



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

MITIGAÇÃO DE SINISTROS COM CLIENTES NO METRÔ DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO ATRAVÉS DA ANÁLISE DE DADOS

INTRODUÇÃO

Os serviços de transporte de passageiros sobre trilhos transportam diariamente milhares de clientes de diversas classes sociais, faixas etárias e características biopsicossociais. Além disso, o fluxo de clientes é afetado por inúmeras variáveis, incluindo destino, espaço físico nas composições e estações, e regularidade da oferta, entre outros fatores. Com um perfil de clientes tão heterogêneo e uma gama de deslocamentos tão diversa, assegurar um deslocamento de origem a destino com rapidez e confiabilidade representa um desafio significativo para as áreas relacionadas à Operação.

A performance e a segurança sempre foram valores fundamentais para o Metrô do Estado do Rio de Janeiro. O desafio de entregar esse pacote de valor ao cliente do sistema é tão grande que, além da dificuldade inerente aos processos que exigem equipes altamente especializadas



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

e sistemas automatizados complexos, o próprio cliente vê o desempenho da operação como um dos principais fatores na escolha do metrô como meio de transporte. Dados do Índice de Qualidade do Serviço (IQS) de março de 2024 mostram que 77% dos clientes escolhem o metrô na cidade do Rio de Janeiro devido à regularidade e ao tempo de viagem reduzido em comparação com outros meios de transporte público. Adicionalmente, grandes eventos como Carnaval, a Jornada Mundial da Juventude em 2013, a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016 representaram um grande desafio para a operação, gerando alta expectativa de confiabilidade do sistema por parte do poder público, dos noticiários e dos turistas. Assim, considerando esses fatores motivadores, as decisões no MetrôRio ao longo dos últimos anos foram orientadas pela manutenção e ampliação da performance operacional e pela garantia da segurança dos clientes.

Embora a performance seja um valor crucial e amplamente valorizado pelo MetrôRio, a segurança dos clientes é uma prioridade absoluta e inegociável. No entanto, ocorrências com clientes de menor repercussão, como quedas em escadas devido à corrida para embarcar, são uma realidade diária. Entre o final de 2022 e meados de 2023, a área de Serviço ao Cliente, responsável pelo atendimento aos passageiros nas estações, conduziu um estudo para avaliar a magnitude dos incidentes que envolviam atendimento pós-ocorrência realizado por Agentes de Segurança (AS). Paralelamente, a área de Operações instituiu um sistema de reporte dos condutores, que envolve a comunicação direta ao Centro de Controle Operacional (CCO) sobre quaisquer incidentes ou acidentes na interface entre o trem e a plataforma.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Ainda assim, devido à estrutura organizacional descentralizada, os esforços em análise e prevenção de novas ocorrências eram conduzidos de maneira fragmentada. Apesar das ações paralelas terem contribuído para o aumento das barreiras de segurança, a ausência de uma centralização de informações, similar ao modelo de comando único do Centro de Controle Operacional (CCO), impactava a consolidação de uma política abrangente de segurança operacional em toda a companhia. Reconhecendo a necessidade de uma abordagem integrada e coordenada, o CEO do MetrôRio decidiu pela criação de uma Gerência específica para tratar desse tema. Em maio de 2023, a Gerência de Segurança Operacional (GSO) foi estabelecida com a missão de promover uma cultura organizacional focada na segurança e consolidar ações integradoras. Estratégica e independentemente posicionada fora da Diretoria de Operação e Manutenção, a GSO reporta diretamente ao CEO do MetrôRio. Através da análise de indicadores classificados por tipo de ocorrência, estação, mês, horário e perfil do cliente, foram gerados dados precisos para orientar decisões sobre investimentos prioritários. Informações sobre os públicos mais afetados, horários e locais com maior incidência de quedas, por exemplo, foram essenciais para mapear necessidades e definir metas de segurança.

DIAGNÓSTICO

O alicerce das ações subsequentes adotadas pela Segurança Operacional foi a consolidação de uma base robusta de informações. Na estrutura organizacional do MetrôRio, diferentes

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

gerências são responsáveis pelas equipes que atuam nas estações e pelos condutores das composições. A equipe de estações, além de outras atividades, realiza atendimentos aos clientes que necessitam de assistência dentro do sistema. Cada atendimento, que pode incluir desde assepsia após um ferimento até água e repouso em casos de queda de pressão, é registrado por um Agente de Segurança. Este agente preenche um formulário chamado Controle de Ocorrências com Clientes (COC) e reporta os detalhes do incidente a um posto no CCO, onde essas informações são tabuladas e analisadas, conforme Figura 1.

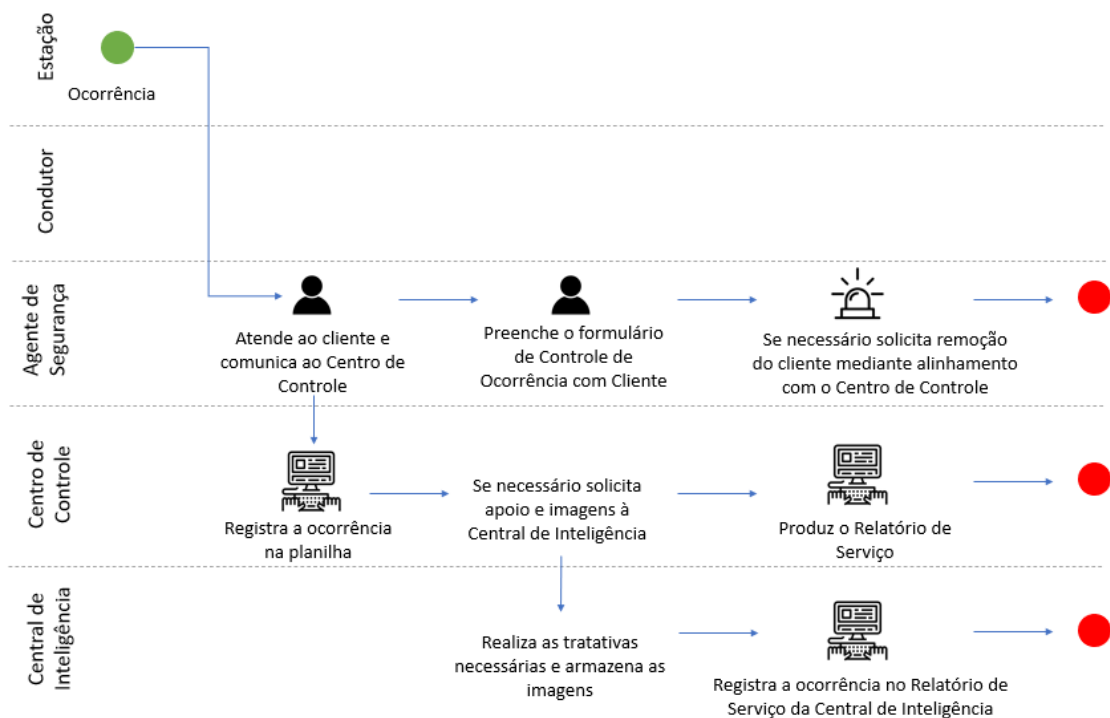


Figura 1 – Fluxo do Controle de Ocorrências com Clientes (COC).

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Além disso, mesmo nos casos em que o Agente de Segurança (AS) presencia um incidente e o cliente recusa qualquer medida de atendimento, geralmente em casos leves, o agente ainda assim reporta o ocorrido ao posto no CCO, onde é devidamente registrado. Nesses casos, onde não há o preenchimento dos dados no formulário, são chamados de “SEM COC”. O fluxo desse registro é demonstrado na Figura 2.

