



32^a SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE
INTERTRAVAMENTO DE
ABERTURA DE PORTAS NOS
TRENS DA LINHA 7 RUBI**

Renan dos Santos Moreira
Newton Maciel Junior
Rodrigo Lavorato Lima

Introdução

O QUE É: Um sistema que impede o acionamento involuntário ou incorreto no comando de abertura de portas ao lado oposto ou fora da região da plataforma.

COMO: Através da instalação de antenas RFID nos trens e *tags* na via, na região das plataformas das estações.

POR QUE: A abertura indevida de porta oferece risco aos passageiros dos trens com potencial de acidente fatal.

ONDE: Toda a frota de trens com instalação nas cabines de operação em ambos os lados, e as *tags* em todas as plataformas de todas as estações.

QUANDO: Primeiros testes dinâmicos realizados em março de 2026. Start do sistema dado em junho de 2026.



Figura 01: Foto real de ocorrência de abertura incorreta de portas fora da região de plataforma.

Figura 02: Ilustração de lados certo e errado, e o risco associado.



O Sistema de Portas

- O trem adotado como estudo de caso é composto por 8 carros, sendo cada um dotado de 4 portas de passageiros por lado com vão de abertura de 1600 mm.
- O sistema de portas é feito de folha dupla e essas folhas se movem para dentro da lateral do veículo ao longo de um trilho.
- A abertura ocorre de forma automática quando os sistemas integrados do trem informam os sinais lógicos: *low speed* = 1; *open enable* = 1 e *open command* = 1 (pulso). E para fechamento, anulando os sinais vitais ou recebendo o sinal: *close command* = 1.
- Eventuais falhas serão registradas pela DCU (*Door Control Unit*) a fim de manter os dados para posterior análise, utilizando um *software* de monitoramento específico.
- Esta ferramenta é diariamente utilizada nos diagnósticos.



A condição atual, antes da implementação do SIAP, era de potencial risco de acionamento equivocado por parte do operador. Ou seja, havia uma condição direta de vulnerabilidade e dependência da decisão correta do operador. Caso ele trocasse equivocadamente o lado de abertura de portas, nenhuma barreira sistêmica era presente para evitar ou criar uma condição de redundância de confirmação.

Instalação na Via

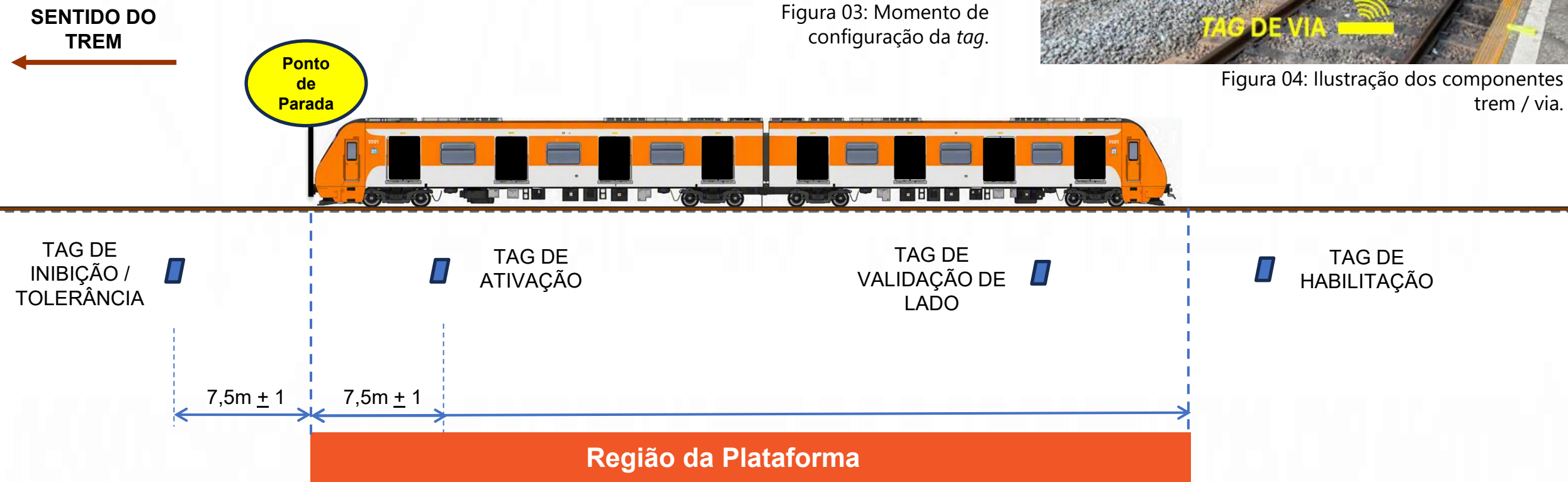
Os *tags* são fixados nos dormentes.
Dormente de **madeira**: aparafusado.
Dormente de **concreto**: colado por selante.
Total de 17 estações.
Total de 144 *tags* instalados.



