



32^a

SEMANA DE
TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA

**GESTÃO DO
CONHECIMENTO PARA
OPERAÇÃO DA
LINHA 17-OURO**

Jackson de Carvalho Galocha
Julio Mitsuhiro Obushi
Sergio Trahiko Nozawa
Wellington Leandro Marques
Wilson Carlos da Silva

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ

 Fundação
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ÍNDICE

OS QUATRO EIXOS DA APRESENTAÇÃO

01

O PROBLEMA

Quatro lacunas estruturais e o risco sistêmico à prontidão da linha.

02

A SOLUÇÃO

Produzir conhecimento durante a implantação, e não depois da entrega.

03

O DETALHAMENTO

Base metodológica, os três eixos, a rede humana e a infraestrutura digital.

04

A CONCLUSÃO

Resultados, valorização das pessoas e o legado replicável para o setor.



LINHA 17-OURO | METRÔ DE SÃO PAULO

UMA LINHA NOVA. UMA TECNOLOGIA NOVA. UM PRAZO.

A Linha 17-Ouro introduz o monotrilho da Frota N, com novos equipamentos, novos sistemas e novas interfaces operacionais.

O DIA ZERO TEM DATA. O CONHECIMENTO NÃO TINHA DONO.

Prontidão operacional dependia de algo que não existia na organização e que não podia ser comprado.

A PERGUNTA DESTE ARTIGO

Como garantir prontidão operacional para uma tecnologia que o Metrô ainda não dominava?

1. Superando lacunas documentais dos fornecedores
2. Com limitação de ativos físicos para treinamento
3. Sem conhecimento tácito acumulado sobre a nova frota e os novos sistemas
4. E com resultados replicáveis para o setor metroferroviário

01 O PROBLEMA

O diagnóstico que antecedeu qualquer decisão de capacitação: quatro lacunas estruturais e um risco sistêmico à prontidão da linha.

AS QUATRO LACUNAS ESTRUTURAIS

01

DOCUMENTAL

Sem Manuais definitivos consolidados

02

ATIVOS FÍSICOS

Trens, via e sistemas indisponíveis para a prática

03

CONHECIMENTO TÁCITO

Sem histórico operacional interno da Frota N e dos Sistemas

04

PRAZO

Três meses até a Operação Transitória

ENTREGAR UMA LINHA NÃO É ENTREGAR UMA OBRA.

A entrega só se consolida quando infraestrutura, tecnologia, processos, pessoas capacitadas e conhecimento institucional estão integrados.

O QUE O MONOTRILHO MUDA

1. Lógica de circulação em via elevada
2. Práticas de intervenção e evacuação
3. Comunicação e recuperação de falhas
4. Atuação em modo degradado



A COMPLEXIDADE NÃO ESTÁ NO SUBSISTEMA. ESTÁ NA INTERFACE.

Uma decisão no CCO impacta circulação, intervalos, resposta a falhas e comunicação.

MATERIAL RODANTE

Frota N e seus comportamentos ainda não observados

VIA PERMANENTE

Circulação e intervenção em ambiente elevado

ENERGIA

Tração e alimentação dos sistemas críticos

SINALIZAÇÃO

Controle de circulação e intervalos

TELECOM E CCO

Decisão, comunicação e informação ao passageiro

ESTAÇÕES E TRACK SWITCH

Interface direta com o passageiro e com a manobra

QUATRO LACUNAS. UM PRAZO.

