



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS
CATEGORIA (3)

DA INVESTIGAÇÃO À PREVENÇÃO: GESTÃO PREDITIVA DE RISCOS

OPERACIONAIS COM USO DE APLICATIVO NO METRÔ

1. INTRODUÇÃO

O transporte metroferroviário desempenha papel estratégico na mobilidade urbana de grandes cidades brasileiras, sendo responsável pelo deslocamento de milhões de passageiros diariamente em condições de alta capacidade, frequência e complexidade operacional. Nesse contexto, a segurança operacional não constitui apenas uma exigência contratual ou regulatória, mas um imperativo ético e técnico que orienta todas as decisões de gestão, desde o planejamento até a operação em tempo real.

O Metrô BH é a empresa fundada em 2023 responsável pela operação da Concessão do serviço de transporte metroviário nas cidades de Belo Horizonte e Contagem, Minas Gerais, integrando o Grupo Comporte Participações S.A., que possui mais de 24 anos de atuação no setor de transportes, operando modais rodoviários, urbano, logístico e ferroviário em diferentes estados do Brasil. Atualmente, o Metrô BH opera uma linha com 20 estações e 28,1 km de extensão, transportando aproximadamente 90 mil passageiros diariamente. A empresa



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

encontra-se em fase de expansão com a implantação da Linha 2, que adicionará 7 novas estações e 10,5 km de via, ampliando significativamente a demanda operacional e os desafios de gestão de segurança. A missão institucional do Metrô BH — "Unir relacionamentos com segurança e qualidade" — posiciona a segurança como pilar central de todas as atividades de operação, manutenção e implantação da empresa.

A prestação de serviços é regida pelo contrato de concessão, que entre suas obrigações prevê a manutenção de uma Comissão Permanente de Segurança em Sistemas Operacionais (COPESE), responsável pela investigação de ocorrências que possam comprometer a segurança operacional. No Metrô BH, o processo de investigação é iniciado pelo Centro de Controle Operacional (CCO), que comunica formalmente a ocorrência ao comitê da COPESE. A partir daí, são conduzidas reuniões de investigação com gestores, supervisores e colaboradores envolvidos, com análise de evidências como imagens, registros de comunicação, relatórios operacionais, dados de tacógrafo e procedimentos técnicos aplicáveis. As análises empregam metodologias consagradas de investigação de causas raiz, como o Diagrama de Ishikawa (6M) e a técnica dos 5 Porquês, resultando em planos de ação cujo acompanhamento é realizado em dashboard de controle e apresentado semanalmente ao Superintendente de Operação e Manutenção.

Embora tecnicamente robusto, esse modelo apresenta uma limitação estrutural fundamental: sua natureza é essencialmente reativa. A COPESE é acionada somente após a ocorrência de um evento, o que significa que a intervenção do sistema de segurança ocorre quando o risco já se materializou. Essa lógica é coerente com o que a literatura especializada denomina



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Safety-I — o paradigma tradicional de segurança, centrado na análise do que deu errado e na prevenção de sua repetição (HOLLNAGEL, 2014). Embora necessário, esse modelo não é suficiente para sistemas de alta complexidade e alta exposição ao risco humano, nos quais a variabilidade comportamental dos operadores é uma fonte permanente de vulnerabilidade.

A análise das ocorrências investigadas pela COPESE entre 2024 e 2026 revelou concentração expressiva e recorrente de eventos na área de coordenação de tráfego (responsável pela condução dos trens), indicando que as ações corretivas derivadas do modelo reativo não estavam sendo suficientes para romper o ciclo de ocorrências. Essa constatação motivou a busca por uma abordagem complementar e estruturalmente diferente: uma gestão preditiva e preventiva, capaz de atuar sobre os desvios antes que se convertam em incidentes formais.

Com esse objetivo, foi desenvolvida a ferramenta digital "Observação de Tarefa", construída sobre a plataforma AppSheet (Google), que permite a realização, gestão e análise de auditorias operacionais dos condutores de trem de forma sistematizada, rastreável e orientada por dados. A partir dessa iniciativa, o Metrô BH estabeleceu um modelo de liderança ativa voltado ao fortalecimento contínuo da cultura de segurança operacional, alinhado aos princípios da Cultura Justa e às melhores práticas internacionais do setor ferroviário.

O presente artigo tem como objetivo descrever o processo de diagnóstico que motivou o desenvolvimento da ferramenta, apresentar sua arquitetura metodológica e os resultados operacionais obtidos entre fevereiro de 2025 e maio de 2026, e discutir as implicações dessa experiência para a evolução da gestão de segurança no setor metroferroviário brasileiro.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Modelos de Segurança: de Safety-I para Safety-II

A compreensão contemporânea da segurança operacional em sistemas complexos passou por uma transformação paradigmática significativa nas últimas décadas. O modelo tradicional, denominado por Hollnagel (2014) como Safety-I, define segurança como a ausência de eventos negativos — acidentes, incidentes e falhas. Nessa concepção, a gestão de segurança é orientada pela investigação do que deu errado, pela identificação de causas e pela implementação de barreiras para evitar a repetição. A atuação é, por natureza, reativa: o sistema de segurança é acionado após o evento.

Esse paradigma dominou a prática da segurança operacional durante décadas e produziu avanços importantes. Metodologias como o Diagrama de Ishikawa (ISHIKAWA, K. 1990), os 5 Porquês (OHNO, 1988) e o modelo do "queijo suíço" de James Reason (1997), que representa as defesas organizacionais como fatias de queijo suíço, cujos buracos se alinham para permitir a ocorrência de acidentes, ofereceram instrumentos poderosos para a análise de causas raiz e o aprendizado a partir de falhas.

Contudo, Hollnagel (2014) argumenta que o Safety-I possui uma limitação fundamental: trata o desempenho humano como binário, correto ou incorreto, ignorando que, na maior parte do tempo, as pessoas operam com sucesso em condições de variabilidade, pressão e ambiguidade. O modelo proposto como alternativa, denominado Safety-II, desloca o foco da análise do que deu errado para a compreensão de por que as coisas normalmente dão certo,



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

mesmo em condições adversas. A segurança deixa de ser definida pela ausência de falhas e passa a ser construída ativamente pela capacidade dos sistemas e das pessoas de se adaptarem às variações do ambiente operacional.

A transição do Safety-I para o Safety-II tem implicações práticas diretas para a gestão operacional: em vez de aguardar a ocorrência de incidentes para intervir, organizações orientadas pelo Safety-II investem em mecanismos contínuos de monitoramento, feedback e aprendizado. É exatamente essa lógica que fundamenta a ferramenta "Observação de Tarefa" desenvolvida pelo Metrô BH: a auditoria contínua dos operadores de trem como instrumento de detecção precoce de desvios, antes que se materializem em ocorrências formais.

2.2 Cultura Justa (Just Culture)

A efetividade de qualquer sistema de gestão de segurança depende, em larga medida, do ambiente cultural em que está inserido. Organizações que respondem a falhas com punição indiscriminada tendem a desenvolver culturas de silêncio e autoproteção, nas quais os colaboradores omitem erros e desvios por medo de consequências, privando a organização de informações essenciais para o aprendizado e a melhoria contínua.

Sidney Dekker (2012), um dos principais teóricos da segurança operacional, propõe o conceito de Cultura Justa (Just Culture) como resposta a esse dilema. Trata-se de um modelo organizacional que equilibra responsabilização e aprendizado: reconhece que erros humanos são inevitáveis em sistemas complexos e distingue claramente entre falhas não intencionais (demandam suporte, treinamento e correção) e violações deliberadas de procedimentos (que



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

podem justificar medidas disciplinares). Essa distinção é fundamental para que os trabalhadores se sintam seguros para reportar erros e participar ativamente dos processos de melhoria.

Pesquisa recente publicada na Revista Gestão e Conhecimento (GARCIA; FARDIN, 2025) aplicada ao contexto da aviação civil brasileira reforça que a Cultura Justa incentiva a comunicação aberta sobre falhas sem punição indevida, promovendo aprendizado contínuo e melhoria operacional. O estudo destaca que é essencial diferenciar erros (falhas não intencionais corrigíveis por treinamento) de violações deliberadas sujeitas a sanções, e que essa diferenciação é o que torna o ambiente seguro para a transparência.