Figura 03: Momento de configuração da *tag*.



Figura 04: Ilustração dos componentes trem / via.



Instalação na Via

- Maior linha ferroviária de São Paulo com mais de 60 km de extensão e total de 17 estações, que conecta a região central de São Paulo à Região Metropolitana.
- Total de 144 tags instalados.
- Os tags são fixados nos dormentes.
- Dormente de madeira: aparafusado.
- Dormente de concreto: colado por selante.



Figura 05: Mapa de estações da Linha 7 Rubi.

Instalação na Frota de Trens

Função: Abrir e fechar a linha de 72v entre o comando do operador e o "train line", **sem controlar ou interferir** nos sistemas operacionais do trem.

Total de 30 trens com SIAP operacional.



Figura 05: Ilustração do "leque" de leitura da antena.

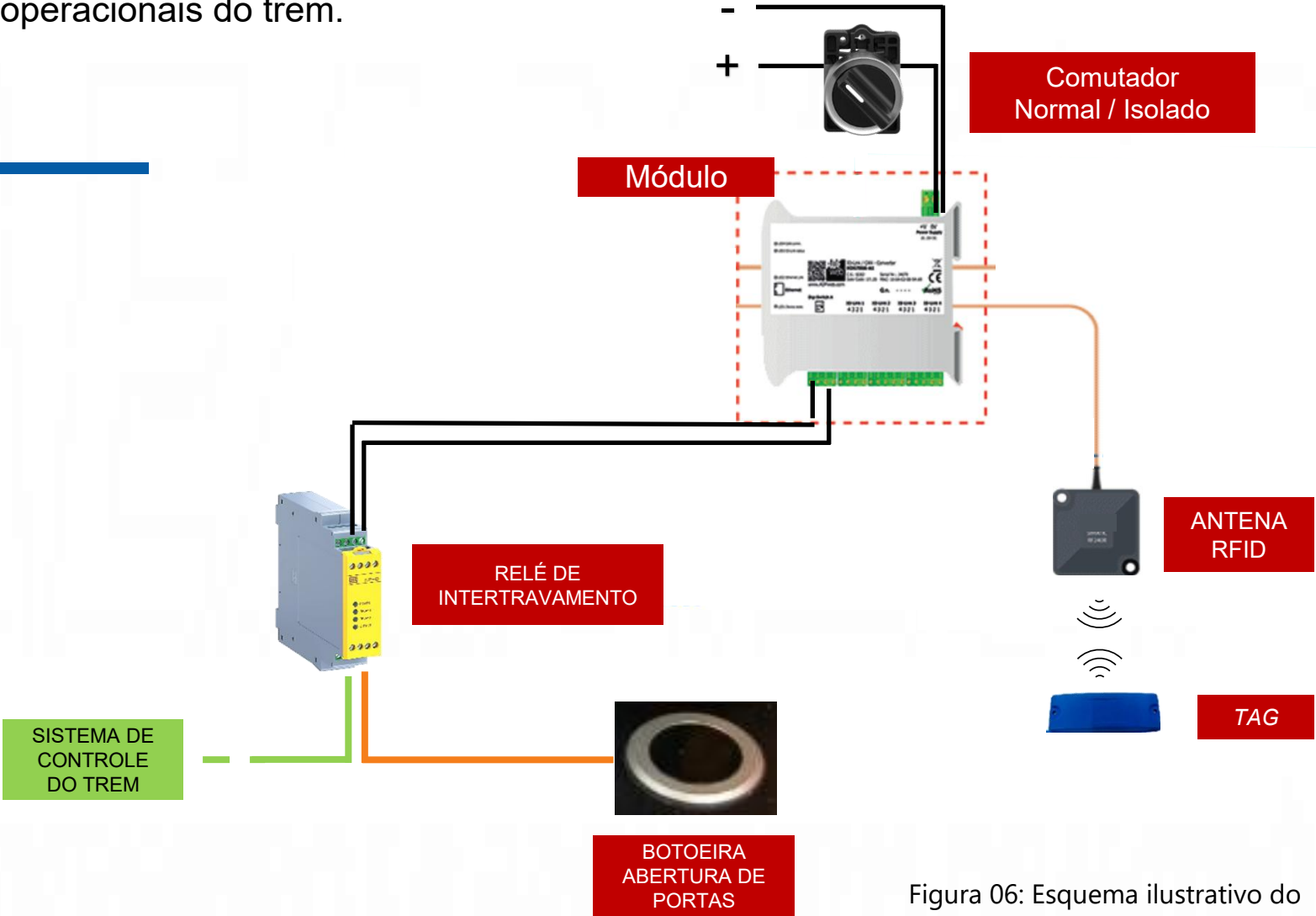


Figura 06: Esquema ilustrativo do sistema de intertravamento.

Instalação na Frota de Trens

- A interface do operador se dará pela visualização do status do led aceso no console de comando, onde apontará o estado de normalidade ou falha.
- Luz acesa continuamente aponta funcionamento normal das leituras e proteção em condição atuante, e luz piscando aponta falha na leitura sequencial dos tags ou falha em um dos dispositivos do sistema.
- A chave seletora será utilizada em situações de falha, avanço de plataforma ou entrada no pátio de manutenção.



Figura 07: Comutador de derivação instalado no console.