4

lacunas estruturais
diagnosticadas

3

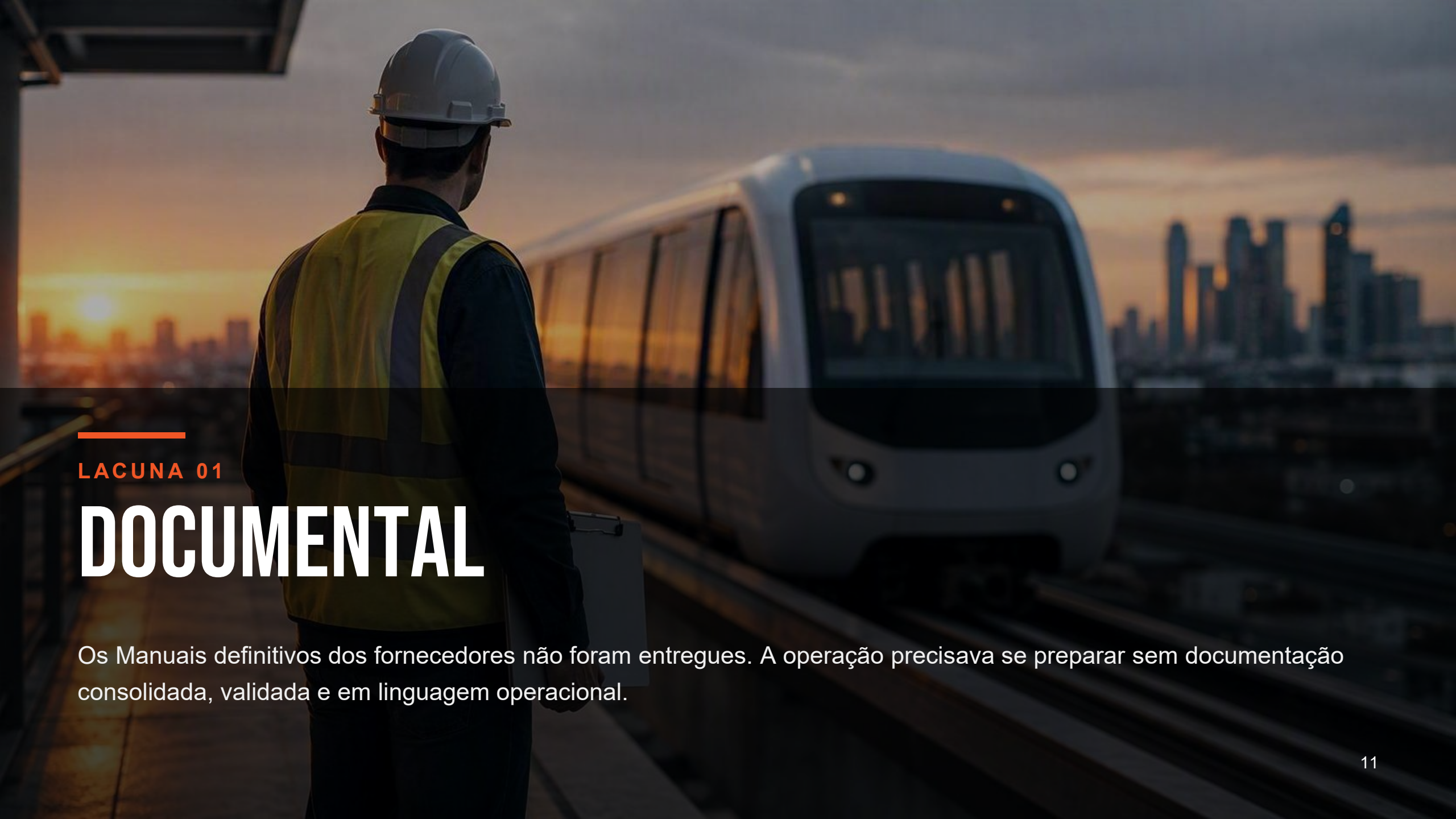
meses até a Operação
Assistida

0

manuals definitivos
consolidados no início

1

única chance de acertar o
Dia Zero



LACUNA 01

DOCUMENTAL

Os Manuais definitivos dos fornecedores não foram entregues. A operação precisava se preparar sem documentação consolidada, validada e em linguagem operacional.