No contexto do Metrô BH, os princípios da Cultura Justa estão incorporados ao fluxo metodológico da ferramenta "Observação de Tarefa". O mecanismo de assinatura digital do colaborador após o recebimento do feedback não é apenas um recurso de rastreabilidade: é uma expressão prática da Cultura Justa, ao garantir que o operador participa ativamente do processo, valida formalmente os desvios identificados e confirma o recebimento das orientações corretivas. Essa abordagem posiciona a auditoria não como instrumento de controle punitivo, mas como ferramenta de desenvolvimento comportamental e fortalecimento da cultura organizacional de segurança.

2.3 Metodologias de Investigação de Causas Raiz

A investigação estruturada de ocorrências operacionais constitui a base do aprendizado organizacional em sistemas de segurança crítica. Entre as metodologias mais amplamente



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

utilizadas no setor metroferroviário destacam-se o Diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês. Ambas as metodologias são utilizadas pela COPESE do Metrô BH no processo de investigação de ocorrências, e seus resultados subsidiam os planos de ação corretiva. A ferramenta "Observação de Tarefa" complementa esse arsenal metodológico ao operar em um plano anterior: enquanto o Ishikawa e os 5 Porquês são acionados após o evento, a auditoria operacional atua na fase pré-evento, identificando os desvios que poderiam evoluir para ocorrências investigáveis.

2.4 Shisa Kanko: a técnica do "Apontar e Falar"

O Shisa Kanko (traduzido como "Apontar e Falar") é uma técnica de origem japonesa amplamente adotada em sistemas ferroviários de alto desempenho ao redor do mundo. Consiste na confirmação gestual e verbal de informações críticas durante a operação, com o objetivo de reduzir erros decorrentes de distração, automatismo ou sobrecarga cognitiva. Ao externalizar a atenção por meio de um gesto físico (apontar) e uma verbalização (falar), o operador aumenta significativamente seu nível de consciência situacional sobre o item verificado.

A eficácia da técnica Point and Call (*Shisa Kanko*) foi comprovada no Japão, com redução de aproximadamente 85% nos erros operacionais, e sua adoção no metrô de Nova York contribuiu para uma redução de 57% nos incidentes de posicionamento incorreto dos trens (FLIGHT SAFETY AUSTRALIA, 2018).



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

No Brasil, a ANPTrilhos (2023) registra que a SuperVia, operadora de trens urbanos do Rio de Janeiro, exige a prática do Shisa Kanko por seus maquinistas desde 2019, em modelo inspirado na JR West Railway japonesa, que atribuiu à técnica uma redução de 70% no risco de erro humano. No Metrô BH, o Shisa Kanko integra os checklists de auditoria operacional, sendo monitorado em múltiplas categorias de observação (campo e imagem), o que evidencia o reconhecimento de sua criticidade para a segurança na condução dos trens.

2.5 Digitalização e Gestão Preditiva no Setor Metroferroviário

A transformação digital do setor metroferroviário tem aberto novas possibilidades para a gestão preditiva de riscos operacionais. A incorporação de plataformas digitais, sistemas de coleta de dados em tempo real e ferramentas de análise gerencial permite que organizações migrem de modelos de gestão baseados em relatórios periódicos para abordagens dinâmicas, orientadas por dados e capazes de identificar tendências e vulnerabilidades antes que se convertam em falhas.

O Metrô de São Paulo representa um exemplo relevante nesse contexto. Conforme Santos e Parpinelli (2026), a adoção de um Sistema de Monitoramento de Ativos (SMA) como infraestrutura corporativa de suporte à decisão viabilizou a evolução das estratégias de manutenção em direção a abordagens preditivas e prescritivas orientadas por dados e risco, com foco na antecipação de falhas funcionais e aumento da disponibilidade dos ativos. A experiência paulistana demonstra que a digitalização da gestão operacional não é apenas uma



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS
TIC TRENS

32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

modernização de processos, mas uma mudança estrutural na capacidade de antecipação e resposta das organizações metroferroviárias.

No caso do Metrô BH, a plataforma AppSheet (Google) foi escolhida como base tecnológica para a ferramenta "Observação de Tarefa" por reunir características estratégicas para o contexto operacional: disponibilidade em ambiente mobile e web, sincronização automática de dados, capacidade de alimentar dashboards gerenciais em tempo real e baixo custo de desenvolvimento e manutenção. A integração com o Google Sheets e o Data Studio permitiu a construção de um ecossistema analítico completo, desde o registro da auditoria em campo até a visualização gerencial consolidada, sem a necessidade de desenvolvimento de software proprietário.

3. DIAGNÓSTICO

3.1 O Modelo Reativo de Gestão de Ocorrências

O processo de gestão de segurança operacional do Metrô BH é estruturado em torno da COPESE, comissão de caráter permanente cuja missão é investigar ocorrências que possam comprometer a segurança do sistema. Conforme descrito na seção anterior, o fluxo investigativo é iniciado pelo CCO e conduzido por meio de reuniões multidisciplinares com análise de evidências e aplicação de metodologias consagradas de identificação de causas raiz.

Esse modelo cumpre papel essencial na organização: garante que cada ocorrência seja formalmente investigada, que as causas sejam identificadas e que ações corretivas sejam definidas e monitoradas. Contudo, sua limitação estrutural é inerente à própria lógica de



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

funcionamento: o processo investigativo só pode ser iniciado após a comunicação de uma ocorrência. Isso significa que, independentemente da qualidade e da profundidade da investigação, o sistema de segurança sempre chegará tarde — o evento já terá ocorrido, com potencial impacto sobre passageiros, operadores, equipamentos e a imagem da empresa.

Em termos teóricos, essa é a expressão prática do Safety-I: um modelo que aprende com o que deu errado, mas não possui mecanismos estruturados para agir sobre o que ainda pode dar errado. A gestão do Metrô BH precisava responder: como prevenir desvios operacionais antes que virassem ocorrências?

3.2 Análise das Ocorrências COPESE (2024–2026)

O levantamento sistemático das ocorrências investigadas pela COPESE no período de 2024 a 2026 forneceu o diagnóstico quantitativo que fundamentou a intervenção.

- **2024:** 93 ocorrências investigadas, das quais 22,6% (21 ocorrências) relacionadas à coordenação de tráfego.
- **2025:** 90 ocorrências investigadas, das quais 22,2% (20 ocorrências) relacionadas à coordenação de tráfego.
- **2026 (até maio):** 35 ocorrências investigadas, das quais 8,6% (3 ocorrências) relacionadas à coordenação de tráfego.

A análise dos dados históricos revela dois padrões preocupantes sob a ótica da gestão de segurança. O primeiro é o volume absoluto: em dois anos consecutivos, a COPESE investigou mais de 90 ocorrências por ano, mantendo uma taxa praticamente constante. O segundo é a



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS
TIC TRENS

32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

concentração: aproximadamente um em cada cinco eventos investigados estava relacionado à coordenação de tráfego, indicando que as ações corretivas derivadas do modelo reativo não estavam sendo suficientes para romper o ciclo de reincidência nessa área específica.

Esse padrão de persistência é um indicador clássico de que o problema possui raízes comportamentais e sistêmicas que não são adequadamente endereçadas por intervenções pontuais pós-evento. A recorrência de ocorrências na mesma área, ano após ano, sugere a existência de desvios operacionais crônicos que continuam latentes no cotidiano da operação, aguardando as condições certas para se manifestarem como incidentes.

3.3 A Área de Coordenação de Tráfego: Perfil e Criticidade

A área de coordenação de tráfego é responsável pela formação e condução dos trens que transportam os 90 mil passageiros diários do sistema metroviário de Belo Horizonte. Composta por 108 colaboradores, representa aproximadamente 30% do time de operação, que inclui as áreas de tráfego, engenharia de operação, atendimento e segurança e CCO.

A combinação entre a criticidade operacional da função e a concentração de ocorrências investigadas nessa área sinalizou que a gestão de segurança precisava de uma abordagem específica, contínua e centrada no monitoramento do desempenho individual dos operadores. Não se tratava apenas de corrigir procedimentos: era necessário acompanhar de forma sistemática o comportamento operacional de cada condutor, identificar desvios individuais e recorrentes, e intervir antes que esses desvios evoluíssem para incidentes.

