

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

DA INVESTIGAÇÃO À PREVENÇÃO:
GESTÃO PREDITIVA DE RISCOS
OPERACIONAIS COM USO DE
APLICATIVO NO METRÔ

JAQUELINE BECKER DA SILVA, PABLO SOUSA PINHEIRO

GUILHERME FERNANDO TEIXEIRA DANTAS, LUCAS DUARTE SANTOS

AUTORES

JAQUELINE BECKER



Engenheira Civil (Me.) especialista em Eng. de Segurança do Trabalho e especialista em ESG e Finanças Corporativas.

Analista Sr. do time de Gestão e Performance, responsável por apuração e análise de indicadores de desempenho da manutenção, membro do comitê de investigação de ocorrências operacionais (COPESE), gestão e monitoramento de indicadores financeiros (OPEX/CAPEX) e transformação de dados

PABLO PINHEIRO



Analista de Sistemas com estudos em Ciência da Computação e Informática Gerencial.

Analista do time de Gestão e Performance, com vivência na operação de trens e supervisão de tráfego. Responsável pelo desenvolvimento de aplicativos, dashboards, faróis e manutenção do processo de Observação de Tarefas. Realiza criação de simulações computacionais (AnyLogic) e suplente no comitê de investigação de ocorrências operacionais (COPESE).

GUILHERME DANTAS



Engenheiro de Transportes e Arquiteto e Urbanista.

Analista jr. do time de Gestão e Performance, responsável pela apuração e análise de indicadores de desempenho da operação e de satisfação dos clientes.

LUCAS DUARTE



Engenheiro de Produção e especialista na transformação de dados operacionais em inteligência estratégica por meio de BI (Tableau, Power BI, Looker), simulações computacionais (Anylogic) e análise de indicadores.

Analista do time de Gestão e Performance, atuo diretamente no suporte ao planejamento, gerando diagnósticos complexos e garantindo a previsibilidade do desempenho operacional.

METRÔ BH EM NÚMEROS



CONCEDIDO EM 2023



BELO HORIZONTE E CONTAGEM (MG)