LACUNA 01 | DOCUMENTAL

O MANUAL NÃO CHEGOU

- 01 Os Manuais definitivos dos fornecedores não foram entregues
- 02 O que existia era documentação preliminar, dispersa e não validada
- 03 Nada disso estava traduzido para a linguagem da operação
- 04 Sem procedimento, não há padrão de resposta na anormalidade



O RISCO DA FRAGMENTAÇÃO

1. Conhecimento disperso entre documentos, áreas e fornecedores
2. Interpretações divergentes e duplicidade de orientações
3. Distância entre o que foi projetado e o que se executa em campo
4. Variabilidade operacional onde a resposta precisa ser padronizada

A high-speed train, possibly a Shinkansen, is shown in a dark, industrial environment, likely a train yard or maintenance facility. The train is white with dark windows and is positioned on tracks. The scene is dimly lit with blue and white lights, creating a moody atmosphere. The train is moving towards the right side of the frame.

LACUNA 02

ATIVOS FÍSICOS

Disponibilidade limitada de trens, via e sistemas para prática convencional em escala durante a implantação.

SEM PRÁTICA, NÃO HÁ DOMÍNIO

1. Domínio técnico exige repetição supervisionada e contato com o equipamento
2. A ausência de ativos amplia o intervalo entre teoria e prática
3. Conhecimento não aplicado rapidamente perde força
4. Autoeficácia depende de vivências progressivas de sucesso e feedback



LACUNA 03

CONHECIMENTO TÁCITO

A Frota N e os sistemas da linha ainda não tinham histórico operacional interno capaz de formar repertório.

O QUE OS DOCUMENTOS NÃO CAPTURAM

1. Percepção sobre o comportamento do trem em campo
2. Sequência mais eficiente de diagnóstico de uma falha
3. Leitura de alarmes e sinais sutis do sistema
4. Estratégias de recuperação construídas na prática



LACUNA 04

PRAZO: 3 MESES

Toda a base institucional de conhecimento precisava existir antes do início da Operação Assistida.



DIAGNÓSTICO DE RISCO

FALTA DE CONHECIMENTO É RISCO OPERACIONAL.

A operação normal é assistida por automação e procedimento. Na anormalidade, a competência humana é a barreira de proteção.

O QUE ESTAVA EM JOGO

1. Falhas de intervenção e dificuldade de restabelecimento do sistema
2. Interpretação incorreta de alarme e comunicação imprecisa CCO–campo
3. Variabilidade operacional baseada em soluções individuais
4. Dependência de fornecedores e perda de memória técnica
5. Exposição desnecessária de empregados e passageiros

POR QUE O MODELO TRADICIONAL NÃO SERVIRIA

As limitações do treinamento sequencial no contexto da Linha 17-Ouro.

TEMPORAL

Esperar ativos e manuais consumiria o prazo de formação

METODOLÓGICA

Parte do conhecimento ainda precisava ser criada

PEDAGÓGICA

Fragilidade em autoeficácia e oportunidade de aplicar

OPERACIONAL

Separar treino e comissionamento excluiria a operação

INSTITUCIONAL

Trataria capacitação como evento, não como infraestrutura

CONSEQUÊNCIA

Equipes formalmente treinadas, mas pouco expostas à prática

02

A SOLUÇÃO

Uma ruptura metodológica: em vez de treinar depois da entrega, produzir conhecimento durante a implantação.

FUNDIMOS CAPACITAÇÃO E COMISSIONAMENTO.

A Operação de Teste deixou de ser verificação do sistema e passou a ser sala de aula de alta fidelidade.

The background image shows two construction workers from behind, walking on a metal bridge or railway track. They are wearing orange safety vests, orange hard hats, and harnesses. The bridge has multiple tracks and metal railings. In the background, a city skyline is visible under a cloudy sky. The overall tone is professional and industrial.

A VIRADA DE CHAVE

AS EQUIPES NÃO FORAM TREINADAS. FORAM COAUTORAS.

Operadores, supervisores, empregados de estação e profissionais do CCO participaram dos testes dinâmicos e contribuíram na elaboração dos procedimentos que usariam.

