



32^a

**SEMANA DE
TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA**

**GESTÃO DO HEADWAY E
MELHORIA DA QUALIDADE
DO SERVIÇO NO METRÔ BH
POR MEIO DA METOLOGIA
CUMBUCA**

**JAQUELINE BECKER DA SILVA, GUILHERME DANTAS,
PABLO SOUSA PINHEIRO, 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.

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.

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).

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, atuou diretamente no suporte ao planejamento, gerando diagnósticos complexos e garantindo a previsibilidade do desempenho operacional.

METRÔ BH EM NÚMEROS

 28,1 KM DE EXTENSÃO

 20 ESTAÇÕES

 90 MIL PASSAGEIROS DIA



FROTA 30 TRENS

(SERIE 900 COBRASMA, CAF SERIE 1000, CRRC SERIA 2000)

205 VIAGENS DIÁRIAS



**HEADWAY 7,5" HORÁRIO PICO
E 15" HORÁRIO VALE**



O QUE É HEADWAY?



COMO É MEDIDO NO METRÔ BH?

HEADWAY	PARTIDAS	Pico Tolerância de 120 s (atraso ou antecipação) Vale tolerância de 180 s (atraso ou antecipação)
	CHEGADAS	Pico Tolerância de 120 s (atraso) e 180s (antecipação) Vale tolerância de 180 s (atraso ou antecipação)
	GERAL	Média aritmética da partida e chegadas

Calculado em relação as viagens realizadas

TIME HEADWAY

“Intervalo de tempo entre a passagem das frentes de dois veículos consecutivos por um mesmo ponto de referência.”



TEMPO DE ESPERA DE EMBARQUE PERCEBIDO PELOS CLIENTES

CENÁRIO ATUAL

SISTEMA DE OPERAÇÃO AUTOMÁTICA DE TRENS (ATO) ESTÁ EM FASE DE IMPLANTAÇÃO

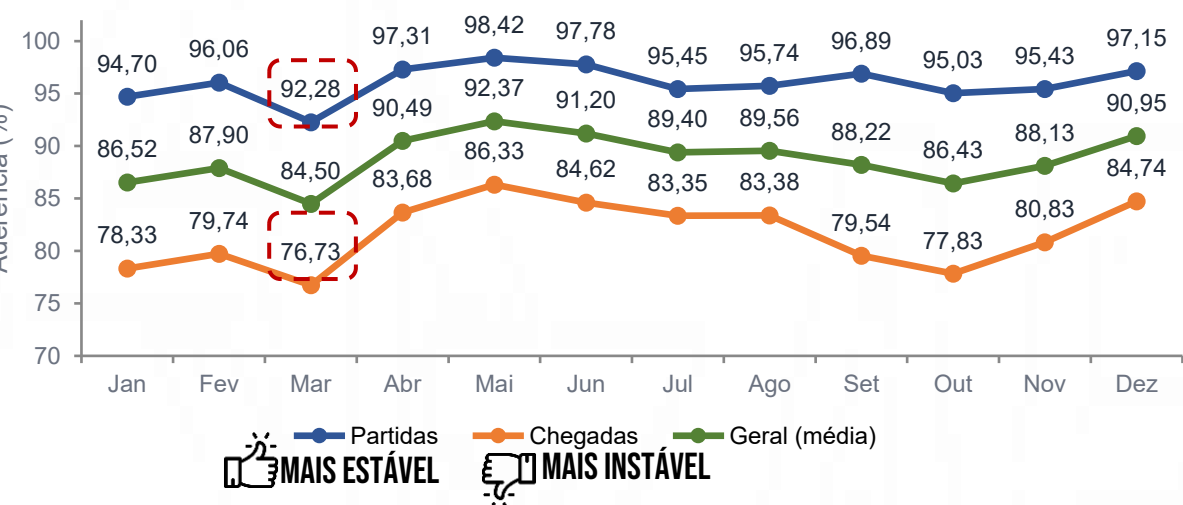
REGULARIDADE DE CIRCULAÇÃO DEPENDE DA CONDUÇÃO MANUAL DOS MAQUINISTAS, CCO E SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA

INFLUÊNCIA FATORES HUMANOS

PROJETO DE MELHORIA HEADWAY ESTRUTURADO METODOLOGIA CUMBUCA DO LIVRO GESTÃO DA ROTINA VICENTE FALCONI

OBJETIVO

ADERÊNCIA AO HEADWAY 2024(%)