Normal **Isolado**



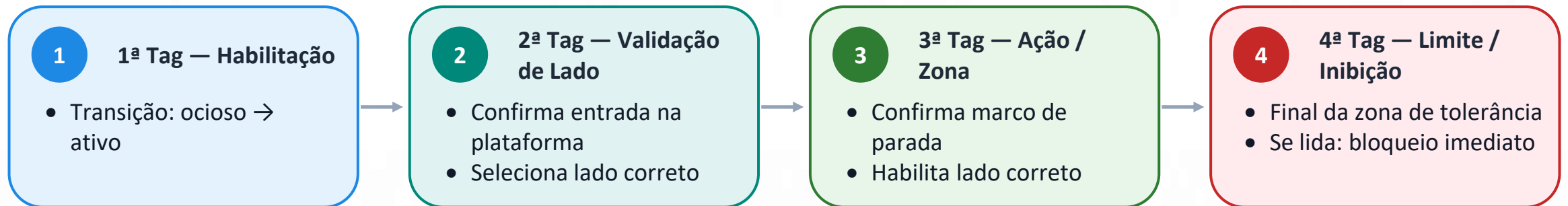
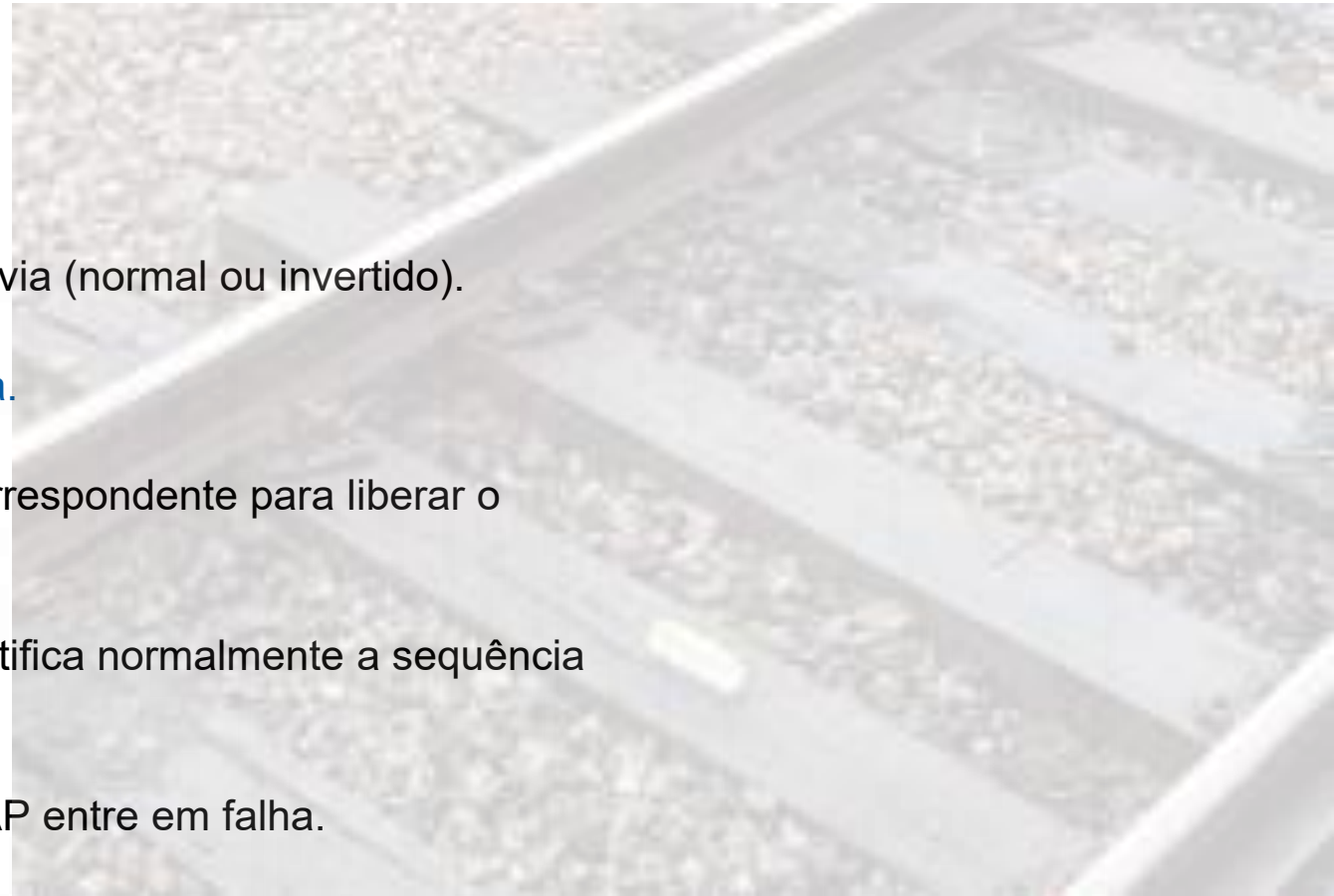
- Possui um LED de indicação que informa o estado da função: **NORMAL | ISOLADO**
- LED fixo: **função ativa**
