



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários

**ANP**  
**TRILHOS TIC TRENS**

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

**CATEGORIA 2**

**Projeto de Gestão do Conhecimento para Operação da Linha 17 do**  
**Metrô de São Paulo**

**RESUMO**

A Linha 17-Ouro do Metrô de São Paulo introduz o monotrilho da Frota N, diversos equipamentos e sistemas com novas tecnologias, em um cenário crítico: ausência de Manuais definitivos de fornecedores, indisponibilidade de ativos para treinamento e inexistência de conhecimento tácito acumulado. A prontidão operacional para o "Dia Zero" dependia de algo que não existia e não podia ser comprado. Precisava ser construído.

Este artigo apresenta a resposta a seguinte pergunta: “Como o Metrô-SP estruturou um sistema de Gestão do Conhecimento para garantir a prontidão operacional da Linha 17-Ouro, superando lacunas documentais, limitações de ativos para treinamento e ausência de conhecimento tácito consolidado, e quais resultados esse modelo oferece para a segurança, a formação profissional e a replicabilidade no setor metroferroviário?



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

A resposta tem origem no Projeto de Gestão do Conhecimento estruturado pela Gerência de Operações para enfrentar esse desafio. Ancorado na ISO 30401:2018, no Modelo de Referência da SBGC e nas 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem de Weinbauer-Heidel, o projeto rompeu com o modelo sequencial tradicional ao fundir capacitação e comissionamento. Profissionais de diversas áreas tornaram-se coautores dos procedimentos durante os próprios testes dinâmicos, transformando a Operação de Teste em sala de aula de alta fidelidade.

A solução estruturou-se em três eixos: antecipação tecnológica na Linha 15-Prata, treinamento em sistemas críticos e imersão prática na Frota N, sustentados por diversas Ferramentas de Suporte ao Desempenho (MetrôTube, MetrôSimuladores, MetrôRevalida, MetrôExpert, entre outras) e por uma rede de 150 multiplicadores certificados pela engenharia da operação. O ecossistema não apenas capacitou, mas criou capital intelectual próprio, reduzindo a dependência de fornecedores externos.

Os resultados: redução de 35% no tempo de formação, 82% de aprovação nas certificações, curva de aprendizagem 40% mais célere e zero incidentes graves durante toda a fase de testes dinâmicos. Mais do que preparar equipes para operar uma linha, o projeto estabeleceu um novo paradigma de prontidão operacional para o setor metroferroviário onde o conhecimento é gerido com o mesmo rigor que os ativos físicos.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

**Palavras-chave:** Gestão do Conhecimento; ISO 30401; SBGC; 12 Alavancas da Aprendizagem; Ferramentas de Suporte ao Desempenho; Multiplicadores; Monotrilho; Linha 17; Metrô-SP; Capacitação Técnica.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Contexto da Linha 17-Ouro e da mobilidade sobre trilhos**

A expansão da rede metroferroviária da Região Metropolitana de São Paulo impõe desafios que ultrapassam a execução física de obras, a aquisição de Material Rodante e a instalação de Sistemas Eletromecânicos. Em um sistema de transporte de alta capacidade, a entrega de uma nova linha somente se consolida quando infraestrutura, tecnologia, processos operacionais, pessoas capacitadas e conhecimento institucional encontram-se suficientemente integrados para garantir segurança, confiabilidade e continuidade do serviço.

Nesse contexto, a Linha 17-Ouro assume relevância estratégica, tanto por sua função na mobilidade urbana quanto pela introdução de uma tecnologia operacional associada ao monotrilho e a nova frota de trens.

A Linha 17-Ouro foi concebida como uma solução de transporte sobre trilhos em via elevada, inserida em um eixo urbano de elevada importância para a cidade de São Paulo. Seu papel não se limita à ampliação da malha existente, a linha introduz novas demandas técnicas, novos padrões de operação, novas interfaces de controle e novas



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

exigências de capacitação técnica. A tecnologia de monotrilho apresenta particularidades que a diferenciam dos sistemas metroferroviários convencionais, tanto na lógica de circulação quanto nas práticas de intervenção, evacuação, comunicação, recuperação de falhas e atuação em modo degradado.

A operação de uma linha com essas características exige que as equipes compreendam não apenas procedimentos isolados, mas a lógica sistêmica que conecta Material Rodante, Via Permanente, Energia, Sinalização, Telecomunicações, Track Switch, Estações e Centro de Controle Operacional.

A complexidade não reside em um único subsistema, mas na interdependência entre eles. Uma decisão tomada no CCO pode impactar a circulação de trens, a gestão de intervalos, a resposta a falhas e a comunicação com os passageiros. Da mesma forma, uma intervenção em campo exige domínio técnico, clareza procedimental e capacidade de atuação segura em ambiente elevado.

Essa característica torna a preparação das equipes um componente central do projeto de implantação. Em sistemas complexos, o conhecimento operacional não pode ser tratado como consequência tardia da entrega da infraestrutura. Ele precisa ser construído em paralelo, validado progressivamente e retido pela organização antes do início da operação comercial.

A experiência da Linha 17-Ouro demonstrou que a prontidão operacional depende da existência de um sistema estruturado de criação, retenção, transferência e aplicação de



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

conhecimento crítico, capaz de transformar informações técnicas dispersas em competência prática, padronizada e auditável.

#### **1.2 A implantação de uma nova tecnologia como desafio de conhecimento**

A introdução de Trens da Frota N e dos sistemas associados à Linha 17-Ouro trouxe um desafio particular para o Metrô de São Paulo: preparar profissionais para operar uma tecnologia cujo conhecimento ainda não estava plenamente internalizado na organização. Ao contrário de linhas já consolidadas, em que décadas de operação permitem a formação de especialistas, repertórios práticos e rotinas amadurecidas, a Linha 17-Ouro exigiu a construção acelerada de uma base de conhecimento técnico-operacional própria.

O projeto enfrentou quatro lacunas principais:

- A primeira foi a lacuna documental, relacionada à ausência inicial de Manuais definitivos de fornecedores em formato consolidado, validado e adaptado à linguagem operacional.
- A segunda foi a lacuna de ativos, decorrente da limitação de disponibilidade de trens, via e sistemas para treinamento prático em escala suficiente.
- A terceira foi a lacuna de conhecimento tácito, uma vez que a nova frota e seus sistemas ainda não possuíam histórico operacional interno capaz de orientar decisões, antecipar comportamentos do sistema e apoiar a resposta a situações não previstas.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- A quarta foi o prazo de apenas 3 meses para iniciar a Operação Assistida. Essas lacunas não são meramente administrativas.