3.4 Identificação das Lacunas e Definição da Resposta



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A partir da análise dos dados de ocorrências e do mapeamento do processo existente, foram identificadas três lacunas centrais no modelo vigente de gestão de segurança operacional:

- Ausência de monitoramento sistemático e contínuo do comportamento dos condutores de trem. O sistema só "enxergava" os desvios quando eles geravam ocorrências formais, não possuindo instrumentos para detectar os desvios que ainda não tinham produzido eventos adversos, mas que representavam risco latente.
- Ausência de feedback estruturado e documentado ao operador. Sem um mecanismo formal de retorno individual sobre desvios identificados, o ciclo de aprendizado era truncado: o operador não necessariamente tomava conhecimento dos padrões de comportamento que aumentavam seu risco operacional.
- Ausência de dados históricos consolidados sobre o desempenho individual dos condutores. Sem essa base de informações, não era possível identificar tendências, comparar desempenhos, priorizar intervenções ou correlacionar o histórico de desvios auditados com as ocorrências investigadas pela COPESE.

Essas lacunas definiram os requisitos essenciais da solução a ser desenvolvida: uma ferramenta digital de auditoria operacional, com capacidade de registro contínuo, feedback documentado, assinatura digital do auditado e geração automática de dashboards analíticos. O resultado foi a ferramenta "Observação de Tarefa", cuja metodologia de desenvolvimento e implementação é descrita na seção seguinte.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da Pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso aplicado, de natureza descritiva e quantitativa, desenvolvido no Metrô BH. A abordagem metodológica combina a descrição sistemática de uma inovação em gestão operacional com a análise de seus resultados mensuráveis, permitindo avaliar a efetividade da intervenção a partir de dados coletados em contexto real de operação metroferroviária. O período de análise compreende os dados de ocorrências da COPESE referentes aos anos de 2024, 2025 e 2026 (até maio), e os registros de auditoria operacional gerados pela ferramenta "Observação de Tarefa" entre 1º de fevereiro de 2025 e 31 de maio de 2026. A comparação entre os indicadores anteriores e posteriores à implantação da ferramenta constitui o principal instrumento de avaliação de impacto do estudo.

4.2 Concepção da Ferramenta

A concepção da ferramenta "Observação de Tarefa" foi motivada pelo diagnóstico apresentado anteriormente: a recorrência de ocorrências na área de coordenação de tráfego e a ausência de um mecanismo sistemático de monitoramento preventivo do comportamento operacional dos condutores de trem. A partir desse diagnóstico, a gerência de tráfego do Metrô BH definiu os requisitos essenciais da solução: registro digital em campo (ganho de produtividade de preenchimento eliminando o uso de papel), cobertura de múltiplas



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

modalidades de auditoria, geração automática de indicadores gerenciais e documentação formal do feedback ao colaborador.

A plataforma AppSheet (Google) foi selecionada como base tecnológica por reunir as características estratégicas necessárias ao contexto operacional: disponibilidade em ambiente mobile e web, sincronização automática de dados com o Google Sheets, capacidade de alimentar dashboards gerenciais em tempo real via Google Data Studio e baixo custo de desenvolvimento e manutenção. A integração nativa entre AppSheet, Google Sheets e Data Studio permitiu a construção de um ecossistema analítico completo sem a necessidade de desenvolvimento de software proprietário.

Os itens e subitens que compõem os checklists de auditoria foram definidos pela gerência de tráfego com base nos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) vigentes, nos históricos de ocorrências investigadas pela COPESE e nas melhores práticas do setor metroferroviário. A cada item foi atribuído um peso específico (1, 3 ou 7) conforme sua criticidade operacional, sendo o peso 7 para itens cujo descumprimento representa risco crítico imediato à segurança. Essa ponderação permite análises não apenas em termos de volume de não conformidades, mas de impacto sobre a segurança, orientando a priorização das intervenções corretivas.

4.3 Estrutura dos Checklists

Os checklists de auditoria foram organizados em oito categorias, distribuídas entre as quatro modalidades de auditoria disponíveis, totalizando 47 itens e 212 subitens, conforme apresentado na Tabela 1.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Tabela 1 - Distribuição de itens e subitens por categoria de auditoria. Fonte: Os autores (2026)

CATEGORIA	ITENS	SUBITENS
Campo (Lista A)	12	38
Campo (Lista B)	5	44
Campo (Lista C)	4	16
Comunicação	2	7
Imagem (Lista A)	8	26
Imagem (Lista B)	5	37
Imagem (Lista C)	4	16
Tacógrafo	7	28
Total	47	212

A divisão dos checklists em listas (A, B e C) dentro de cada modalidade permite ao auditor selecionar o conjunto de itens mais adequado ao contexto da auditoria — por exemplo, em uma observação em campo de curta duração, pode-se aplicar a Lista C, mais compacta, enquanto auditorias mais extensas utilizam as Listas A ou B. Essa flexibilidade aumenta a aderência dos supervisores ao programa sem comprometer a cobertura dos itens críticos, que estão presentes em todas as listas.

As quatro modalidades (Figura 1) de auditoria disponíveis são:



Figura 1 - Modalidades de auditoria da ferramenta Observação de Tarefa. Fonte: Metrô BH



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A combinação dessas quatro modalidades garante cobertura ampla e complementar do comportamento operacional dos condutores, superando as limitações de cada modalidade individualmente. Uma auditoria exclusivamente em campo, por exemplo, depende da disponibilidade de escala do auditor e do condutor no mesmo turno; as modalidades de áudio, imagem e tacógrafo permitem que a auditoria seja realizada de forma assíncrona, ampliando significativamente a capacidade de cobertura da equipe.

4.4 Fluxo Operacional das Auditorias

O processo de auditoria segue um fluxo padronizado no aplicativo, estruturado em quatro etapas sequenciais.

- **Primeira etapa: Início do registro.**

O supervisor acessa o AppSheet em dispositivo móvel ou computador e inicia um novo registro de auditoria. Nessa tela, são preenchidos a data, o horário de início, a identificação do condutor auditado, a modalidade de auditoria (campo, áudio, imagem ou tacógrafo) e a lista de checklist correspondente (A, B ou C). A seleção do condutor é feita a partir de uma lista cadastrada no sistema, eliminando erros de digitação e garantindo a correta vinculação do registro ao histórico individual do operador (Figura 2 A).

- **Segunda etapa — Preenchimento do checklist.**

Com a auditoria iniciada, o supervisor percorre os itens e subitens do checklist selecionado, classificando cada um como Conforme (OK), Não Conforme (NOK) ou Não Aplicável (NA). Ao marcar um subitem como NOK, o aplicativo abre automaticamente um campo para registro



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

da não conformidade específica observada, detalhando o desvio identificado. A opção NA permite avançar por itens que não foram passíveis de observação naquele contexto, sem comprometer a validade do registro. Ao final do checklist, o sistema calcula automaticamente a pontuação acumulada de não conformidades com base nos pesos atribuídos a cada item (Figura 2 B).

Figura 2 - (A) Tela de início e seleção do condutor no AppSheet e (B) Tela do checklist com exemplo de item NOK registrado. Fonte: Os autores (2026)

- **Terceira etapa — Registro de informações complementares.**

Após o preenchimento do checklist, o supervisor registra informações contextuais da auditoria: o local onde foi realizada, o veículo utilizado, e se a auditoria foi conduzida de forma independente ou com acompanhamento de gerência ou coordenação. Esse registro permite análises posteriores sobre a distribuição geográfica das auditorias, os veículos com maior incidência de desvios e o nível de envolvimento das lideranças no programa.

- **Quarta etapa — Feedback e assinatura digital.**



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Esta é a etapa mais crítica do fluxo sob a perspectiva da Cultura Justa. O supervisor apresenta ao condutor os itens NOK identificados durante a auditoria, conduzindo o encontro formal de feedback. O condutor tem a oportunidade de esclarecer dúvidas, apresentar sua perspectiva sobre os desvios apontados e receber orientações corretivas. Ao final do encontro, o condutor assina digitalmente o formulário diretamente no aplicativo, confirmando que recebeu e compreendeu o feedback. Somente após a coleta dessa assinatura o registro é enviado definitivamente ao banco de dados, alimentando automaticamente o Google Sheets e atualizando os dashboards no Data Studio (Figura 3). Enquanto a assinatura não é coletada, o registro permanece em estado pendente e aparece como alerta no dashboard gerencial.

