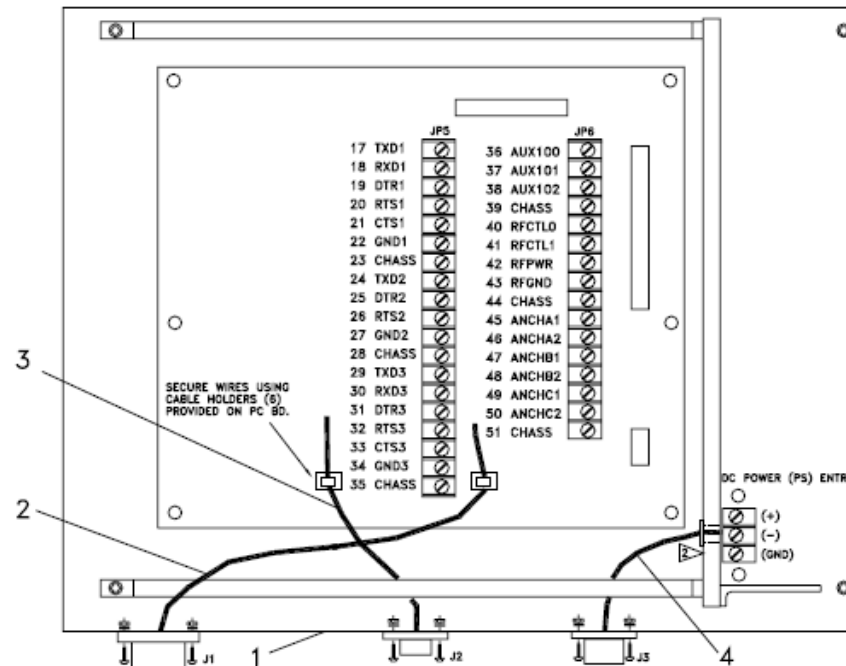
CONTROLE AUTOMÁTICO DO TREM

Os transponders fixos são montados no interior dos dormentes com uma base metálica, onde são lidos por um sistema de leitura de transponder, que possui um *hardware* embarcado na cabine e uma antena posicionada no chassi inferior da locomotiva.



CONTROLE AUTOMÁTICO DO TREM

O *hardware* de leitura envia as informações gravadas no transponder para o ATC por meio de uma interface serial RS-232. Os dados lidos são transmitidos por dois pinos distintos, sendo que um deles pode ser utilizado para comunicar com dispositivos externos.



SISTEMA E MODELO OPERACIONAL

Um protótipo de baixo custo, capaz de se comunicar com o leitor de transponder, foi desenvolvido para emitir alertas sonoros e visuais quando a locomotiva passa por um transponder gravado especificamente com as informações da restrição imposta à via. Algumas mudanças e premissas foram firmadas:

- Gravação de novos transponders com estrutura específica;
- O transponder funciona como redundância das placas;
- APS realiza a decodificação do sinal lido, envia mensagens de voz por meio de um alto-falante, e exibe o tipo de restrição e velocidade máxima de circulação em um display LCD.