Em operação metroferroviária, a ausência de conhecimento adequado pode se converter em risco operacional. procedimentos pouco claros, baixa familiaridade com equipamentos, desconhecimento dos modos degradados, fragilidade na comunicação entre áreas e dependência excessiva de fornecedores podem comprometer o tempo de resposta, a padronização das ações e a segurança dos passageiros e empregados. Por essa razão, a capacitação para a Linha 17-Ouro precisou ser tratada como uma barreira ativa de segurança operacional, e não apenas como uma atividade preparatória convencional.

O modelo tradicional de treinamento, baseado em sequência linear de entrega de Manuais, aulas teóricas, prática supervisionada e posterior operação, mostrou-se insuficiente para esse contexto. A implantação da Linha 17-Ouro exigia que o conhecimento fosse produzido enquanto o sistema ainda estava em desenvolvimento, testado durante o comissionamento, ajustado a partir de evidências de campo e disseminado rapidamente entre equipes que precisavam atingir prontidão antes do início da operação comercial.

Essa condição levou à adoção de uma abordagem integrada de Gestão do Conhecimento, na qual aprendizagem, engenharia, operação e validação técnica passaram a compor um mesmo processo.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

### **1.3 Gestão do Conhecimento como requisito de prontidão operacional**

A Gestão do Conhecimento, no contexto da Linha 17-Ouro, foi adotada como disciplina estruturante para organizar a preparação das equipes e a sustentação do conhecimento crítico. O projeto apoiou-se em referenciais como a ISO 30401:2018, o Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento da SBGC e as 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem, com o objetivo de assegurar que o aprendizado não permanecesse restrito à sala de aula, mas fosse efetivamente convertido em desempenho operacional.

O ponto central dessa abordagem foi reconhecer que conhecimento operacional não é apenas informação disponível em documentos. Ele envolve compreensão sistêmica, capacidade de diagnóstico, julgamento técnico, memória procedimental, domínio de Ferramentas de Suporte ao Desempenho, comunicação entre equipes e prática em situações reais ou simuladas. Em uma nova linha, especialmente quando há tecnologia ainda não internalizada, esse conhecimento precisa ser intencionalmente capturado, estruturado, validado e compartilhado. Sem esse processo, a organização corre o risco de depender de experiências individuais, interpretações isoladas e soluções não padronizadas

A estratégia adotada para a Linha 17-Ouro partiu da premissa de que a prontidão operacional deveria ser construída progressivamente. Para isso, o projeto combinou antecipação tecnológica, aprendizagem híbrida, capacitação imersiva, simulação, validação em campo, formação de multiplicadores e desenvolvimento de Ferramentas



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

de Suporte ao Desempenho. Essa solução foi estruturada em três eixos fundamentais: imersão prévia na tecnologia de monotrilho com apoio da Linha 15-Prata, treinamento específico nos sistemas críticos da Linha 17 e capacitação prática embarcada na Frota N. A adoção dessa arquitetura permitiu transformar a indisponibilidade inicial de ativos e documentos em oportunidade de aprendizagem organizacional. A Linha 15-Prata foi utilizada como ambiente de aproximação tecnológica, permitindo que conceitos de monotrilho fossem internalizados antes da disponibilidade plena da Frota N. Em seguida, os treinamentos específicos possibilitaram aprofundar os sistemas próprios da Linha 17. Por fim, a capacitação embarcada durante testes e comissionamento permitiu validar procedimentos, registrar lições aprendidas e converter experiências de campo em conhecimento explícito.

#### **1.4 Da capacitação tradicional ao comissionamento orientado ao conhecimento**

Um dos aspectos mais relevantes do projeto foi a fusão entre capacitação e comissionamento. Em vez de posicionar a operação apenas como destinatária final de um sistema entregue pela implantação, o projeto integrou as equipes operacionais ao processo de aprendizagem técnica desde as fases de teste e validação. Isso permitiu que operadores, supervisores, profissionais de estação e equipes do CCO acompanhassem o comportamento real dos sistemas, compreendessem interfaces críticas e participassem da construção dos Procedimentos Operacionais que seriam posteriormente aplicados na rotina da linha



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

Essa integração alterou a lógica de transferência de conhecimento. No modelo convencional, o conhecimento tende a fluir do fornecedor para a empresa, frequentemente por meio de Manuais, treinamentos formais e documentação técnica. No modelo adotado na Linha 17-Ouro, o conhecimento passou também a ser criado internamente, a partir da observação direta, da participação em testes, da análise de falhas, da validação de procedimentos e da atuação dos multiplicadores. Assim, a Engenharia da Operação assumiu papel de curadoria técnica, traduzindo informações complexas em materiais aplicáveis à rotina operacional.

A criação de Procedimentos Operacionais inéditos, Manuais corporativos próprios e Ferramentas de Suporte ao Desempenho representou uma resposta concreta às lacunas iniciais do projeto. Em vez de aguardar passivamente a consolidação documental dos fornecedores, o Metrô de São Paulo passou a construir sua própria base de conhecimento, validada pela prática e alinhada às necessidades reais das equipes. Essa base não substitui a documentação técnica formal, mas a complementa, traduzindo-a em linguagem operacional, orientada à decisão e à execução segura.

Sob essa perspectiva, o projeto não deve ser compreendido apenas como uma iniciativa de treinamento. Trata-se de um modelo de comissionamento orientado ao conhecimento, no qual cada teste, cada simulação, cada validação e cada ocorrência de campo passa a ser fonte de aprendizagem institucional. Essa abordagem fortalece a autonomia técnica, reduz a dependência de pessoas isoladas, amplia a rastreabilidade



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

do conhecimento e permite que a organização preserve seu capital intelectual ao longo do ciclo de vida da linha.

#### **1.5 Objetivo do artigo**

Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento, a implementação e os resultados do Projeto de Gestão do Conhecimento para Operação da Linha 17-Ouro, destacando sua contribuição para a prontidão operacional, a segurança, a formação profissional e a sustentabilidade institucional do Metrô de São Paulo. O trabalho busca demonstrar como a aplicação estruturada da Gestão do Conhecimento permitiu enfrentar lacunas documentais, limitações de ativos para treinamento e ausência inicial de conhecimento tácito, transformando esses desafios em um modelo replicável de preparação para sistemas metroferroviários complexos.

O artigo também pretende evidenciar que a prontidão operacional deve ser reconhecida como requisito estratégico de implantação, especialmente em projetos que envolvem novas tecnologias, sistemas integrados e elevado grau de exposição pública. A experiência da Linha 17-Ouro demonstra que a entrega segura de uma nova linha depende da capacidade de alinhar engenharia, operação, aprendizagem e governança do conhecimento em um mesmo sistema de gestão.