O IMPACTO

Resultados mensuráveis nas dimensões críticas da prontidão operacional.

35%

de redução no tempo total de formação

82%

de aprovação nas certificações internas

40%

de redução na curva de aprendizagem

ZERO

incidentes graves nos testes dinâmicos

ZERO INCIDENTES GRAVES EM TODA A FASE DE TESTES DINÂMICOS.

A evidência mais direta da contribuição do modelo para a segurança na validação operacional.

A SOLUÇÃO EM TRÊS EIXOS

01

ANTECIPAÇÃO TECNOLÓGICA

A Linha 15-Prata e a Frota M como ambiente de imersão prévia no monotrilho, antes da disponibilidade plena da Frota N.

02

SISTEMAS CRÍTICOS

Treinamento dirigido aos sistemas de maior impacto na segurança, na continuidade e no modo degradado.

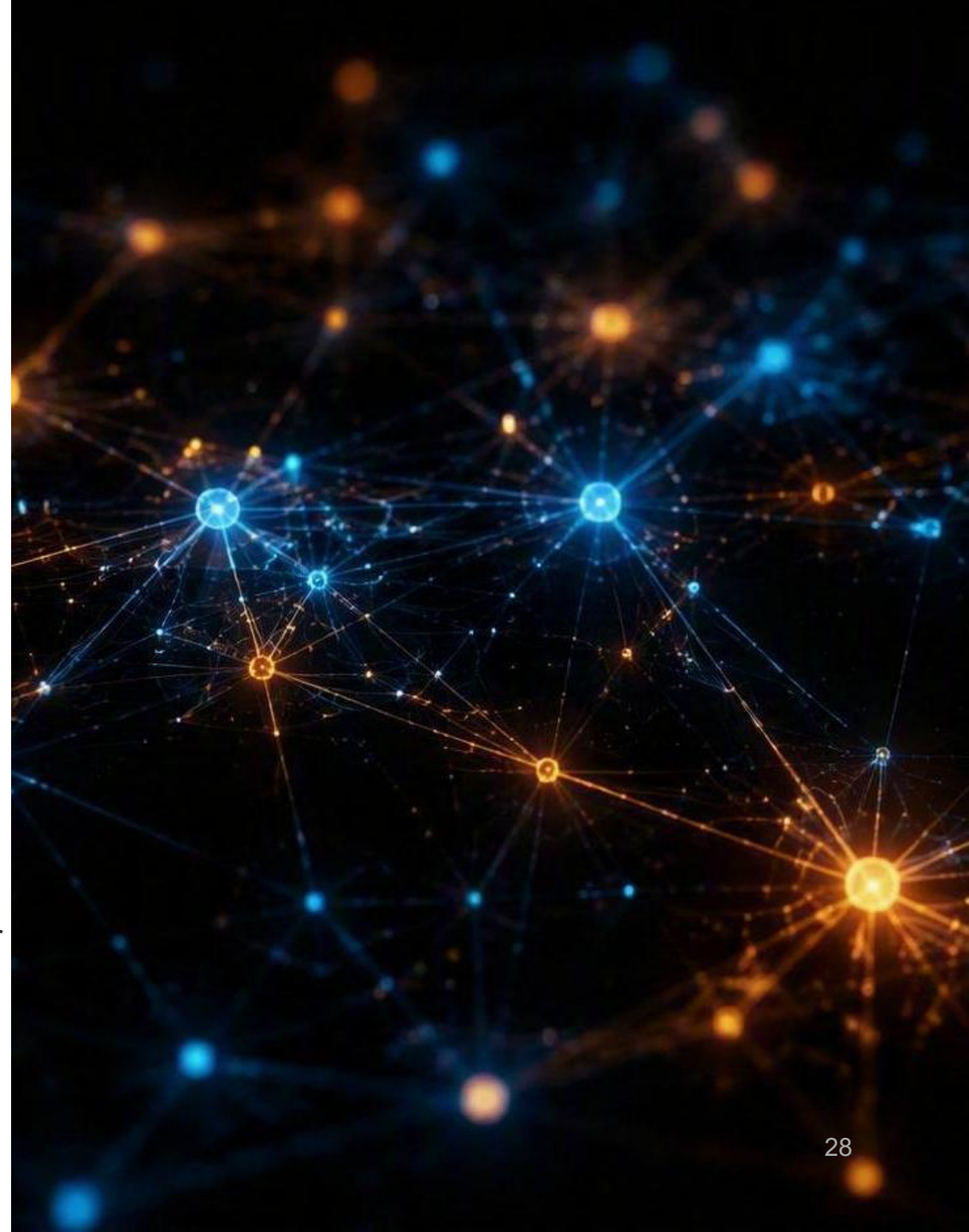
03

IMERSÃO NA FROTA N

Capacitação prática embarcada durante testes e comissionamento, validando procedimentos em condição real.

SUSTENTADO POR GENTE E POR FERRAMENTA

1. Multiplicadores certificados pela Engenharia da Operação
2. Ecossistema de Ferramentas de Suporte ao Desempenho
3. Procedimentos Operacionais e Manuais corporativos próprios
4. Capital intelectual próprio, com menos dependência de fornecedor



03

DETALHAMENTO

Como o ecossistema foi construído: base metodológica, os três eixos, a rede humana e a infraestrutura digital.

A BASE METODOLÓGICA

SBGC

MODELO DE REFERÊNCIA

Mapeamento dos conhecimentos críticos e tratamento do saber operacional como ativo estratégico.

ISO

30401:2018

Governança do sistema: responsabilidades, processos, retenção, transferência e avaliação de efetividade.

12

ALAVANCAS DA APRENDIZAGEM

Weinbauer-Heidel: as condições que fazem o aprendiz chegar ao posto de trabalho.