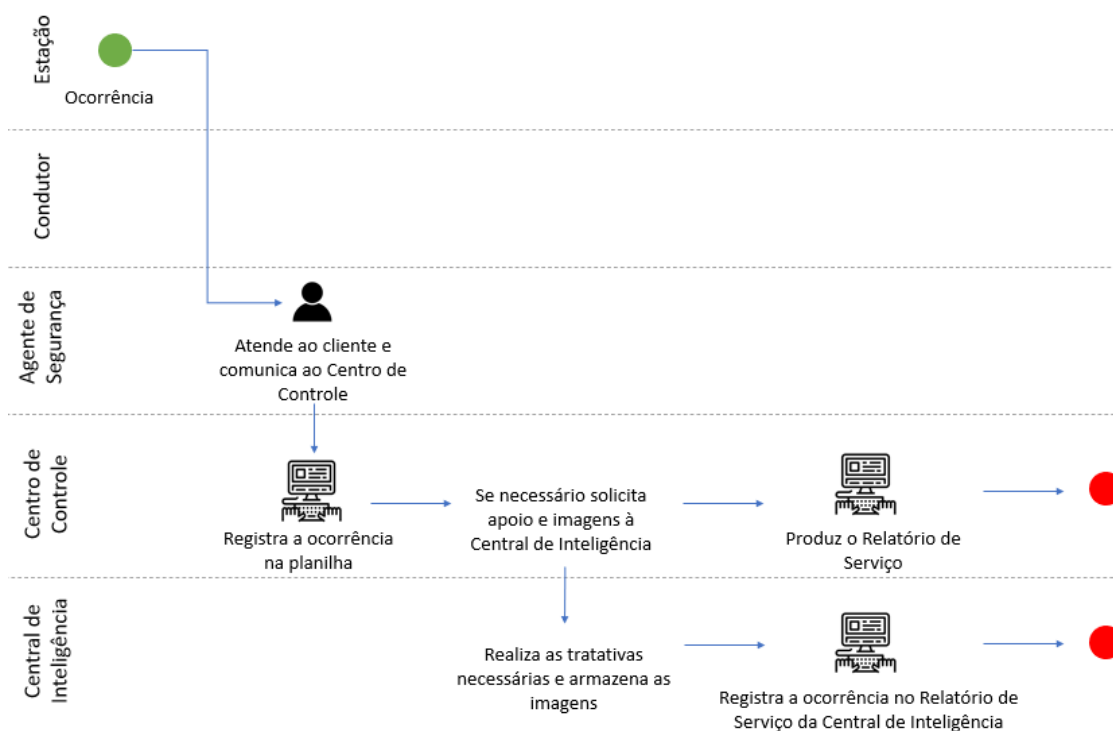


Figura 2 – Fluxo do registro de ocorrência SEM COC.

Esse processo de classificação e detalhamento das ocorrências foi continuamente aprimorado ao longo dos anos, tornando-se muito bem estabelecido. Tal rigor no registro de informações



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

não só aprimora a gestão da segurança, mas também atende às implicações legais que podem exigir esses dados posteriormente.

Em contrapartida, as características da atividade do condutor impossibilitam qualquer tratativa de uma ocorrência que ele eventualmente presencie durante sua atuação na cabine.

No entanto, no final de 2022, a área de Tráfego implementou o processo de reporte do condutor, que consiste em comunicar ao CCO todos os acidentes observados na interface trem-plataforma. Isso gerou uma base de dados menos complexa, devido ao nível de detalhamento que o condutor consegue fornecer. Por exemplo, a observação de um cliente sofrendo um choque contra as portas da composição no último carro, a uma distância de aproximadamente 130 metros, é reportada com as informações disponíveis. Essas informações são: Estação, Via, Horário, Número Operacional da Composição, Número do Material Rodante, Fato e uma observação que varia conforme nível de percepção do condutor. O fluxo, o mais simplificado das fontes de dados, é apresentado na Figura 3.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

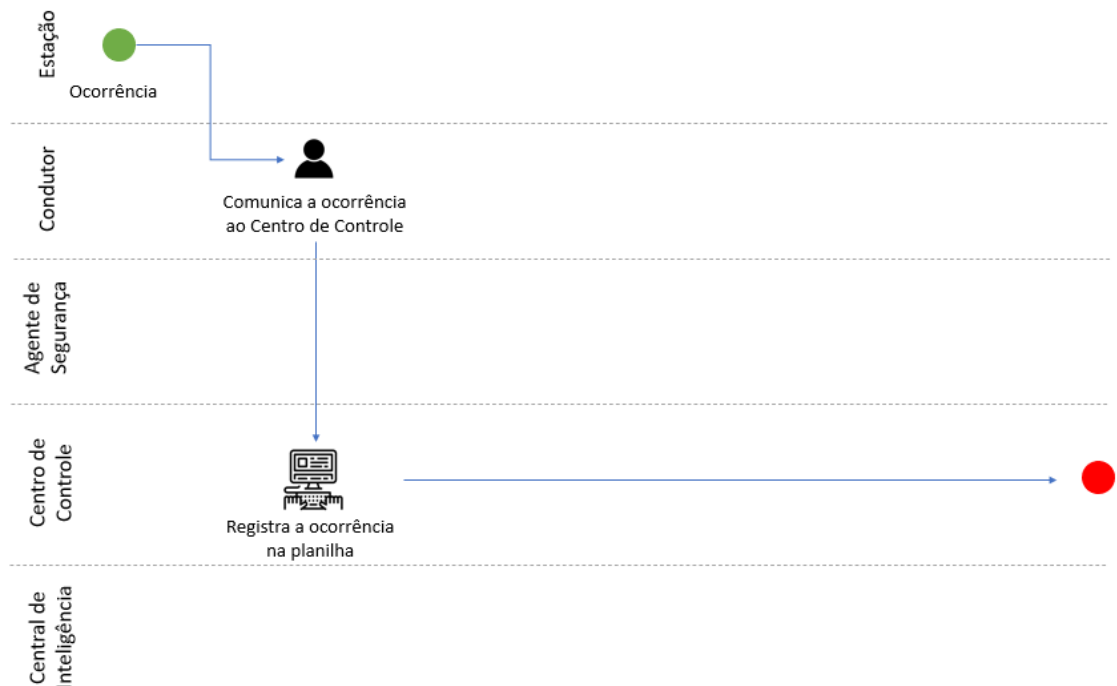


Figura 3 – Fluxo do reporte de ocorrências pelo condutor.

Todavia, ambas as áreas analisavam apenas as informações que coletavam, resultando em uma visão fragmentada ao construírem seus indicadores de ocorrências com clientes. A Segurança Operacional, então, assumiu o papel de guardiã dessas informações, consolidando (*join*) ambas as fontes de dados e redistribuindo-as, não só para as áreas iniciais, mas também para toda a liderança e acionistas. Para isso, foi necessário reformular as classificações possíveis das ocorrências oriundas dos Agentes de Segurança e condutores. Por exemplo, anteriormente, um cliente que sofresse um abalroamento com as portas da composição no ombro, sem lesão ou queda, seria normalmente classificado como um incidente leve. No

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

entanto, diversas outras ocorrências recebiam essa mesma classificação, dificultando a avaliação da magnitude desses eventos relacionados às portas. Assim, essa classificação foi segmentada em categorias mais específicas. Nessa etapa, foi essencial o treinamento da equipe no CCO, Figura 4, para assegurar a assertividade e o detalhamento adicional das ocorrências.