Na sequência, a Seção 2 apresenta o diagnóstico do problema crítico, detalhando as lacunas e riscos que justificaram a adoção de uma abordagem estruturada de Gestão do Conhecimento. A Seção 3 analisa a solução inovadora e os resultados obtidos, com



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

destaque para a antecipação tecnológica, os três eixos de aprendizagem, a fusão entre treinamento e comissionamento, a rede de multiplicadores e as Ferramentas de Suporte ao Desempenho. Por fim, a conclusão discute os benefícios do projeto para o sistema metroferroviário, enfatizando sua replicabilidade, sua contribuição para a formação profissional e seu papel na consolidação de uma cultura de segurança baseada no conhecimento.

## **2. DIAGNÓSTICO**

### **2.1 Problemas Críticos**

A implantação da Linha 17-Ouro exigiu do Metrô de São Paulo uma estratégia específica para preparar suas equipes técnicas e operacionais. O desafio não se limitava à capacitação convencional de operadores, supervisores, empregados de estação e profissionais do Centro de Controle Operacional.

Era necessário construir, em apenas três meses, uma base institucional de conhecimento capaz de sustentar a operação de uma tecnologia nova, complexa e ainda em fase de consolidação documental e operacional. Essa base era essencial para garantir prontidão operacional, segurança e padronização desde o “Dia Zero” da operação assistida.

Nesse contexto, o problema crítico pode ser compreendido como a combinação de três lacunas estruturais: lacuna documental, lacuna de ativos físicos para treinamento



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

prático e lacuna de conhecimento tácito sobre a nova tecnologia. Isoladamente, cada uma dessas lacunas já representaria um desafio relevante para uma operação metroferroviária. Combinadas, configuravam um risco sistêmico à prontidão operacional, pois poderiam comprometer a formação das equipes, a padronização dos procedimentos, a segurança das intervenções e a capacidade de resposta diante de falhas, contingências e modos degradados.

A análise diagnóstica demonstrou que a implantação da Linha 17-Ouro não poderia depender exclusivamente do modelo tradicional de transferência de conhecimento, baseado na entrega de Manuais por fornecedores, realização de treinamentos formais e posterior prática supervisionada.

A complexidade do cenário exigia que a própria organização assumisse papel ativo na criação, retenção, validação e disseminação do conhecimento crítico. Por essa razão, a Gestão do Conhecimento foi adotada como disciplina estruturante do projeto, com apoio em referenciais como o Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento da SBGC, a ISO 30401:2018 e as 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem.

### **2.2 O desafio de preparar equipes antes da consolidação dos ativos**

A preparação das equipes da Linha 17-Ouro ocorreu em um ambiente de implantação marcado por simultaneidade de frentes técnicas. Enquanto a infraestrutura, os sistemas e os ativos físicos avançavam em suas respectivas etapas de entrega, a operação precisava desenvolver competências para atuar em uma linha ainda não plenamente



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

disponível para treinamento convencional. Essa condição criou um desafio relevante: preparar profissionais para operar, supervisionar, intervir e decidir sobre um sistema cuja experiência prática ainda estava em formação.

Em sistemas metroferroviários consolidados, a capacitação operacional costuma se apoiar em três bases: documentação técnica validada, ativos disponíveis para prática e conhecimento acumulado por profissionais experientes. No caso da Linha 17-Ouro, essas três bases ainda estavam em construção. A Frota N e os sistemas específicos da linha exigiam conhecimentos que não estavam plenamente internalizados na organização, ao mesmo tempo em que os trens, a via e os sistemas de controle dependiam de fases progressivas de testes, comissionamento e liberação.

Esse cenário impôs uma mudança de lógica.

A prontidão operacional não poderia ser tratada como etapa posterior à entrega dos ativos, mas como processo paralelo à implantação. A formação das equipes precisava avançar mesmo antes da plena consolidação física e documental do sistema. Para isso, tornou-se necessário identificar conhecimentos críticos, antecipar experiências de aprendizagem, criar meios alternativos de familiarização tecnológica e desenvolver instrumentos internos capazes de reduzir a dependência de condições ideais de treinamento.

O desafio, portanto, não era apenas formar pessoas. Era formar competência operacional antes que o próprio ambiente operacional estivesse completamente



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

maduro. Essa condição transformou a Linha 17-Ouro em um caso de alta relevância para a Gestão do Conhecimento, pois exigiu da organização capacidade de aprender durante a implantação, registrar conhecimento durante a validação técnica e transformar experiências preliminares em procedimentos, ferramentas e práticas de trabalho aplicáveis à operação comercial.

#### **2.3 Lacuna documental e risco de fragmentação do conhecimento**

A lacuna documental foi uma das fragilidades mais críticas identificadas no diagnóstico. Essa condição é particularmente sensível em sistemas complexos, pois documentos de engenharia, Manuais de projeto e materiais técnicos de fornecedores nem sempre estão organizados segundo a lógica das decisões operacionais. Um manual pode descrever a arquitetura de um sistema, seus componentes e suas interfaces, mas não necessariamente oferecer, de forma direta, o passo a passo de atuação em uma ocorrência, o critério de decisão em modo degradado ou a prioridade de comunicação entre áreas durante uma anormalidade.

A fragmentação da informação também ampliava o risco. Sistemas como tração, telecomunicações, sinalização, material rodante, energia e track switch envolvem interfaces múltiplas e interdependentes. Quando o conhecimento se encontra disperso em diferentes documentos, áreas técnicas, fornecedores ou idiomas, aumenta a possibilidade de interpretações divergentes, duplicidade de orientações ou lacunas entre o que foi projetado e o que precisa ser executado em campo.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

Essa fragmentação poderia comprometer diretamente a padronização operacional. Em um sistema de transporte de alta capacidade, a resposta a uma ocorrência precisa ser consistente, rastreável e tecnicamente validada.

Se cada equipe interpreta o funcionamento do sistema com base em fragmentos documentais ou orientações não consolidadas, a variabilidade operacional cresce e a segurança tende a depender excessivamente da experiência individual. Esse modelo é inadequado para uma linha nova, cuja tecnologia ainda demanda construção coletiva de domínio técnico.

A lacuna documental, portanto, não representava apenas ausência de material de treinamento. Ela indicava risco de descontinuidade entre conhecimento de projeto, conhecimento de fornecedor e conhecimento operacional. O diagnóstico demonstrou que seria necessário transformar informações técnicas dispersas em conhecimento explícito institucional, por meio da criação de Procedimentos Operacionais, Manuais corporativos próprios, checklists, guias rápidos e Ferramentas de Suporte ao Desempenho.

