



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

CATEGORIA 3

**ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO DA LINHA TURQUESA: CAPACITAÇÃO,
PROTOTIPAGEM E FERROVIA 4.0**

INTRODUÇÃO

O setor ferroviário brasileiro atravessa um período de transformação estrutural impulsionado por mudanças regulatórias, novos modelos de financiamento e pela crescente necessidade de aumento da eficiência operacional. A promulgação da Lei nº 14.273/2021 (Novo Marco Regulatório das Ferrovias), associada aos recentes programas de investimentos do Governo Federal e dos Estados, bem como à ampliação das linhas de financiamento de longo prazo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), sinaliza uma mudança de paradigma na forma de planejar, implantar e operar sistemas ferroviários no país. Mais do que expandir a infraestrutura, esse novo cenário busca aumentar a competitividade do modal ferroviário por meio da modernização tecnológica, da integração logística e da melhoria contínua do desempenho operacional para enfrentamento dos principais gargalos e desafios do escoamento da produção e transporte em geral.



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

Paralelamente, observa-se uma transição dos modelos tradicionais de gestão intensivos em investimentos de capital (Capital Expenditure – CAPEX) para abordagens voltadas à maximização da eficiência operacional (Operational Expenditure – OPEX). Essa mudança exige que as operadoras ferroviárias ampliem a disponibilidade dos ativos, reduzam custos de manutenção, aumentem a confiabilidade dos sistemas e desenvolvam mecanismos que proporcionem maior autonomia tecnológica. Nesse contexto, a inovação deixa de representar uma atividade complementar e passa a constituir um elemento estratégico para a sustentabilidade operacional e financeira das organizações.

Transformação de setores tradicionais



Figura 01 – Evolução do setor de infraestrutura: da operação tradicional baseada em ativos para modelos digitais, distribuídos e orientados por serviços.

Fonte: McKinsey & Company. The infrastructure moment. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/the-infrastructure-moment>. Acesso em: 23 mar. 2026.



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

A transformação digital do setor ferroviário, frequentemente denominada Ferrovia 4.0, consolida esse movimento ao incorporar tecnologias como alta conectividade, digitalização de processos, Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), Big Data, visão computacional, telemetria, sistemas ciberfísicos, automação, manufatura digital e engenharia reversa aos processos de operação e manutenção. A integração dessas tecnologias possibilita a implantação de estratégias de manutenção preditiva, monitoramento em tempo real, otimização da gestão de ativos e tomada de decisão baseada em dados, contribuindo para o aumento da confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança (RAMS) dos sistemas ferroviários.

Esse movimento de transformação do sistema ferroviário é impulsionado pelo avanço tecnológico, crescente disponibilidade de tecnologia, aliada à maior viabilidade técnico-econômica dessas soluções.



Figura 02 - As tecnologias habilitadoras estão cada vez mais eficientes e disponíveis, transformando o mundo — e o setor ferroviário acompanha esse movimento.

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS
TIC TRENS

32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Entretanto, a adoção dessas tecnologias impõe desafios significativos às operadoras ferroviárias. Grande parte da infraestrutura brasileira foi construída em diferentes períodos históricos e reúne equipamentos de distintas gerações tecnológicas, muitos deles caracterizados pela obsolescência de componentes, elevada especificidade técnica e forte dependência de fornecedores externos. Essa condição limita a capacidade de resposta frente às demandas operacionais, amplia os custos de manutenção e dificulta a incorporação de soluções inovadoras compatíveis com a realidade dos sistemas de transporte guiado.

Além dos desafios tecnológicos, o setor enfrenta a necessidade de preservar e transferir o conhecimento técnico acumulado ao longo de décadas de operação. Processos de reestruturação organizacional, mudanças nos modelos de gestão e a renovação do quadro funcional evidenciam a importância da gestão do conhecimento como fator crítico para a continuidade operacional e para o desenvolvimento de competências capazes de sustentar a inovação de forma contínua.

Assim, torna-se insuficiente limitar a inovação à aquisição de novas tecnologias ou à contratação de fornecedores especializados. As organizações passam a demandar ambientes capazes de integrar conhecimento operacional, pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico e validação prática de soluções em condições reais de operação. Modelos de inovação aberta, fundamentados na interação entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, startups, órgãos governamentais, organismos de fomento e a sociedade, tornam-se instrumentos relevantes para acelerar o desenvolvimento tecnológico e reduzir o intervalo entre a concepção de uma solução e sua aplicação operacional.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

É nesse cenário que se inserem os conceitos de Sandbox e Living Lab de inovação. Enquanto o Sandbox constitui um ambiente controlado de experimentação que permite testar novas tecnologias com riscos reduzidos antes de sua adoção definitiva, o Living Lab caracteriza um ambiente colaborativo onde usuários, pesquisadores e empresas cocriam e validam soluções em contexto real de utilização. Ambos os modelos favorecem processos iterativos de aprendizagem, validação e aperfeiçoamento contínuo, reduzindo incertezas inerentes à inovação em sistemas críticos.

Justamente porque a realidade corporativa necessita de respostas rápidas em face da velocidade das mudanças, sendo necessário a redução dos ciclos de desenvolvimento de projetos.