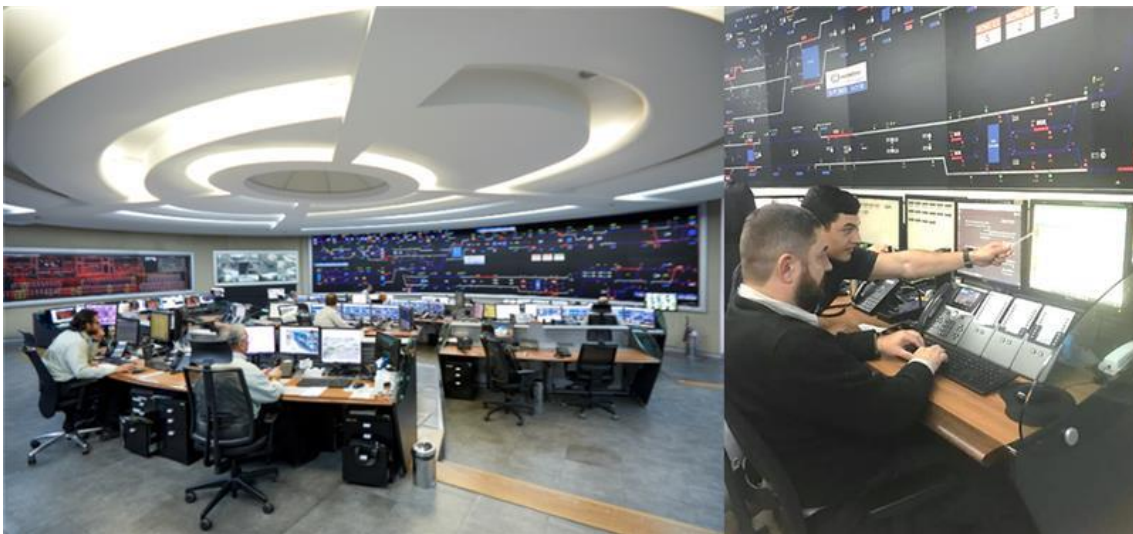


Figura 4 – Alinhamento com o CCO.

Com o mapeamento da jornada do cliente focado na segurança, Figura 5, foram identificadas cinco ocorrências prioritárias para tratamento, devido ao seu potencial de risco e/ou recorrência: Pancada na Porta, Preso na Porta, Queda no Vão Trem-Plataforma, Queda na Escada Rolante e Queda na Escada Fixa.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

JORNADA DO CLIENTE



Figura 5 - Mapeamento de riscos prioritários de ocorrências com clientes baseado na Jornada do Cliente do MetrôRio.

A ausência de relatos de condutores e a falta de classificação para Pancadas e Presos na Porta antes de 2023 impossibilitaram a obtenção de um registro histórico mais extenso. Mesmo em 2023, o relato dos condutores não era tão incentivado quanto após a criação da GSO, indicando uma significativa subnotificação prévia. Para as Quedas no Vão Trem-Plataforma, a classificação já existia pela equipe de estações, mas ainda sem o reporte dos condutores. Como os condutores são os mais atentos à movimentação de clientes durante o embarque e desembarque, é possível inferir que existia uma considerável subnotificação nesses casos.

Quanto às Quedas nas Escadas Rolantes e Fixas, a classificação já existia para a equipe de estações, permitindo um histórico extenso. No entanto, ocorrências que não tinham um atendimento formalizado via COC frequentemente não eram tabuladas, comprometendo a confiabilidade desses dados. A Figura 6 ilustra as mudanças realizadas na classificação e no registro histórico dessas cinco ocorrências.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

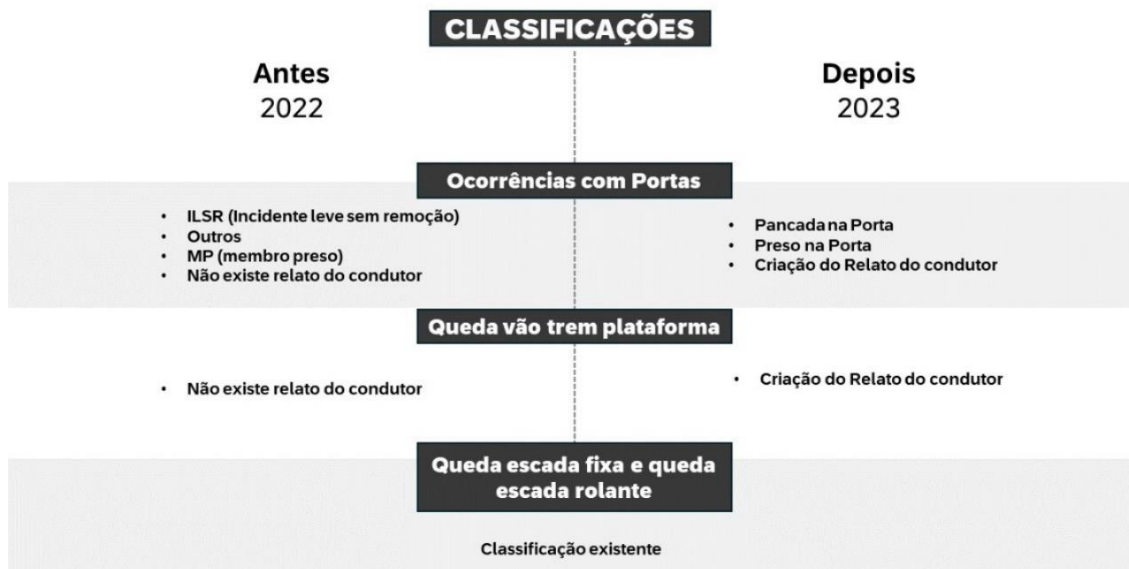


Figura 6 – Mudanças na tipologia de classificações de ocorrências com clientes.

Assim, com o fluxo de dados sedimentado e categorizações ajustadas com as fontes primárias, foi possível gerar uma fonte de dados consolidada e confiável. Isto possibilitou o uso da análise de dados como insumo na definição da estratégia para prevenção de ocorrências com clientes. Seguindo o Método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), o objetivo de redução de ocorrências com clientes já estava traçado e agora os indicadores já podiam ser medidos.

Com o uso da ferramenta Microsoft Power BI®, painéis gráficos abrangentes foram criados, demonstrado na Figura 7, revelando a magnitude das ocorrências com clientes. Esses dados, até então desconhecidos pelos tomadores de decisão, proporcionaram uma visão clara e detalhada da situação.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 7 – Print de uma das telas do BI de Segurança Operacional.

Com base nesses dados, algumas informações relevantes foram finalmente mensuradas. Nas escadas fixas, 75% das quedas envolviam mulheres. Nas escadas rolantes, 60% das ocorrências envolviam idosos. As quedas no vão entre o trem e a plataforma ocorriam majoritariamente durante o horário de pico, representando 74% dos casos, onde a lotação das estações e composições era o principal fator causador.

Partindo dessas informações, foram adotadas ações proativas orientadas por uma abordagem *data-driven*. Por exemplo, a partir dos principais fatores identificados para as quedas com clientes, as mensagens de comunicação foram ajustadas para aumentar a conscientização dos passageiros sobre esses perigos específicos e promover comportamentos mais seguros. A

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

mensagem de alerta é personalizada com os principais ofensores por tipo de ocorrência, como demonstrado nas escadas fixas da Figura 8.