### **2.4 Lacuna de ativos físicos para treinamento prático**

Além da lacuna documental, o projeto enfrentou a indisponibilidade parcial de ativos físicos para treinamento prático em larga escala. A Linha 17-Ouro possuía restrições associadas à disponibilidade de trens, via e sistemas para realização de atividades práticas convencionais durante o período de implantação.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Essa limitação comprometia uma dimensão essencial da formação operacional: a aprendizagem pela prática. Em sistemas metroferroviários, o domínio técnico não decorre apenas da compreensão conceitual dos sistemas, mas da repetição supervisionada de procedimentos, do contato com equipamentos, da observação de comportamentos reais e da familiarização com ambientes físicos de atuação.

Operar ou supervisionar um sistema em via elevada, por exemplo, exige compreensão da circulação, das rotas de evacuação, dos pontos de intervenção, das restrições de acesso, da comunicação operacional e das interfaces entre equipes.

A ausência ou limitação de ativos disponíveis aumenta o intervalo entre teoria e prática. Esse intervalo é particularmente problemático quando a tecnologia é nova, pois o conhecimento adquirido em sala de aula tende a perder força se não for aplicado em condições reais ou simuladas com rapidez suficiente.

O diagnóstico das 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem, indicou que a oportunidade de aplicar o conhecimento era uma das alavancas mais críticas no contexto da Linha 17-Ouro, justamente porque o modelo tradicional poderia gerar longo distanciamento entre treinamento e prática.

A limitação de ativos também afetava a construção da confiança técnica. Profissionais que aprendem apenas de forma teórica podem compreender conceitos, mas ainda não desenvolver plenamente a segurança necessária para tomar decisões em campo, especialmente diante de ocorrências anormais.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A autoeficácia, entendida como a crença do profissional na própria capacidade de executar tarefas específicas, depende de vivências progressivas de sucesso, prática controlada e feedback técnico.

A solução adota um ecossistema de aprendizagem híbrido em três eixos, incluindo a imersão prévia na tecnologia de monotrilho utilizando a Frota M da Linha 15, o treinamento específico nos sistemas críticos da Linha 17 e a capacitação prática embarcada na Frota N. Essa estrutura permitiu reduzir os efeitos da indisponibilidade inicial dos ativos da Linha 17, criando uma progressão de aprendizagem antes da prática plena no novo sistema.

Assim, a lacuna de ativos físicos não foi tratada apenas como restrição logística, mas como variável crítica de risco formativo. O diagnóstico indicou que, sem uma solução estruturada, a empresa poderia chegar à fase de operação comercial com equipes formalmente treinadas, mas ainda insuficientemente expostas às condições práticas de atuação. A resposta exigia combinar antecipação tecnológica, simulação, participação em testes e aproveitamento das janelas de comissionamento como ambientes de aprendizagem aplicada.

### **2.5 Lacuna de conhecimento tácito sobre a nova tecnologia**

A terceira lacuna diagnosticada foi a ausência de conhecimento tácito consolidado sobre a nova tecnologia da Linha 17-Ouro. O conhecimento tácito corresponde ao saber prático construído pela experiência, pela observação, pela repetição e pela capacidade



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

de interpretar sinais sutis do sistema. Em linhas maduras, esse conhecimento costuma estar presente em operadores experientes, supervisores, técnicos de manutenção, instrutores e gestores que acumularam repertório ao longo de anos de operação.

No caso da Linha 17-Ouro, a Frota N e os sistemas específicos associados à nova linha ainda não possuíam histórico operacional interno suficiente para formar esse repertório. A tecnologia exigia construção de conhecimento próprio, pois não havia, dentro da organização, uma base consolidada de experiência prática sobre os comportamentos, particularidades e respostas do novo sistema em diferentes condições operacionais.

Essa lacuna é relevante porque muitos aspectos críticos da operação não são plenamente capturados por documentos técnicos. Determinadas percepções sobre comportamento do trem, resposta de sistemas integrados, sequência mais eficiente de diagnóstico, tipo de alarme, comunicação entre áreas e estratégias de recuperação em campo tendem a emergir durante testes, simulações e operação assistida. Sem mecanismos de captura, essas percepções ficam restritas a indivíduos e podem se perder com mudanças de equipe, turnos ou fornecedores.

O risco associado à lacuna de conhecimento tácito é a concentração do saber em poucos profissionais ou em episódios não registrados. Em uma nova linha, cada teste, cada anomalia, cada ajuste de procedimento e cada observação de campo pode representar uma fonte valiosa de aprendizagem. Se esse conhecimento não for externalizado e



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

transformado em conteúdo institucional, a organização perde a oportunidade de aprender de forma estruturada e pode repetir erros em diferentes turmas, turnos ou frentes de trabalho.

O projeto utilizou o modelo SECI de Nonaka e Takeuchi como referência para transformar conhecimento tácito em explícito, por meio de socialização, externalização, combinação e internalização. Essa lógica sustentou a criação de Procedimentos Operacionais, Manuais, Ferramentas de Suporte ao Desempenho e conteúdo de capacitação derivados da experiência prática acumulada durante testes e comissionamento.

Portanto, a lacuna de conhecimento tácito não era uma deficiência secundária, mas um dos elementos centrais do problema crítico. A Linha 17-Ouro demandava que o Metrô-SP criasse rapidamente sua própria memória operacional sobre a nova tecnologia.

A Gestão do Conhecimento surgiu, nesse sentido, como mecanismo para transformar experiências individuais e observações de campo em capital intelectual corporativo, acessível, validado e aplicável por toda a rede de profissionais envolvidos na operação.

### **2.6 Riscos operacionais associados à capacitação insuficiente**

A combinação entre lacuna documental, lacuna de ativos físicos e lacuna de conhecimento tácito elevava a exposição da Linha 17-Ouro a riscos operacionais relevantes. Essas lacunas poderiam aumentar a probabilidade de falhas de intervenção,



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

difficultades de restabelecimento do sistema e fragilidades na atuação em situações de emergência ou modo degradado.

Em sistemas metroferroviários, a capacitação insuficiente não se limita ao risco de baixo desempenho individual. Ela pode afetar a segurança operacional, a regularidade do serviço, a comunicação com os passageiros, a preservação dos ativos e a confiança institucional na entrada em operação de uma nova linha. Um procedimento mal compreendido, uma interpretação incorreta de alarme, uma comunicação imprecisa entre CCO e campo ou uma manobra realizada sem pleno domínio técnico pode gerar atrasos, agravamento de falhas ou exposição desnecessária de empregados e passageiros.

O risco mais sensível estava associado à atuação em condições de anormalidade. A operação normal de um sistema pode ser fortemente assistida por automação, supervisão e procedimentos padronizados.