A Linha 10–Turquesa da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) reúne características que a tornam particularmente adequada para a implantação desse modelo. Operando sobre o trecho ferroviário mais antigo em funcionamento contínuo no Estado de São Paulo, inaugurado em 1867 pela São Paulo Railway, a linha apresenta elevada complexidade operacional decorrente das características de implantação, coexistência de ativos de diferentes gerações tecnológicas, infraestrutura histórica, grande volume de passageiros e intensa atividade de manutenção. Essas características transformam a Linha 10 em um ambiente representativo dos desafios enfrentados pelo transporte ferroviário brasileiro, oferecendo condições reais para o desenvolvimento, experimentação e validação de soluções tecnológicas aplicadas.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A CPTM estruturou uma Rede de Soluções de Inovação da Linha 10–Turquesa, concebido como um Living Lab voltado ao fortalecimento da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento da Ferrovia 4.0. Fundamentado nos princípios da inovação aberta e adotando uma nova abordagem de múltiplas hélices de inovação com a integração entre empregados, universidades, instituições de pesquisa, startups, empresas de tecnologia e organismos de fomento, governo, entidade regulatória, centros de tecnologia e inovação, e sociedade. Esta rede conectada potencializa a criação de um ambiente permanente de capacitação, pesquisa aplicada, desenvolvimento, prototipagem rápida, teste e validação operacional. Este arranjo permite transformar desafios cotidianos da operação ferroviária em oportunidades de desenvolvimento tecnológico, gerando alta atratividade para pesquisadores e empreendedores, consolidando um modelo de inovação colaborativa com potencial de replicação em outros sistemas de transporte guiado e mobilidade.

DIAGNÓSTICO

A implantação do Ecossistema de Inovação da Linha 10–Turquesa foi precedida por um diagnóstico técnico que evidenciou desafios estruturais relacionados à gestão do conhecimento, à manutenção de ativos, à incorporação de novas tecnologias e à necessidade de fortalecimento da capacidade de inovação da organização, considerado o grau de maturidade em inovação da organização, bem como a perda gradual de parte do efetivo em virtude das múltiplas fases do Programa de Demissão Incentivada, estabelecida pela Companhia para adequação dos quantitativos de sua força de trabalho.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O atual cenário de mudança apresentado pela efetivação da concessão das linhas trouxe a necessidade de se lidar com as incertezas da força de trabalho, o que evidenciou uma disposição dos empregados em adquirir novos aprendizados.

A análise demonstrou que esses desafios não eram decorrentes de um único fator, mas da convergência de aspectos organizacionais, tecnológicos e institucionais que passaram a exigir novas formas de atuação.

No âmbito organizacional, a Companhia Paulista de Trens Metropolitanos passou por um processo de reestruturação operacional motivado pelas mudanças no modelo de gestão do transporte sobre trilhos no Estado de São Paulo. A concessão de diferentes linhas provocou a redistribuição do quadro técnico e operacional, resultando na incorporação de profissionais oriundos de distintas unidades, cada uma com procedimentos, tecnologias e experiências específicas. Embora esse movimento tenha ampliado a diversidade de conhecimentos disponíveis na organização, também evidenciou a necessidade de nivelamento técnico, padronização de práticas e preservação do conhecimento acumulado ao longo de décadas de operação ferroviária.

Esse cenário revelou que grande parte do conhecimento essencial à manutenção e à operação permanecia concentrada na experiência individual dos empregados, caracterizando um elevado volume de conhecimento tácito, ainda que considerado o alto volume de normatização existente, evidenciado por certificação ISO 9001. A ausência de mecanismos estruturados para sua disseminação aumentava o risco de perda de competências críticas,



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

especialmente diante das transformações organizacionais e da renovação gradual do quadro funcional. Dessa forma, a gestão do conhecimento passou a ser compreendida como um elemento estratégico para garantir a continuidade operacional e sustentar processos permanentes de inovação.

Sob o ponto de vista tecnológico, verificou-se que a Linha 10–Turquesa reúne ativos de diferentes gerações tecnológicas, resultado de sucessivas expansões, modernizações e adaptações realizadas ao longo de sua história. Essa heterogeneidade tecnológica representa um desafio significativo para a manutenção, uma vez que diversos componentes apresentam elevado grau de especificidade, baixa disponibilidade comercial ou encontram-se em processo de obsolescência. Em muitos casos, a reposição de peças depende de fabricantes exclusivos, importações ou processos produtivos descontinuados, ampliando prazos de aquisição, custos operacionais e riscos para a disponibilidade dos ativos.

Essa dependência tecnológica limita a capacidade de resposta da organização frente às demandas operacionais e reduz sua capacidade para desenvolver, de forma autônoma, soluções adaptadas às necessidades do transporte ferroviário. Essa condição traz a oportunidade de experimentação de novas tecnologias, expansão da capacidade de inovação incremental e redução da vulnerabilidade diante das constantes transformações tecnológicas observadas no setor, desde que considerando a colaboração e abertura aos meios de pesquisa e desenvolvimento e aos empreendedores da nova economia. As denominadas *startups* e *scales-ups* possuem vocação para o atendimento de mercados de nicho, onde grandes



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

corporações não enxergam interesse econômico para fornecimento, se colocando como ótima oportunidade para empresas como a CPTM.

Outro aspecto identificado durante o diagnóstico refere-se à necessidade de acelerar o desenvolvimento e a validação de soluções voltadas aos problemas cotidianos da operação ferroviária. O modelo tradicional de desenvolvimento tecnológico, fortemente dependente de fornecedores externos, mostrou-se incompatível com a velocidade exigida pelas operações modernas. Em diversas situações, pequenas adaptações ou componentes de baixo valor agregado demandavam longos ciclos de contratação, aquisição ou desenvolvimento, retardando a implementação de melhorias operacionais.

Simultaneamente, observou-se que a CPTM possuía elevado potencial para geração de conhecimento aplicado. A experiência acumulada por seus profissionais, associada à diversidade de ativos e processos existentes na Linha 10–Turquesa, constituía um ambiente singular para experimentação tecnológica. Entretanto, essa capacidade encontrava-se pouco integrada ao ambiente acadêmico, às instituições de ciência e tecnologia, às startups e às empresas especializadas em inovação, limitando as oportunidades de desenvolvimento colaborativo.