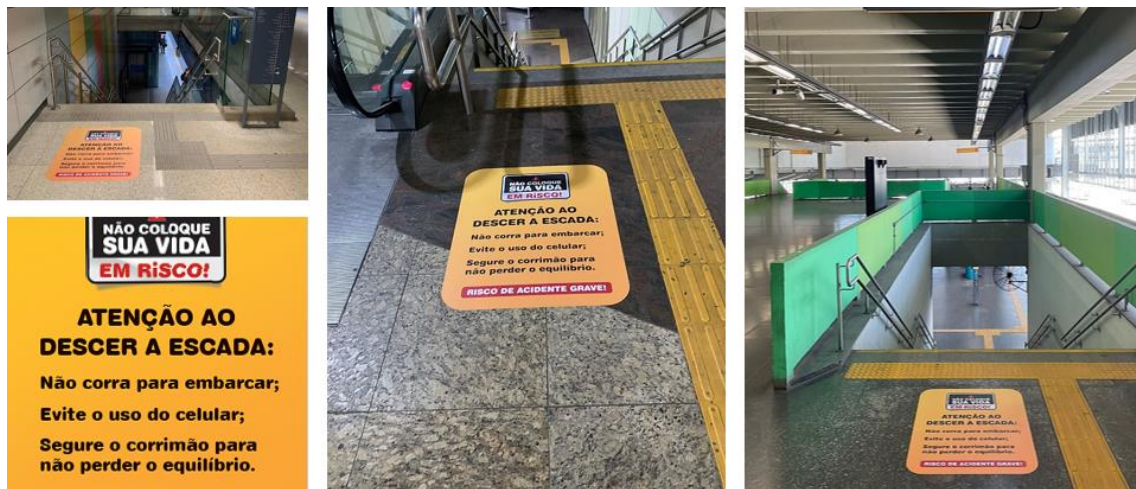


Figura 8 – Peças de comunicação em escadas fixas.

Nas escadas rolantes, além das possíveis lesões decorrentes de uma queda, o movimento contínuo pode agravar as lesões por aprisionamento de roupas, calçados e partes do corpo nas placas pente e laterais. A análise de vídeos das ocorrências revelou que as quedas de idosos nas escadas rolantes ocorriam majoritariamente na entrada do equipamento. A velocidade das escadas rolantes mostrava-se um fator preponderante nessas quedas, devido à dificuldade de locomoção dos idosos. Como ação inicial, a velocidade de todas as escadas rolantes da Estação Central do Brasil (CTR) foi reduzida. Essa estação registrou o dobro de ocorrências em relação à segunda colocada no ranking de quedas no primeiro semestre de 2023. Além de ser a segunda maior em número de pagantes, a estação CTR possui um Posto



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

de Gratuidade no mezanino, o que gera uma grande circulação de idosos e deficientes pelas escadas diariamente.

De acordo com a norma NM 195:1999, item 12.2.1, a velocidade das escadas rolantes com inclinação de até 30° deve ser de até 0,75 m/s. As escadas em CTR estavam dentro da referida norma, mas foram ajustadas para uma velocidade de $0,48 \pm 0,02$ m/s. Além disso, peças de comunicação foram instaladas ao longo das mais de 200 escadas rolantes do sistema, visando aumentar a conscientização e segurança dos clientes.

Por fim, em colaboração com a área de Engenharia, foi desenvolvido um botão de emergência de fácil acesso e localização no topo e na base de cada escada rolante. Esse dispositivo permite o acionamento rápido por outros clientes, minimizando os danos ao cliente acidentado, conforme previsto na norma NBR 10147:2016. De acordo com essa norma, as escadas rolantes devem ser equipadas com dispositivos de parada de emergência em locais acessíveis aos clientes, permitindo a interrupção rápida da operação em caso de emergência. Esses dispositivos devem ser claramente identificados e de fácil acesso para garantir a segurança dos clientes. Seguindo esses parâmetros, os botões foram instalados em todas as escadas rolantes operacionais do sistema, conforme ilustrado na Figura 9.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 9 – Comunicação e botões de emergência.

Quanto às quedas no vão entre trem e plataforma, a medida adotada em 2024 foi a instalação de *gap fillers* nas cinco estações com o maior número de ocorrências desse tipo, conforme ilustrado na Figura 10. O *gap filler* é um dispositivo de borracha rígida instalado na borda da plataforma, projetado para reduzir o espaço e a altura entre a soleira da porta da composição e a plataforma (gap). A instalação de *gap fillers* é uma medida eficaz que assegura a segurança e a acessibilidade dos clientes em plataformas de trem, em conformidade com a norma técnica NBR 14021:2005 que estabelece que o “vão máximo entre o trem e a plataforma deve ser de 0,1 m e o desnível máximo entre a plataforma e o trem deve ser de 0,08 m”. Esta medida não só melhora a segurança, mas também contribui para a acessibilidade, proporcionando uma experiência mais segura e confortável para todos os passageiros do sistema metroviário.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 10 – Gap fillers instalados nas estações Maracanã, Cardeal Arcoverde e Largo do Machado.

Das ocorrências priorizadas, as mais complexas para mitigação são as relacionadas às portas. A análise dos dados e a revisão dos vídeos de ocorrências revelaram diversos fatores contribuintes. Fatores comportamentais dos clientes, como o uso de fones de ouvido que impede ou dificulta a audição da sinalização sonora da composição e o desrespeito ao indicador ótico de fechamento, foram identificados. Em resposta, campanhas de comunicação foram instaladas nas portas das composições e nas plataformas para conscientizar os clientes. Com base no ranking de incidência desses incidentes, vistorias em campo foram realizadas para verificar a visibilidade dos condutores de trem. Nessas visitas, diversas oportunidades de melhoria na visualização da extensão da plataforma foram identificadas. Desde então, ajustes no posicionamento das câmeras da plataforma e substituições ou melhorias em monitores e espelhos no ponto de parada normal da composição (PPN) foram implementados. Nas

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

estações em linha reta, que normalmente utilizavam espelhos planos para a visualização da extensão da composição, espelhos convexos foram instalados para melhorar a visualização do primeiro carro, conforme ilustrado na Figura 11.

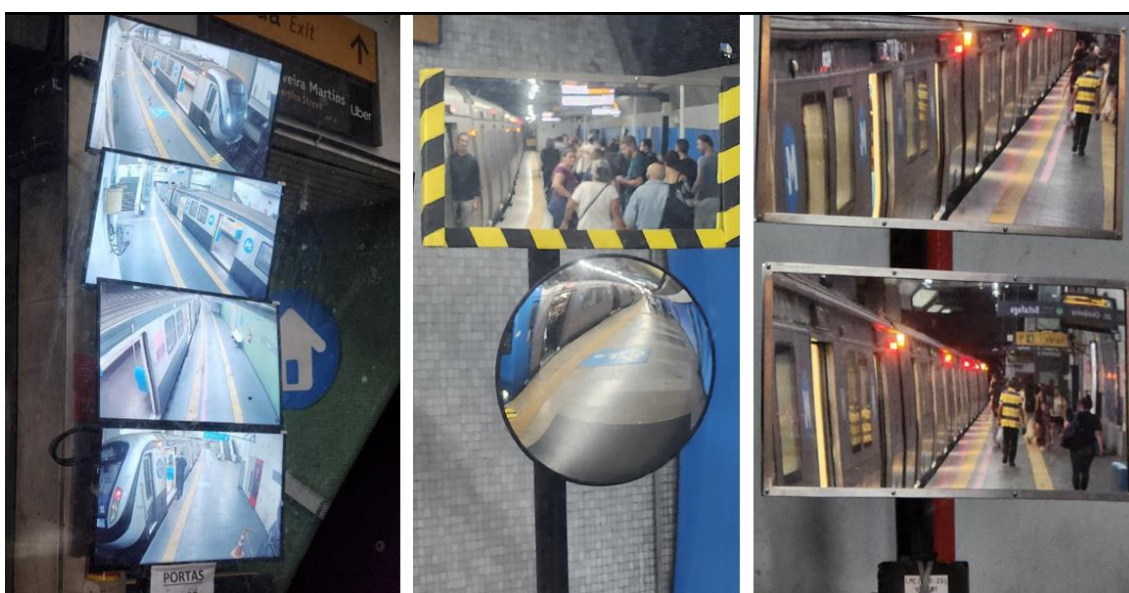


Figura 11 – Pontos de parada normal com: monitores, espelho reto e concavo e par de espelhos retos.