SECI: TRANSFORMAR EXPERIÊNCIA EM PATRIMÔNIO

Nonaka e Takeuchi como lógica de conversão do tácito em explícito.

SOCIALIZAÇÃO

Convívio em testes, campo e comissionamento

EXTERNALIZAÇÃO

Registro do que foi observado e decidido

COMBINAÇÃO

Consolidação em POs, Manuais e conteúdos

INTERNALIZAÇÃO

Aplicação supervisionada e recertificação

AS 12 ALAVANCAS DA TRANSFERÊNCIA

Treinar não garante que o conhecimento chegue ao posto de trabalho. A pesquisa científica sobre transferência de aprendizagem identificou 12 fatores — e apenas esses 12 — que decidem se o que foi aprendido vira prática. Cada alavanca é uma condição projetável e verificável, distribuída em três grupos.

OS PARTICIPANTES

Alavancas 01 a 04

Querer aplicar, sentir-se capaz, persistir e enxergar benefício real.

O DESENHO DO TREINAMENTO

Alavancas 05 a 08

Objetivos claros, conteúdo relevante, prática ativa e plano de aplicação.

A ORGANIZAÇÃO

Alavancas 09 a 12

Oportunidade de aplicar, apoio dos pares e do gestor e cultura de transferência.

01

ALAVANCA

GRUPO 1 | OS PARTICIPANTES

MOTIVAÇÃO PARA TRANSFERIR

O participante precisa querer aplicar. Sem intenção de uso, o conhecimento morre na sala de aula, por melhor que seja o treinamento.

NA LINHA 17-OURO

A capacitação aconteceu dentro do comissionamento: o que se aprendia pela manhã era exigido à tarde, no próprio ativo. A aplicação deixou de ser uma escolha futura e virou necessidade imediata.

02

ALAVANCA

GRUPO 1 | OS PARTICIPANTES

AUTOEFICÁCIA

—

Confiança do profissional de que é capaz de executar. Diante de uma tecnologia inédita, a insegurança bloqueia a ação antes da técnica.