20,1 KM E 20 ESTAÇÕES



90 MIL PASSAGEIROS DIA

**MISSÃO:
UNIR RELACIONAMENTOS COM
SEGURANÇA E QUALIDADE.**





CONTRATO DE CONCESSÃO

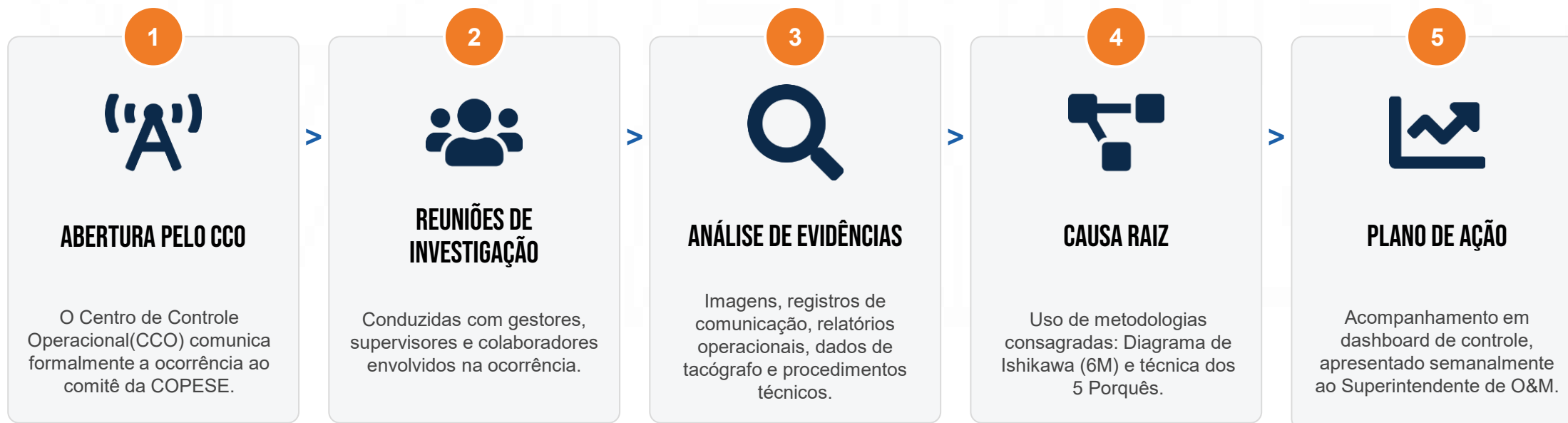


O QUE É COPESE?

COMISSÃO PERMANENTE DE SEGURANÇA EM SISTEMAS OPERACIONAIS

Comissão que faz a investigação de ocorrências que possam comprometer a segurança operacional.

COMO FUNCIONA O PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO?



LIMITAÇÃO ESTRUTURAL: **NATUREZA REATIVA**



EQUIPE TRÁFEGO

FUNDAMENTOS DA GESTÃO PREDITIVA DE SEGURANÇA



1

SAFETY-I → SAFETY-II

Hollnagel (2014): do modelo reativo para a compreensão de por que as coisas normalmente dão certo.



2

CULTURA JUSTA

Dekker (2012): equilibra responsabilização e aprendizado, distinguindo erros de violações deliberadas.



3

METODOLOGIAS DE CAUSA RAIZ

Ishikawa, 5 Porquês e o modelo do queijo suíço (Reason, 1997): investigação estruturada pós-evento.



4

SHISA KANKO

Técnica de "apontar e falar": redução de até 85% nos erros operacionais no setor ferroviário.



5

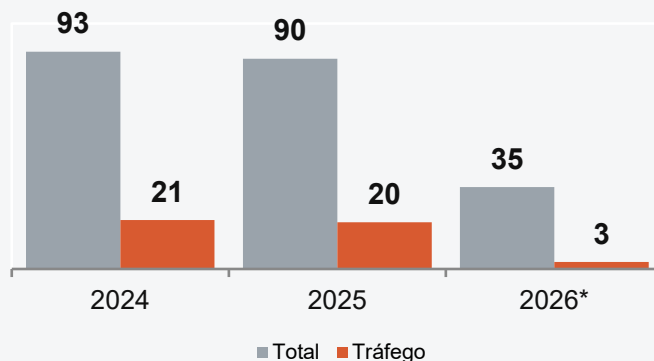
DIGITALIZAÇÃO PREDITIVA

Plataformas digitais e monitoramento em tempo real substituem relatórios periódicos.

CRIAÇÃO AO APP OBSERVAÇÃO DE TAREFA

DO DIAGNÓSTICO QUANTITATIVO ÀS LACUNAS DO MODELO REATIVO

HISTÓRICO OCORRÊNCIAS COPESE



* 2026: até maio

Volume: +90 ocorrências/ano em 2024–2025, taxa constante.

Concentração: ~1 em 5 eventos era da coordenação de tráfego.

TIME DE TRÁFEGO



Responsável pela formação e condução dos trens que atendem os passageiros diários do sistema.

90 MIL passageiros transportados por dia

108 colaboradores na Coordenação de Tráfego

~30% do time de operação (tráfego, engenharia, atendimento e CCO)

LACUNAS IDENTIFICADAS



MONITORAMENTO

Ausência de acompanhamento sistemático e contínuo do comportamento dos condutores — só se via o desvio quando virava ocorrência.



FEEDBACK

Ausência de retorno estruturado e documentado ao operador sobre os desvios identificados, truncando o aprendizado.



DADOS HISTÓRICOS

Ausência de dados consolidados sobre o desempenho individual, impedindo identificar tendências e priorizar intervenções.

PADRÃO DE PERSISTÊNCIA SUGERE RAÍZES COMPORTAMENTAIS NÃO RESOLVIDAS POR INTERVENÇÕES PÓS-EVENTO.