Apesar do resultado consistente, inexistia ferramentas de registros e monitoramento em tempo real

METAS HEADWAY 2025

- Carta de controle estatístico resultado 2024
- Método da lacuna

META = MÉDIA REAL + [(MELHOR RESULTADO MENSAL - MÉDIA REAL)]X20%

PARTIDAS 96,77% CHEGADAS 82,54% GERAL 89,66%

METODOLOGIA CUMBUCA

LIVRO GESTÃO DA ROTINA
VICENTE FALCONI
(Início Jan/25)



ENCONTROS QUINZENAIS



UM PARTICIPANTE SORTEADO

Resumo do capítulo
Exemplo de aplicação prática

CAPÍTULO 6 - COMO MONITORAR OS RESULTADOS DO SEU PROCESSO

APLICAÇÃO PRÁTICA FOCADA NO INDICADOR HEADWAY

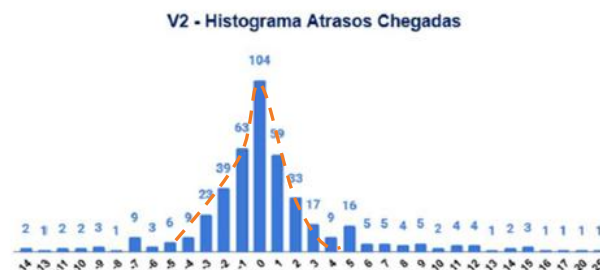
MUDANÇA

Dificuldade de sustentar metas recém estabelecidas

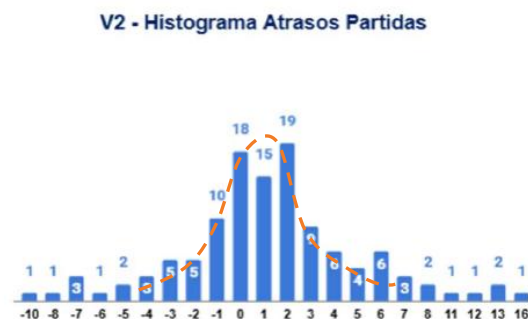
		Faixas de Atingimento da Meta				Peso	Meta	Faixas de Atingimento da Meta		
Indicadores	Melhor	0%	50%	75%	100%			jan.-25	fev.-25	mar.-25
Aderência Headway (Média Partidas e Chegadas)	↑	88,98%	88,98%	89,32%	89,66%	15%	Anual	88,75%	89,12%	87,88%
Aderência Headway (Partidas)	↑	96,36%	96,36%	96,56%	96,77%	15%	Anual	94,06%	96,55%	96,00%
Aderência Headway (Chegadas)	↑	81,59%	81,59%	82,07%	82,54%	15%	Anual	83,43%	81,68%	79,75%

SHAKEDOWN DO PROBLEMA

Análise quantitativa das perdas do headway por sentido de circulação
(Exemplo de análise mar/26)



CHEGADAS 5196 viagens realizadas
4146 aderentes
1050 não aderentes
+- 1 minuto maior que a tolerância