Figura 3 - Tela de feedback e assinatura digital do condutor. Fonte: Os autores (2026)

4.5 Planejamento e Cobertura das Auditorias



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O programa de auditorias é conduzido por nove supervisores de tráfego, cada um responsável por uma equipe predeterminada de condutores, definida de acordo com as escalas e turnos de trabalho. Essa distribuição garante que cada condutor seja auditado pelo mesmo supervisor ao longo do tempo, permitindo o acompanhamento longitudinal da evolução individual e o estabelecimento de uma relação de confiança entre auditor e auditado, elemento essencial para a efetividade do feedback e a consolidação da Cultura Justa. Cientes de que o monitoramento contínuo poderia gerar resistência ou o medo de perseguição mascarada, a liderança realizou ações prévias de aculturação para transformar o 'flagrante do erro' em um momento estritamente pedagógico.

A meta estabelecida pela gerência de tráfego é a auditoria de 100% dos condutores de trem a cada mês, com volume mínimo de 70 auditorias mensais por tipo por supervisor. O desempenho de cada supervisor é monitorado por meio de indicadores de produtividade acompanhados nos dashboards gerenciais, com apresentação mensal nas reuniões de segurança da companhia.

4.6 Análise e Acompanhamento dos Resultados

Os dados gerados pelas auditorias alimentam um ecossistema analítico estruturado em três níveis complementares de visualização e análise. No nível operacional, os dashboards do Data Studio apresentam informações sobre a produtividade dos auditores — quantidade de relatórios gerados, itens OK e NOK registrados e assinaturas pendentes —, permitindo à gerência monitorar a aderência ao programa em tempo real e identificar supervisores ou



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

períodos com baixa produção de auditorias. Os faróis de desempenho consolidam os principais indicadores do programa em faixas de atingimento (0%, 50%, 75% e 100%), com ponderação por peso de cada indicador, permitindo uma visão sintética e comparável do desempenho mensal do programa de auditorias.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Volume e Cobertura das Auditorias

No período de 1º de fevereiro de 2025 a 31 de maio de 2026, foram realizadas 4.075 auditorias pela equipe de nove supervisores de tráfego, totalizando 26.039 itens avaliados. Desse universo, 538 não conformidades foram identificadas e registradas, todas com feedback formal documentado e assinatura digital do condutor auditado. Esse volume representa uma cobertura expressiva da equipe operacional, considerando que a área de coordenação de tráfego conta com aproximadamente 108 condutores e a meta mensal é a auditoria de 100% desses profissionais.

5.2 Faróis de Desempenho

De forma a acompanhar o desempenho mensal da aplicação das auditorias, os dados são analisados na forma de faróis de metas (Figura 4). Cada indicador possui quatro faixas de atingimento — 0%, 50%, 75% e 100% — e peso específico conforme sua relevância para o programa. Os resultados são apresentados nas reuniões mensais de segurança da companhia, com o objetivo de monitorar a aplicação do programa, acompanhar os itens NOK identificados e verificar o andamento dos planos de ação para os desvios registrados.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

DADOS DE DESEMPENHO TRÁFEGO						MEDIÇÃO MENSAL						RESULTADO FAROL ACUMULADO
FAIXAS DE ATINGIMENTO DE META						PESO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	67,5%
INDICADORES	MELHOR	0%	50%	75%	100%							
ACIDENTE OU QUASE ACIDENTE (CAUSADO POR CONDUTOR)	↓	≥ 1	0	0	0	20%	0	1	1	0	1	3
QUANTIDADE DE AUDITORIAS EM IMAGEM	↑	≤ 200	200	300	400	10%	109	696	623	565	398	478,2
QUANTIDADE DE AUDITORIAS EM TACÓGRAFO	↑	≤ 200	200	300	400	10%	118	403	520	472	484	399,4
QUANTIDADE DE AUDITORIAS EM CAMPO	↑	≤ 200	200	300	400	10%	1416	1224	835	952	845	1054,4
QUANTIDADE DE AUDITORIAS EM COMUNICAÇÃO	↑	≤ 200	200	300	400	10%	169	730	650	952	845	669,2
% DA EQUIPE AUDITADA NO MÊS	↑	≤ 66%	66%	78%	100%	20%	73,6%	95,7%	92,4%	97,8%	99,0%	91,7%
OCCORRÊNCIAS FALHAS OPERACIONAIS	↓	≥ 3	2	1	0	20%	1	0	0	0	0	1
DESEMPENHO						100%	55%	75%	75%	95%	72,5%	
%NOK						2,32%	1,57%	0,68%	1,22%	1,29%	1,42%	

Figura 4 - Farol de metas mensais do programa de auditorias. Fonte: Os autores (2026)

Esse modelo de acompanhamento permite à gerência de tráfego identificar rapidamente os indicadores que estão abaixo da meta e direcionar esforços corretivos antes do encerramento do ciclo mensal, evitando que déficits de cobertura se acumulem ao longo do período.

5.3 Dashboard de Análise Gerencial

5.3.1 Produtividade dos Auditores

A primeira tela de visualização do dashboard apresenta informações sobre a produtividade dos auditores, dado de grande importância pois confirma que o programa de observações de tarefa está sendo efetivamente aplicado (Figura 5). Durante o mês vigente, a gerência de tráfego acompanha a quantidade de relatórios gerados, a quantidade de itens classificados como OK e NOK, e a quantidade de relatórios com assinatura pendente. Essa última informação é particularmente relevante, uma vez que é por meio da assinatura digital do condutor que se garante que o feedback foi formalmente entregue e recebido.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

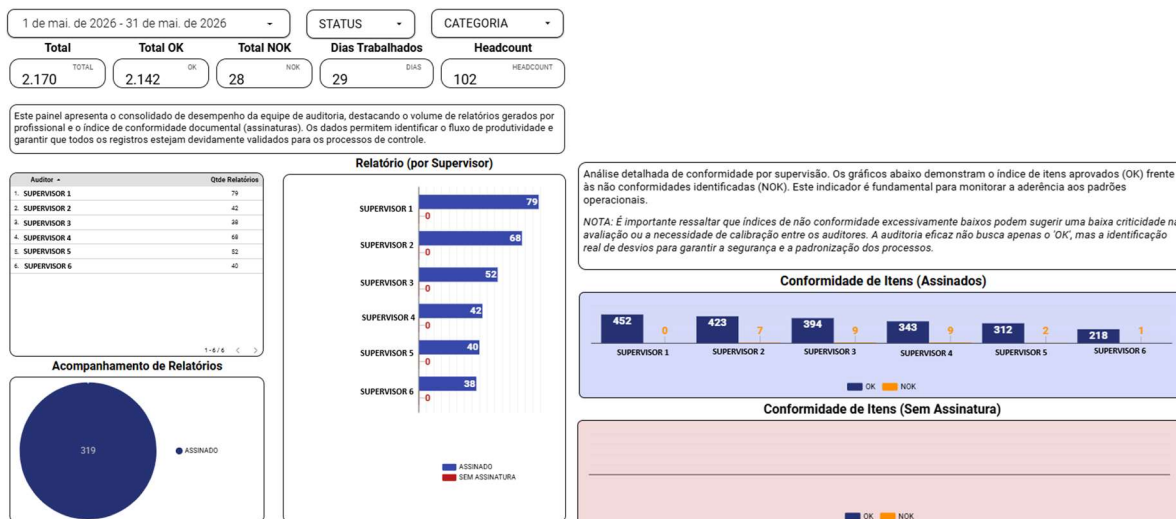


Figura 5 - Dashboard de produtividade dos auditores - maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

No período analisado (maio/2026), verificou-se que não havia pendências de assinatura identificadas no dashboard, ou seja, todos os formulários com itens OK/NOK foram devidamente tratados, com feedback aplicado e assinatura coletada. Esse resultado evidencia a efetividade do fluxo de validação condicional implementado na ferramenta, que condiciona o envio definitivo dos registros à confirmação do feedback pelo condutor.

5.3.2 Produtividade por Tipo de Auditoria

O desempenho dos auditores também é avaliado por modalidade, permitindo identificar em qual tipo de auditoria (campo, imagem, áudio ou tacógrafo) cada supervisor apresenta maior ou menor produção, e em qual modalidade se concentra a maior incidência de itens NOK (Figura 6).