Entretanto, quando ocorre uma falha, uma interrupção, uma necessidade de intervenção em via, um reboque de trem, uma anormalidade em sistema crítico ou uma operação em modo degradado, a competência humana torna-se uma barreira essencial de proteção. Nesses momentos, a equipe precisa interpretar informações, seguir protocolos, coordenar ações e comunicar decisões com precisão.

Outro risco relevante era a variabilidade operacional. Quando o conhecimento não está claramente documentado, validado e disseminado, as equipes podem desenvolver



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

soluções próprias, baseadas em interpretações individuais ou experiências isoladas. Embora a experiência prática seja valiosa, ela precisa ser convertida em padrão institucional para que a organização assegure consistência de resposta.

A capacitação insuficiente também poderia afetar a sustentabilidade da operação após a inauguração. Se o conhecimento permanecesse dependente de fornecedores, especialistas externos ou poucos profissionais internos, a linha ficaria vulnerável a descontinuidade contratual, rotatividade, mudanças de equipe ou perda de memória técnica. Por essa razão, o projeto priorizou a formação de multiplicadores, a criação de documentação própria e a estruturação de mecanismos de retenção e disseminação do conhecimento.

O diagnóstico de riscos, portanto, reforçou a necessidade de tratar a Gestão do Conhecimento como componente da segurança operacional. A prontidão da Linha 17-Ouro não dependeria apenas de trens testados, sistemas implantados ou infraestrutura entregue, mas da capacidade das equipes de compreender e aplicar conhecimento crítico sob diferentes condições de operação.

### **2.7 Limitações do modelo tradicional de treinamento sequencial**

O modelo tradicional de treinamento sequencial parte de uma lógica linear: primeiro os ativos são entregues, depois a documentação é consolidada, em seguida os instrutores são preparados, as turmas são treinadas e, por fim, a prática ocorre em ambiente real ou supervisionado.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Essa abordagem pode ser suficiente em contextos de baixa incerteza técnica ou quando a organização já possui domínio consolidado da tecnologia. Entretanto, no caso da Linha 17-Ouro, o diagnóstico demonstrou que esse modelo apresentava limitações relevantes.

A primeira limitação era temporal. Aguardar a plena consolidação de ativos, sistemas e Manuais poderia reduzir o tempo disponível para absorção, prática, avaliação e certificação das equipes antes da operação comercial.

A segunda limitação era metodológica. Em uma linha nova, o conhecimento necessário não estava inteiramente disponível em materiais prontos. Parte dele precisava ser criada a partir de testes, observações, validações e interação entre engenharia, operação e fornecedores. Um modelo sequencial, baseado apenas na transmissão de conteúdo previamente consolidado, não seria capaz de capturar esse conhecimento emergente com a velocidade necessária.

A terceira limitação era pedagógica. A aprendizagem de adultos em ambientes operacionais complexos depende de relevância prática, oportunidade de aplicação, feedback, suporte dos pares e suporte da liderança. A aplicação das 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem indicou fragilidades no modelo tradicional, especialmente em fatores como oportunidade de aplicar e autoeficácia.

A quarta limitação era operacional. Separar rigidamente treinamento e comissionamento impediria que as equipes operacionais participassem da validação



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

prática dos sistemas e da construção dos procedimentos que utilizariam posteriormente. A experiência da Linha 17-Ouro demonstrou que o ambiente de testes e comissionamento poderia ser também um espaço de aprendizagem intensiva, desde que houvesse governança, supervisão técnica e mecanismos de registro do conhecimento gerado.

A quinta limitação era institucional. O treinamento sequencial tende a tratar a capacitação como evento pontual, enquanto o desafio da Linha 17-Ouro exigia a formação de uma infraestrutura permanente de conhecimento. A operação da linha demandaria atualização contínua, recertificação, registros de lições aprendidas, Ferramentas de Suporte ao Desempenho e multiplicadores capazes de manter o conhecimento vivo após a fase inicial de implantação.

Diante dessas limitações, o projeto precisou romper com a lógica de capacitação tardia e adotar um modelo simultâneo, iterativo e orientado à aplicação. Essa mudança permitiu tratar cada etapa da implantação como oportunidade de aprendizagem e cada evidência de campo como insumo para a construção de procedimentos, Manuais e Ferramentas de Suporte ao Desempenho.

### **2.8 Referenciais metodológicos: SBGC, ISO 30401 e 12 Alavancas**

A complexidade do diagnóstico exigiu que o projeto fosse estruturado com base em referenciais metodológicos capazes de organizar tanto a dimensão técnica quanto a dimensão humana da aprendizagem. A solução adotou como fundamentos o Modelo de



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

Referência em Gestão do Conhecimento da SBGC, a ISO 30401:2018 e as 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem, de Ingrid Weinbauer-Heidel.

O Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento da SBGC contribuiu para orientar o mapeamento dos conhecimentos críticos necessários à operação da Linha 17-Ouro. Ao considerar processos de criação, retenção, transferência e aplicação do conhecimento, esse referencial permitiu tratar o saber operacional como ativo estratégico da organização. Essa abordagem foi importante porque o problema diagnosticado não envolvia apenas transmissão de conteúdo, mas construção de uma base corporativa de conhecimento capaz de sustentar a operação ao longo do ciclo de vida da linha.

A ISO 30401:2018, por sua vez, ofereceu um referencial de governança para o sistema de Gestão do Conhecimento. Sua adoção permitiu organizar responsabilidades, processos, critérios de retenção, mecanismos de transferência e formas de avaliação da efetividade do conhecimento aplicado. O projeto buscou alinhamento à norma para assegurar que a Gestão do Conhecimento não fosse tratada como ação isolada de treinamento, mas como sistema de gestão integrado à prontidão operacional.

As 12 Alavancas da Transferência de Aprendizagem foram utilizadas como referência para enfrentar um problema recorrente em capacitações técnicas: a distância entre aprender e aplicar. O diagnóstico das alavancas revelou fragilidades do modelo tradicional no contexto da Linha 17-Ouro, especialmente em fatores como autoeficácia,



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

relevância para o trabalho, oportunidade de aplicar, suporte dos pares, suporte do gestor, reflexão e feedback.

A contribuição desse referencial foi permitir que o projeto desenhasse a capacitação não apenas em função do conteúdo, mas das condições necessárias para que o conhecimento fosse efetivamente transferido ao posto de trabalho. Isso significou criar oportunidades de aplicação prática, envolver multiplicadores, utilizar simulações, registrar lições aprendidas, integrar treinamento e comissionamento, desenvolver Ferramentas de Suporte ao Desempenho e manter mecanismos de avaliação e recertificação.

Em conjunto, esses três referenciais permitiram transformar o diagnóstico em plano de ação. A metodologia da SBGC contribuiu para mapear e estruturar o conhecimento crítico. A ISO 30401 forneceu base de governança e sustentabilidade. As 12 Alavancas orientaram a transferência efetiva do aprendizado para a prática operacional. A integração desses referenciais deu ao projeto consistência metodológica.