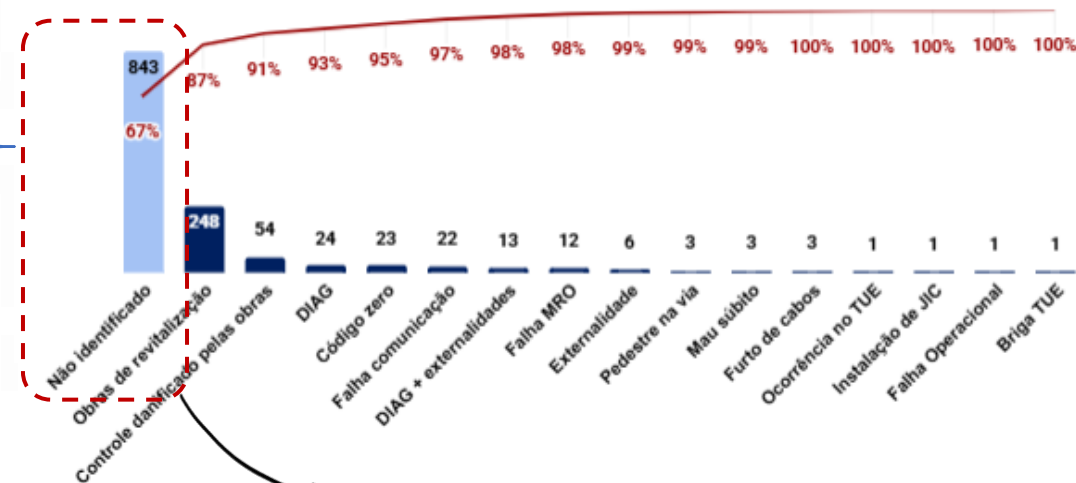


PARTIDAS 5196 viagens realizadas
4988 aderentes
208 não aderentes

ANÁLISE CAUSAS DAS PERDAS

*Dados extraídos Livro de Passagem de Serviço(LPS) do CCO

Geral - Principais causas das perdas de aderência - Mar/26



AUSÊNCIA RASTREABILIDADE

ANÁLISE SWOT

Pontos Fortes

Internos

- Flexibilidade para ajustar o headway na troca do Programa Horário (PH)
- CCO Alternativo com apoio de desenvolvedor p/ novas funcionalidades

Oportunidades

Externos

- Ausência de concorrência eficiente de outros modais
- Nova sinalização (ALSTOM) em implantação

Pontos Fracos

Internos

- Dificuldade em identificar a causa primária do efeito cascata
- Ausência de classificação dos atrasos quanto à origem

Ameaças

Externos

- Demanda imediata de ajuste vs. processo demorado no sistema
- Poucos pontos de desvio disponíveis na via

DIAGRAMA ISHIKAWA

M

Método

- Ausência de rotina padronizada de ajuste do PH
- Dependência do supervisor p/ apontar causas de perdas

M

Máquinas

- CCO Alternativo não emite alertas automáticos de perda
- Sem acompanhamento full time do headway no sistema

M

Medição

- Ausência de causa apropriada registrada nas perdas
- Erros de apuração e classificação incorreta de obras

M

Mão de obra

- Desconhecimento do conceito correto de headway
- Apontamentos genéricos de causas, sem padronização

M

Meio ambiente

- Volume excessivo de atividades concorrentes ao controlador
- Demora na confecção do PH

M

Materiais

- Sem ferramenta p/ o maquinista acompanhar o headway em tempo real

ANÁLISE 5 PORQUÊS

Frente	Sequência de Porquês (resumo)	Conclusão
Pessoas	Resultado abaixo da meta › Falta de apontamento de perdas › Operador desconhece as tolerâncias › Conceito do indicador é complexo	GERA FALTA DE CONHECIMENTO ADEQUADO PELAS EQUIPES.
Processos	Resultado abaixo da meta › Falta de análises sobre headway › Apontamentos genéricos, sem causa › Supervisor não acompanha o processo	APONTAMENTO DE CAUSAS DEPENDE DO SUPERVISOR, SEM DISTRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADE.
Ferramenta	Resultado abaixo da meta › Perdas sem causa apontada › Cálculo manual do headway › Complexidade p/ identificar perdas › Sem alertas no CCO Alternativo	FALTA DE ALERTAS AUTOMÁTICOS, ASSOCIADA À COMPLEXIDADE DE IDENTIFICAÇÃO MANUAL.

CONVERGÊNCIA DAS ANÁLISES: DA CAUSA RAIZ ÀS AÇÕES CORRETIVAS

67%

das ocorrências (843 de 1.258) sem causa mensurada no LPS do CCO — achado central do shakedown, explicado pela leitura conjunta das três ferramentas.

Eixo 1

Ausência de ferramentas de alerta e acompanhamento em tempo real

- SWOT: controlador sem foco no headway
- Ishikawa (Máquinas): sem alertas automáticos
- 5 Porquês (Ferramenta): cálculo manual, sem alertas no CCO

GARGALO ESTRUTURAL. NÃO UM PROBLEMA ISOLADO.

Eixo 2

Falta de padronização na identificação e classificação das causas

- SWOT: ausência de classificação dos atrasos
- Ishikawa (Medição): perdas sem causa apropriada
- 5 Porquês (Processos): apontamentos genéricos

RASTREABILIDADE INSUFICIENTE (EXPLICA OS 67%)

Eixo 3

Lacuna de conhecimento e engajamento das equipes

- SWOT: entendimento limitado ao PH
- Ishikawa (Mão de obra): desconhecimento do conceito
- 5 Porquês (Pessoas): conceito complexo

BARREIRA DE COMPREENSÃO TÉCNICA A SUPERAR.