NA LINHA 17-OURO

A imersão na Frota N durante os testes permitiu errar e acertar no ativo real, em condição progressivamente crítica. A confiança foi construída antes do Dia Zero, não durante.

03

ALAVANCA

GRUPO 1 | OS PARTICIPANTES

VOLIÇÃO DE TRANSFERÊNCIA

Persistir na aplicação mesmo quando a rotina empurra de volta ao jeito antigo. Querer não basta: é preciso sustentar a decisão.

NA LINHA 17-OURO

A rede de multiplicadores manteve a cobrança viva no dia a dia da operação, o novo padrão tinha quem o defendesse dentro de cada turno.

04

ALAVANCA

GRUPO 1 | OS PARTICIPANTES

EXPECTATIVA DE BENEFÍCIO

O profissional precisa enxergar ganho concreto no que aprendeu. Sem utilidade percebida, o conteúdo é arquivado.

NA LINHA 17-OURO

Cada conteúdo nascia de uma ocorrência real do comissionamento. O benefício era evidente: resolver a anormalidade que apareceria no próprio posto de trabalho.

05

ALAVANCA

GRUPO 2 | O DESENHO DO TREINAMENTO

CLAREZA DOS OBJETIVOS DE TRANSFERÊNCIA

Deixar explícito o que deve mudar no posto de trabalho depois do treinamento, em comportamento observável, não em tema.

NA LINHA 17-OURO

Os objetivos foram amarrados aos requisitos da Operação Assistida e da Trial Operation: o critério de sucesso era a prontidão verificável, não a presença em sala.

06

ALAVANCA

GRUPO 2 | O DESENHO DO TREINAMENTO

RELEVÂNCIA DO CONTEÚDO

O conteúdo precisa espelhar a realidade do trabalho. Distância entre o exemplo e o posto real destrói a transferência.

NA LINHA 17-OURO

A capacitação tratou diretamente dos sistemas críticos da linha, o que mais impacta segurança e continuidade, em vez de conteúdo genérico de operação.

07

ALAVANCA

GRUPO 2 | O DESENHO DO TREINAMENTO

APRENDIZAGEM ATIVA

Praticar, decidir e receber retorno durante a formação. Assistir não produz repertório; executar produz.

NA LINHA 17-OURO

Capacitação embarcada nos testes: simulação de falha, resposta em modo degradado e comunicação entre áreas, com feedback imediato no próprio ativo.

08

ALAVANCA

GRUPO 2 | O DESENHO DO TREINAMENTO

PLANEJAMENTO DA TRANSFERÊNCIA

Definir, ainda no treinamento, quando e como o aprendido será usado. Sem plano, a aplicação fica ao acaso.

NA LINHA 17-OURO

O cronograma de capacitação foi acoplado ao cronograma de comissionamento: cada bloco aprendido tinha data e evento de aplicação já marcados.

09

ALAVANCA

GRUPO 3 | A ORGANIZAÇÃO

OPORTUNIDADE DE APLICAÇÃO

Sem acesso ao ativo e ao contexto, não há transferência possível, por melhor que seja o treinamento.

NA LINHA 17-OURO

Ao fundir capacitação e comissionamento, o projeto criou a oportunidade que não existia: treinar dentro da própria implantação da linha.

10

ALAVANCA

GRUPO 3 | A ORGANIZAÇÃO

APOIO DOS PARES

O grupo sustenta ou derruba o novo padrão. Aprender junto multiplica; aprender sozinho evapora.

NA LINHA 17-OURO

Os 150 multiplicadores atuaram como pares de referência em cada equipe, transformando dúvida individual em conhecimento coletivo registrado.

11

ALAVANCA

GRUPO 3 | A ORGANIZAÇÃO

APOIO DO GESTOR

A liderança precisa exigir, acompanhar e proteger o tempo da aplicação. Sem isso, o urgente vence o importante.