A CRITICIDADE DA FUNÇÃO E A CONCENTRAÇÃO DE OCORRÊNCIAS EXIGIAM MONITORAMENTO CONTÍNUO E INDIVIDUAL DOS OPERADORES.



REQUISITOS DA FERRAMENTA "OBSERVAÇÃO DE TAREFA"

DA CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA À ESTRUTURA DOS CHECKLISTS



CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Estudo de caso aplicado, descritivo e quantitativo. Compara indicadores de ocorrências COPESE e auditorias operacionais antes e depois da implantação da ferramenta (1º fev/2025 a 31 mai/2026).

TIPOS DE AUDITORIA



PESO POR CRITICIDADE

Pesos 1, 3 ou 7 — o peso 7 identifica itens cujo descumprimento representa risco crítico imediato à segurança. Listas A/B/C permitem ajustar a extensão do checklist ao tempo disponível.



CONCEPÇÃO DA FERRAMENTA

Requisitos definidos pela gerência de tráfego: registro digital em campo, múltiplas modalidades, indicadores automáticos e feedback documentado. Construída sobre o AppSheet (Google), integrado ao Sheets e Data Studio.

ESTRUTURA DOS CHECKLISTS

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

FLUXO OPERACIONAL DAS AUDITORIAS

1

INÍCIO DO REGISTRO

Data, condutor, modalidade e lista (A, B ou C).


2

PREENCHIMENTO

Itens marcados como OK, NOK ou NA.


3

INFO. COMPLEMENTARES

Local, veículo e acompanhamento.


4

FEEDBACK + ASSINATURA

Condutor recebe e assina digitalmente.



TELAS DO APLICATIVO (APPSHEET)



Campos com preenchimento automático

Categoria da auditoria realizada

Ao selecionar item NOK surge lista suspensa da não conformidade encontradas

Campo para assinatura

PLANEJAMENTO E COBERTURA

-  **9** supervisores de tráfego, cada um com equipe fixa
-  **100%** dos condutores auditados a cada mês (meta)
-  **70** auditorias mensais mínimas por tipo/supervisor

ANÁLISE E ACOMPANHAMENTO

- DASHBOARDS OPERACIONAIS**
Produtividade dos auditores em tempo real.
- FARÓIS DE METAS**
Faixas de 0%, 50%, 75% e 100%, ponderadas.
- DASHBOARD INDIVIDUAL**
Histórico por condutor, mensal à liderança.

VOLUME DE AUDITORIAS E FARÓIS DE DESEMPENHO

Primeiro recorte dos resultados: quanto foi auditado e como o programa se comportou frente às metas mensais.

VOLUME E COBERTURA

4.075

auditorias realizadas (1º fev/2025 a 31 mai/2026)

26.039

itens avaliados no período

538

não conformidades — todas com feedback formal e assinatura digital



COBERTURA EXPRESSIVA: A ÁREA DE COORDENAÇÃO DE TRÁFEGO CONTA COM ~108 CONDUTORES, E A META MENSAL É AUDITAR 100% DESSES PROFISSIONAIS.

FARÓIS DE DESEMPENHO

7 indicadores ponderados (auditorias por modalidade, % da equipe auditada, acidentes/ocorrências) acompanham o programa mês a mês, em 4 faixas de atingimento: 0%, 50%, 75% e 100%.