PLANO CORRETIVO ATACOU SIMULTANEAMENTE A LACUNA TECNOLÓGICA, A PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS E A CAPACITAÇÃO DAS EQUIPES.

FERRAMENTAS DE CONTROLE NO CCO ALTERNATIVO

Quatro novas funcionalidades desenvolvidas para o monitoramento e controle em tempo real do headway no sistema de utilizado pelo CCO.

1 TABELA MCC (MAPA DE CONTROLE DE CIRCULAÇÃO)

Destaca em rosa as viagens não aderentes ao headway — identificação visual imediata pelo controlador.

Mapa Controle Circulação REDUZIDO 05/06/2025 às 11:05:11

Tipo	Missão	Viagem	TUE	Início	Partida	Partiu	Chegou	Horário	Previsão
12	613	183	T21	UVL	09:03:37	09:03:37	PSG	09:34:40	09:34:40
4	107	159	T29		09:08:00				09:13:00
6	108	50	T11	UVL	09:17:00	09:17:45	UEL	10:16:11	10:08:00
4	110	52			09:21:00				09:43:13
6	102	57	T29	UEL	09:26:00	09:25:56	UVL	10:15:26	10:17:00
6	101	54	T34	UVL	09:42:00	09:42:07	UEL	10:36:36	10:33:00
6	104	59	T30	UEL	09:51:00	09:51:12	UVL	10:43:18	10:42:00
6	105	56	T27	UVL	10:07:00	10:07:38	UEL	10:58:37	10:58:00
5	108	61	T11	UEL	10:16:00	10:18:13	UWL	11:04:55	11:07:00
5	102	58	T29	UVL	10:32:00	10:34:12	ULG	11:05:12	11:23:00
5	101	63	T34	UEL	10:41:00	10:44:02	UCT	11:03:51	11:32:00
5	104	60	T30	UVL	10:57:00	10:56:58	UPM	11:04:17	11:48:00
1	105	65			11:06:00				11:57:00
1	108	62			11:22:00				12:13:00
1	102	67			11:31:00				12:22:00
1	101	64			11:47:00				12:38:00
1	104	68			11:48:00				13:47:00

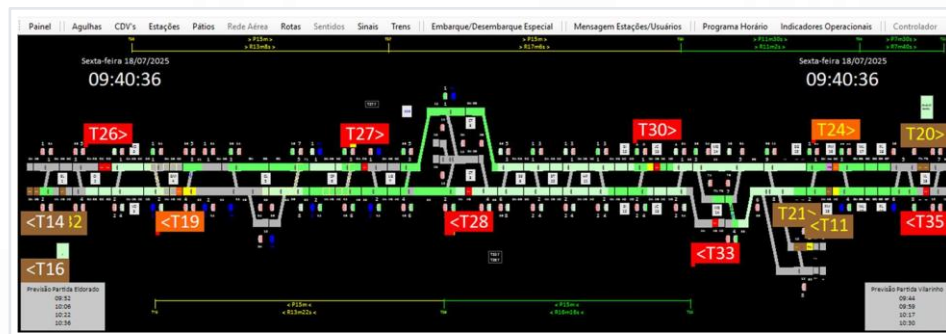
2 RELÓGIO DE CONTROLE DE CHEGADAS

Muda de cor (verde/vermelho) conforme a aderência da próxima chegada, com tolerância detalhada.



3 COTAS DE CONTROLE DO HEADWAY

Linha de cota no painel operacional comparando o headway planejado com o executado.



4 COMBOBOX DE CAUSAS DE ATRASOS

Preenchimento obrigatório que classifica cada perda por tipo e causa específica.