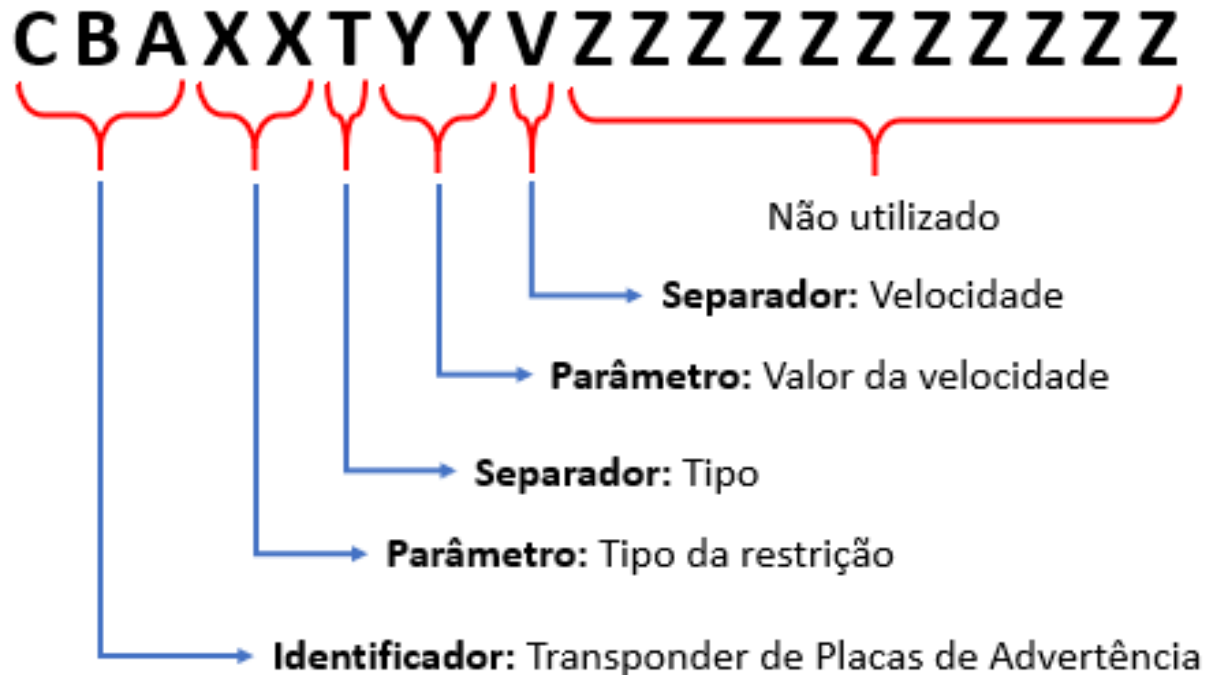
SISTEMA E MODELO OPERACIONAL

Como as bandeiras também são instaladas para indicar o fim da restrição, o APS comunica este evento ao operador de trem sempre que identifica um novo transponder com o mesmo conteúdo gravado em relação ao último valor lido para o mesmo tipo de restrição.



SISTEMA E MODELO OPERACIONAL

A gravação dos transponders de placas de advertência segue uma estrutura de dados específica.