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS
TIC TRENS

32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

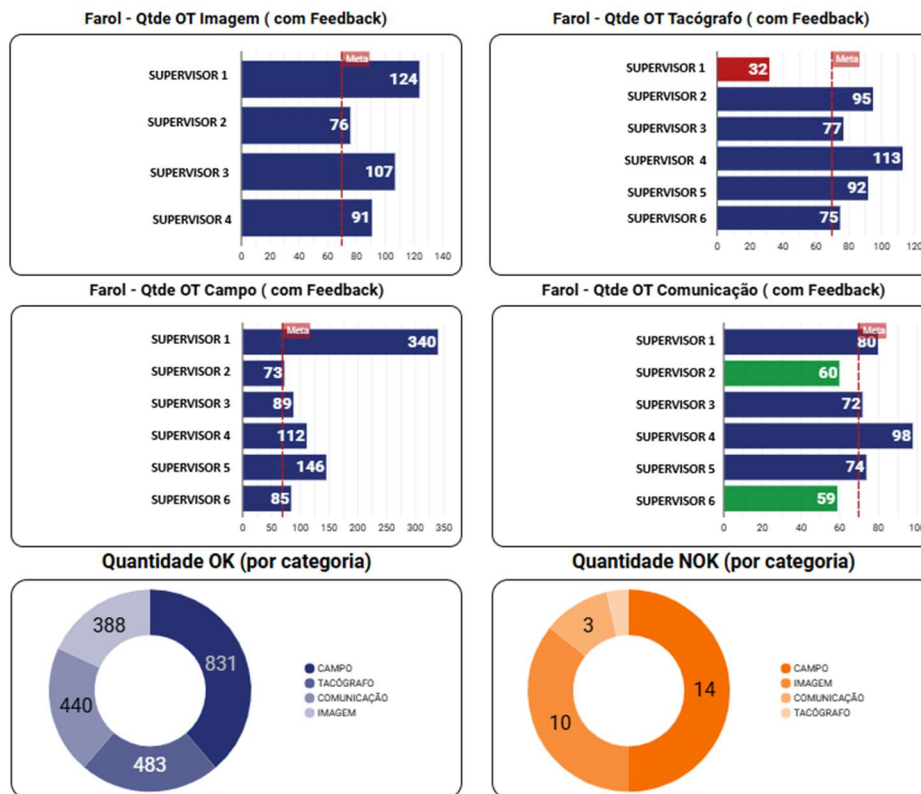


Figura 6 - Produtividade por tipo de auditoria e distribuição de itens NOK – maio/2026.
Fonte: Os autores (2026)

A análise de maio de 2026 revelou que alguns auditores não atingiram a meta nas auditorias do tipo comunicação, sinalizando a necessidade de reforço nessa modalidade específica. Quanto à distribuição de não conformidades por modalidade, as auditorias em campo apresentaram o maior volume de itens NOK no período, o que é esperado dado que essa modalidade permite a observação direta e simultânea de um maior número de comportamentos operacionais em tempo real.

5.3.3 Distribuição Temporal das Auditorias

A evolução das auditorias ao longo do mês é acompanhada por meio de um gráfico de cascata de registros acumulados diários (Figura 7). Essa visualização é importante para verificar se a



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

aderência ao planejamento de auditorias está distribuída de forma equilibrada ao longo do mês, ou se há concentração de registros em períodos específicos — o que pode indicar tanto ações pontuais planejadas quanto esforços compensatórios para atingimento de metas no final do período.

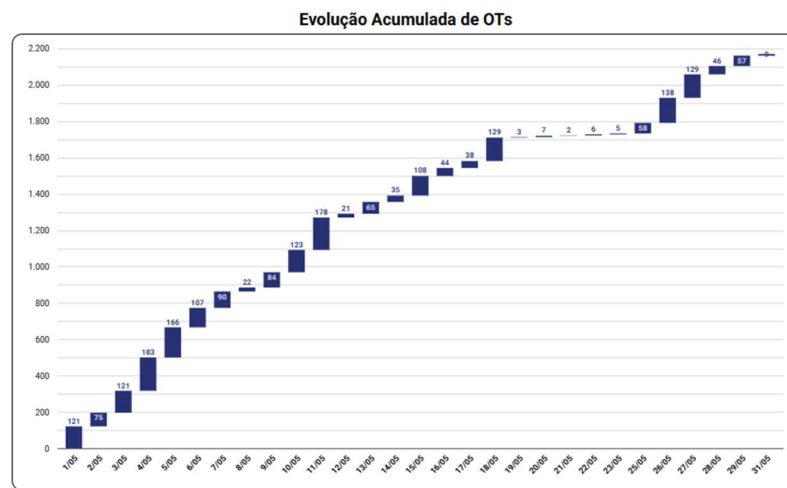


Figura 7 - Evolução acumulada diária das Observações de Tarefa — maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

A análise do gráfico de cascata de maio de 2026 revela um volume final robusto próximo a 2.200 registros, caracterizado por forte engajamento inicial e picos de produção compensatórios na reta final do mês, notadamente nos dias 26 e 27. Contudo, a inclinação da curva aponta uma descontinuidade relevante entre os dias 19 e 25 de maio, período em que se observa um platô com registros mínimos. Esse desvio sugere uma interrupção temporária na vigilância diária, demandando investigação sobre seu impacto na qualidade das auditorias e na sobrecarga de trabalho verificada no encerramento do período. Esse padrão reforça a importância do monitoramento da distribuição temporal como indicador de gestão, e não apenas do volume total mensal.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5.4 Ranking e Análise de Não Conformidades

5.4.1 Ranking dos Condutores

Toda a base de dados gerada durante as auditorias alimenta uma visualização que classifica os condutores por pontuação acumulada de não conformidades (Figura 8). Esse ranking possui caráter essencialmente preventivo: seu objetivo não é punitivo, mas identificar os colaboradores que demandam maior atenção da gestão e direcionar estratégias de intervenção (treinamentos, reciclagens e acompanhamento individualizado) de forma prioritária e baseada em evidências.

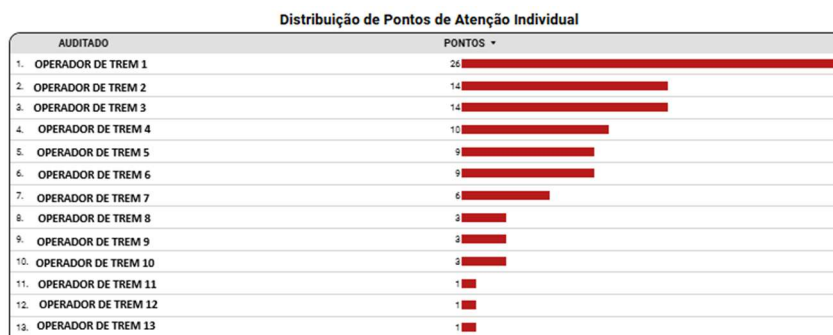


Figura 8 - Ranking de condutores por pontuação acumulada de não conformidades - maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

O ranking é parametrizado por gatilhos de tolerância estabelecidos pela gerência — 15 pontos (feedback com supervisor), 20 pontos (feedback com coordenador) e 45 pontos (feedback com gerente) —, que permitem classificar o nível de atenção requerido para cada condutor e distinguir se o desvio computado representa um comportamento crítico sistêmico ou uma falha pontual dentro de uma faixa segura de operação. Essa diferenciação é fundamental para que as intervenções sejam proporcionais ao risco real representado por cada caso.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

5.4.2 Análise por Peso Técnico

A ordenação dos desvios pelo peso técnico direciona o foco da gestão para a segurança operacional, evidenciando que a prioridade imediata da supervisão deve recair sobre as não conformidades de Peso 7 (Risco Crítico), mesmo que apresentem menor volume unitário em relação a desvios de menor criticidade (Figura 9).