Digite MOTIVO Atraso Partida 22min
Trem T32 em UEL Missão 104 Viagem 59

1 2

3

Max caracteres 2000 - Digitados 0
Mensagem em 10:13:04 06/06/2025

Apagar Ok Cancelar

Digite MOTIVO Atraso Partida 22min
Trem T32 em UEL Missão 104 Viagem 59

Atuação AAS

Atuação AAS
Falha Interna Operação
Falha Sistema Manuten
Obras
Outros

Max caracteres 2000 - Digitados 0
Mensagem em 10:13:04 06/06/2025

Apagar Ok Cancelar

Digite MOTIVO Atraso Partida 22min
Trem T32 em UEL Missão 104 Viagem 59

Atuação AAS

Atuação AAS
Acidente/Mal Súbito
Mendicância/Ambulante
Outros
Pedestre ou Animal na
Suicídio ou Tentativa
Vandalismo

Max caracteres 2000 - Digitados 0
Mensagem em 10:13:04 06/06/2025

Apagar Ok Cancelar

PLANO DE AÇÃO E CAPACITAÇÃO DA EQUIPE

Relatório de 3 Gerações estruturado para atacar, de forma integrada, as três causas-raiz do diagnóstico

1

LACUNA TECNOLÓGICA

Novas funcionalidades de monitoramento em tempo real no CCO Alternativo

2

FALTA DE PADRONIZAÇÃO

Classificação obrigatória de causas a cada perda de headway

3

LACUNA DE CONHECIMENTO

Capacitação de 25 colaboradores — 100% do quadro do CCO

Relatório de 3 Gerações			Setor: Gestão e Performance	
Item de Controle: Aderência ao Headway				
Problema: Não atingimento das metas do indicador de headway				
Planejado	Executado	Resultados	Pontos problemáticos	Proposição
1 - Realizar benchmarking com outras concessionárias para saber se realizam alguma tratativa para identificar o motivo dos atrasos de cada viagem. 2 - Realizar brainstorming com os controladores para coletar insights para identificação das causas primárias e classificação dos atrasos. 3 - Conversar com os controladores sobre a importância da justificativa dos atrasos das viagens e o impacto nos indicadores. 4 - Mapear os dias que não tivemos imprevistos para verificar se a programação está adequada. Separar Planejado vs Imprevisto. (Realizar análise do headway por PH) 5 - Acompanhar diariamente (D-1) as interferências que causaram perdas de headway. Mapear TODAS as causas da perda de aderência. 6 - Realizar ajuste no PH no pico da tarde das viagens que possuem recorrência de perda no headway de chegadas. 7 - Elaborar e validar uma proposta para identificar as causas das perdas das viagens do headway pelo CCO Alternativo. 8 - Criar ferramenta para controle do headway de chegadas 9 - Implantar proposta validada no CCO Alternativo (Função de identificação de causas de não aderência dentro do CCO Alternativo). 10 - Ajustar a ferramenta de controle do headway de chegadas no CCO Alternativo para que o controlador saiba a margem de chegada que o TUE deve chegar na extremidade sem ter a necessidade de realizar cálculo.	1 - Conduzido com sucesso 2 - Conduzido com sucesso 3 - Conduzido com sucesso 4 - Atrasado 5 - Em desenvolvimento 6 - Em desenvolvimento 7 - Conduzido com sucesso 8 - Conduzido com sucesso 9 - Em desenvolvimento 10 - Em desenvolvimento	1 - Conhecer as estratégias de controle de headway de outras concessionárias. 2 - Fórmulários com os controladores. 3 - Sem resultado 4 - Em desenvolvimento 5 - Em desenvolvimento 6 - Em desenvolvimento 7 - Mapeamento das principais causas 8 - Ferramenta que mostra no painel do CCO Alternativo o horário de chegada da última viagem 9 - Em desenvolvimento 10 - Em desenvolvimento	1 - N/A 2 - Falta de conhecimento dos controladores sobre o indicador headway. 3 - Ainda não há ferramenta para auxiliar controladores 4 - N/A 5 - N/A 6 - N/A 7 - Sem problemas 8 - Operador ainda precisa fazer cálculo de range 9 - N/A 10 - N/A	2 - Capacitação dos controladores sobre indicador do headway (Montar manual de capacitação) 8 - Aprimorar a ferramenta de controle