Sob essa perspectiva, o diagnóstico evidenciou a necessidade de estruturar mecanismos permanentes de aproximação entre a companhia, universidades, institutos de pesquisa, empresas de tecnologia, organismos de fomento e startups. Essa integração encontra respaldo nos modelos de inovação aberta e abordagem de múltiplas hélices de inovação, que

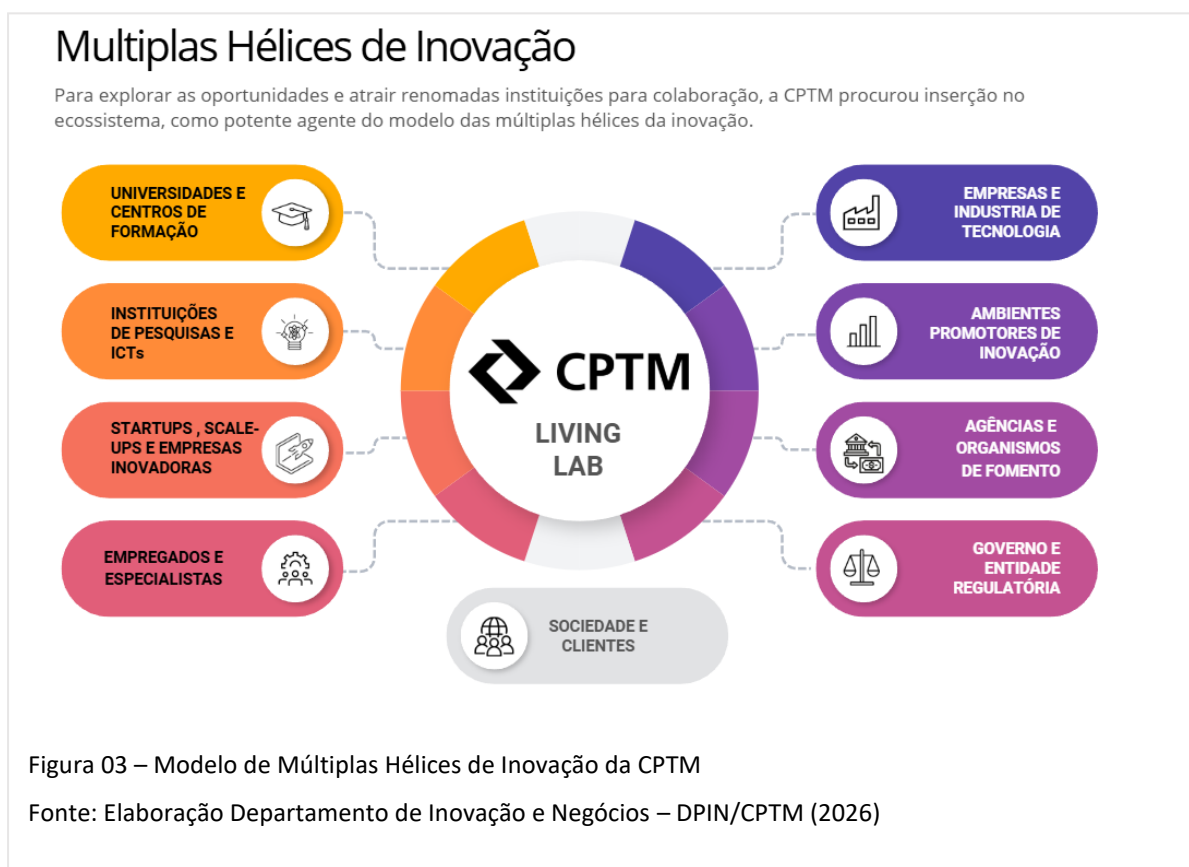


Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

reconhecem a interação entre agentes da empresa, academia, governo, mercado e sociedade como fator determinante para acelerar processos de inovação e ampliar a geração de valor público.



Outro ponto relevante identificado refere-se ao desenvolvimento de competências associadas à transformação digital. A evolução dos conceitos de Ferrovia 4.0 demanda profissionais capazes de compreender e aplicar tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial, análise de dados, manufatura digital, engenharia reversa e prototipagem rápida. O



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

diagnóstico revelou que, embora houvesse elevado domínio dos processos ferroviários tradicionais, existia a necessidade de ampliar a capacitação em tecnologias emergentes, programação de sistemas, criando condições para que os próprios empregados atuassem como protagonistas na identificação, desenvolvimento e validação de soluções inovadoras.

Essa necessidade tornou-se ainda mais evidente diante da crescente adoção de estratégias de manutenção preditiva, monitoramento inteligente de ativos e digitalização dos processos operacionais para o aumento da eficiência. A formação de competências nessas áreas passou a ser compreendida, não apenas como atividade de treinamento, mas como investimento estratégico na construção da autonomia tecnológica da organização.

Do ponto de vista institucional, verificou-se também a inexistência de um ambiente estruturado para experimentação de novas tecnologias em condições operacionais reais. Soluções desenvolvidas por universidades, startups e empresas frequentemente enfrentavam dificuldades para serem testadas em ambientes ferroviários devido às exigências de segurança, confiabilidade e disponibilidade inerentes ao transporte de passageiros. Essa lacuna reforçou a necessidade de criação de um ambiente controlado que possibilitasse a realização de provas de conceito (Proof of Concept – PoC), validações técnicas e prototipagem rápida com redução dos riscos operacionais, bem como a consolidação do conhecimento através da emissão de documentação técnica.