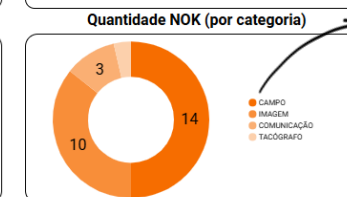
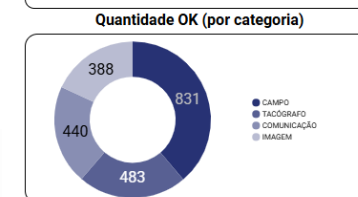
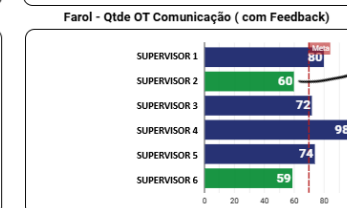
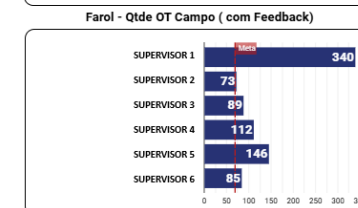
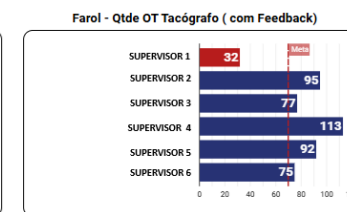
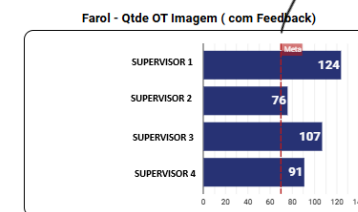
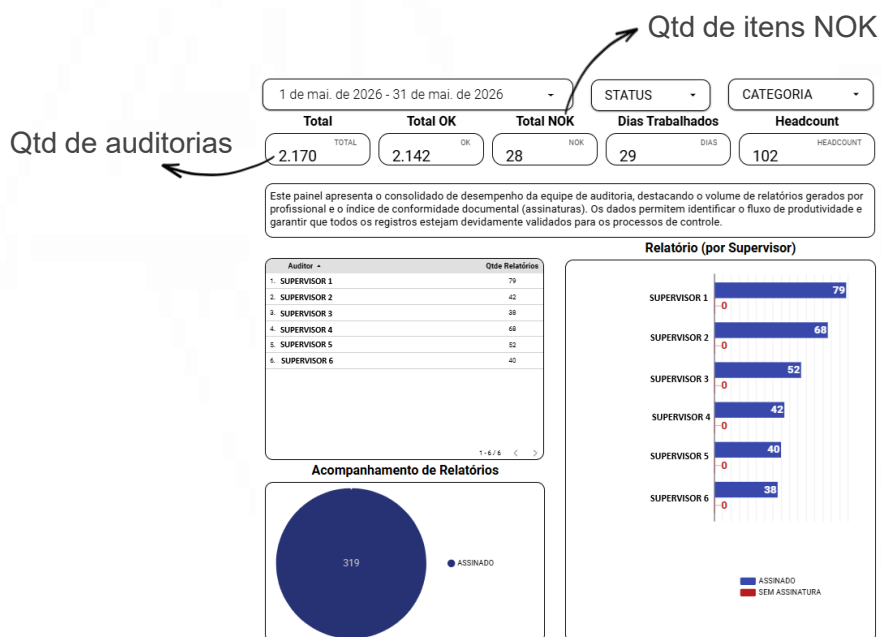
		DADOS DE DESEMPENHO TRÁFEGO				MEDIÇÃO MENSAL					RESULTADO FAROL ACUMULADO	
FAIXAS DE ATINGIMENTO DE META						PESO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	67,5%
INDICADORES	MELHOR	0%	50%	75%	100%							
ACIDENTE OU QUASE ACIDENTE (CAUSADO POR CONDUTOR)	↓	>= 1	0	0	0	20%	0	1	1	0	1	3
QUANTIDADE DE AUDITORIAS EM IMAGEM	↑	< 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%
OCORRÊNCIAS 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%

% NOK em queda no período: de 2,32% em janeiro para 1,29% em maio.

PRODUTIVIDADE E DISTRIBUIÇÃO DAS AUDITORIAS

Recorte do dashboard gerencial referente a maio/2026: quem auditou, quanto e onde se concentraram os desvios.