Mapa de Criticidade: Análise de Desvios por Impacto

Item	Sub Item	Peso	Qtd NOK
1. SHISA KANKO	Abertura de portas	7	2
2. ABERTURA DE PORTAS	Atuação no protetor de botoeiras ao partir da estação	7	2
3. SHISA KANKO	Em estação terminal fazer shisa kanko para o fechamento das portas	7	1
4. ABERTURA DE PORTAS	Atuação na seletora de portas ao partir da estação	7	1
5. ABERTURA DE PORTAS	Abertura de portas	7	1
6. CONDUÇÃO PADRÃO DURANTE VIAGEM COMERCIAL	Parada no ponto estabelecido	3	3
7. RÁDIO	Identificar o posto (TUE, local)	3	2
8. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência de chaves	3	2
9. RÁDIO	Uso dos números conforme POP	3	1
10. CONDUÇÃO PADRÃO DURANTE VIAGEM COMERCIAL	Atenção à via	3	1
11. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela SIV	3	1
12. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela Cosmos	3	1
13. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência da Tela Incidências	3	1
14. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Corta Circuitos	3	1
15. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Lacres	3	1
16. CONDUÇÃO PADRÃO DURANTE VIAGEM COMERCIAL	Buzina	3	1
17. LEITURA MENSAL DE POPS	Leitura de POP	1	3
18. PA	Emissão correta dos PAs de rotina	1	1
19. DISPOSIÇÃO DE OBJETOS SOBRE O CONSOLE DE CONDUÇÃO	Objetos com risco de atrapalhar os comandos do trem	1	1
20. UNIFORME / IDENTIFICAÇÃO	Uso do crachá com seus complementos	1	1

Figura 9 - Distribuição de não conformidades por item e peso técnico- maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

A análise do mês de maio de 2026 identificou 7 ocorrências de Peso 7, concentradas em dois grupos de procedimentos críticos intimamente relacionados: o ritual do Shisa Kanko e o procedimento de Abertura de Portas. Esse padrão não é coincidência: ambos os procedimentos estão diretamente associados ao momento de parada do trem na estação e à interface com a plataforma, representando o ponto de maior exposição ao risco de acidente com passageiros. A reincidência de desvios nesses dois itens em conjunto reforça a necessidade de intervenção específica e prioritária nessa fase da operação.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Na zona de Peso 3 (Alto Risco), os desvios mais recorrentes concentram-se em três áreas: Condução Padrão Durante Viagem Comercial (parada no ponto estabelecido, 3 NOK), comunicação via Rádio (identificação do posto, 2 NOK) e Atenção ao Assumir os Comandos da Cabine (conferência das chaves, 2 NOK). Esses desvios, embora de menor severidade individual, indicam falhas em procedimentos rotineiros que, se não corrigidos, podem evoluir para ocorrências de maior gravidade.

Entre os itens de Peso 1 (Risco Moderado), destaca-se a Leitura Mensal de POPs com 3 não conformidades, reforçando o padrão já identificado na matriz de conformidade proporcional: o desconhecimento ou não leitura dos procedimentos operacionais padrão representa uma vulnerabilidade sistêmica que compromete a base de conhecimento dos condutores para a execução segura de todas as demais atividades.

5.4.3 Análise por Percentual de Não Conformidade

A matriz de conformidade ordenada pelo índice percentual de não conformidade por item desloca o foco gerencial para a eficácia dos processos, revelando vulnerabilidades que poderiam passar despercebidas em uma análise puramente volumétrica (Figura 10).

O item Leitura Mensal de POPs lidera os desvios proporcionais com uma taxa de 7,50% de não conformidade (3 NOK em 40 observações). Em seguida, o procedimento Atenção ao Assumir os Comandos da Cabine consolida-se como a falha com maior impacto numérico e proporcional expressivo, atingindo 4,70% de não conformidade, o que representa o maior volume absoluto de falhas na operação (7 NOK em 149 observações). Adicionalmente, os



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

desvios na aplicação do método Shisa Kanko aparecem em terceiro lugar com 3,30% (3 falhas), evidenciando a necessidade de reforço em rotinas de foco e dupla checagem.

Matriz de Conformidade por Domínio de Observação

DOMÍNIO DE APLICAÇÃO (ITEM)	CONFORME	NAO CONFORME	% NAO CONFORME
1. LEITURA MENSAL DE POPS	37	3	7.50%
2. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	142	7	4.70%
3. SHISA KANKO	88	3	3.30%
4. DISPOSIÇÃO DE OBJETOS SOBRE O CONSOLE DE CONDUÇÃO	43	1	2.27%
5. PA	47	1	2.08%
6. ABERTURA DE PORTAS	316	4	1.25%
7. CONDUÇÃO PADRÃO DURANTE VIAGEM COMERCIAL	502	5	0.99%
8. UNIFORME / IDENTIFICAÇÃO	102	1	0.97%
9. RÁDIO	465	3	0.64%
10. OCORRÊNCIAS	17	0	0.00%
11. ACESSO DE PESSOAS A CABINE	25	0	0.00%
12. RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE VIA	163	0	0.00%
13. MOVIMENTAÇÃO DE TUE PARA A OFICINA	2	0	0.00%
14. EPI	49	0	0.00%
15. DDS	2	0	0.00%
16. FOLHA DE CIENCIA	6	0	0.00%
17. INJEÇÃO E RECOLHIMENTO	9	0	0.00%
18. OPERAÇÃO COM CHUVA	11	0	0.00%
19. HOMEM MORTO	93	0	0.00%
20. USO DE ELETRÔNICOS	23	0	0.00%

Figura 10 - Matriz de conformidade ordenada por percentual de não conformidade - maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

Essa análise evidencia que, embora itens operacionais complexos como a "Condução Padrão Durante Viagem Comercial" concentrem um volume absoluto de 5 falhas, sua taxa de erro proporcional é baixa (0,99% devido às 502 conformidades). Portanto, a gestão deve priorizar intervenções pedagógicas e reciclagens focadas na leitura de procedimentos (POPs) e na assunção de cabine, onde a taxa de erro proporcional é mais acentuada e compromete a confiabilidade da rotina preventiva.

5.5 Dashboard de Análise Individual dos Condutores

O dashboard individual permite resgatar o histórico completo de auditorias de cada condutor, constituindo um instrumento de suma importância para a gestão de segurança em dois contextos distintos. O primeiro é o acompanhamento preventivo contínuo: ao visualizar a



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

evolução cronológica dos desvios de um condutor específico, a gerência pode identificar padrões de reincidência e intervir antes que o comportamento evolua para uma ocorrência formal. O segundo é o suporte investigativo: no caso de ocorrências que cheguem à COPESE, o histórico de auditorias do condutor envolvido permite verificar se os desvios identificados na investigação já haviam sido detectados anteriormente nas auditorias operacionais, enriquecendo a análise de causas raiz com dados comportamentais longitudinais (Figura 11).

RELATÓRIO MENSAL DE AUDITORIAS						OK	NOK
						18	8
AUDITADO: NOME DO OPERADOR DE TREM (1) ▾						1 de mai. de 2026 - 31 de mai. de 2026 ▾	
D. ▾	ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	AUDITADO	AVA. ▾		
1. 04/05/26	SHISA KANKO	Abertura de portas	Não executar de maneira suficiente para atender aos objetivos metódicos.	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
2. 08/05/26	PA	Emissão correta dos PAs de rotina	Deixar de emitir de forma reiterada durante uma mesma viagem os PAs	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
3. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Corta Circuitos	Não verificar a posição	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
4. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência das chaves	Não verificar as posições	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
5. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência da Tela Incidências	Não verificar os alarmes e os status das portas	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
6. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela Cosmos	Não avaliar o funcionamento do IHM COSMOS	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
7. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela SIV	Não avaliar o funcionamento do SIV	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
8. 08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Lacres	Não verificar a posição da chave e condição do lacre	NOME DO OPERADOR DE TREM	NOK		
9. 04/05/26	SHISA KANKO	Sinalização fixa - placas	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
10. 04/05/26	ABERTURA DE PORTAS	Abertura de portas na plataforma	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
11. 04/05/26	ABERTURA DE PORTAS	Tempo de abertura de portas igual ou superior a 15 segundos	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
12. 04/05/26	ABERTURA DE PORTAS	Atuação no protetor de botoeiras ao partir da estação	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
13. 04/05/26	ABERTURA DE PORTAS	Abertura de portas	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
14. 08/05/26	DISPOSIÇÃO DE OBJETOS SOBRE O CONSOL DE CONDUÇÃO	Objetos com risco de atrapalhar os comandos do trem	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		
15. 08/05/26	ACESSO DE PESSOAS A CABINE	Acesso de pessoas autorizadas	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK		

Figura 11 - Dashboard individual de auditoria por condutor - maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

A interface viabiliza o monitoramento individualizado do risco operacional a partir do cruzamento entre volumetria de conformidade, reincidência de falhas e severidade técnica acumulada (Figura 12). Por meio de um gráfico de cascata cronológico, o sistema discrimina o impacto marginal de desvios específicos, evidenciando como uma ocorrência isolada de peso elevado pode comprometer significativamente o escore de segurança do colaborador.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

SÉRIE NOK (INCONFORMIDADES)

AUDITADO: NOME DO OPERADOR DE TREM

(1) ▾

PERÍODO: 1 de mai. de 2026 - 31 de mai. de 2026 ▾



GRÁFICO 01 - SÉRIE TEMPORAL (Quantidade de NOK por data de auditoria - Colaborador)