A convergência desses fatores demonstrou que os desafios enfrentados pela Linha 10–Turquesa não poderiam ser solucionados exclusivamente por meio da aquisição de novas

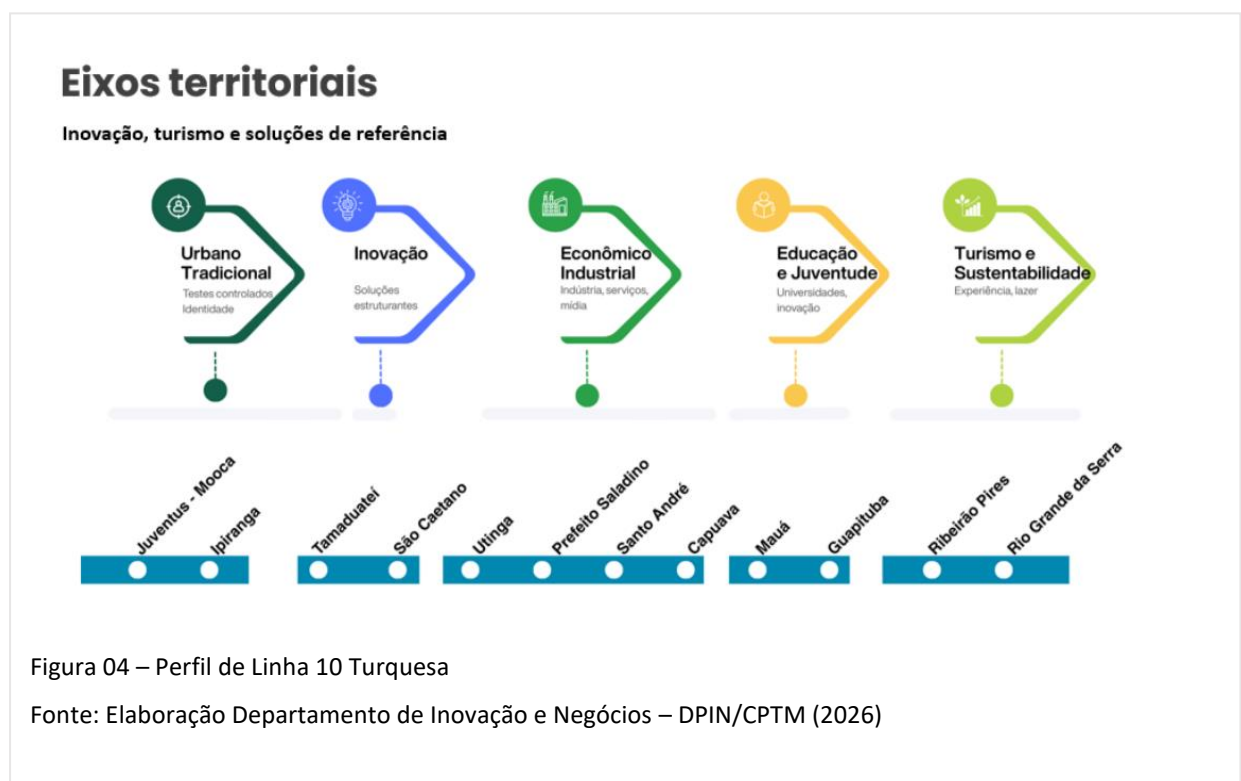


Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

tecnologias ou da ampliação de investimentos em infraestrutura. Tornou-se necessária a adoção da cultura de inovação e a construção de um modelo capaz de integrar capacitação técnica, gestão do conhecimento, inovação aberta, pesquisa aplicada e experimentação tecnológica em um único ambiente colaborativo.



SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

O Ecossistema de Inovação da Linha 10–Turquesa foi concebido como resposta estratégica aos desafios identificados. A iniciativa passou a integrar múltiplas hélice de inovação, tais como empregados, universidades, institutos de pesquisa, startups, empresas e organismos



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

governamentais em torno de um objetivo comum: fortalecer a autonomia tecnológica da companhia, acelerar o desenvolvimento de soluções aplicadas à Ferrovia 4.0 e estabelecer um modelo de inovação colaborativa passível de replicação em outros sistemas de transporte guiado.

Organização Estratégica

A iniciativa está organizada em três níveis: estratégico, que define a abordagem da CPTM para inovação e desenvolvimento de soluções; tático, que estrutura os serviços disponíveis; e operacional, onde essas possibilidades se concretizam em ações práticas, como os eventos Turquesa TalkS e FerroLab Hands-on. Nessas atividades, os participantes têm contato com aplicações reais, transformando o evento em um espaço de aprendizado, experimentação e troca de conhecimento.

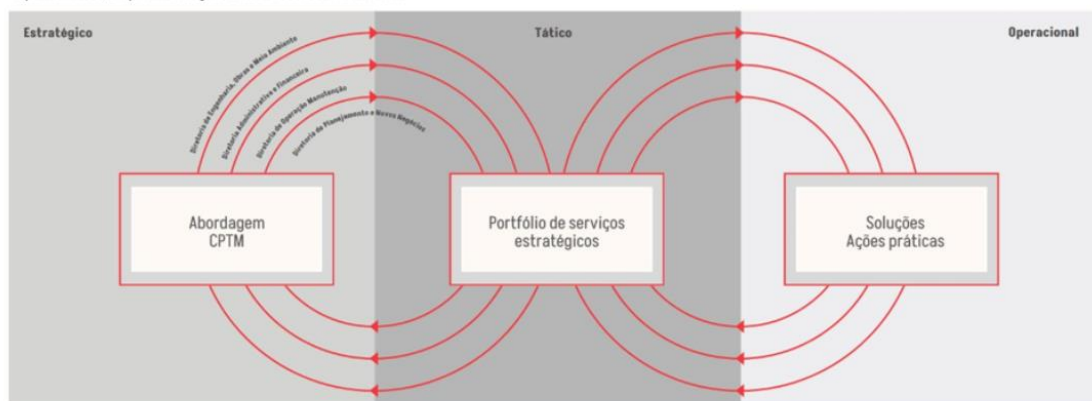


Figura 05 – Organização estratégica

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

A aplicação dos conceitos de Ferrovia 4.0 ocorreu por meio de capacitações em IoT, Inteligência, Artificial Generativa e manufatura digital, associadas à utilização de impressão 3D, scanner 3D e engenharia reversa para prototipagem rápida de soluções ferroviárias, dividida em dois pilares:



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Turquesa Talks: Intercâmbio com universidades e startups para a tradução de inovações disruptivas, promovido no Inovagão, um ambiente criado para fomento à inovação, capacitação e desenvolvimento de projetos.