Cartilha de controle de aderência ao headway de chegadas

Coordenação de Gestão e Performance
18/06/2025

16 → 25

Treinamento em Cascata

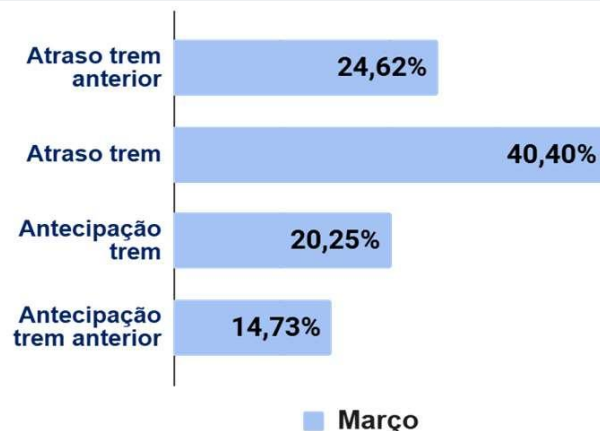
controladores avaliados, ampliado para 100% do quadro do CCO

supervisores treinados prioritariamente tornam-se multiplicadores para os controladores

APROFUNDAMENTO DA ANÁLISE: DESEMPENHO POR CONDUTOR

Identificação de padrões de recorrência em antecipações e atrasos, por condutor (maio–ago/2025)

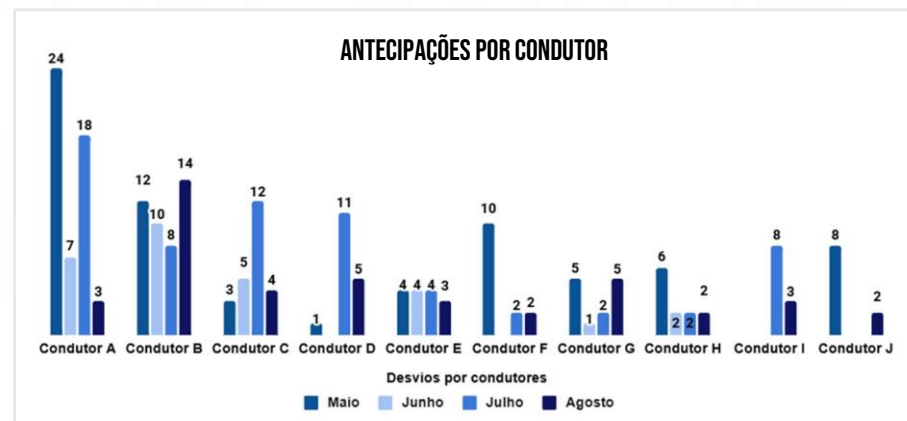
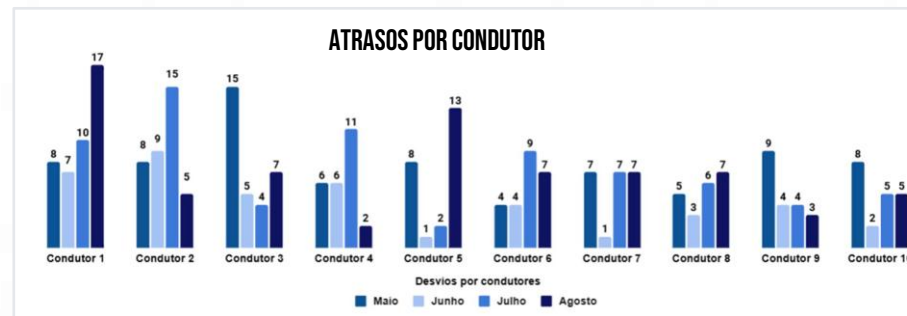
MOTIVO DE NÃO ADERÊNCIA



65% dos desvios são atrasos (trem + trem anterior)