DA...	ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	AUDITADO	TUE	PONTOS	NOK	
1.	04/05/26	SHISA KANKO	Abertura de portas	Não executar de maneira suficiente para atender aos objetivos método.	NOME DO OPERADOR DE TREM	30	7	1
2.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela SIV	Não avaliar o funcionamento do SIV	NOME DO OPERADOR DE TREM	33	3	1
3.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência da chaves	Não verificar as posições	NOME DO OPERADOR DE TREM	33	3	1
4.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Corta Circuitos	Não verificar a posição	NOME DO OPERADOR DE TREM	33	3	1
5.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência da Tela Incidências	Não verificar os alarmes e os status das portas	NOME DO OPERADOR DE TREM	33	3	1
6.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Lacres	Não verificar a posição da chave e condição do lacre	NOME DO OPERADOR DE TREM	33	3	1
7.	08/05/26	ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	Conferência Tela Cosmos	Não avaliar o funcionamento do IHM COSMOS	NOME DO OPERADOR TREM	33	3	1
8.	08/05/26	PA	Emissão correta dos PAs de rotina	Deixar de emitir de forma reiterada, durante uma mesma viagem os PAs	NOME DO OPERADOR TREM	33	1	1

Figura 12 - Evolução cronológica de desvios por condutor - maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

Ao integrar esses dados a um ranking de dispersão parametrizado por gatilhos de tolerância (Figura 13), a ferramenta permite à gestão discriminar se o desvio computado representa um comportamento crítico sistêmico ou uma falha pontual restrita a uma faixa segura de operação, fundamentando decisões de intervenção com base em evidências objetivas e rastreáveis.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

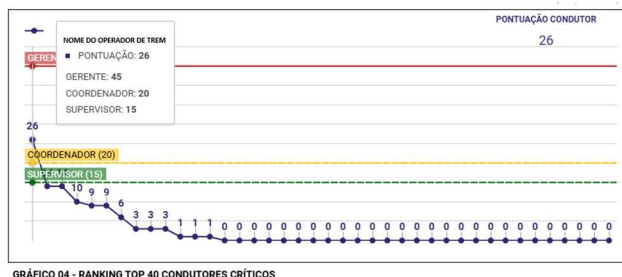
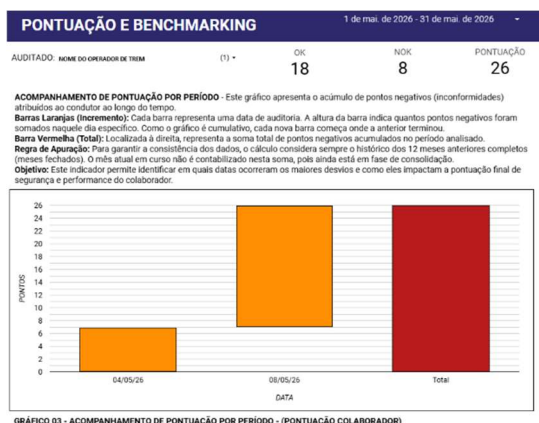


Figura 13 - Ranking Top 40 condutores com maiores pontuações e faixas de pontuação limites para realização de feedback – maio/2026. Fonte: Os autores (2026)

5.6 Impacto na Redução de Ocorrências COPESE

O indicador mais expressivo e estratégico dos resultados obtidos é a redução das ocorrências relacionadas à coordenação de tráfego investigadas pela COPESE. Conforme apresentado no diagnóstico, essa área concentrava aproximadamente 22% das ocorrências investigadas em 2024 e 2025, mantendo volume praticamente constante apesar das ações corretivas derivadas do modelo reativo.

A implantação da ferramenta "Observação de Tarefa" em fevereiro de 2025 inaugurou uma atuação preventiva sistemática sobre os desvios comportamentais dos condutores de trem. Os efeitos dessa mudança de paradigma refletem-se diretamente nos dados da COPESE, apresentados a seguir.

5.6.1 Queda absoluta nas ocorrências de tráfego



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A análise do período equivalente janeiro–maio nos três anos revela queda consistente e progressiva nas ocorrências de tráfego investigadas pela COPESE, conforme ilustrado na Figura 14.

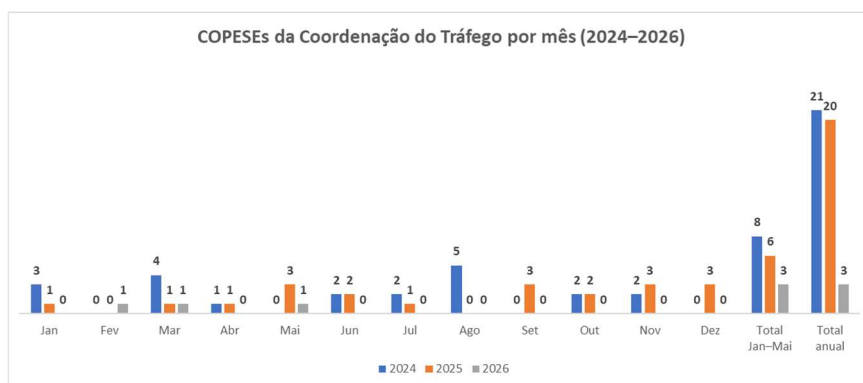


Figura 14 - COPESEs da Coordenação do Tráfego por mês (2024–2026). Fonte: Os autores (2026)

De 8 ocorrências no período janeiro–maio de 2024 para 6 em 2025 e 3 em 2026, a redução acumulada é de 62,5% entre 2024 e 2026. A trajetória é gradual e contínua — 8, 6, 3 — sem saltos abruptos que pudessem ser atribuídos a eventos pontuais, o que reforça a relação de causalidade com a implantação e maturação progressiva do programa de auditorias operacionais.

Considerando o ano completo, a redução é ainda mais expressiva: 21 ocorrências em 2024, 20 em 2025 e apenas 3 nos primeiros cinco meses de 2026. Caso a tendência atual se mantenha, a projeção para o encerramento de 2026 é de aproximadamente 7 ocorrências anuais, uma redução estimada de 67% em relação à média dos dois anos anteriores.

5.6.2 Queda proporcional — o argumento mais robusto



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O dado mais relevante para a avaliação do impacto do programa não é a queda absoluta das ocorrências de tráfego, mas sua queda proporcional em relação ao total de ocorrências investigadas pela COPESE. A Figura 15 apresenta a evolução do total de ocorrências investigadas nos três anos.

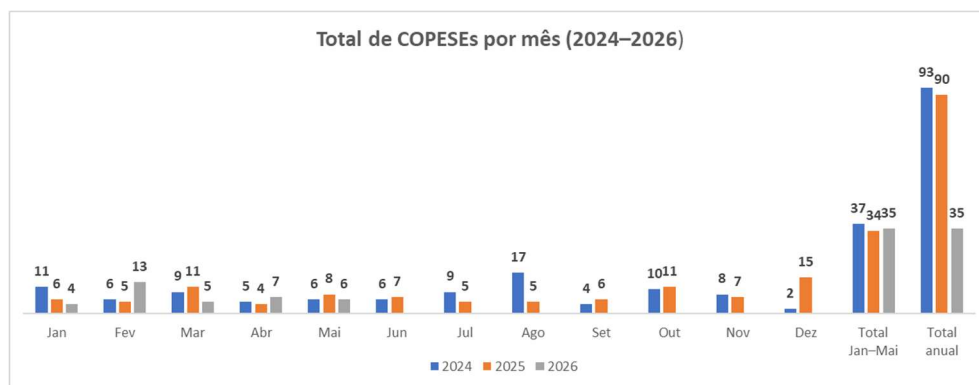


Figura 15 - Total de COPESEs por mês (2024–2026). Fonte: Os autores (2026)

A análise comparativa do período equivalente janeiro–maio evidencia que o volume total de ocorrências investigadas pela COPESE em 2026 (35 ocorrências) é praticamente idêntico ao de 2024 (37 ocorrências) — ou seja, o nível geral de ocorrências operacionais não apresentou queda significativa no mesmo período. O que caiu drasticamente foi a participação da área de coordenação de tráfego, conforme demonstrado na Tabela 2.