- LED piscando: **condição de falha / isolado**

Funcionamento

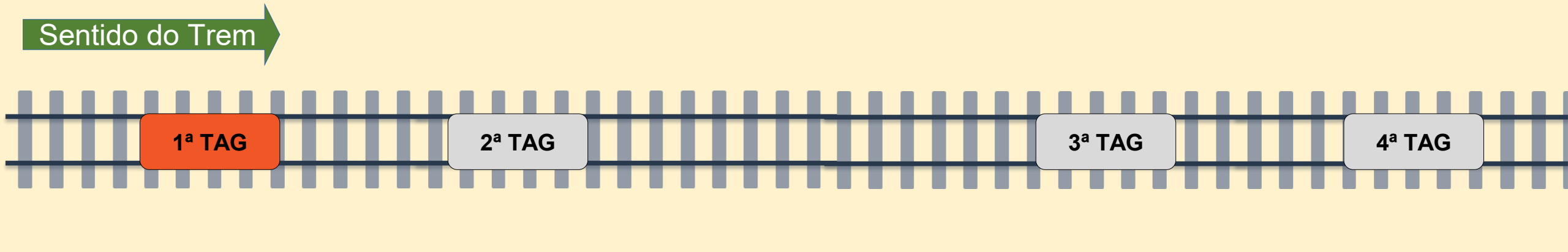
- A primeira TAG determina automaticamente o sentido da via (normal ou invertido).