Ademais, foram implantadas campanhas de comunicação focadas na interface trem-plataforma, conforme ilustrado na Figura 12, de modo que toda a jornada do cliente tivesse um alerta específico de conscientização. Essas campanhas incluíram sinalizações visuais e sonoras estrategicamente posicionadas ao longo das plataformas e no interior das composições. O objetivo é garantir que os passageiros estejam constantemente cientes dos riscos associados ao embarque e desembarque, promovendo comportamentos seguros.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Adicionalmente, mensagens informativas foram exibidas em painéis digitais, destacando a importância de prestar atenção aos indicadores óticos de fechamento das portas e evitar o uso de dispositivos que possam comprometer a audição dos avisos sonoros. Esta abordagem integrada visa a criação de um ambiente mais seguro e a redução de incidentes, garantindo uma experiência de viagem mais segura para todos os clientes.



Figura 12 – Campanha de comunicação para ocorrências na interface trem-plataforma.

Outro fator identificado foi a sonorização das composições. Como o MetrôRio dispõe de uma frota heterogênea, apresentada na Figura 13, análises particularidades por frota foram necessárias.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

30 trens Alstom-Mafersa

Carros Mafersa (79% da frota): em atividade no sistema desde o início da operação, em 1979.

Carros Alstom (21% da frota): em operação desde 1998.



34 trens CRC

19 trens adquiridos em 2012, como contrapartida ao 6º Termo Aditivo ao Contrato de Concessão

15 trens adquiridos em 2015, para operação da Linha 4



Figura 13 – Frota MetrôRio.

Na frota com maior tempo de operação, devido às limitações do sistema existente, foi implantado um projeto de modernização abrangente do sistema de sonorização das composições. Este projeto envolveu a atualização dos módulos amplificadores, a implementação de um módulo de mensagens automáticas, a substituição dos alto-falantes e microfones das cabines, a renovação da infraestrutura e do cabeamento, além da instalação de transdutores de peso para ajuste automático da amplificação conforme o carregamento por carro. A modernização do sistema de sonorização interna dos trens resultou em uma melhoria significativa na qualidade e eficiência das comunicações no interior das composições.

Este projeto foi conduzido em conformidade com normas técnicas específicas, como ABNT NBR IEC 60268-3:2011 para Módulos Amplificadores, ABNT NBR IEC 60268-16:2015 para Módulos de Mensagens Automáticas, ABNT NBR IEC 60268-5:2011 para Troca dos Alto-



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Falantes e Microfones das Cabines e ABNT NBR 5410:2004 para Infraestrutura e Cabeamento. Essas normas asseguram que o sistema de sonorização atenda aos mais altos padrões de desempenho e segurança, proporcionando uma experiência aprimorada para todos os clientes do sistema metroviário.

Para assegurar a continuidade das ações implementadas e estimular novas iniciativas, foi criada a Política de Gestão da Segurança Operacional (PGSO). A PGSO tem como objetivo estabelecer diretrizes essenciais para o Gerenciamento de Riscos de Acidentes com Clientes, especificamente na interface entre trem e plataforma, bem como nas estações, incluindo mezaninos e acessos da Concessão Metroviária do Rio de Janeiro S.A – MetrôRio.

Essa política visa a adequada identificação, avaliação, direcionamento, monitoramento e comunicação de riscos, independentemente de seu impacto ser grande (exposição negativa ao negócio) ou pequeno, contribuindo assim para um gerenciamento eficaz dos riscos e a tomada de decisões assertivas e oportunas.

O desenvolvimento da PGSO foi baseado em benchmarking com especialistas do setor de aviação, da *European Union Agency for Railways* (EUAR) e do *Rail Safety and Standards Board* (RSSB). A partir dessa política, foram conduzidas inspeções em campo, estabelecidos grupos de trabalho interdepartamentais e desenvolvidos treinamentos abrangentes em Segurança Operacional para toda a companhia. Essas iniciativas não apenas melhoraram a cultura de segurança dentro da organização, mas também garantiram a adoção de medidas preventivas

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

e corretivas de forma sistemática e eficaz. A política é fundamentada em quatro pilares, conforme descrito na Figura 14.

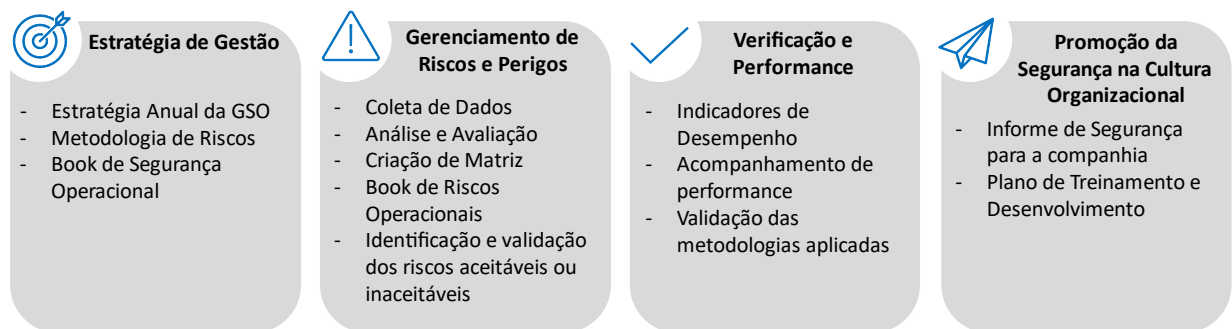


Figura 14 – Pilares da Política de Gestão da Segurança Operacional.

A Política de Gestão da Segurança Operacional (PGSO) estabelece um arcabouço estratégico para assegurar que as ações de segurança operacional sejam coordenadas e alinhadas com os objetivos da organização, beneficiando acionistas, clientes, colaboradores, sociedade, governo, investidores e outras partes interessadas. A PGSO define a Gestão de Segurança Operacional como um processo contínuo e transparente, cuja responsabilidade é compartilhada por todos os níveis da organização. Este processo é orientado pelo conceito de Gerenciamento de Riscos de Acidentes com Clientes, estruturado conforme as Três Linhas de Defesa.