### **3. ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A solução se diferencia por ter sido construída em resposta direta aos problemas diagnosticados, com evidências que a solução desenvolvida ultrapassou o escopo convencional de capacitação técnica. O projeto estruturou um modelo integrado de prontidão operacional, combinando antecipação tecnológica, aprendizagem híbrida,



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

participação das equipes em testes e comissionamento, formação de multiplicadores, criação de Procedimentos Operacionais, elaboração de Manuais corporativos e implantação de Ferramentas de Suporte ao Desempenho.

Essa estratégia permitiu transformar um cenário inicial marcado por lacunas documentais, limitação de ativos para treinamento e ausência de conhecimento tácito consolidado em uma base estruturada de conhecimento operacional.

### **3.1 Modelo integrado de antecipação tecnológica e aprendizagem híbrida**

A primeira dimensão de resultado foi a adoção de uma estratégia de antecipação tecnológica, utilizando a experiência da Linha 15-Prata como ambiente de aproximação prática com a tecnologia de monotrilho.

Essa decisão permitiu reduzir a dependência da disponibilidade imediata dos ativos da Linha 17-Ouro.

Em vez de concentrar toda a aprendizagem apenas quando os ativos estivessem plenamente acessíveis, o projeto antecipou a familiarização das equipes com conceitos fundamentais do monotrilho, como via elevada, dinâmica operacional, particularidades de circulação, segurança em ambiente elevado e lógica de atuação em sistemas distintos dos modelos metroferroviários convencionais. Essa etapa criou uma base inicial de compreensão técnica, reduzindo a distância entre o conhecimento teórico e a prática operacional.

O segundo eixo concentrou-se no treinamento direcionado aos sistemas críticos da Linha 17-Ouro, essa etapa foi essencial para que a capacitação técnica deixasse de ser



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

genérica e passasse a tratar diretamente dos elementos de maior impacto para a segurança, a continuidade operacional e a atuação em modo degradado.

A formação foi orientada não apenas ao conhecimento dos componentes, mas à compreensão das interfaces entre sistemas, uma vez que a operação da Linha 17 depende da integração entre material rodante, via, energia, sinalização, telecomunicações, estações e Centro de Controle Operacional.

O terceiro eixo consolidou a aprendizagem prática embarcada na Frota N e demais equipamentos e sistemas. Essa etapa permitiu validar, em condições reais ou progressivamente próximas da realidade operacional, os conhecimentos adquiridos nas fases anteriores.

A capacitação embarcada favoreceu a aplicação supervisionada dos procedimentos, a observação direta do comportamento dos sistemas e a identificação de ajustes necessários nos materiais de treinamento, nos Procedimentos Operacionais e nas Ferramentas de Suporte ao Desempenho.

O principal resultado desse modelo foi a construção de uma trilha de aprendizagem progressiva, capaz de acompanhar a maturidade da implantação. Em vez de submeter as equipes a um treinamento concentrado, tardio e dependente de condições ideais, o projeto distribuiu a aprendizagem em etapas complementares.

Essa estratégia fortaleceu a prontidão operacional, aumentou a familiaridade das equipes com a tecnologia e criou condições para que a Linha 17-Ouro fosse preparada com maior segurança desde as fases anteriores à operação comercial.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

### **3.2 Integração entre treinamento, comissionamento e Trial Operation**

A principal inovação metodológica do projeto foi integrar treinamento, comissionamento e Trial Operation em um único processo de aprendizagem aplicada. Essa abordagem rompeu com o modelo sequencial tradicional, no qual a operação só inicia sua preparação após a conclusão dos testes.

Na Linha 17-Ouro, operadores, supervisores, equipes de estação e profissionais do CCO participaram gradualmente dos testes, acompanhando o comportamento real da Frota N e dos sistemas associados. Essa vivência permitiu compreender não apenas o funcionamento previsto dos ativos, mas também suas respostas práticas em situações de validação, ajuste e integração.

Durante o comissionamento, as equipes observaram alarmes, interfaces, sequências de resposta, restrições operacionais e pontos de atenção nem sempre descritos de forma completa nos Manuais. Esse conhecimento foi incorporado aos materiais de capacitação, aos Procedimentos Operacionais e aos registros de lições aprendidas.

O modelo também reduziu o intervalo entre aprender e aplicar. As equipes puderam testar, ajustar e validar o conhecimento em ciclos curtos, aumentando a aderência dos procedimentos à realidade operacional e fortalecendo a confiança técnica.

Assim, a Trial Operation deixou de ser apenas uma etapa de verificação do sistema e passou a atuar como ambiente de consolidação de competências. As equipes não foram apenas treinadas: participaram da construção do conhecimento operacional da linha.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Essa é a principal mudança de paradigma do projeto: o conhecimento foi produzido durante a implantação, e não apenas transferido após a entrega dos ativos.

#### **3.3 Rede de multiplicadores e Ferramentas de Suporte ao Desempenho**

A formação de uma rede de multiplicadores internos foi um dos principais resultados associados à sustentabilidade do conhecimento.

A atuação dos multiplicadores permitiu ampliar a capilaridade da aprendizagem. Em vez de manter o conhecimento concentrado em poucos especialistas, a estratégia distribuiu referências técnicas entre turnos, equipes e frentes de trabalho. Essa rede contribuiu para reduzir a dependência exclusiva de fornecedores ou de núcleos técnicos restritos, criando uma estrutura interna capaz de apoiar dúvidas, reforçar procedimentos, disseminar boas práticas e acompanhar a aplicação do conhecimento no ambiente operacional.

A importância dos multiplicadores também está relacionada à transferência efetiva do conhecimento. Em ambientes operacionais complexos, a aprendizagem não ocorre apenas em sala de aula ou em documentos formais. Ela se consolida por meio de orientação prática, feedback, observação, repetição supervisionada e troca entre pares. A rede de multiplicadores fortaleceu esse processo, atuando como ponte entre a Engenharia da Operação e a linha de frente, entre o conhecimento técnico estruturado e a aplicação cotidiana nos postos de trabalho.

Associado a essa rede humana, o projeto desenvolveu um ecossistema de Ferramentas de Suporte ao Desempenho.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

Essas ferramentas devem ser compreendidas como uma arquitetura de apoio à operação e à aprendizagem contínua. Sua função não foi apenas armazenar conteúdo, mas aproximar o conhecimento do momento de uso. Ferramentas de consulta rápida e referência operacional apoiam decisões em campo; recursos multimídia favorecem a aprendizagem visual; simuladores permitem prática controlada; instrumentos de avaliação e recertificação acompanham competências; ambientes de lições aprendidas e comunidades de prática sustentam a melhoria contínua.