NA LINHA 17-OURO

A liderança operacional integrou os marcos de capacitação aos marcos de entrega da linha, prontidão virou item de gestão, não de treinamento.

12

ALAVANCA

GRUPO 3 | A ORGANIZAÇÃO

CULTURA DE TRANSFERÊNCIA

A organização precisa tratar o conhecimento como ativo governado: registrado, atualizado e cobrado.

NA LINHA 17-OURO

A governança seguiu a ISO 30401 e o modelo de referência da SBGC, com Performance Support Tools mantendo o conhecimento acessível no ponto de uso.

EIXO 01

ANTECIPAÇÃO TECNOLÓGICA

A Linha 15-Prata usada como ambiente de aproximação prática com a tecnologia de monotrilho.

O QUE FOI INTERNALIZADO ANTES DA FROTA N

1. Conceitos e dinâmica operacional do monotrilho
2. Particularidades de circulação em via elevada
3. Segurança e movimentação em ambiente elevado
4. Diferenças em relação ao metrô convencional

EIXO 02

SISTEMAS CRÍTICOS

A capacitação deixou de ser genérica e passou a tratar diretamente do que mais impacta segurança e continuidade.

FOCO NA INTERFACE, NÃO NO COMPONENTE

1. Integração entre material rodante, via, energia e sinalização
2. Telecomunicações, estações e Centro de Controle Operacional
3. Comportamento do sistema em falha e em modo degradado
4. Critérios de decisão compartilhados entre campo e CCO



EIXO 03

IMERSÃO NA FROTA N

Capacitação prática embarcada durante os testes: aprender no próprio ativo, em condição progressivamente real.



O QUE A IMERSÃO DEVOLVEU AO PROJETO

1. Validação supervisionada dos Procedimentos Operacionais
2. Observação direta do comportamento dos sistemas
3. Ajustes nos materiais de capacitação a partir de evidência
4. Lições aprendidas registradas enquanto ainda eram frescas



CICLOS CURTOS ENTRE APRENDER E APLICAR

1. Treinamento, comissionamento e Trial Operation em um único processo
2. Alarmes, interfaces e restrições observados em condição real
3. Procedimentos ajustados com aderência à realidade operacional
4. Confiança técnica construída antes da operação comercial



REDE DE MULTIPLICADORES

1. Multiplicadores certificados pela Engenharia da Operação
2. Referência técnica distribuída entre turnos, equipes e frentes
3. Ponte entre o conhecimento estruturado e o posto de trabalho
4. Menos dependência de núcleos técnicos restritos

FERRAMENTAS DE SUPORTE AO DESEMPENHO

Aproximar o conhecimento do momento de uso — não apenas armazenar conteúdo.

METRÔMANUAIS

Manuais corporativos próprios, em linguagem operacional

METRÔFLASH

Consulta rápida e referência no momento da decisão

METRÔTUBE

Conteúdo audiovisual para aprendizagem visual

METRÔSIMULADORES

Prática controlada de cenários e anormalidades

METRÔREVALIDA

Certificação, recertificação e acompanhamento

METRÔEXPERT

Apoio especializado, lições aprendidas e comunidade

UMA INFRAESTRUTURA SOCIOTÉCNICA

Rede humana e ferramenta digital, na Plataforma Moodle da Universidade Corporativa do Metrô-SP.

1. A rede humana garantiu mediação, mentoria e disseminação
2. As ferramentas digitais garantiram acesso, padronização e rastreabilidade
3. Juntas, reduziram a dependência da memória individual
4. E fortaleceram a resposta em situação normal, degradada ou de emergência

CONHECIMENTO OPERACIONAL PRÓPRIO

1. Procedimentos Operacionais inéditos para situações críticas
2. Manuais corporativos em linguagem do operador
3. Registros de lições aprendidas e boas práticas
4. Memória operacional inicial da Linha 17-Ouro