Meta mensal de auditoria por tipo



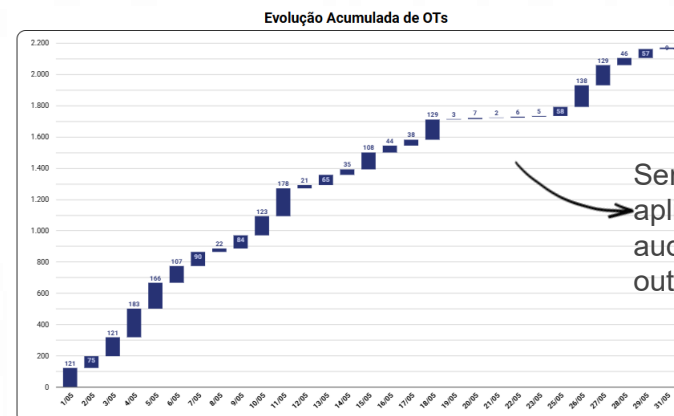
Supervisor com auditoria abaixo da meta

Maior NOK observados em auditorias de campo

DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL

~2.200 registros no mês, com queda entre os dias 19–25 e recuperação nos dias 26–27

-sinal de atenção à regularidade diária das auditorias ao longo do ciclo mensal.



Semana com baixa aplicação das auditorias devida a outras demandas

RANKING, CRITICIDADE DOS DESVIOS E ACOMPANHAMENTO INDIVIDUAL

RANKING PREVENTIVO

O ranking classifica condutores pela pontuação acumulada de não conformidades - caráter essencialmente preventivo, não punitivo.

Distribuição de Pontos de Atenção Individual

AUDITADO	PONTOS +
1. OPERADOR DE TREM 1	26
2. OPERADOR DE TREM 2	14
3. OPERADOR DE TREM 3	14
4. OPERADOR DE TREM 4	10
5. OPERADOR DE TREM 5	9
6. OPERADOR DE TREM 6	9
7. OPERADOR DE TREM 7	6
8. OPERADOR DE TREM 8	3
9. OPERADOR DE TREM 9	3
10. OPERADOR DE TREM 10	3
11. OPERADOR DE TREM 11	1
12. OPERADOR DE TREM 12	1
13. OPERADOR DE TREM 13	1

GATILHOS DE TOLERÂNCIA

15 PTS feedback com supervisor

20 PTS feedback com coordenador

45 PTS feedback com gerente

Diferencia comportamento crítico sistêmico de falha pontual dentro de uma faixa segura de operação.

CRITICIDADE DOS DESVIOS

Mapa de Criticidade: Análise de Desvios por Impacto

Item	Sub Item	Peso	Qtde 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 da 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

7 ocorrências de peso 7 concentradas em Shisa Kanko e Abertura de Portas

Matriz de Conformidade por Domínio de Observação

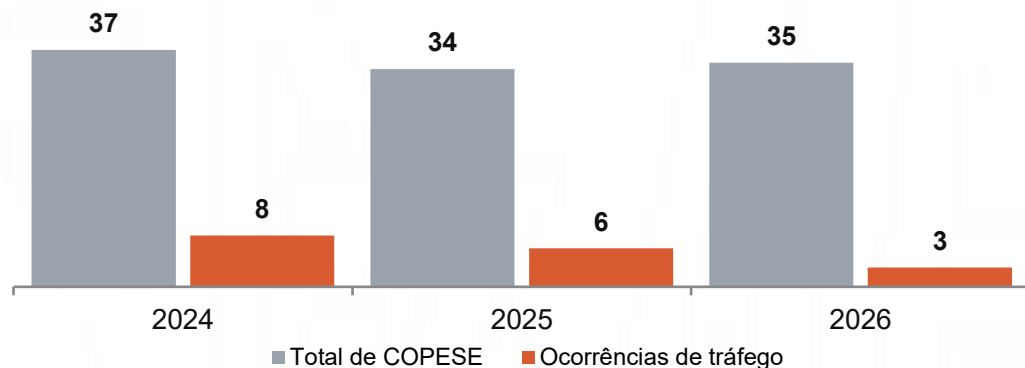
DOMINIO DE APLICAÇÃO (ITEM)	CONFORME	NAO CONFORME	% NAO CONFORME
1. LEITURA MENSAL DE POPS	37	3	7.50%
2. ATENÇÃO AO ASSUMIR OS COMANDOS DA CABINE	142	7	4.70%
3. SHISA KANKO	88	3	3.30%
4. DISPOSIÇÃO DE OBJETOS SOBRE O CONSOLE DE CONDUÇÃO	43	1	2.27%
5. PA	47	1	2.08%
6. ABERTURA DE PORTAS	316	4	1.25%
7. 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%