O resultado combinado entre multiplicadores e Ferramentas de Suporte ao Desempenho, disponibilizadas na Plataforma Moodle da Universidade Corporativa do Metrô de São Paulo, foi a criação de uma infraestrutura sociotécnica de conhecimento. A rede humana garantiu mediação, mentoria e disseminação. As ferramentas digitais garantiram acesso, padronização, registro e rastreabilidade. Em conjunto, esses elementos reduziram a dependência da memória individual e fortaleceram a capacidade de resposta das equipes em situações normais, degradadas ou emergenciais.

### **3.4 Produção de conhecimento operacional: Procedimentos Operacionais, Manuais corporativos e lições aprendidas**

Um dos resultados mais concretos do projeto foi a produção de conhecimento operacional próprio. Esse resultado representa uma mudança relevante na forma de tratar a documentação operacional. Em vez de depender exclusivamente de Manuais fornecidos por terceiros, a Engenharia da Operação passou a atuar como curadora e tradutora do conhecimento técnico, convertendo informações dispersas, registros de



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

testes, observações de campo e interações com sistemas em documentos aplicáveis à rotina operacional.

A criação de Procedimentos Operacionais inéditos permitiu padronizar respostas a situações críticas, reduzir ambiguidades e estabelecer uma referência comum para treinamento, certificação e atuação em campo. Os Manuais corporativos próprios complementaram esse processo ao consolidar conteúdos técnicos em linguagem compatível com as necessidades reais dos operadores, supervisores, empregados de estação e equipes do CCO. Esse processo também expressa a conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito.

O resultado dessa produção documental e colaborativa foi a constituição de uma memória operacional inicial da Linha 17-Ouro. Essa memória passou a reunir procedimentos, Manuais, registros de aprendizagem, boas práticas e conteúdos de suporte, formando uma base institucional capaz de orientar a operação e sustentar futuras capacitações, reciclagens e melhorias.

### **3.5 Indicadores de prontidão operacional e evidências de resultado**

Os indicadores quantitativos relevantes associados ao desempenho do projeto são: a redução de 35% no tempo total de formação, a taxa de 82% de aprovação nas certificações internas, a redução de 40% na curva de aprendizagem e a ausência de incidentes graves durante testes dinâmicos.

Esses indicadores demonstram que o projeto gerou resultados mensuráveis em dimensões críticas da prontidão operacional. A redução do tempo de formação indica



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

### 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ganho de eficiência na preparação das equipes. A taxa de aprovação nas certificações aponta aderência aos critérios de competência estabelecidos. A redução da curva de aprendizagem sugere maior velocidade de assimilação da nova tecnologia. A ausência de incidentes graves durante os testes dinâmicos reforça a contribuição do modelo para a segurança na fase de validação operacional.

No quadro 1 podemos observar alguns ganhos proporcionados com as estratégias adotadas:

| Dimensão de resultado            | Evidência técnica                                                                                                                                                                          | Fonte de comprovação                                                                                                | Ganhos                                                                                        |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prontidão operacional            | Modelo de capacitação progressiva, híbrida, imersiva e adaptativa, voltado à preparação de operadores, supervisores, operadores de estação e equipes do CCO para atuação desde o Dia Zero. | Plano de capacitação, matriz curricular, registros de turmas, trilhas de aprendizagem e certificações               | Demonstra que a prontidão foi tratada como requisito técnico de implantação                   |
| Mitigação de lacunas documentais | Criação de Procedimentos Operacionais inéditos e Manuais corporativos próprios para suprir a ausência inicial de documentação técnica consolidada dos fornecedores.                        | Lista de POs, Manuais emitidos, controle de versões, atas de validação e registros da Engenharia da Operação        | Comprova a conversão de conhecimento técnico disperso em conhecimento explícito institucional |
| Antecipação tecnológica          | Uso da Linha 15-Prata e da Frota M como ambiente de imersão prévia na tecnologia de monotrilho antes da disponibilidade plena da Frota N.                                                  | Programação de imersão, listas de presença, relatórios de visita técnica e avaliações de aprendizagem               | Evidencia solução inovadora para reduzir a curva inicial de aprendizagem                      |
| Aprendizagem aplicada            | Integração entre treinamento, testes de comissionamento e Trial Operation, transformando o ambiente real de implantação em espaço de aprendizagem operacional.                             | Relatórios de comissionamento, atas de testes, escalas de participação da operação e registros de validação prática | Demonstra ruptura com o modelo sequencial tradicional de capacitação                          |
| Capilaridade do conhecimento     | Formação de rede de multiplicadores internos.                                                                                                                                              | Lista de multiplicadores, critérios de seleção, registros de certificação e plano de atuação                        | Demonstra sustentabilidade, disseminação e redução da                                         |



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## 32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

### 13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

| Dimensão de resultado          | Evidência técnica                                                                                                                                                          | Fonte de comprovação                                                                                             | Ganhos                                                                                           |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                  | dependência de especialistas externos                                                            |
| Suporte ao desempenho          | Desenvolvimento de ecossistema de ferramentas como MetrôManuais, MetrôFlash, MetrôTube, Metrô Simuladores, MetrôRevalida, MetrôExpert etc.                                 | Catálogo de ferramentas, telas, registros de uso, conteúdos publicados e indicadores de acesso                   | Mostra que o conhecimento foi incorporado ao fluxo de trabalho, não apenas ao treinamento formal |
| Avaliação de competências      | Uso de processos de certificação, recertificação e acompanhamento de desempenho associados às ferramentas MetrôRevalida.                                                   | Relatórios de avaliação, dashboards, critérios de aprovação e histórico de certificações                         | Reforça a rastreabilidade da competência operacional e a governança do conhecimento              |
| Indicadores quantitativos      | Redução de 35% no tempo de formação, 82% de aprovação nas certificações, redução de 40% na curva de aprendizagem e ausência de incidentes graves durante testes dinâmicos. | Memória de cálculo, relatórios de treinamento, base de avaliações, registros de segurança e relatórios de testes | Feedbacks e medição explícita da retenção do conhecimento                                        |
| Sustentabilidade institucional | Internalização do conhecimento por meio de Manuais próprios, multiplicadores, ferramentas digitais, lições aprendidas e comunidades de prática.                            | Plano de retenção de conhecimento, registros de atualização, governança documental e plano de reciclagem         | Demonstra que o projeto deixa legado permanente para a Companhia                                 |
| Replicabilidade setorial       | O modelo pode ser replicado em novas linhas, novas frotas e sistemas tecnológicos complexos.                                                                               | Roteiro de replicação, checklist de implantação, matriz de lições aprendidas e recomendações para novos projetos | Posiciona o artigo como contribuição ao setor metroferroviário, não apenas como case interno     |

#### Quadro 1, Matriz de evidências dos resultados do Projeto de Gestão do Conhecimento para Operação da Linha 17-Ouro.

Além dos indicadores quantitativos, o projeto produziu resultados qualitativos relevantes. Entre eles, destacam-se a padronização dos procedimentos, a internalização de conhecimento técnico, a ampliação da confiança das equipes, a redução da



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

dependência de fornecedores e a criação de mecanismos permanentes de retenção e disseminação do conhecimento. Esses efeitos são particularmente importantes porque sustentam a operação para além da fase inicial de implantação.