MATRIZ DE EVIDÊNCIAS

DIMENSÃO DE RESULTADO

Prontidão operacional

Mitigação de lacunas documentais

Antecipação tecnológica

Aprendizagem aplicada

Capilaridade do conhecimento

Sustentabilidade institucional

FONTE DE COMPROVAÇÃO

Planos, matriz curricular, trilhas e certificações

POs, Manuais, controle de versões e atas de validação

Programação de imersão, relatórios e avaliações

Relatórios de comissionamento e registros de validação prática

Rede de multiplicadores, critérios e certificações

Plano de retenção, governança documental e reciclagem

04 CONCLUSÃO

O que o projeto resolveu, o que deixa como legado e o que o setor metroferroviário pode replicar.

DA LACUNA AO LEGADO

O PROBLEMA

Sem manuais consolidados

Sem ativos para treinar

Sem conhecimento tácito

Três meses de prazo

Risco na anormalidade

Dependência de fornecedor

A RESPOSTA

POs inéditos e Manuais corporativos próprios

Antecipação na Linha 15-Prata e simuladores

Conhecimento criado no próprio comissionamento

35% menos tempo de formação e 82% de aprovação

Zero incidentes graves nos testes dinâmicos

Autonomia técnica e Multiplicadores Internos

CONHECIMENTO GERIDO COM O MESMO RIGOR QUE OS ATIVOS FÍSICOS.

Um novo paradigma de prontidão operacional para o setor metroferroviário.

A group of seven diverse transit professionals, including men and women of various ethnicities, are standing together in front of a modern train. Some are wearing high-visibility safety vests and caps, while others are in business-casual attire. They are all smiling at the camera. The background shows the side of a silver train and a station platform.

VALORIZAÇÃO PROFISSIONAL

NO FIM, QUEM OPERA A LINHA SÃO PESSOAS.

Operadores, supervisores, empregados de estação e equipes do CCO: o projeto elevou a competência interna e valorizou o capital humano da operação.

BENEFÍCIOS CONSOLIDADOS

1. Fortalecimento da segurança operacional
2. Prontidão desde o Dia Zero e conhecimento operacional próprio
3. Valorização da formação profissional e da autonomia técnica
4. Sustentabilidade do conhecimento e melhoria da governança técnica
5. Contribuição concreta para o setor metroferroviário

A LÓGICA QUE PODE SER REPLICADA

O modelo não depende das características específicas da Linha 17-Ouro.

DIAGNOSTICAR

Quais documentos, ativos e competências ainda não estão consolidados

ANTECIPAR

Usar linhas, sistemas e simuladores semelhantes antes do ativo novo

INTEGRAR

Levar a operação para dentro dos testes e da Trial Operation

CONVERTER

Transformar experiência de campo em documentação corporativa

MULTIPLICAR

Formar uma rede interna que dissemina e sustenta o padrão

SUSTENTAR

Ferramentas, lições aprendidas e governança alinhada à ISO 30401

O LEGADO NÃO É UMA LINHA. É UM MÉTODO.

Aplicável a novas linhas, novas frotas e sistemas metroferroviários complexos.

REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR ISO 30401:2018 — Sistemas de gestão do conhecimento
2. NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. Criação de conhecimento na empresa (1997)
3. DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. Conhecimento empresarial (1998)
4. CHOO, C. W. A organização do conhecimento (2003)
5. SENGE, P. A quinta disciplina (1990)
6. SBGC — Modelo de Referência em Gestão do Conhecimento
7. WEINBAUER-HEIDEL, I. What Makes Training Really Work: 12 Levers (2019)

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

Jackson de Carvalho Galocha - jgalocha@metrosp.com.br

Julio Mitsuhiro Obushi - jmobuchi@metrosp.com.br

Sergio Trahiko Nozawa - stnozawa@metrosp.com.br

Wellington Leandro Marques - wlmарques@metrosp.com.br

Wilson Carlos da Silva wilson_silva@metrosp.com.br



13ª Edição
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP **TRILHOS**
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

TIC **TRENS**

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