FerroLab Hands-On: Apresentar as capacidades do Ferrolab e demonstrar, de forma prática, como suas soluções podem ser aplicadas aos desafios reais da CPTM.

Além disso, é apresentado o método desenvolvido para o **Hands-on** de Inovação e Prototipagem, concebido para introduzir os participantes à cultura *maker* por meio de uma experiência prática, colaborativa e orientada à experimentação. A metodologia guia a aplicação da prototipagem rápida em cinco etapas: **compreender**, que consiste em identificar o problema e entender as necessidades dos envolvidos; **divergir**, dedicada à geração ampla de ideias e alternativas de solução; **decidir**, momento de seleção das propostas mais promissoras com base em critérios previamente definidos; **prototipar**, fase de construção de uma representação simplificada da solução para testar conceitos; e **validar**, etapa em que o protótipo é avaliado junto aos usuários ou especialistas, permitindo coletar feedbacks, realizar ajustes e reduzir incertezas antes de seu desenvolvimento ou implantação. Esse processo favorece a aprendizagem ativa, a criatividade e a transformação de ideias em soluções viáveis de forma ágil e estruturada.

Identidade Visual

Como parte da estruturação do projeto, foi desenvolvida a identidade visual dos dois principais programas de relacionamento e inovação da área: Turquesa Talks e FerroLab Hands-



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS
TIC TRENS

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

on. A criação de uma identidade visual consistente é fundamental para fortalecer o reconhecimento das iniciativas, transmitir seus objetivos de forma clara, criar uma conexão com o público e consolidar uma marca própria para cada programa.

Turquesa Talks



Figura 06 – Identidade visual do Turquesa Talks

Fonte: Elaboração da Gerência de Marketing GPM/CPTM (2026).

Foi desenvolvido para o Turquesa Talks uma identidade visual para facilitar a fixação do evento como um ciclo mensal de encontros estratégicos no Inovagão, inserido no Ambiente de Inovação da Linha 10 – Turquesa. O nome conecta a identidade ferroviária da linha ao formato de diálogo e reflexão, criando um espaço para discutir tendências, desafios e oportunidades da inovação aplicada ao transporte guiado, alinhando visão institucional e preparando a execução prática no FerroLab.

Para cada edição do Turquesa Talks é desenvolvido um projeto temático, cuidadosamente planejado para criar um ambiente qualificado de intercâmbio entre empregados, universidades, especialistas, startups e empresas parceiras, transformando tendências tecnológicas em aplicações práticas para o contexto ferroviário. Cada evento possui objetivos, conteúdo e dinâmica próprios, alinhados aos desafios estratégicos da CPTM, abrangendo temas como Design Thinking para inovação, Visão



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

Computacional aplicada à mobilidade e à segurança ferroviária, IoT e sensores para cidades sustentáveis e inclusivas, além de trilhas práticas como Arduino na Prática e Python Track – Código em Movimento, que exemplificam a proposta de aprendizagem aplicada, experimentação e desenvolvimento de competências voltadas à inovação no transporte guiado.

Exemplo 1 – Arduino Na Prática

As Oficinas de Arduino do Inovagão foram desenvolvidas para apresentar, de forma simples e prática, os conceitos básicos de programação e eletrônica, permitindo que os participantes conheçam as principais ferramentas utilizadas na criação de projetos tecnológicos.



Figura 07 – Banner para Intranet

Fonte: Elaboração da Gerência de Marketing GPM/CPTM (2026).



Figura 08 – Avaliação de Reação

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

Durante as atividades, os participantes aprendem a utilizar a protoboard, componente essencial para a montagem de circuitos eletrônicos sem a necessidade de solda, além de compreender o funcionamento de componentes como LEDs, resistores e sensores.

A oficina também aborda a utilização de diferentes tipos de sensores, como o sensor de umidade, que permite identificar a presença de água ou medir a umidade do ambiente, e o sensor de movimento,



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

utilizado para detectar a presença ou a movimentação de pessoas e objetos. Por meio desses recursos, os participantes podem desenvolver pequenos projetos e entender, na prática, como a automação está presente em diversas soluções do dia a dia.

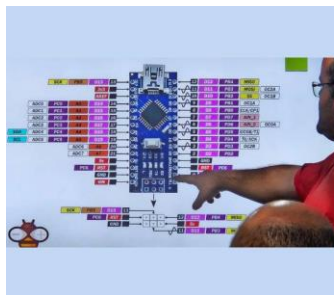


Foto 01: Apresentação Slide

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

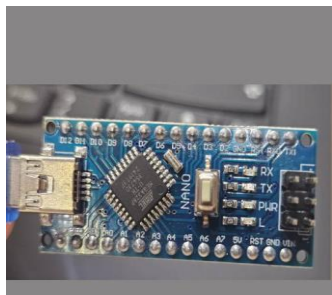


Foto 02: Arduino

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Foto 03: Oficina Arduino

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

Com uma abordagem dinâmica e acessível, as oficinas incentivam a criatividade, o raciocínio lógico e o interesse pela tecnologia, mostrando como a programação e a eletrônica podem ser utilizadas para transformar ideias em soluções inovadoras.

Exemplo 2 - Python Track

Desenvolvimento do **Python Track – Código em Movimento**, uma oficina prática de programação desenvolvida pela Equipe de Inovação com foco na experimentação tecnológica, na resolução de problemas e na aplicação de soluções em contextos operacionais reais.