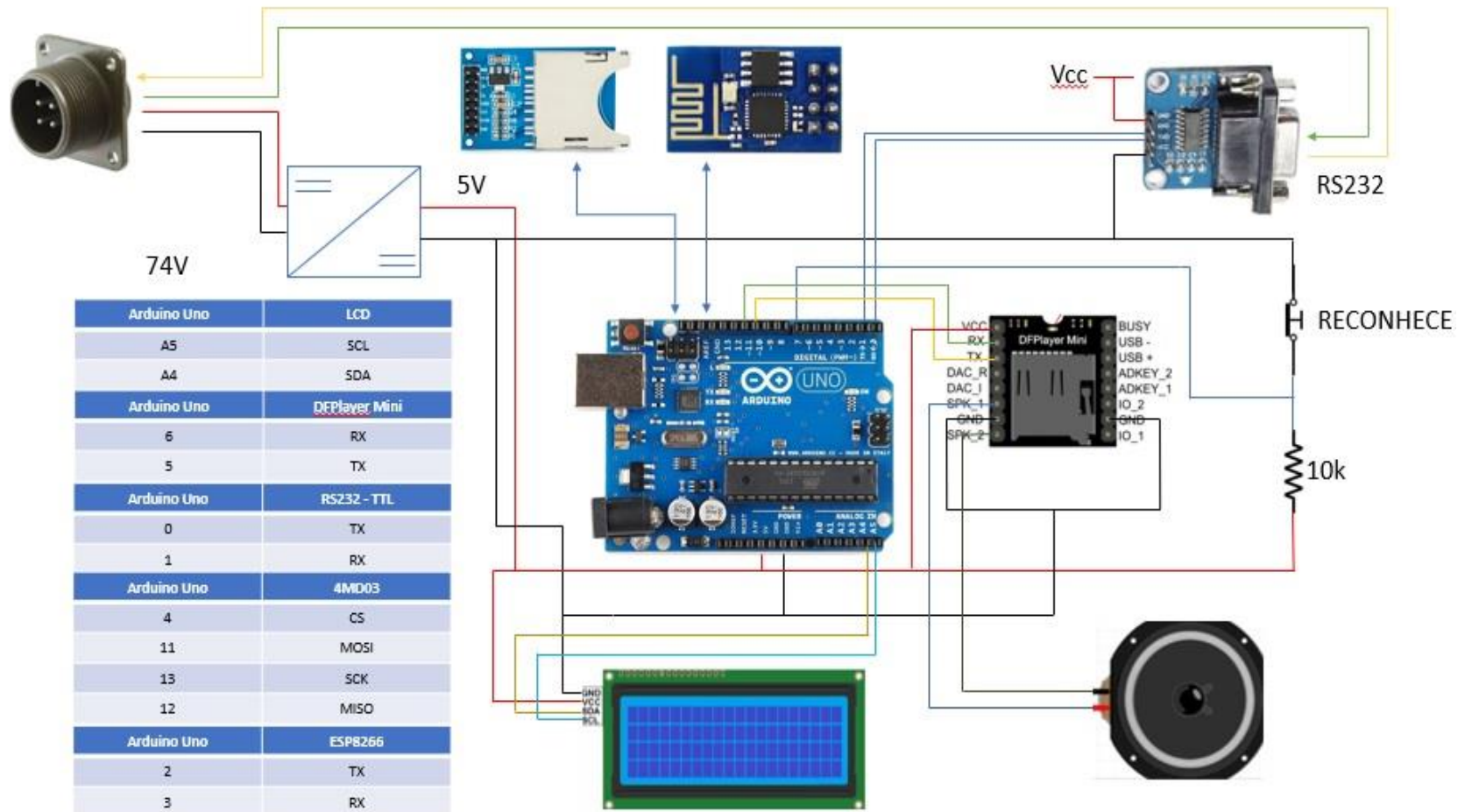
SISTEMA E MODELO OPERACIONAL

Instalação dos transponders na via:



SISTEMA E MODELO OPERACIONAL

Esquema eletrônico do APS:



INSTALAÇÃO E RESULTADOS

O equipamento foi instalado em uma locomotiva AC58, modelo Evolution, fabricada pela General Eletric.



INSTALAÇÃO E RESULTADOS

Ao passar por uma precaução, o APS exibe sua modalidade no display:

- APS Ativo (aguardando precaução);
- Homens trabalhando;
- Restrição de velocidade (XX km/h).



INSTALAÇÃO E RESULTADOS

No caso em que duas restrições aconteçam em um mesmo trecho, ambas as mensagens são exibidas no display, e os comandos de voz são enviados de maneira alternada, com um intervalo de tempo de 1 segundo. A mensagem de voz é repetida até que o operador de trem pressione o botão reconhecimento.



INSTALAÇÃO E RESULTADOS

VIDEO DE FUNCIONAMENTO

INSTALAÇÃO E RESULTADOS

O equipamento APS já realizou 89 viagens até o mês de junho de 2019. Considerando que a ferrovia possui 890km de extensão, foram percorridos, aproximadamente, 160 mil quilômetros sem registro de falhas do equipamento.

CONCLUSÃO

- A restrição de visualização das bandeiras de sinalização, independentemente de sua natureza, pode gerar problemas sérios para a condução de trens na ferrovia;
- Por apresentar pequenas dimensões, o transponder pode ser instalado de forma oculta e encoberto pelo lastro ferroviário;
- É improvável que o transponder seja furtado ou vandalizado por terceiros;
- Condições climáticas podem impedir que os operadores de trem visualizem as placas de sinalização gráfica, mas não interferem no funcionamento do APS.

CONCLUSÃO

- A visualização da placa depende da atenção do maquinista na condução da composição.;
- O modelo de funcionamento do APS se mostra eficiente, pois exige que o maquinista aperte o botão de reconhecimento, sob pena de ser avisado, em um ciclo de 1 segundo, sobre a restrição à sua frente;
- O desenvolvimento do dispositivo abre portas para que o modelo de instalação de bandeiras de sinalização, adotado pelas agências reguladoras, seja revisado.
- O APS evita que o maquinista não tome ciência de restrições de segurança, na via permanente, que possam causar ocorrências ferroviárias como atropelamentos e descarrilamentos.

TRILHOS: EFICIÊNCIA E NOVOS RUMOS



Desenvolvimento de Sistema para Identificação e Alertas de Restrições de Segurança na Via Permanente

Marcos Paulo Torre

Luciano Tavares dos Santos

Luiz Fernando Lage de Carvalho

Valério Breno Nunes de Oliveira

Jefeson Galvão Reis

Josemar Monteiro de Souza

Gabriela do Prado Castro