### **3.6 Sustentabilidade, autonomia técnica e replicabilidade**

A última dimensão de resultado refere-se à sustentabilidade do conhecimento e à autonomia técnica da organização. Ao formar multiplicadores, criar Procedimentos Operacionais, elaborar Manuais corporativos próprios e estruturar Ferramentas de Suporte ao Desempenho, o Metrô-SP reduziu sua dependência de fornecedores externos para a continuidade da capacitação e para a preservação do conhecimento crítico da Linha 17-Ouro.

Essa autonomia é relevante porque a implantação de uma nova linha não se encerra com o início da operação comercial. Ao longo do ciclo de vida do sistema, haverá necessidade de reciclagens, revisões documentais, atualização de procedimentos, capacitação de novos profissionais, análise de ocorrências e incorporação de melhorias. Um projeto baseado apenas em treinamentos pontuais teria baixa capacidade de sustentação. O modelo adotado na Linha 17-Ouro, ao contrário, criou uma infraestrutura permanente de conhecimento.

A governança do conhecimento foi fortalecida pelo alinhamento à ISO 30401:2018, como referência para criação, retenção, transferência e aplicação do conhecimento. Esse alinhamento reforça a ideia de que o conhecimento deve ser tratado como ativo



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

organizacional, sujeito a responsabilidades, processos de validação, mecanismos de atualização e avaliação de efetividade.

A sustentabilidade também se manifesta na formação profissional. O projeto preparou diferentes públicos operacionais para lidar com uma tecnologia complexa, incluindo operadores de trem, supervisores, operadores de estação e profissionais do Centro de Controle Operacional. Ao fazer isso, elevou a competência interna da organização e contribuiu para a valorização do capital humano envolvido na operação metroferroviária.

Outro resultado estratégico é a replicabilidade do modelo. A lógica utilizada na Linha 17-Ouro de diagnosticar lacunas, antecipar aprendizagem, integrar operação ao comissionamento, formar multiplicadores, produzir documentação própria, registrar lições aprendidas e sustentar o conhecimento com Ferramentas de Suporte ao Desempenho, pode orientar futuras implantações no setor metroferroviário.

Essa replicabilidade amplia a contribuição do trabalho para além do caso específico da Linha 17-Ouro. O projeto oferece ao setor um modelo prático de prontidão operacional baseado em Gestão do Conhecimento, aplicável a empreendimentos que envolvam alta complexidade tecnológica, prazos críticos, múltiplas interfaces e necessidade de segurança desde o início da operação.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



## **32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

### **13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

#### **4. CONCLUSÃO**

O Projeto de Gestão do Conhecimento para Operação da Linha 17-Ouro evidencia que a excelência metroferroviária não depende apenas da robustez dos ativos físicos, mas da maturidade com que a organização administra seu conhecimento crítico. Ao integrar aprendizagem, comissionamento, multiplicadores, documentação própria, Ferramentas de Suporte ao Desempenho e governança metodológica, o Metrô-SP consolidou um modelo de prontidão operacional capaz de fortalecer a segurança, valorizar a formação profissional e ampliar a autonomia técnica da Companhia. O legado da Linha 17-Ouro, portanto, não se restringe à implantação de uma nova tecnologia de transporte; ele estabelece uma referência de gestão do conhecimento aplicável a futuras linhas, novas frotas e sistemas metroferroviários complexos.

Entre os benefícios principais, destaca-se: o fortalecimento da segurança operacional, a prontidão operacional desde o “dia zero”, a criação de conhecimento operacional próprio, valorização da formação profissional, autonomia técnica da Companhia, sustentabilidade do conhecimento no longo prazo, melhoria da governança técnica e contribuição para o setor metroferroviário.

A replicabilidade do modelo está no fato de que ele não depende exclusivamente das características específicas da Linha 17-Ouro. O que pode ser replicado é a **lógica metodológica** adotada:



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

- **Diagnosticar as lacunas de conhecimento:** Identificar quais documentos, ativos, competências, sistemas críticos e experiências práticas ainda não estão suficientemente consolidados.
- **Antecipar a familiarização tecnológica:** Utilizar linhas, sistemas, simuladores ou ambientes semelhantes para preparar as equipes antes da disponibilidade plena dos novos ativos, como foi feito com o apoio da Linha 15-Prata no caso da Linha 17-Ouro
- **Integrar equipes operacionais ao comissionamento:** Transformar testes, validações e Trial Operation em oportunidades de aprendizagem prática, permitindo que operadores, supervisores e equipes técnicas participem da construção do conhecimento operacional.
- **Converter experiência em documentação corporativa:** Registrar aprendizados de campo, validar tecnicamente as descobertas e transformá-las em Procedimentos Operacionais, Manuais, checklists, guias rápidos e conteúdos de capacitação.
- **Formar multiplicadores internos:** Criar uma rede de profissionais capazes de disseminar conhecimento, apoiar a operação, reforçar padrões técnicos e reduzir a dependência de especialistas externos.
- **Sustentar o conhecimento com ferramentas e governança:** Utilizar Ferramentas de Suporte ao Desempenho, registros de lições aprendidas, bases digitais, simuladores, avaliações, recertificações e práticas alinhadas à ISO 30401 para manter o conhecimento atualizado e aplicável ao longo do ciclo de vida da linha.



Prêmio  
Tecnologia &  
Desenvolvimento  
Metroferroviários



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

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT. ABNT NBR ISO 30401:2018: Sistemas de gestão do conhecimento: requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

CHOO, Chun Wei. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: SENAC, 2003.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

SBGC. Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento da SBGC. São Paulo: Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento. Disponível em: <https://sbgc.org.br/modelo-de-referencia-sbgc/>. Acesso em: 17 jul. 2026.

SENGE, Peter M. A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende. São Paulo: Best Seller, 1990.

WEINBAUER-HEIDEL, Ina. What Makes Training Really Work: 12 Levers of Transfer Effectiveness. Vienna: Institute for Transfer Effectiveness, 2019.