Nesse contexto, no Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional do Metrô Rio, a gestão de riscos de acidentes com clientes é estruturada em Três Linhas de Defesa, onde cada



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

linha tem um papel crucial para assegurar a segurança e o bem-estar dos clientes. A Primeira Linha de Defesa é composta por todas as áreas de negócio e funcionários do Metrô Rio, que detêm a responsabilidade primária pela segurança operacional, gerenciando diretamente os riscos em suas atividades diárias. A Segunda Linha de Defesa envolve a Gerência de Segurança Operacional, que oferece suporte e orientação para garantir que o gerenciamento de riscos seja realizado de forma adequada, focando em estratégias preventivas para identificar e mitigar perigos antes que se tornem falhas sistêmicas. A Terceira Linha de Defesa é representada pelo Comitê de Segurança Operacional (CSO), que realiza verificações independentes para assegurar a eficácia das ações e garantir a conformidade com os objetivos de segurança operacional, adotando uma abordagem preditiva para identificar riscos emergentes. Este modelo de três linhas de defesa, Figura 15, ressalta a importância do compromisso de todos os colaboradores na busca contínua pela melhoria do desempenho da segurança operacional, alinhando-se às regulamentações da Agência Reguladora de Serviços Públicos Concedidos de Transportes Aquaviários, Ferroviários, Metroviários e de Rodovias do Estado do Rio de Janeiro (AGETRANS) e promovendo uma cultura robusta de segurança.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Primeira Linha de Defesa

Composta por todas as áreas de negócio e funcionários do Metrô Rio, responsáveis pelos riscos que gerenciam, as quais detêm a responsabilidade primária acerca da Segurança Operacional.



MetrôRio

Segunda Linha de Defesa

Composta pela Gerência de Segurança Operacional, que apoia os gestores da linha de frente para garantir o gerenciamento adequado de riscos. Essa abordagem é preventiva e busca identificar perigos antes que causem falhas no sistema, tomando medidas para reduzir os riscos à segurança operacional.



GSO

Terceira Linha de Defesa

Composta pelo Comitê de Segurança Operacional (CSO), que realiza verificações independentes para garantir que as ações estejam alinhadas com os objetivos de segurança operacional. Essa abordagem é preditiva, buscando identificar problemas antes que surjam, através da busca ativa de informações de diversas fontes para revelar riscos emergentes.



CSO

Figura 15 – Linhas de defesa da Gestão da Segurança Operacional.

Para consolidar todas as iniciativas voltadas para as ocorrências prioritárias, foi lançada a Campanha em vídeo "VAR de Segurança" do MetrôRio, com o objetivo de conscientizar e promover boas práticas no sistema metroviário, ilustrado na Figura 16. A campanha, que foi amplamente divulgada, recebeu reconhecimento notável, sendo premiada em 28 de maio de 2024 com o Ouro na categoria Promo e Live, tanto nas categorias Nacional quanto Regional do Prêmio Colunistas 2023, conforme noticiado pela ANPTrilhos¹. Esse prêmio destaca os esforços significativos da empresa em promover a segurança e o bem-estar de seus clientes, reafirmando o compromisso do MetrôRio com a excelência operacional e a proteção de seus clientes.

¹ Campanha "VAR de Segurança" do MetrôRio e da agência Sides recebe Prêmio Colunistas. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/campanha-var-de-seguranca-do-metrorio-e-da-agencia-sides-recebe-premio-colunistas/>

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 16 – Campanha VAR de Segurança.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a implementação e o incentivo ao reporte por parte dos condutores, 44% das ocorrências na interface trem-plataforma registradas de janeiro de 2023 a julho de 2024 foram contabilizadas graças a esse processo. É importante destacar que o número de reportes foi ainda maior, considerando que um mesmo evento pode ser informado tanto pelo condutor quanto pelo Agente de Segurança (AS) na plataforma. No entanto, como o AS normalmente dispõe de mais detalhes sobre a ocorrência, especialmente quando preenche um Controle de Ocorrências com Clientes (COC), o relato duplicado do condutor não é contabilizado. Em 2024, apenas 34% das ocorrências reportadas pelos condutores também foram observadas ou atendidas pela equipe de estação, indicando que em mais de 65% dos casos o condutor foi a única fonte de informação. Esses reportes, tanto dos condutores quanto dos Agentes de Segurança, são vitais para a análise contínua do volume e das características das ocorrências.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Com base nos dados coletados e utilizando ferramentas de *Business Intelligence* (BI), foi observado que mais de 80% das ocorrências de pancadas na porta registradas de janeiro de 2023 a julho de 2024 ocorreram na frota mais antiga (Alstom e Mafersa).

Além da modernização em andamento do sistema de sonorização da frota Alstom/Mafersa, com conclusão prevista para o início de 2025, uma das hipóteses iniciais para a redução de ocorrências foi a análise do tempo de fechamento das portas. O sistema pneumático, que utiliza ar comprimido para abrir e fechar as portas dos trens, depende da regulação precisa das eletroválvulas que controlam o fluxo de ar para os motores pneumáticos responsáveis pelo movimento das portas. A regulação adequada é crucial para garantir um fechamento seguro e suave. O uso de um protótipo para medir o tempo de fechamento revelou uma significativa variação, com alguns tempos de fechamento sendo até três vezes mais rápidos do que na frota mais recente, equipada com motores elétricos e controlados por uma unidade *Door Control Unit* (DCU). Esta unidade gerencia a abertura e fechamento das portas com precisão, regulando a velocidade e a força em cada ciclo de operação. Ajustes estão sendo realizados para padronizar o tempo de fechamento das portas. Além do mais, com as melhorias na visibilidade do condutor, incluindo novos monitores, câmeras de plataforma e espelhos, observou-se uma redução de 39% nas ocorrências relacionadas a portas ao comparar o segundo semestre de 2023 com o primeiro semestre de 2024.

Outro aspecto crítico na interface trem-plataforma são os eventos de "Preso na Porta". A análise de dados revelou que a maioria dessas ocorrências ocorre durante os horários de pico,

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

quando a alta lotação dificulta o embarque adequado dos clientes. Devido às limitações do sistema de sinalização, não é possível reduzir o intervalo entre os trens (*headway*), tornando a expansão da oferta uma solução inviável. Para mitigar essas ocorrências, foi implementada a redução da distância de confirmação das portas, o que possibilita um fechamento mais eficiente e seguro. Embora essa distância esteja em conformidade com a norma internacional IEC 62267:2006 e com o manual do fabricante, ajustes foram feitos para aumentar a segurança e minimizar o risco de passageiros ficarem presos. Além disso, foi aplicada graxa entre as portas das composições, como ilustrado na Figura 17, para facilitar a remoção de membros ou objetos presos, contribuindo para uma operação mais segura e eficaz.



Figura 17 – Aplicação de graxa nas borrachas da porta.

Complementarmente, foi realizada uma análise da amplitude sonora das composições em comparação com o ruído ambiente das estações. Utilizando um decibelímetro, foram conduzidos testes tanto durante a operação comercial quanto em períodos de vazio. Os

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

resultados confirmaram que a frota nova possui um sistema de sonorização mais potente, conforme esperado. No entanto, observou-se que o ruído gerado pelo sistema de ar-condicionado nos novos carros é superior ao das composições mais antigas, o que pode comprometer a percepção dos avisos sonoros pelos clientes. Essa aferição foi realizada na estação Estácio, conforme ilustrado na Figura 18, em condições sem a presença de clientes.



Figura 18 – Uso de decibelímetro na aferição de ruído na estação Estácio.

Para melhorar a eficiência da amplificação sonora nas novas composições, o sensor responsável foi ajustado para compensar tanto o ruído interno quanto o externo. Essas medidas, junto com as implementadas para mitigar as Pancadas na Porta, resultaram em uma



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

redução de 57% nas ocorrências quando comparado o primeiro semestre de 2023 com o segundo semestre de 2024.