Maior % de não conformidade item Leitura Mensal dos POPS

RELATÓRIO MENSAL DE AUDITORIAS					OK 18	NOK 8
AUDITADO: NOME DO OPERADOR DE TREM					(1) ▾	
					1 de mai. de 2026 - 31 de mai. de 2026 ▾	
D... e ▾	ITEM	SUB ITEM	DESCRIÇÃO	AUDITADO	AVA. e ▾	
1. 04/05/26	SHISA KANKO	Abertura de portas	Não executar de maneira suficiente para atender aos objetivos método	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 da 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	null	NOME DO OPERADOR DE TREM	OK	

IMPACTO NA REDUÇÃO DE OCORRÊNCIAS COPESE

TOTAL DE COPESE VS. OCORRÊNCIAS DE TRÁFEGO (JAN-MAI)



-62,5%

NAS OCORRÊNCIAS DO TRÁFEGO ENTRE 2024 E 2026 (JAN-MAI).
NO ANO COMPLETO: 21 → 20 → PROJEÇÃO DE ~7 EM 2026 (-67%).

QUEDA PROPORCIONAL

↓ O total geral de COPESEs ficou estável (37 → 34 → 35 no período jan-mai), mas a **participação do tráfego nesse total recuou de 21,6% para 8,6%**, uma queda relativa de **60%**. Isso mostra que a melhoria é específica da intervenção, não da operação como um todo.

OCORRÊNCIAS DE TRÁFEGO POR GRUPO DE RISCO

GRUPO DE RISCO	2024	2025	2026
Crítico à integridade do sistema	2	5	0
Alto — descumprimento de protocolos	11	4	0
Interface trem-plataforma	8	11	3
Total	21	20	3

OS DOIS GRUPOS DE MAIOR SEVERIDADE (CRÍTICO E ALTO RISCO) FORAM COMPLETAMENTE ELIMINADOS EM 2026 — ZERO OCORRÊNCIAS NAS CATEGORIAS DE MAIOR GRAVIDADE.

CONSISTÊNCIA DA TENDÊNCIA



Em janeiro e abril de 2026, a área de tráfego registrou zero ocorrências investigadas pela COPESE, resultado inédito frente aos mesmos meses de 2024 e 2025, e sinal de que a tendência de queda é consistente, não pontual.

ANTES: MODELO REATIVO

- **SAFETY-I:** age somente após o evento ocorrer
- **COPESE** acionada só depois do risco se materializar
- **21,6%** das ocorrências investigadas eram de tráfego
- **SEM MONITORAMENTO** contínuo do comportamento

DEPOIS: MODELO PREDITIVO

- **SAFETY-II:** monitoramento contínuo, antes do evento
- "Observação de Tarefa" audita **100% DOS CONDUTORES/MÊS**
- **8,6%** das ocorrências investigadas eram de tráfego
- **FEEDBACK FORMAL + ASSINATURA DIGITAL** = Cultura Justa

TRÊS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO NA TRANSIÇÃO



COBERTURA SISTEMÁTICA

100% dos condutores, múltiplas modalidades.