35% são antecipações — mais ligadas à condução do maquinista

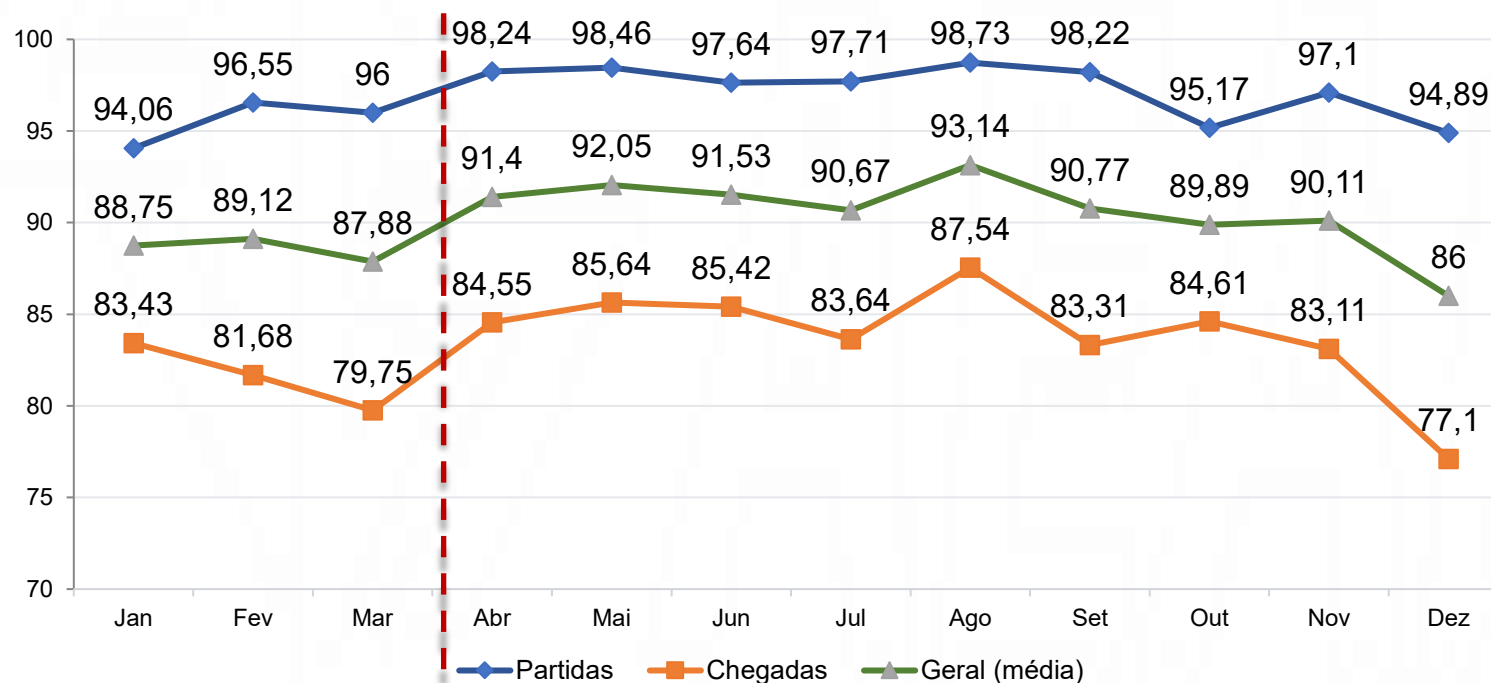
RECORRÊNCIA POR CONDUTOR (TOP 10) – MAIO A AGOSTO/2025



AÇÃO DIRECIONADA: A COORDENAÇÃO DE TRÁFEGO PASSOU A DIRECIONAR AUDITORIAS ESPECÍFICAS AOS CONDUTORES COM MAIOR RECORRÊNCIA DE DESVIOS, REFORÇANDO A CONDUÇÃO PADRONIZADA DOS TRENS.

RESULTADOS 2025: EVOLUÇÃO MENSAL E METAS SUPERADAS

ADERÊNCIA AO HEADWAY 2025



METODOLOGIA CUMBUCA APLICADA AO HEADWAY

ACUMULADO 2025 VS. META

Headway de Partidas

96,90% vs. meta 96,77%
+0,13 p.p acima da meta

Headway de Chegadas

83,32% vs. meta 82,54%
+0,78 p.p acima da meta

Headway de Geral

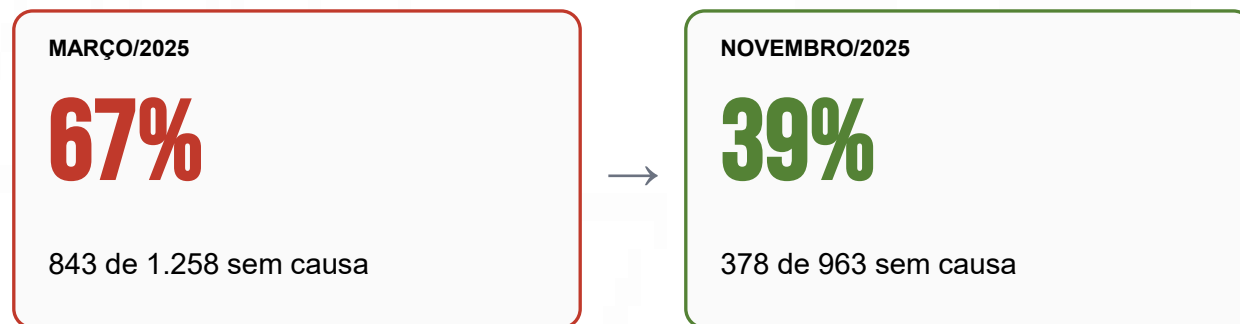
90,11% vs. meta 89,66%
+0,45 p.p acima da meta