Além disso, na interface trem-plataforma, foram instalados *gap fillers* nas estações Maracanã (MRC), Largo do Machado (LMC), Del Castilho (DCT), Cardeal Arcoverde (CAV) e Maria da Graça (MGR), com base no ranking de ocorrências de 2023. A instalação desses dispositivos foi eficaz para interromper o registro de quedas no vão trem-plataforma nessas estações. Em estações em reta, onde não há variação dinâmica na distância entre a composição e a plataforma, o *gap filler* torna fisicamente impossível a entrada dos pés dos passageiros. Mesmo com algumas estações ainda sem o dispositivo, houve uma redução de 62% nas ocorrências quando comparado o primeiro semestre de 2023 com o mesmo período de 2024.

Além das medidas de mitigação das ocorrências, as ações de comunicação nas composições e estações são continuamente revisadas e ajustadas com base em pesquisas junto aos clientes. O objetivo é identificar novas oportunidades para ampliar a eficácia das mensagens sobre a importância de comportamentos seguros dentro do sistema. Após a implementação das iniciativas, seus efeitos são avaliados através de uma análise de dados, permitindo a identificação de ajustes necessários.

Um exemplo dessa abordagem é a constatação de que, apesar das campanhas de comunicação, o índice de quedas nas escadas fixas permaneceu baixo. Para adicionar uma camada física de proteção, está em andamento a instalação de corrimãos, em conformidade

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

com a NBR 9050:2020, que exige a presença desses dispositivos em escadas fixas com largura igual ou superior a 2,40 metros. A instalação dos corrimãos pode ser visualizada na Figura 19.

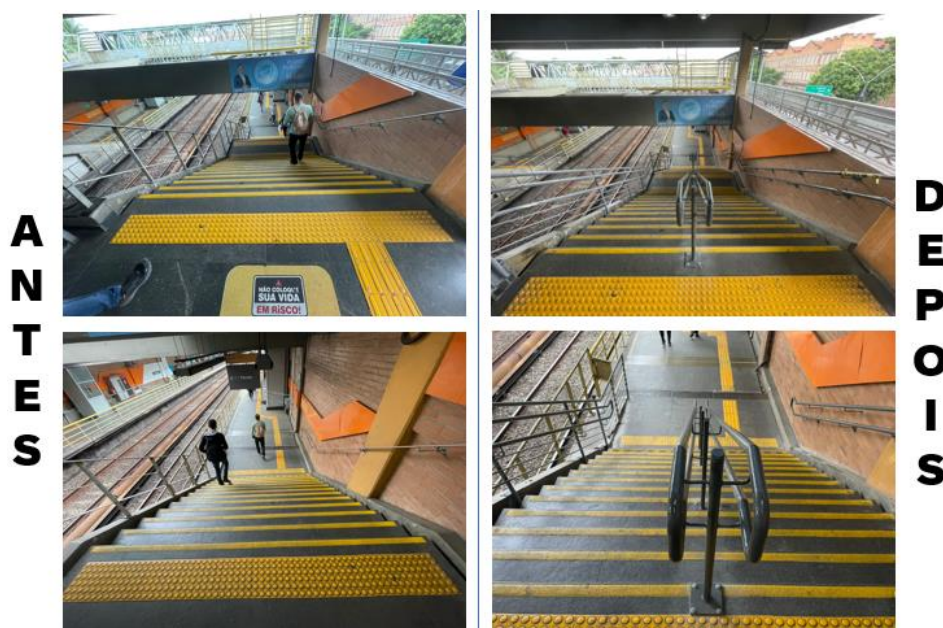


Figura 19 – Corrimão central instalado nas escadas fixas do mezanino/plataforma via 2 da estação Del Castilho.

Adicionalmente, as análises de vídeo das ocorrências revelaram que aproximadamente 75% das quedas registradas por CFTV, entre maio e julho de 2024, ocorreram nos últimos degraus, seja na transição para patamar, acesso/mezanino ou mezanino/plataforma. Para abordar essa questão, um protótipo foi implementado na estação Uruguaiana (URG), a segunda mais afetada por quedas nas escadas fixas em 2023. Esse primeiro protótipo consistiu na pintura de todo o degrau com a mesma cor da faixa antiderrapante, como ilustrado na Figura 20.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

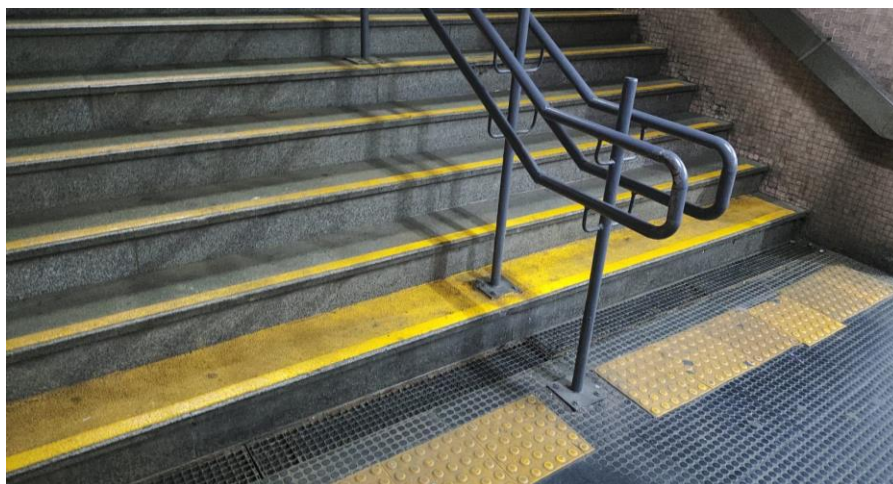


Figura 20 – Primeiro protótipo de pintura do último degrau, em amarelo, em escada fixa da estação Uruguaiana.

Contudo, o monitoramento contínuo dos registros de quedas revelou um aumento na frequência desses incidentes na estação onde o protótipo de pintura amarela foi aplicado. Em resposta a essa constatação, a pintura amarela não foi estendida para outras estações. Em julho de 2024, foi implementado um novo formato de sinalização na estação Botafogo (BTF), que utiliza a cor vermelho demarcação para criar um contraste mais evidente com a faixa antiderrapante amarela. Esta abordagem, apresentada na Figura 21, está sendo cuidadosamente acompanhada para avaliar a eficácia na redução das quedas e determinar a viabilidade de sua aplicação em outras estações.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

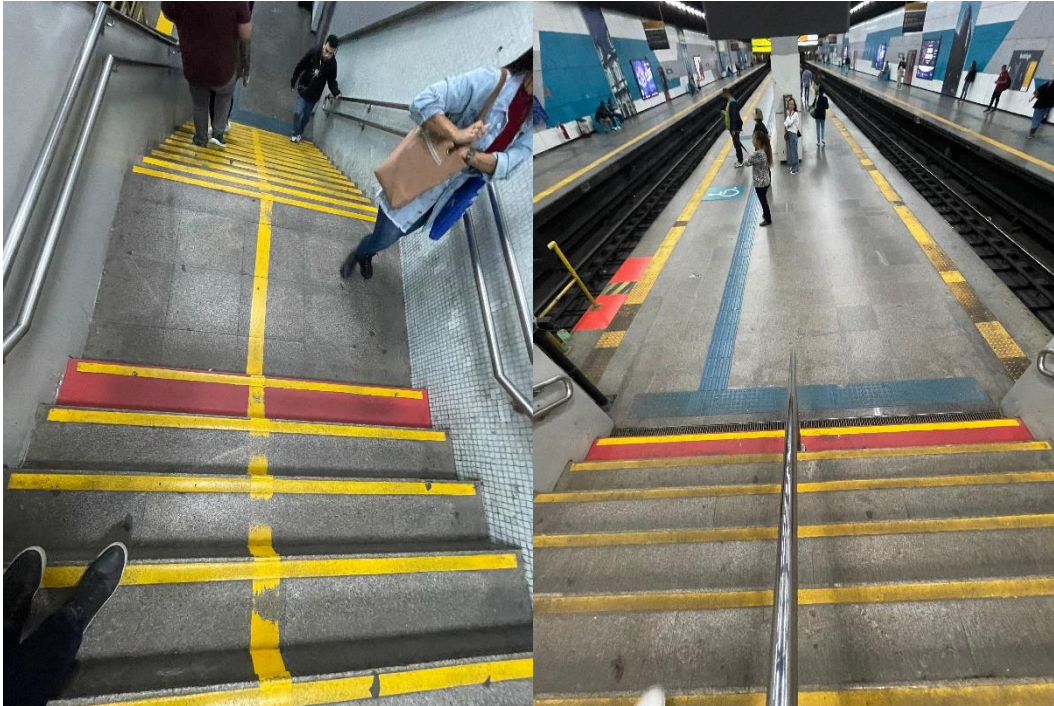


Figura 21 – Segundo protótipo de pintura do último degrau na estação de Botafogo.