**Tabela 2 - Participação das ocorrências de tráfego no total de COPESEs (janeiro–maio).
Fonte: Os autores (2026)**

Período (Jan–Mai)	Total COPESE	COPESE Tráfego	% Participação
2024	37	8	21,6%
2025	34	6	17,6%
2026	35	3	8,6%



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A participação da área de tráfego recuou de 21,6% em 2024 para 8,6% em 2026, uma redução relativa de 60%. Esse resultado é o argumento mais robusto do presente estudo, pois demonstra que a melhoria observada na área de tráfego não é consequência de uma melhoria geral da operação — que permaneceu estável em volume de ocorrências —, mas resultado direto e específico da intervenção realizada por meio do programa de auditorias operacionais. A ferramenta atuou como fator diferenciador exclusivo da área de tráfego em relação ao restante da operação, isolando seu efeito e fortalecendo a relação de causalidade entre a intervenção e os resultados obtidos.

5.6.3 Análise por Categoria de Ocorrência

A análise das ocorrências de tráfego investigadas pela COPESE por grupo de risco revela informações qualitativas que complementam e aprofundam a interpretação dos dados quantitativos apresentados nas subseções anteriores. Para preservar a confidencialidade operacional, as ocorrências foram agrupadas em três níveis de risco, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Ocorrências de tráfego por grupo de risco (2024–2026). Fonte: Os autores (2026)

Grupo de Risco	2024	2025	2026	Total
Risco Crítico à Integridade do Sistema	2	5	0	7
Risco Alto — Descumprimento de Protocolos Operacionais	11	4	0	15
Risco à Segurança na Interface Trem-Plataforma	8	11	3	22
Total	21	20	3	44

A leitura da tabela permite identificar três padrões analíticos relevantes para a avaliação do impacto do programa de auditorias. Eliminação completa dos grupos de maior risco.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O resultado mais expressivo sob a perspectiva da segurança operacional é a eliminação completa, em 2026, dos dois grupos de maior severidade. As ocorrências classificadas como Risco Crítico à Integridade do Sistema — que envolvem potencial impacto direto à integridade física de passageiros, operadores e equipamentos — zeraram em 2026, após registrarem 2 ocorrências em 2024 e 5 em 2025. Da mesma forma, o grupo de Risco Alto — Descumprimento de Protocolos Operacionais — que concentrava 11 ocorrências em 2024 e 4 em 2025, também atingiu zero ocorrências em 2026.

Esses dois grupos possuem correspondência direta com itens de Peso 7 e Peso 5 nos checklists de auditoria operacional, o que reforça a relação entre o monitoramento preventivo dos comportamentos críticos e a eliminação dos eventos mais graves. No total, dois dos três grupos de risco foram completamente eliminados no período analisado de 2026, representando uma transformação qualitativa significativa no perfil de risco da área de tráfego.

O único grupo que persistiu em 2026 foi o de Risco à Segurança na Interface Trem-Plataforma, responsável pelas 3 ocorrências registradas no período janeiro–maio. Esse grupo envolve ocorrências relacionadas à abertura de portas, parada do trem fora do ponto de embarque e desembarque e falhas de comunicação — situações que compartilham o risco comum de exposição do passageiro à via em local inadequado.

É relevante destacar que os procedimentos relacionados a esse grupo estão cobertos pelos checklists de auditoria em múltiplas categorias e modalidades (Campo, Imagem e Tacógrafo),



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

indicando que o programa já monitora esses comportamentos ativamente. A persistência de ocorrências nesse grupo em 2026, mesmo sob monitoramento ativo, sugere que pode ser necessário intensificar a frequência das auditorias especificamente nesses itens, revisar os pesos atribuídos aos subitens relacionados ou adotar estratégias complementares de intervenção — como treinamentos focados, simulações práticas e reforço do feedback individualizado para os condutores com histórico de desvios nesses procedimentos.

Essa análise demonstra que o programa "Observação de Tarefa", além de produzir resultados quantitativos expressivos, oferece à gestão uma visão qualitativa precisa sobre onde concentrar os esforços de melhoria contínua — característica essencial de um sistema de gestão preditiva de riscos operacionais maduro e orientado por dados.

5.6.4 Consistência da tendência e maturação do programa

A análise mensal das ocorrências de tráfego em 2026 revela outro padrão relevante: nos meses de janeiro e abril de 2026, a área de tráfego registrou zero ocorrências investigadas pela COPESE — resultado inédito quando comparado aos mesmos meses de 2024 e 2025. Esse dado sugere que o programa de auditorias, além de reduzir o volume médio de ocorrências, está contribuindo para a eliminação de eventos investigáveis em períodos específicos, aproximando a operação do objetivo de zero ocorrências na área de tráfego.

A redução de ocorrências implica, por consequência, menor acionamento do processo investigativo da COPESE na área de tráfego, com impactos positivos sobre a disponibilidade dos gestores e supervisores envolvidos nas investigações, os custos operacionais e



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

reputacionais associados aos incidentes, e a confiabilidade percebida do sistema metroviário pelos passageiros e pelo poder concedente.

6. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que a transição de um modelo reativo para uma abordagem preditiva e preventiva de gestão de segurança operacional é viável no contexto metroferroviário e capaz de produzir resultados expressivos em horizonte relativamente curto de implantação.

A ferramenta "Observação de Tarefa" materializou os princípios do Safety-II na rotina operacional do Metrô BH: em vez de aguardar incidentes para intervir, instaurou ciclo contínuo de monitoramento, feedback e aprendizado centrado no comportamento individual dos condutores. Em pouco mais de um ano, foram realizadas 4.075 auditorias, avaliados 26.039 itens e identificadas 538 não conformidades — todas tratadas com feedback formal e assinatura digital, em consonância com a Cultura Justa.

Os resultados sobre as ocorrências COPESE confirmam a efetividade da intervenção. No período equivalente janeiro-maio, as ocorrências de tráfego recuaram de 8 (2024) para 6 (2025) e 3 (2026) — queda de 62,5%. O dado mais robusto é proporcional: enquanto o total geral de COPESEs permaneceu estável, a participação da área de tráfego recuou de 21,6% para 8,6%, demonstrando que a melhoria é resultado direto e específico da intervenção, não de uma melhoria geral da operação. Na análise qualitativa, os dois grupos de maior severidade foram completamente eliminados em 2026.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Três elementos metodológicos destacam-se como fatores críticos de sucesso: a cobertura sistemática de 100% dos condutores por múltiplas modalidades de auditoria; o fluxo de validação condicional que garante o feedback formal antes da consolidação dos dados gerenciais; e a estrutura analítica em três níveis que conecta o registro em campo à tomada de decisão gerencial.

A experiência do Metrô BH oferece ao setor metroferroviário brasileiro um modelo replicável de gestão preditiva, construído com tecnologia acessível e de baixo custo, que demonstra como a digitalização de auditorias operacionais, associada a metodologia estruturada de feedback e compromisso com a Cultura Justa, representa avanço qualitativo significativo na maturidade da gestão de segurança de sistemas de transporte de alta capacidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTrilhos). SuperVia desenvolve dispositivo para auxiliar sinalização com Shisa Kanko. 2023.

Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/supervia-desenvolve-dispositivo-para-auxiliar-sinalizacao/>. Acesso em: jun. 2026.

DEKKER, S. Just culture: balancing safety and accountability. 2. ed. Aldershot, England: Ashgate Publishing, 2012.

HOLLNAGEL, E. Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315607511>, 2014.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

HOLLNAGEL, E.; WEARS, R. L.; BRAITHWAITE, J. Da Segurança I à Segurança II: Um Relatório.

2015. Disponível em: <https://proqualis.fiocruz.br>. Acesso em: jun. 2026.

ISHIKAWA, K. Introduction to Quality Control. Tokyo: 3A Corporation, 1990.

OHNO, T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. New York: Productivity Press, 1988.

FLIGHT SAFETY AUSTRALIA. Point it, call it, get it right. 8 jan. 2018. Disponível em: <https://www.flightsafetyaustralia.com/2018/01/point-it-call-it-get-it-right/>. Acesso em: 9 jul. 2026.

REASON, J. Managing the Risks of Organizational Accidents (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315543543>

SANTOS, C. A.; PARPINELLI, A. M. Gestão de Ativos no Metrô de São Paulo. IQF, mar. 2026. Disponível em: <https://iqf.org.br>. Acesso em: jun. 2026.

GARCIA, C. M.; FARDIN, H. C. Cultura de segurança justa: erros e violações na ótica da gestão de pessoas na aviação. Revista Gestão e Conhecimento, v. 01, n. 19, 2025. DOI: 10.55908/RGCV19N1-013. Acesso em: jun. 2026.