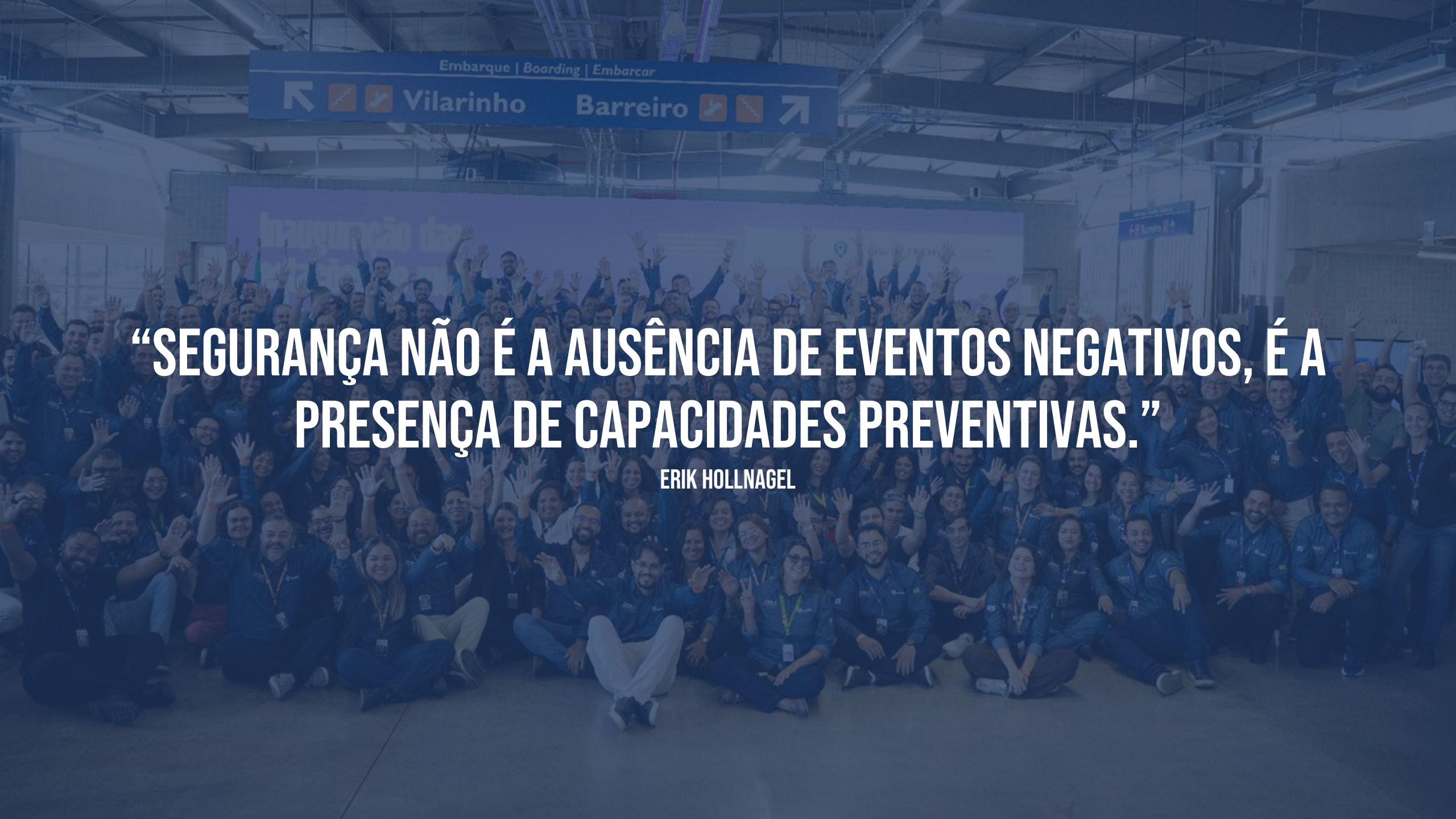
VALIDAÇÃO CONDICIONAL

Feedback formal antes da consolidação.



3 NÍVEIS ANALÍTICOS

Do campo à decisão gerencial.



**“SEGURANÇA NÃO É A AUSÊNCIA DE EVENTOS NEGATIVOS, É A
PRESENÇA DE CAPACIDADES PREVENTIVAS.”**

ERIK HOLLNAGEL

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

Jaqueline Becker da Silva

jaqueline.silva@metrobh.com.br

Guilherme Fernando Teixeira Dantas

guilherme.dantas@metrobh.com.br

Pablo Sousa Pinheiro

pablo.pinheiro@metrobh.com.br

Lucas Duarte Santos

lucas.duarte@metrobh.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