Concluindo a abordagem das ocorrências prioritárias na jornada do cliente, a redução da velocidade das escadas rolantes revelou-se a intervenção mais eficaz, conforme os dados analisados. Na estação piloto, Central do Brasil (CTR), a redução da velocidade, implementada em junho de 2023, resultou em apenas 2 quedas de clientes no mês subsequente. Observando um período mais prolongado, houve uma redução de 50% no número de ocorrências durante o primeiro semestre de 2024 em comparação com o mesmo período de 2023 na estação Central (CTR). Com esses resultados positivos, a medida foi estendida a todas as estações do sistema. Ajustes locais foram realizados em colaboração com a equipe de manutenção para calibrar os inversores de frequência, e as aferições foram conduzidas pela equipe de

30

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Segurança Operacional. Essas aferições, realizadas em toda a frota de escadas rolantes, visam garantir a conformidade com a Norma Regulamentadora NM 195, que permite uma variação máxima de 2% na velocidade do corrimão em relação ao degrau, conforme ilustrado na Figura 22.



Figura 22 – Ajuste de velocidade no quadro de comando e aferição de velocidade posterior.

Analisando os dados de janeiro a maio de 2023, antes da criação da nova gerência, em comparação com os mesmos meses de 2024, observou-se uma redução de 54% nas quedas de clientes em escadas rolantes nas estações. Esse resultado abrange todas as estações, incluindo aquelas cujos equipamentos não puderam ser ajustados devido às limitações técnicas. Para aproximadamente 30% do parque de escadas rolantes, estão sendo realizadas



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

adequações técnicas, como a substituição de quadros de comando e inversores de frequência. Espera-se que, com a completa implementação da redução de velocidade em todo o parque de escadas rolantes, o percentual de redução de ocorrências seja ainda mais significativo.

CONCLUSÕES

A implementação das medidas propostas gerou uma melhora substancial na visão gerencial sobre os incidentes ocorridos em trens e estações. O mapeamento detalhado de riscos e ocorrências, combinado com o desenvolvimento e análise de indicadores específicos, tem sido essencial para o planejamento estratégico de iniciativas e para a tomada de decisões informadas. Esse processo foi complementado por um investimento significativo na transformação da cultura de segurança da companhia, através de campanhas de conscientização e treinamentos abrangentes em Segurança Operacional, realizados por 100% das equipes.

Entre os incidentes nos dois pontos críticos da jornada do cliente — escadas fixas e rolantes e a interface entre o trem e a plataforma — houve uma redução de 43,7% ao comparar o primeiro semestre de 2023 com o mesmo período de 2024. Este avanço não apenas aprimora diretamente a segurança dos passageiros, mas também reforça a confiança dos clientes no Metrô Rio.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Os investimentos contínuos e as implementações planejadas prometem elevar ainda mais os resultados alcançados até o momento. A expectativa é que a manutenção dessas práticas e a introdução de novas tecnologias e processos contribuam para um aprimoramento constante da segurança operacional, garantindo um ambiente seguro e eficiente para todos os passageiros do Metrô Rio. Nesse ínterim, onde a análise de dados, a implementação de medidas corretivas e o treinamento contínuo das equipes se mostraram fundamentais para a mitigação de riscos e a melhoria da experiência dos passageiros. O compromisso com a segurança e a excelência operacional permanece como um pilar central na estratégia da companhia, alinhado às melhores práticas e normas técnicas do setor.

Adicionalmente, a Gerência de Segurança Operacional do Metrô Rio foi designada Coordenadora do Grupo de Trabalho (GT) de Segurança Operacional na ANPTrilhos em maio de 2024, em decisão coletiva dos participantes. Este grupo de trabalho, composto por 11 empresas do setor metroferroviário, é responsável pelo desenvolvimento e implementação de estratégias destinadas a aprimorar a segurança em todas as operações metroviárias, promovendo a troca de melhores práticas e a colaboração entre entidades do setor.

Outro marco importante nesse processo de melhoria contínua futuras, foi a prototipagem de uma nova tecnologia na cabine de um trem da frota atual. Trata-se de uma câmera de identificação e alarme de fadiga, que utiliza inteligência artificial para monitorar e identificar padrões de comportamento do condutor do trem. Esta tecnologia, já utilizada em diversas partes do mundo, é capaz de identificar sinais de cansaço, distrações, uso de celular, uso de



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

cigarro, entre outros comportamentos de risco. Ao detectar esses comportamentos, a câmera emite alertas, contribuindo para a prevenção de acidentes e aprimorando a segurança operacional.

Os investimentos contínuos e as implementações planejadas prometem elevar ainda mais os resultados alcançados até o momento. A expectativa é que a manutenção dessas práticas e a introdução de novas tecnologias e processos, como a câmera de identificação e alarme de fadiga, contribuam para um aprimoramento constante da segurança operacional, garantindo um ambiente seguro e eficiente para todos os passageiros do Metrô Rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANPTrilhos. *Campanha “VAR de Segurança” do MetrôRio e da agência Sides recebe Prêmio Colunistas*. Disponível em: <https://anptrilhos.org.br/campanha-var-de-seguranca-do-metrorio-e-da-agencia-sides-recebe-premio-colunistas/>. Acesso em: 24/07/2024.

NM 195. *ESCADAS ROLANTES E ESTEIRAS ROLANTES - REQUISITOS DE SEGURANÇA PARA CONSTRUÇÃO E INSTALAÇÃO*. 1999.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ABNT NBR10147. *ESCADAS ROLANTES E ESTEIRAS ROLANTES — INSPEÇÕES E ENSAIOS DE ACEITAÇÃO, PERIÓDICOS E DE ROTINA.* 2016.

ABNT NBR14021. *TRANSPORTE - ACESSIBILIDADE NO SISTEMA DE TREM URBANO OU METROPOLITANO.* 2005.

ABNT NBR IEC 60268-3. *EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS DE SOM - PARTE 3: AMPLIFICADORES.* 2010.

ABNT NBR IEC 60268-16. *EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS DE SOM - PARTE 16: AVALIAÇÃO OBJETIVA DA INTELIGIBILIDADE DA FALA PELO ÍNDICE DE TRANSMISSÃO DA FALA.* 2015.

ABNT NBR IEC 60268-5. *EQUIPAMENTOS DE SISTEMAS DE SOM - PARTE 5: ALTO-FALANTES E CAIXAS ACÚSTICAS.* 2011.

ABNT NBR 5410. *INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO.* 2004.