A iniciativa foi estruturada como uma jornada inspirada na operação ferroviária da CPTM. Organizada em estações interligadas, a oficina conduz os participantes desde a exploração dos



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

conceitos essenciais da programação até a construção de soluções aplicadas a desafios próximos da realidade operacional. Toda a experiência é contextualizada por uma narrativa única, tornando a vivência mais dinâmica, envolvente e conectada ao ambiente ferroviário.

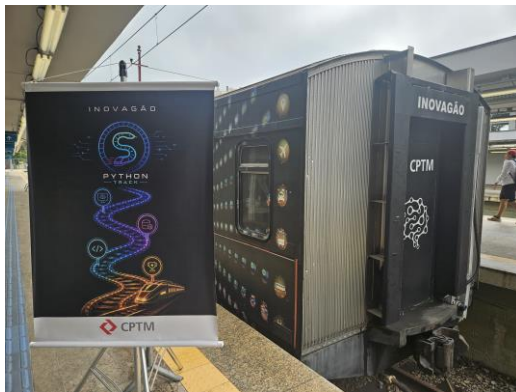


Foto 05: Banner Físico da Oficina

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Foto 06: Oficina de Python

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

A programação é composta por três etapas temáticas.

Na **Estação 1 – Centro de Comando**, os participantes exploram as bases da programação em Python, desenvolvendo raciocínio lógico e compreendendo como informações são processadas dentro de um sistema. São trabalhados conceitos como variáveis, operadores, estruturas condicionais e estruturas de repetição, sempre com foco na resolução de problemas e na automação de tarefas básicas.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Na **Estação 2 – Centro Operacional**, os participantes ampliam sua capacidade de atuação por meio do uso de estruturas de dados, funções e práticas de organização de código. O objetivo é demonstrar como a programação pode contribuir para a eficiência operacional, permitindo a manipulação de informações, a automação de atividades repetitivas e a construção de soluções mais estruturadas.

Já na **Estação 3 – Centro de Inteligência**, os desafios passam a envolver situações mais complexas, exigindo análise de cenários, depuração de código, estruturação de aplicações e desenvolvimento de pequenas soluções voltadas a necessidades reais. A proposta é aproximar os participantes de situações encontradas em ambientes corporativos e operacionais, incentivando a criatividade e a aplicação prática dos recursos explorados ao longo da oficina.

Como etapa de consolidação da jornada, os participantes embarcam no **Python Express**, um desafio prático e gamificado que reúne todos os conceitos trabalhados durante a trilha. A atividade simula uma falha crítica em um sistema operacional da CPTM e desafia as equipes a restaurar funcionalidades, analisar dados operacionais e implementar melhorias capazes de aumentar a eficiência da operação. O desafio é dividido em missões alinhadas às etapas da oficina, permitindo validar a aplicação das soluções desenvolvidas em um ambiente colaborativo e dinâmico.

Ao final da jornada, durante a Semana da Inovação, os participantes receberão certificação de participação, e as equipes que se destacarem pela qualidade, criatividade e impacto das soluções propostas serão reconhecidas na Semana de Inovação da CPTM.



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

Mais do que uma capacitação técnica, a Python Track promove uma experiência de resolução de problemas orientada à inovação, demonstrando como a programação pode apoiar decisões, otimizar processos e gerar impacto em contextos operacionais reais. O percurso segue uma evolução clara — **Explorar, Operar, Analisar e Inovar** — conectando tecnologia, criatividade e aplicação prática em uma única experiência.

A cada estação, os participantes da Python Track recebem uma “badge”. As badges são colecionáveis, que poderão ser colocados em uma base que será entregue aos participantes. Cada badge representa uma parte do conhecimento adquirido ao longo da trilha.

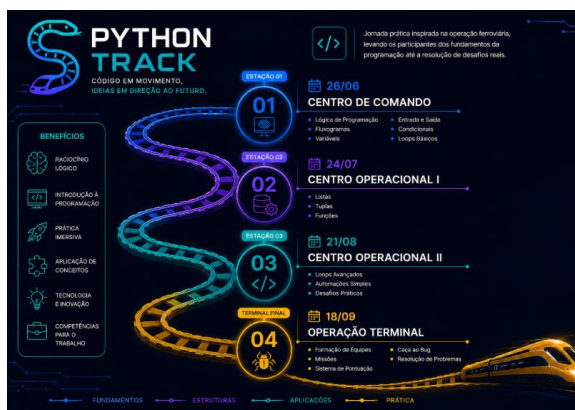


Figura 09: Trilha do Python

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Foto 07: Display de badge colecionável

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

FerroLab Hands-On

O **FerroLab Hands-On** é uma imersão prática em prototipação e inovação aplicada ao contexto do transporte guiado. A proposta é abrir o laboratório para que empregados e convidados conheçam,



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

experimentem e utilizem tecnologias de fabricação digital, transformando ideias em soluções tangíveis.

Mais do que uma visita técnica, o evento é uma experiência prática de aprendizagem, experimentação e construção colaborativa.

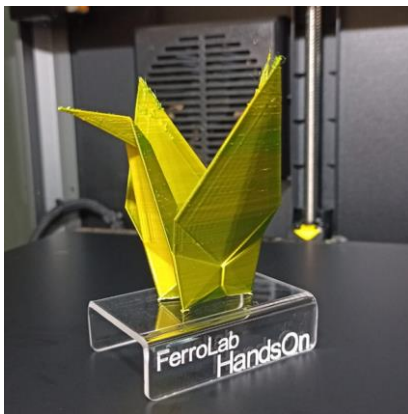


Foto 08: Tsuru produzido 3D por participante

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Foto 09: Participante Hands-On

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Figura 10: Banner digital

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

Os participantes têm a oportunidade de :

Conhecer o funcionamento da impressora 3D e entender suas aplicações

- Acompanhar e executar um projeto prático de modelagem e prototipação
- Conhecer a CNC (Controle Numérico Computadorizado) e suas possibilidades
- Explorar conceitos de fabricação digital e prototipação rápida
- Trabalhar em formato colaborativo, estimulando a inovação aberta e a troca entre áreas



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

A programação conta com a apresentação institucional da CPTM, apresentação do FerroLab e uma sequência de atividades práticas. Na etapa hands-on, os participantes também utilizaram impressoras 3D e operaram equipamentos como a máquina CNC laser. Ao final da experiência, os participantes levam o produto produzido durante as atividades.