Obs.: A inversão do sentido não provocará falhas do sistema.

- A partir disso, o sistema espera a sequência completa correspondente para liberar o comando correto.
- Ao sair da plataforma (começo de viagem) o sistema identifica normalmente a sequência da próxima parada.
- Qualquer leitura fora do esperado ou erro de lógica, o SIAP entre em falha.

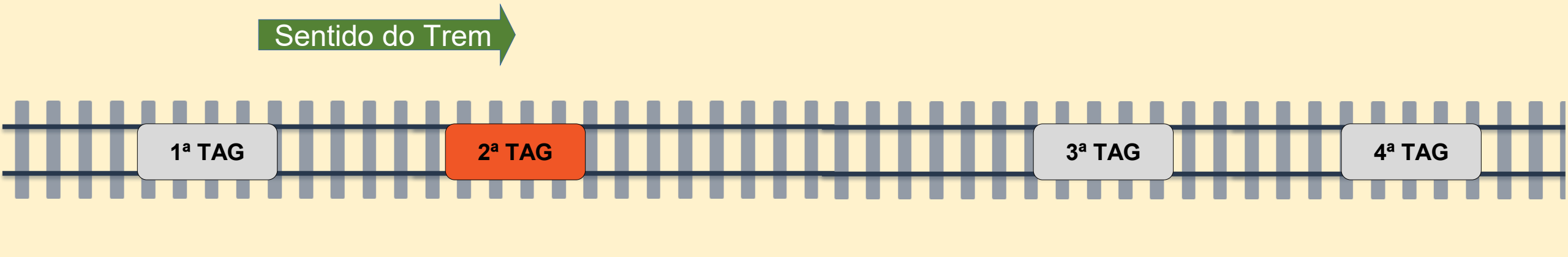


Funcionamento



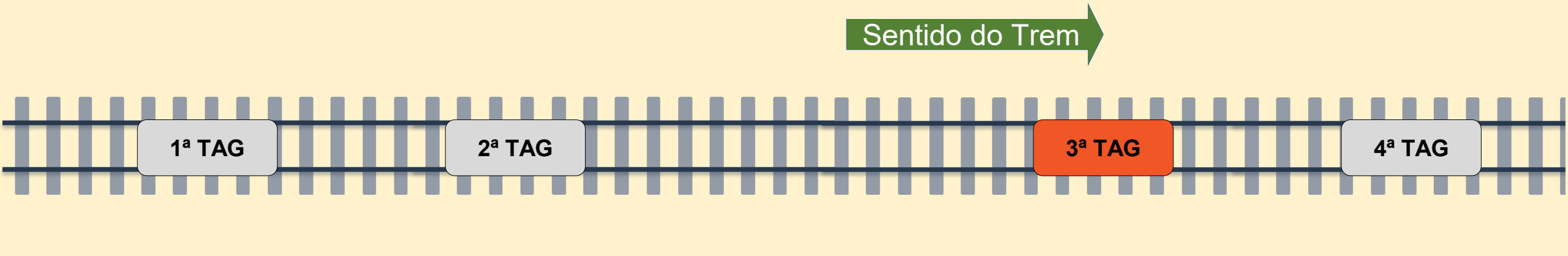
- A antena da cabine assumida lê a 1ª TAG da plataforma. Com essa leitura, o SIAP muda automaticamente do modo “Ocioso” para “Ativo”.
 - A 1ª TAG define automaticamente o sentido da via, permitindo ao SIAP aplicar e validar a sequência correta.
 - SIAP aguarda a próxima leitura da TAG válida da sequência.
-