SUPERAÇÃO EM TODOS OS INDICADORES: AVANÇO MAIS EXPRESSIVO NO HEADWAY DE CHEGADAS (+1,73 P.P. VS. 2024) – INDICADOR HISTORICAMENTE MAIS FRÁGIL DA OPERAÇÃO.

EVOLUÇÃO DA RASTREABILIDADE DAS CAUSAS

O Combobox de Causas reduziu drasticamente as ocorrências sem causa identificada



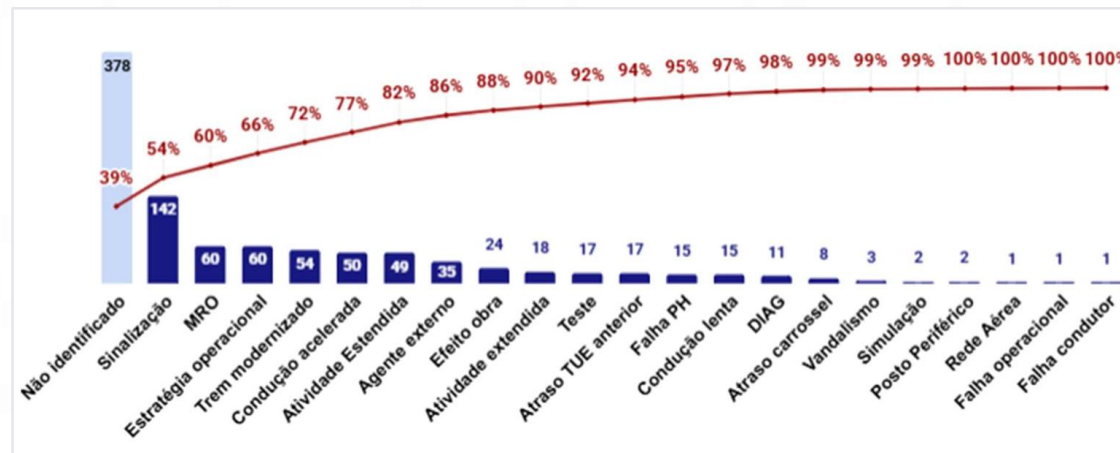
-23,4%

no volume total de viagens não aderentes (1.258 → 963)

97,10% / 83,11%

aderência partidas/chegadas em novembro (vs. 96,00% / 79,79% em março)

PRINCIPAIS CAUSAS DAS PERDAS, NOVEMBRO/2025



EFETIVIDADE COMPROVADA: A OPERAÇÃO PASSOU DE DOIS TERÇOS DE OCORRÊNCIAS INVISÍVEIS À GESTÃO PARA MENOS DE 40% SEM IDENTIFICAÇÃO — COM DESTAQUE PARA SINALIZAÇÃO (142 OCORRÊNCIAS, 54% ACUMULADO).

ANTES E DEPOIS DA METODOLOGIA CUMBUCA

ANTES

Desconhecimento conceitual da equipe sobre a meta

Falta de ferramentas de acompanhamento

Tomada de decisões baseada em empirismo

Falta de tratamento das causas da não aderência

Análise focada no efeito, não nas causas

Resistência da equipe em assumir o controle

DEPOIS

✓ Conhecimento do conceito e parâmetros da meta

✓ Ferramentas que auxiliam o controle do indicador

✓ Tomada de decisões baseada em dados

✓ Análise focada nas causas de não aderência

✓ Análise intersetorial (controladores x maquinistas x planejamento)

✓ Mentalidade de guardião do indicador

RESULTADO CONSOLIDADO:

METAS SUPERADAS NOS 3 INDICADORES EM 2025, RASTREABILIDADE DAS CAUSAS EVOLUINDO DE 67% PARA 39% SEM IDENTIFICAÇÃO, E GANHO DE 9,52 P.P. NA SATISFAÇÃO DOS PASSAGEIROS QUANTO AO HEADWAY.

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