Foto 10: Zecaré produzido 3D por participante

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)



Foto 11: Explicação equipamentos

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A implantação do programa resultou em um elevado nível de engajamento dos empregados, evidenciando uma demanda reprimida por iniciativas estruturadas de capacitação prática em inovação e tecnologias emergentes no contexto ferroviário.

Ao longo do período analisado, foram realizadas mais de 20 ações entre oficinas, trilhas de aprendizagem, palestras e eventos de cocriação, abrangendo temas como Design Thinking,



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Scrum, fabricação digital (impressão 3D, usinagem CNC e escaneamento 3D), programação em Python, Internet das Coisas (IoT) com Arduino e Inteligência Artificial Generativa aplicada à otimização de processos e documentação operativa. Essas iniciativas capacitaram mais de 150 empregados de diferentes áreas da organização.

Os conhecimentos adquiridos foram convertidos em resultados concretos, possibilitando o desenvolvimento de quatro protótipos funcionais e a implantação de uma aplicação operacional, demonstrando que o programa ultrapassou o caráter exclusivamente educacional e passou a gerar soluções aplicáveis aos desafios do ambiente ferroviário.

Um dos indicadores mais relevantes observados foi o elevado interesse espontâneo dos empregados. Na oficina de Arduino, por exemplo, foram disponibilizadas apenas 20 vagas, enquanto mais de 250 empregados realizaram inscrição, representando uma demanda superior a doze vezes a capacidade disponível. Situação semelhante ocorreu em outros eventos, tornando necessária a adoção de sorteio eletrônico para seleção dos participantes. Esse comportamento evidencia o elevado interesse pela temática da inovação e confirma a existência de um ambiente organizacional favorável à aprendizagem contínua quando são oferecidas oportunidades estruturadas de desenvolvimento.

A percepção dos participantes também reforça a efetividade da iniciativa. As avaliações de reação registraram índices máximos de satisfação, complementadas por diversos relatos espontâneos encaminhados por e-mail, nos quais os empregados destacaram a aplicabilidade prática dos conteúdos, a qualidade das atividades e o estímulo para desenvolver novas



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

soluções em suas respectivas áreas de atuação. Embora essas avaliações representem indicadores de percepção, elas constituem importante evidência do fortalecimento da cultura de inovação e do aumento do engajamento organizacional.

Outro resultado expressivo foi o impacto institucional gerado pela comunicação do programa. A divulgação dos eventos nas redes sociais corporativas alcançou elevado número de visualizações, interações e compartilhamentos, ampliando significativamente a visibilidade das iniciativas de inovação. A recorrência das publicações na linha do tempo dos empregados contribuiu para fortalecer a percepção da inovação como elemento estratégico da organização, aumentando o interesse pela participação em novas ações e favorecendo a disseminação da cultura inovadora.

Sob a perspectiva da gestão da inovação, observa-se que os resultados alcançados extrapolam indicadores tradicionais de treinamento, como número de participantes ou carga horária. Os dados obtidos indicam evolução em dimensões relacionadas ao desenvolvimento de competências, geração de conhecimento aplicado, colaboração multidisciplinar, experimentação tecnológica e criação de um ambiente propício à inovação contínua.

De forma geral, os resultados demonstram que a estratégia adotada foi eficaz para aproximar empregados de diferentes áreas das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 e da transformação digital, convertendo capacitação em experimentação prática e geração de soluções. O elevado índice de procura, a satisfação dos participantes, o desenvolvimento de



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



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

protótipos e a implementação de aplicações reforçam a capacidade do programa de contribuir para a consolidação de uma cultura organizacional orientada à inovação no setor ferroviário.



Figura 11 – Síntese dos resultados alcançados pelo programa de inovação, destacando indicadores de capacitação, engajamento dos empregados, desenvolvimento de soluções e impactos organizacionais.

Fonte: Elaboração Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

Projetos gerados pelo Turquesa Talks

Perfilômetro para medição de desgaste de trilhos

O perfilômetro para medição de desgaste de trilhos é um instrumento de metrologia de alta precisão utilizado para mapear a seção transversal geométrica (perfil) do boleto do trilho. Ele compara o trilho desgastado em operação com o seu desenho nominal de fábrica. Essa medição avalia o nível de saturação e a perda de massa do aço provocada pelo atrito contínuo das rodas dos trens.



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

A solução proposta será desenvolvida com utilização do ESP32 e sensores de distância e posição, além de peças produzidas de impressora 3D.

Projetos gerados pelo FerroLab Hands-On

Gabarito para Inspeção de AMVs

O gabarito para inspeção do coração do AMV é um padrão físico desenvolvido exclusivamente para verificar a geometria do jacaré e suas medidas. Essa medição cirúrgica garante que o friso da roda seja guiado perfeitamente pelo canal de passagem, impedindo que o trem colida contra a ponta do jacaré ou tome o caminho errado. Ao atuar diretamente nessa zona de alto impacto, a ferramenta cumpre a finalidade vital de eliminar o risco de descarrilamentos em desvios.