Funcionamento



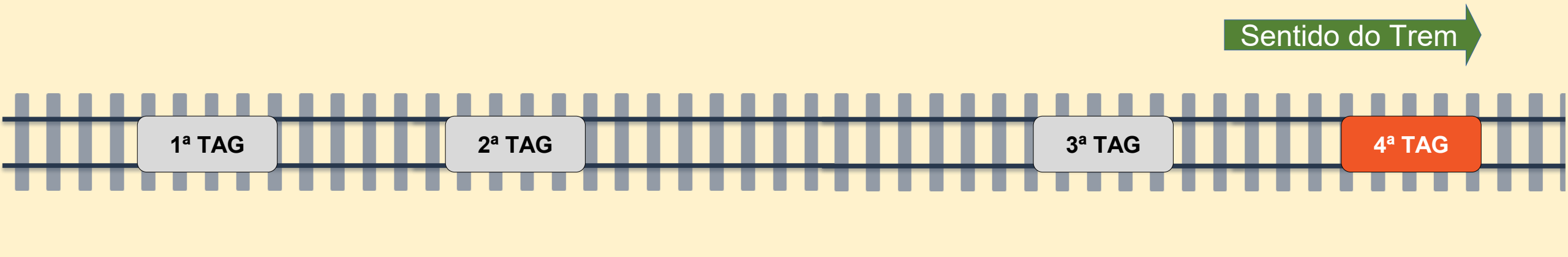
- A antena da cabine assumida lê a segunda TAG da plataforma.
- Essa leitura confirma a entrada na plataforma e define o lado correto para o desembarque. O SIAP aguarda a próxima leitura da TAG válida da sequência.

Funcionamento



- A antena da cabine assumida lê a terceira TAG da plataforma.
- Essa leitura confirma o posicionamento do trem no **marco de parada** e habilita o relé de abertura das portas, considerando a tolerância de 7,5 m.
- BLOQUEIO DO LADO OPOSTO DA PLATAFORMA.

Funcionamento



- Tag de desabilitação do sistema na partida da plataforma.
- Marca o fim da zona de tolerância.
- Se lida incorretamente, indica que o trem passou do ponto seguro e bloqueia imediatamente os comandos. Necessário derivação do sistema com prévia autorização do CCO. Comandos sob total atuação do operador.
- Mesmo que o operador recue o trem (voltando para a Tag 3 ou 2), o relé **não** rearmará automaticamente (prevenção contra leituras falhas em manobras indevidas).

Configuração pelo Celular

08:23 Sem conexão com a Internet

Gravação

Estação

Palmeiras-Barra Funda

Via

Via 1

Baliza

BALIZA 1

GRAVAR

Mantenha somente uma TAG no campo do gravador.

Validação

Aguardando gravação.

Rede Wi-Fi: SIAP-GRAVADOR

SIAP — PRÉ-ANÁLISE
SIAP-9517-9EC9 - Carro C9517

Período	Arquivos
Todos os registros	26
Leituras válidas	EPCs diagnóstico
3092	151
Falhas de sequência	Alertas de SD
0	0
Alertas de antena	
0	

Estado do equipamento

Chave: ISOLADO SD: MONTADO
Antena: OK Boot: ISOLADO_MANUTENCAO

Leituras por TAG

Figura 08: Ilustração do aplicativo de gravação de tags e visualização de registros.



Figura 09: Gravador de tags.

Substituição de uma TAG avariada na via:

- Pela rede, terá acesso ao portal do Gravador pelo celular.
- Seleciona a estação onde a TAG será instalada. Seleciona a via correspondente e o número da BALIZA.
- O sistema gera a identificação eletrônica da nova TAG e apresenta uma descrição para conferência, contendo a estação, a via e a posição.
- Confirma a operação e seleciona a opção "Gravar e validar". O gravador realiza a programação.
- A nova TAG está corretamente identificada e pronta para substituir a baliza avariada quando aparece a mensagem de confirmação.
- Isso reduz a possibilidade de erros de identificação, padroniza a preparação das TAGs e torna a manutenção mais rápida e segura.