Foto 12: Gabarito para inspeção produzido após modelagem 3D

Fonte: Acervo Departamento de Inovação e Negócios – DPIN/CPTM (2026)

A grande vantagem técnica desse instrumento é a substituição de estimativas visuais por medições milimétricas exatas, padronizadas por normas ferroviárias. Isso viabiliza uma manutenção preditiva altamente eficaz ao identificar o desgaste do aço antes que atinja níveis críticos, prolongando a vida útil dessas peças caras e gerando expressiva redução de custos operacionais. Além disso, os modelos digitais otimizam os processos de inspeção ao exportar dados em tempo

real, o que acelera a liberação da via e minimiza os tempos de interdição.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A peça foi modelada por equipe da CPTM e produzida na impressora 3D. Está atualmente passando por testes em campo.

Painel de proteção do quadro elétrico

É uma placa física que isola os componentes eletrificados internos do contato direto com o empregado. Ele possui aberturas recortadas que deixam expostas apenas as alavancas de acionamento dos disjuntores, mantendo os barramentos e fios energizados escondidos de forma segura. Foi modelado por equipe da CPTM e produzida na impressora 3D.

Tampa de proteção do botão de parada de emergência

É um dispositivo de segurança mecânico projetado para envolver o botão do tipo "cogumelo", com o objetivo de evitar acionamentos acidentais ou involuntários. Ela funciona como uma barreira física que exige uma ação intencional do operador para acessar o botão, sem bloquear o seu acionamento rápido em caso de real necessidade. Foi produzido utilizando impressão 3D e peças cortadas na CNC laser.

CONCLUSÕES

Os resultados destacam o uso de manufatura aditiva e engenharia reversa. A eficácia do modelo foi validada pelo expressivo engajamento dos empregados e alinhadas aos requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança exigidos na operação ferroviária, resultando em um processo contínuo de melhoria.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O sistema demonstrou ser plenamente escalável para outros modais de transporte guiado no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMIRALL, Esteve; LEE, Melissa; WAREHAM, Jonathan. Mapping Living Labs in the Landscape of Innovation Methodologies. *Technology Innovation Management Review*, v. 2, n. 9, p. 12-18, 2012. Disponível em: <http://timreview.ca/article/603>. Acesso em: jul. 2026.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre. Brasília, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA FERROVIÁRIA (ABIFER). Ferrovia 4.0 ganha espaço no Brasil. Disponível em: <https://abifer.org.br/ferrovia-4-0-ganha-espaco-no-brasil/>. Acesso em: jul. 2026.
- BOGERS, Marcel; CHESBROUGH, Henry; MOEDAS, Carlos. Open innovation: research, practices, and policies. *California Management Review*, v. 60, n. 2, p. 5-16, 2018.
- BRASIL. Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021. Institui o Marco Legal das Ferrovias. Brasília, 2021.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. O novo marco regulatório das ferrovias brasileiras. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/conjur/o-novo-marco-regulatorio-das-ferrovias-brasileiras>. Acesso em: jul. 2026.



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- BRAZIL JOURNAL. Leilões de ferrovias: o plano do Governo para viabilizar os projetos. 1 jul. 2026. Disponível em: <https://braziljournal.com/leiloes-de-ferrovias-o-plano-do-governo-para-viabilizar-os-projetos/>. Acesso em: jul. 2026.
- CARAYANNIS, Elias G.; RAKHMATULLIN, Rustam. The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and Smart Specialisation Strategies for Sustainable and Inclusive Growth in Europe and Beyond. Journal of the Knowledge Economy, v. 5, p. 212-239, 2014.
- CHESBROUGH, Henry W. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- ESTADO DE SÃO PAULO. Tarcísio pretende rever concessão de monotrilho e desiste de privatizar antigas linhas de metrô. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/sao-paulo/tarcisio-pretende-rever-concessao-de-monotrilho-e-desiste-de-privatizar-antigas-linhas-de-metro/>. Acesso em: jul. 2026.
- FORTINET. O que é Internet das Coisas (IoT)? Disponível em: <https://www.fortinet.com/br/resources/cyberglossary/iot>. Acesso em: jul. 2026.
- GUPTA, A.; KUMAR, S. E-maintenance: a new paradigm for industrial assets. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 14, n. 3, p. 248-261, 2008.
- HOLMBERG, Kenneth; ADGAR, Adam; ARNAIZ, Aitor. E-Maintenance. London: Springer, 2017.
- KELLING, George L.; COLES, Catherine M. Fixing Broken Windows: Restoring Order and Reducing Crime in Our Communities. New York: Simon & Schuster, 1996.
- MANUFATURA DIGITAL. O que é manufatura digital? Disponível em: <https://www.manufaturadigital.com/o-que-e-a-manufatura-digital/>. Acesso em: jul. 2026.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



32ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

13º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- MÜLLER, J.; PFISTER, M. Strategies for implementing e-maintenance in modern manufacturing. Computers in Industry, v. 62, n. 4, p. 379-390, 2011.
- PERIÓDICOS PUC MINAS. Living Labs e inovação aberta. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/economiaegestao/article/view/17645>. Acesso em: jul. 2026.
- REVISTA FERROVIÁRIA. Tecnologias para a Ferrovia 4.0. Disponível em: <https://revistaferroviaria.com.br/2021/10/tecnologias-para-a-ferrovia-4-0-2/>. Acesso em: jul. 2026.
- SCIELO BRASIL. Disseminação da cultura maker. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tl/a/wmbkpchNNMHf8wYtkMgbhZB/?lang=pt>. Acesso em: jul. 2026.
- SCIELO BRASIL. Modelo Hélice Quádrupla e Quíntupla. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/4gMzWdcjVXCMp5XyNbGYDMQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: jul. 2026.
- SCIELO PREPRINTS. Ecossistemas de inovação. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8086>. Acesso em: jul. 2026.
- SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 65.318, de 30 de novembro de 2020. <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2020/decreto-65318-30.11.2020.html>. Acesso em: jul. 2026.