Resultados

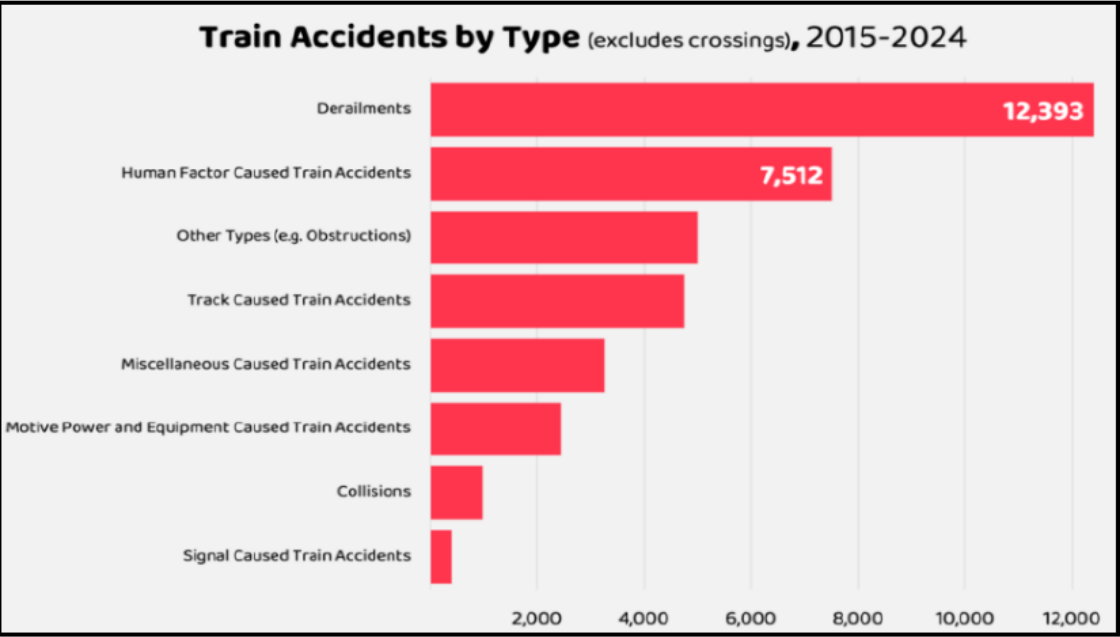


Gráfico 01: Acidentes ferroviários por tipo entre 2015 e 2024 nos EUA. Fonte: U.S. Department of Transportation, 2026.

A expectativa de resultado do projeto na linha ferroviária tomada como estudo de caso é a eliminação de incidentes ou acidentes vinculados a estas condições ou riscos potenciais listados. Os resultados estão demonstrados no gráfico ao lado.

Exemplos de ganhos nas condições ou riscos potenciais relacionados ao sistema de portas de um trem de passageiros:

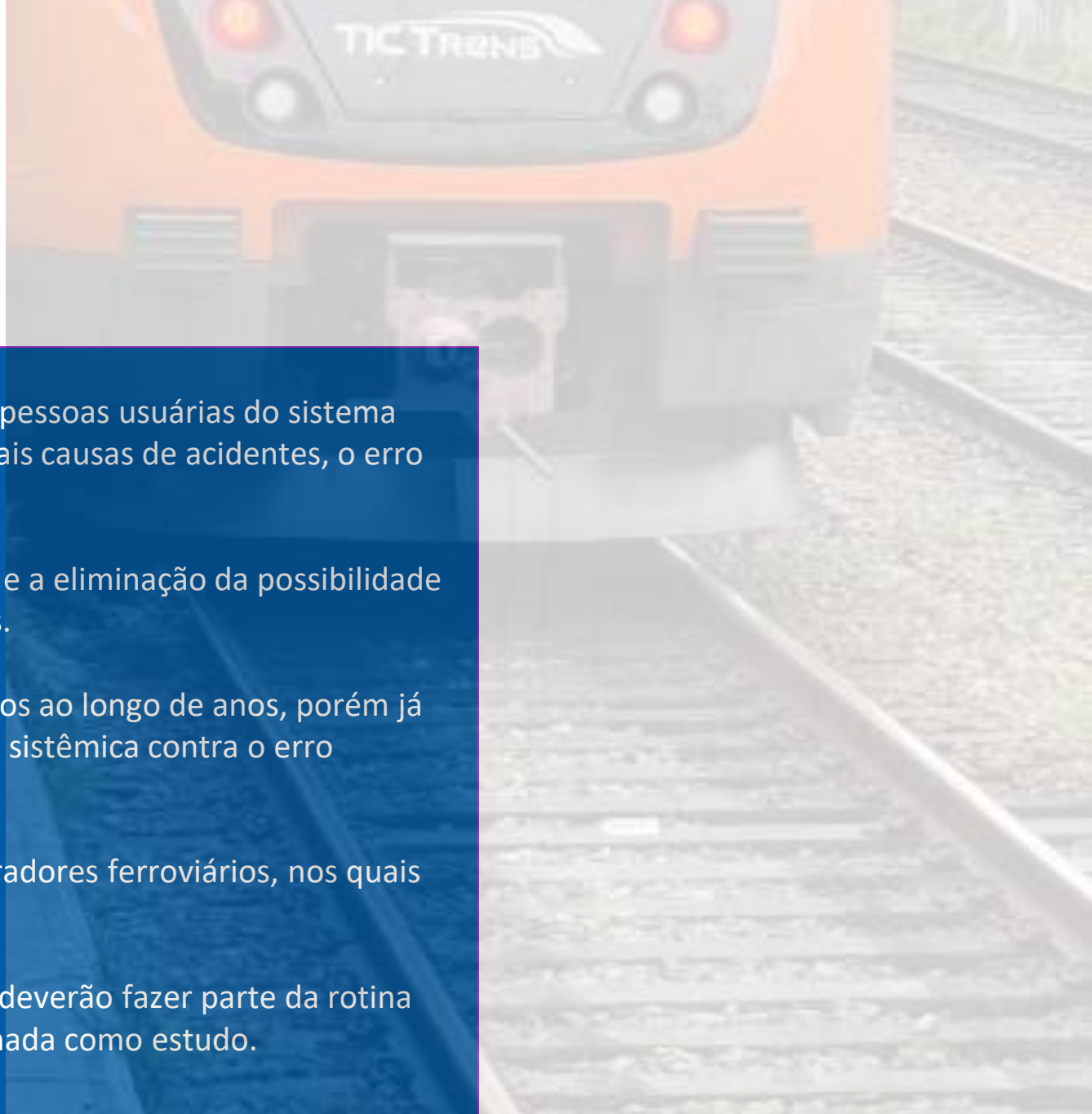
- Eliminação da abertura equivocada ao lado errado de plataforma (erro humano);
- Eliminação da abertura equivocada fora da região de plataforma (erro humano);
- Eliminação de acionamento por falha funcional dos botões de acionamento.



Gráfico 02: Ocorrências históricas na linha ferroviária tomada como estudo de caso e expectativa de resultado para os próximos meses. Fonte: Autor, 2026.

Conclusão

- O SIAP é primordial para o aumento e garantia da segurança das pessoas usuárias do sistema ferroviário em estudo, atuando diretamente em uma das principais causas de acidentes, o erro humano.
- A tecnologia instalada fornece a segurança operacional desejada e a eliminação da possibilidade de acionamento involuntário ou acidental de abertura das portas.
- Os ganhos com melhoria de segurança geralmente são visualizados ao longo de anos, porém já foi possível afirmar que o objetivo principal de criar uma barreira sistêmica contra o erro humano foi alcançada.
- Abre-se possibilidades de implementação em muitos outros operadores ferroviários, nos quais os riscos são semelhantes ou iguais.
- A contínua pesquisa, monitoramento e tratativa das ocorrências deverão fazer parte da rotina da equipe de Engenharia de Manutenção da linha ferroviária tomada como estudo.



32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO!

Renan dos Santos Moreira

renan.moreira@tictrens.com.br

Newton Maciel Junior

newton.junior@tictrens.com.br

Rodrigo Lavorato Lima

rodrigo.lima@tictrens.com.br



13ª Edição
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP TRILHOS
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

TIC TRENS

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